

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТИХООКЕАНСКОЕ ВЫСШЕЕ ВОЕННО-МОРСКОЕ УЧИЛИЩЕ ИМ. С.О. МАКАРОВА  
УНИВЕРСИТЕТ БЕН-ГУРИОН, МИНИСТЕРСТВО АБСОРБЦИИ, ИЗРАИЛЬ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ:  
ИНВАРИАНТНЫЙ ПОДХОД  
КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД**

Коллективная монография

Томск  
2009

УДК 378.14  
ББК Ч481.2  
Р34

**Резник Н.И.**

**Р65** Вопросы образования: Инвариантный подход. Компетентностный подход: монография / Н.И. Резник, О.Г. Берестнева, Л.Ф. Алексеева, Г.Е. Шевелев; – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 470 с.

ISBN 978-98298-568-2

Коллективная монография состоит из двух разделов. Раздел первый представлен книгой Н.И. Резник «Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты», издание 3-е, доработанное, дополненное (Издание 1-е: Концепция инвариантности в системе преподавания дисциплин естественнонаучного цикла. Монография. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1996. – 125 с; издание 2-е: Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты. Монография. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. – 206 с). Автором обоснованы дидактические эквиваленты теоретико-инвариантного подхода, представлены конкретные примеры использования концепции инвариантности в предметных связях. Отличительная особенность работы: показаны возможности решения на инвариантной основе проблемы гуманизации и гуманитаризации образования, вопросы конкретного планирования и проведения прикладных исследований; рассмотрение вопроса согласования национальных систем образования на примере систем образования Израиля и России.

Раздел второй представлен материалами О.Г. Берестневой, Л.Ф. Алексеевой, Г.Е. Шевелева «Диагностика и прогнозирование уровня компетентности студентов и выпускников высших учебных заведений». Здесь определены основные задачи обучения, связанные с оценкой компетентности, выделены на основе системного анализа основные подсистемы. На основе этого авторами построена компетентностная модель студента и произведена декомпозиция полученной системы до уровня измеряемых элементов.

Для специалистов и исследователей в области образования, студентов, преподавателей школ и вузов, специалистов в области системного анализа, управления и обработки информации, а также всех желающих ознакомиться с оригинальным подходом к рассмотрению вопросов образования.

**УДК 378.14  
ББК Ч481.2**

**ISBN 978-98298-568-2**

© Резник Н.И., 2009  
© Берестнева О.Г., Алексеева Л.Ф.,  
Шевелев Г.Е., 2009  
© Обложка. Издательство Томского  
политехнического университета, 2009

## ВВЕДЕНИЕ

В книге, состоящей из двух разделов, представлены два подхода к рассмотрению ряда вопросов образования: инвариантный подход и компетентностный подход.

**Инвариантный подход** представлен книгой Н.И. Резник «Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты». Данная работа является актуальной в современных условиях бурного роста научной информации, возрастающего накопления эмпирического и теоретического материала, широкомасштабного кризиса системы образования.

Обостряются противоречия между постоянно возрастающим объемом знаний, которые предстоит усваивать в школе, в университете, в дальнейшей профессиональной деятельности, и ограниченными возможностями учебного процесса, который локализован во времени и пространстве.

В то же время увеличение объемов научно-технической информации идет, в основном, за счет накопления данных, относящихся к частным явлениям и зависимостям при сравнительно более медленном изменении принципиальных вопросов структуры научного знания. В этих условиях любой специалист вынужден через каждые несколько лет почти полностью обновлять свои знания. Вопросы «чему учить» и «как учить» при этом становятся особенно актуальными.

Одним из важнейших направлений развития образования является, на наш взгляд, фундаментализация и гуманитаризация обучения, отвечающие требованиям повышения уровня методологической, мировоззренческой и профессиональной подготовки обучаемых, преодоления разобщенности системы научного знания в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе.

Характерной особенностью современного научного познания является объективное усиление в нем процессов интеграции и дифференциации, осмысление которых опирается на решение проблемы обобщения и систематизации всей совокупности постоянно развивающихся знаний. Итогом этих процессов является формирование научной картины мира.

Идеи интеграции и дифференциации научного знания, основывающиеся на принципе материального единства мира, позволяют обосновать систему внутринаучных и межнаучных инвариантов, в качестве которых выступают основополагающие, ведущие идеи и понятия, общие как для групп наук, так и для всех наук.

Выделение в содержании каждой науки системы инвариантов позволяет использовать их в качестве средства усвоения общего, сущностного, составляющего фундамент данной науки. Эти инвариантные, фундаментальные знания начинают составлять предметное содержание обучения и позволяют перестроить на инвариантной основе методику преподавания.

Решение проблемы фундаментализации и гуманитаризации образования требует разработки и внедрения современных методов преподавания, преодоления разобщенности в преподавании на основе современных методологических концепций, в частности, концепции инвариантности. Концепция инвариантности, утвердившаяся в физике в качестве одного из методологических принципов, в настоящее время вышла за рамки физического знания и начинает использоваться в общеметодологическом и общепедагогическом плане.

В книге представлен разработанный автором инвариантный подход к решению ряда вопросов образования: научно обоснованы основные дидактические эквиваленты используемого в физике и методологии научного познания теоретико-инвариантного подхода; сформулированы на основе разработанной концепции инвариантности требования к принципам отбора, обобщения и систематизации учебного материала, разработаны на инвариантной основе критерии оптимального объема и содержания учебной информации по различным дисциплинам; предложена одна из возможных методик использования концепции инвариантности в межпредметных и внутрипредметных связях (показана на примере предметных связей курсов физики, высшей математики, радиоэлектроники).

Отличительной особенностью данной книги является разработанные автором возможности решения на основе концепции инвариантности проблемы гуманитаризации и гуманитаризации образования.

Отдельный раздел книги посвящен существенной проблеме конкретного планирования и проведения прикладных экспериментальных исследований в педагогике и других социальных науках.

Одной из центральных особенностей книги является рассмотрение в ней вопроса согласования национальных систем образования. Объективное усиление в современном мире интеграционных и миграционных процессов сделало актуальным вопрос согласования национальных систем образования и выработки единых критериев их оценки. Данная проблема рассматривается на примере систем образования Израиля и России. Работа осуществлялась под руководством автора центром педагогических исследований Университета Бен Гурион.

Выдвигаемые и анализируемые автором положения сопровождаются представлением, описанием и анализом конкретных анкет, методик, интервью с использованием элементов контент-анализа и метода case-study. В совокупности результаты сравнительно-сопоставительного макро- и микроанализа на инвариантной основе позволяют дать конкретные рекомендации по методологической, методической и психолого-педагогической составляющим систем образования.

1999 г. в Итальянском г. Болонья, древнейшем университетском центре Европы, была подписана Болонская декларация. В Болонской декларации сформулированы цели, ведущие к гармонизации национальных систем образования стран Европы. Российская Федерация присоединилась к Болонскому процессу в 2003 г.

Если вернуться к вопросам «чему учить» и «как учить», к мысли о выходе образования в современном мире на транснациональный и надгосударственный уровень, то мы предполагаем, что наше исследование позволит выявить здесь некоторые не лежащие на поверхности проблемы и тенденции с целью сделать их объектом комплексного международного изучения и анализа, в котором могли бы принять участие представители систем образования всех заинтересованных в согласовании этих систем стран.

**Компетентностный подход**, представленный книгой О.Г. Берестневой, Л.Ф. Алексеевой, Г.Е. Шевелева «Диагностика и прогнозирование уровня компетентности студентов и выпускников высших учебных заведений», отражает тот факт, что на данном этапе развития технического образования на смену категории «профессионализм» как главной производственной ценности, приходит категория «компетентность». Профессионализм – это наличие у специалистов профессиональных знаний и умений, обеспечивающих качество его деятельности по данной специальности. «Компетентность» – более широкое понятие. Включая в себя качество профессионализма, компетентность предполагает обладанием надпрофессиональными знаниями и умениями.

Развитие компетентности студента становится одной из основных задач любого учебного заведения. Особый интерес представляет исследование ключевых компетенций как результативно-целевой основы компетентностного подхода в образовании. Большинство работ, посвященных проблеме компетентностного подхода в образовании, направлено на решение задач обновления содержания учебного процесса (учебных планов, рабочих программ и т. д.), при этом проблема оценки уровня компетентности студентов должным образом не стандартизована, что является очень важным при количественном определении уровня обладания студентом требуемыми компетенциями.

Определение и содержание ключевых компетенций представляет наибольший разброс мнений. В рамках нашего исследования ключевые компетенции определены как инвариантные к любому виду деятельности, а специальные – это компетенции, содержание которых обусловлено спецификой будущей профессиональной деятельности студента. В книге основное внимание уделено проблеме исследования ключевых компетенций. Исследование специальных компетенций ограничено специальностями технического университета.

Поскольку компетентность является интегральной характеристикой, ее можно рассматривать как некоторую объективную реальность образовательного процесса с характерными признаками сложных систем, исследование которых предполагает решение задач, связанных с их отображением и развитием.

На сегодняшний день нет однозначного ответа на вопросы о закономерностях и механизмах формирования и развития компетентности, нет единства взглядов на структуру компетентности, имеют место значительные затруднения в объяснении механизмов формирования компетентности. Следовательно, необходим системный подход к проблеме компетентности специалиста, механизмах ее формирования и развития.

В книге проведен анализ отечественных и зарубежных исследований по проблеме моделирования компетенций/компетентностей студентов и компетентностного подхода в образовании, определены основные задачи обучения в высшем учебном заведении, связанные с оценкой компетентности, выделены на основе системного анализа основные подсистемы и построена компетентностная модель студента, произведена декомпозиция полученной системы до уровня измеряемых элементов.

Мы надеемся, что представленные нами в виде двух книг под одной обложкой два подхода к рассмотрению ряда вопросов образования будут полезны специалистам и исследователям в области образования, студентам, преподавателям школ и вузов, специалистам в области системного анализа, управления и обработки информации, а также всем желающим ознакомиться с оригинальным подходом к рассмотрению вопросов образования на инвариантной основе и на основе компетентностного подхода.

Людмила Алексеева, Ольга Берестнева,  
Надежда Резник, Геннадий Шевелев  
2009 г

# РАЗДЕЛ 1

## ИНВАРИАНТНАЯ ОСНОВА ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

### ВВЕДЕНИЕ

*Что виделось вчера как цель глазам твоим, –  
Для завтрашнего дня – оковы;  
Мысль – только пища мыслей новых,  
Но голод их неутолим*

*Верхарн*

Развитие высшего и среднего образования протекает в условиях бурного роста научной информации, возрастающего накопления эмпирического и теоретического материала, широкомасштабного кризиса системы образования. Обостряются противоречия между постоянно возрастающим объемом знаний, которые предстоит усваивать в школе, в университете, в дальнейшей профессиональной деятельности, и ограниченными возможностями учебного процесса, который локализован во времени и пространстве.

В то же время увеличение объемов научно-технической информации идет, в основном, за счет накопления данных, относящихся к частным явлениям и зависимостям при сравнительно более медленном изменении принципиальных вопросов структуры научного знания. В этих условиях любой специалист вынужден через каждые несколько лет почти полностью обновлять свои знания. Вопросы «чему учить» и «как учить» при этом становятся особенно актуальными.

Одним из важнейших направлений развития образования является, на наш взгляд, фундаментализация и гуманитаризация обучения, отвечающие требованиям повышения уровня методологической, мировоззренческой и профессиональной подготовки обучаемых, преодоления разобщенности системы научного знания в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе.

Характерной особенностью современного научного познания является объективное усиление в нем процессов интеграции и дифференциации, осмысление которых опирается на решение проблемы обобщения и систематизации всей совокупности постоянно развивающихся знаний. Итогом этих процессов является формирование научной картины мира.

Идеи интеграции и дифференциации научного знания, основывающиеся на принципе материального единства мира, позволяют обосновать систему внутринаучных и межнаучных инвариантов, в качестве которых выступают основополагающие, ведущие идеи и понятия, общие как для групп наук, так и для всех наук.

Выделение в содержании каждой науки системы инвариантов позволяет использовать их в качестве средства усвоения общего, сущностного, составляющего фундамент данной науки. Эти инвариантные, *фундаментальные* знания начинают составлять предметное содержание обучения и позволяют перестроить на инвариантной основе методику преподавания.

Решение проблемы фундаментализации и гуманитаризации образования требует разработки и внедрения современных методов преподавания, преодоления разобщенности в преподавании на основе современных методологических концепций, в частности, концепции инвариантности. Концепция инвариантности, утвердившаяся в физике в качестве одного из методологических принципов, в настоящее время вышла за рамки физического знания и начинает использоваться в общеметодологическом и общепhilosophическом плане.

Дидактическим эквивалентом философского обобщения наук могут рассматриваться внутри- и межпредметные связи, реализуемые на основе концепции инвариантности. Переход от простой передачи информации при изучении фактов и законов каждой частной науки к обобщению и систематизации материала на основе принципа инвариантности означает качественное изменение содержания обучения, связанное с последовательным повышением используемых рангов и уровней обобщения, систематизации, методологического анализа и синтеза учебного материала. При этом особо важным является, на наш взгляд, попытки анализа материала *с единых концептуальных позиций*.

Появляющаяся на основе концепции инвариантности возможность методологически единообразно представлять содержание различных учебных дисциплин способствует повышению уровня *методологической подготовки* обучаемых, позволяет формировать научный, системный стиль их мышления.

Опора концепции инвариантности на основные положения научного знания позволяет формировать *мировоззрение* обучаемых на конкретных примерах использования научных положений и законов для систематизации и классификации содержания конкретных наук, для гармонического развития личности.

Реализация системы внутри- и межпредметных связей на инвариантной основе придает качественно новую специфику всем компонентам са-

мостоятельной, учебной, научно-исследовательской деятельности обучаемых и обучающихся. Появляются возможности выхода за рамки традиционных функций этих связей, решения на их основе новых педагогических задач, постановка которых стала возможной только на инвариантной основе.

Установление на инвариантной основе внутри- и междисциплинарных связей, прямых и обратных, позволяет сделать учебный процесс более управляемым за счет возникновения в нем *контура обратной связи*, происходит управление системой знаний обучаемых, в частности, с позиций профессиональной подготовки.

Подобный подход позволяет поставить и решить вопрос создания методических комплексов на инвариантной основе. Данные комплексы способны представлять собой программу интегрального воздействия на обучаемых со стороны, например, различных кафедр, обеспечивающих единую, инвариантную, методологическую и понятийную основу обучения, согласование языковых средств различных дисциплин.

Концепция инвариантности позволяет выделить и включить в обучение, например, на младших курсах *элементы специализации*, повышает эффективность использования *сензитивного периода*, значительно обогащает мотивы учебной деятельности за счет показа с первых дней обучения «выходов» общенаучных дисциплин на вопросы специальной подготовки и будущей профессиональной деятельности, а также пробуждения интереса к смежным дисциплинам.

Показываемая на инвариантной основе связь между внешне различными явлениями и процессами, изучаемыми в различных учебных дисциплинах, стимулирует обучаемых к *активизации* познавательной активности, к мобильному переносу знаний, к *самостоятельному* поиску и выявлению инвариантных слагаемых материального мира.

Метод инвариантных алгоритмов позволяет перейти от фактологического способа обучения к формированию эффективного способа мышления. В традиционной методике преподавания практически не используется методологический потенциал идей инвариантности. Анализ учебно-методических пособий и учебников (например, по физике) показывают, что они заметно перегружены материалом прикладного характера, в них преобладает эмпирический, фактологический подход, при котором основное внимание уделяется запоминанию различного рода фактов и разрозненных научно-технических сведений, зачастую не объединенных едиными идеями.

В качестве примера в данном случае физика приведена отнюдь не случайно: математика и физика зачастую рассматриваются как фундаментальные для системы научного знания. Еще Декарт для представления человеческого знания использовал метафору дерева, полагая мета-

физику корнями, физику – стволом, все другие дисциплины – ветвями. Фритьоф Капра, пройдя путь от «физического» мышления к системному, представлял новую физику не как модель для других наук, а как специальный случай более общего подхода – системной теории.

Использование системы инвариантов физического знания при изучении отдельных наук, например, радиоэлектроники, требует восхождения от инвариантов физики к инвариантам частных наук. Такое восхождение позволяет отразить в обучении не только процесс дифференциации научного знания на отдельные науки, но и мощные интеграционные процессы, происходящие в научном познании.

Перспективность анализа содержания учебных дисциплин на инвариантной основе отмечала Н. Ф. Талызина. Она указывала на необходимость в каждом учебном предмете *«выделять те структурные элементы, из которых слагаются любые частные явления этого предмета, т. е. выделять инвариант системы и представлять все частные явления, слагающие эту систему, как проявление этого инварианта»* [127, с. 74].

В то же время вопрос о том, как конкретно осуществить переход к инвариантам конкретной науки, как на этой основе перестроить методику изучения и преподавания данной науки достаточно сложен и далек от своего однозначного решения.

Целью проведенного нами исследования является поиск и обоснование системы внутродисциплинарных, междисциплинарных инвариантов, позволяющих устанавливать и реализовывать в обучении систему взаимосвязей на основе концепции инвариантности. В книге представлен разработанный автором инвариантный подход к решению ряда вопросов образования, научно обоснованы дидактические эквиваленты теоретико-инвариантного подхода, предложен *один из возможных* методологически единообразный универсальный подход к представлению содержания различных учебных дисциплин, разработаны на инвариантной основе требования к принципам отбора, обобщения и систематизации учебного материала, критерии оптимального объема и содержания учебной информации. Конкретная методика использования концепции инвариантности показана на примере взаимосвязей радиоэлектроники, физики, высшей математики.

В совокупности результаты сравнительно-сопоставительного макро- и микроанализа на инвариантной основе позволяют дать конкретные рекомендации по методологической, методической и психолого-педагогической составляющим проблемы совершенствования преподавания дисциплин.

Концепция инвариантности открывает возможности для перестройки учебного процесса в целом. Этот процесс начинает осуществляться на основе не предметного, а деятельностного подхода. Содержание учебной деятельности становится более обобщенным, в качестве *объектов познания начинают выступать общие для ряда или всех наук идеи, теории, законы, понятия, факты и т. д. и связи между ними*. Эти фундаментальные знания и начинают составлять предметное содержание обучения.

Вопросы фундаментализации неразрывно связаны, на наш взгляд, с вопросами гуманитаризации образования. Не случайно в основах обновления государственного образовательного стандарта, вводимого в конце XX, начале XXI веков, наряду с положением обеспечения предметности содержания фундаментальной подготовки звучит требование к профессионально и социально значимым личностным качествам обучаемых. В книге, в частности, представлены возможные элементы гуманитаризации, гуманитаризации образования с позиций внутри – и межпредметных связей на инвариантной основе. Проблемы гуманитаризации, гуманитаризации образования, формирования гармонически развитой личности носят комплексный характер и требуют для своего решения согласованных усилий педагогов и высшей, и средней школы.

Несмотря на нарастающий в последнее время объем теоретического и эмпирического материала по проблемам высшей и средней школы, актуальность таких педагогических исследований бесспорна. Педагогика может быть представлена как совокупность теоретических и прикладных наук, изучающих во взаимосвязи воспитание, образование и обучение и направленных на достижение всестороннего развития личности обучаемых. При имеющемся различии, самостоятельности разделов, на наш взгляд, необходимо рассматривать объект исследования педагогики как *интегрированное целое*, а не как простую сумму слагаемых отдельных ее частей. Данное утверждение перекликается с утвердившимися взглядами на исследование процессов с *экологических, холистических* позиций, с позиций единства картины мира.

Исследования в педагогике, как правило, сопровождаются применением экспериментальных методов, анализом результатов педагогического эксперимента. Привлечение элементов математической статистики наряду с традиционным использованием критерия Пирсона («хи-квадрат») в педагогических исследованиях в последние годы становится нормой.

Актуальной при этом является не столько проблема использования элементов математической статистики, различного рода критериев, спектр которых достаточно широк и определяется решаемой задачей, сколько проблема *корректности* их использования, *адекватности* статистики. В работе показаны некоторые аспекты указанной проблемы.

Одной из особенностей книги является рассмотрение в ней вопроса согласования национальных систем образования на инвариантной основе. Объективное усиление в современном мире интеграционных и миграционных процессов сделало актуальным вопрос согласования национальных систем образования и выработки единых критериев их оценки. Данная проблема рассматривается на примере систем образования Израиля как мультикультурного государства и России.

Осуществляемые в этой области под эгидой ЮНЕСКО, ЕПВО усилия по формированию элементов мировой образовательной системы общеизвестны и связаны, в частности, с выработкой международных стандартов и критериев образования, его формы и содержания, требований, предъявляемых к выпускникам независимо как от их национальной принадлежности, так и от принадлежности к той или иной культуре с присущей ей той или иной системой приоритетов и ценностей.

Обобщение и систематизация на инвариантной основе действий и способов оперирования знаниями облегчает включение специалиста в *систему непрерывного* (послевузовского) образования, решение им научно- производственных задач, лежащих на стыке различных наук и областей знания, усвоение новой научно-технической информации, умение использовать общее информационное пространство, создавать собственную информационную нишу (использование системы Internet) и овладение содержанием вновь возникающих учебных дисциплин в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе.

В настоящее время, с одной стороны, наблюдается стремительное увеличение общего объема знаний, накопленных человечеством, а с другой – идет процесс потери относительной устойчивости профессиональных знаний. В этих условиях вопросы, поставленные выше: «чему учить» и «как учить», встают особенно остро.

Если вернуться к этим вопросам, к мысли о выходе образования в современном мире на транснациональный и надгосударственный уровень, то мы предполагаем, что наше исследование позволит выявить здесь некоторые не лежащие на поверхности дискуссионные проблемы и тенденции с целью сделать их объектом комплексного международного изучения и анализа.

Выражаю признательность моим четверым детям, для которых работающая над книгой мама была примером для подражания, а также тем обстоятельствам, вопреки которым книга увидела свет.

Надежда Резник  
2009 г.

# ГЛАВА 1

## ВНУТРИПРЕДМЕТНЫЕ, МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ И В ОБУЧЕНИИ

### 1.1. История и современное состояние вопроса

В настоящее время проблема интеграции научного знания выдвигается на одно из первых мест как в общефилософском, так и в методологическом анализе закономерностей современного научного прогресса [2, 3, 4, 32, 37, 75]. Рассматривая науку в качестве основы для формирования содержания образования, можно связать процессы дальнейшего совершенствования содержания образования с поиском дидактических эквивалентов, соответствующих процессам интеграции в современной науке.

Данные процессы рассматриваются в диалектическом единстве с прогрессирующей дифференциацией научного знания, приводящей к возникновению все новых научных дисциплин. При этом считается, что углубляющаяся дифференциация наук объективно порождает свою противоположность – процессы интеграции научного знания [142]. Так, в частности, познание структуры предмета дисциплинарного исследования позволяет вычленять такие элементы, связи и отношения, которые оказываются общими, инвариантными для структуры предметов других дисциплин и начинают играть роль связующих звеньев различных областей действительности. Кроме этого, в ходе своего чисто автономного развития каждая научная дисциплина способна выработать такие идеи, понятия, принципы, которые, по сути своей, носят общенаучный характер. Например, большинство общенаучных методологических принципов сформировалось первоначально на материале физики. Другие науки, например, социальные и технические, способствовали превращению в общенаучные понятий информации, организации управления, системы и пр.

В качестве дидактического эквивалента происходящих в науке процессов ведущие дидакты рассматривают предметные связи, считая, что «взаимопроникновение интеграции и дифференциации в науке составляет объективную основу развития межпредметных связей в ходе совершенствования предметной системы обучения» [51, с. 26]. Рассмотрение внутри-, межпредметных связей (ВПС, МПС) в обучении в контексте интеграционных процессов в науке знаменует принципиально качественно иной уровень анализа этого вопроса, связанный с переходом к выяснению их методологических функций в учебном познании.

Как известно, в течение достаточно длительного времени проблема предметных связей рассматривалась в основном как дидактическая. Если освещать историю данного вопроса, то можно проследить эволюцию содержания данной проблемы на фоне эволюции, развития педагогики (в первую очередь – дидактики) как науки.

В настоящее время в рамках дидактики обычно выделяют традиционную дидактическую систему, затем систему, связанную с так называемым «новым» воспитанием и современную систему дидактики [67]. Становление идеи предметных связей связано, в первую очередь, с традиционной дидактической системой. В основе этой системы лежат концепции, разработанные Я.А. Коменским, И.Г. Песталоцци, И.Ф. Гербартом и другими выдающимися педагогами прошлого. Основы отечественной дидактики были заложены трудами К.Д. Ушинского. В рамках традиционной дидактической системы обосновывалось классно-урочное обучение и значительное внимание уделялось вопросам осуществления взаимосвязей между отдельными учебными предметами. Я.А. Коменский писал: «Все, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи» [60, с. 287]. Взаимная связь учебных предметов рассматривалась им как средство формирования целостной системы знаний у обучаемых. Опасность отрыва одного предмета от другого подчеркивалась И.Г. Песталоцци. Можно считать, что наиболее полно для своего времени проблема МПС рассмотрена К.Д. Ушинским. Идея МПС рассматривалась им как часть более общей проблемы системности обучения.

Не потеряли своей актуальности мысли К.Д. Ушинского о мировоззренческой роли МПС. В контексте данной работы приобретают особую значимость положения К.Д. Ушинского о возможности связей между предметами на основе ведущих идей и понятий. Рассматривая структуру науки, он отмечал, что «кроме специальных понятий, принадлежащих каждой науке в особенности, есть понятия, общие многим, а иногда и всем наукам» [135, с. 600]. В целом, накопленное в традиционной дидактической системе наследие по теории и практике предметных связей может быть сведено к следующему:

- обосновано с позиций психологии, педагогики и методики обучения объективная необходимость отражать в учебном познании реальные взаимосвязи объектов и явлений природы и общества;
- подчеркивается мировоззренческая и развивающая функции внутри-, межпредметных связей;
- разработана основа методики скоординированного обучения различным учебным предметам, предприняты попытки готовить педагогов к осуществлению внутри-, межпредметных связей на практике.

Дидактическая система, связанная с так называемым «новым» воспитанием, в первую очередь означала комплексный подход к обучению, отказ от разделения его на отдельные учебные предметы. Такой подход достаточно широко практикуется в зарубежной педагогике, которая традиционно тяготеет к идеям комплексности [4, 73, 74, 89]. В различных модификациях интегрированного обучения проблемы ВПС, МПС наполняются сугубо прагматическим содержанием, связанным с поиском форм и методов интеграции различных учебных предметов в единый комплекс. При этом идеи комплексности в наибольшей степени реализуются в школьном обучении при сохранении предметных начал в высших учебных заведениях, а также в ряде привилегированных школ. Анализ воззрений зарубежных педагогов на проблему ВПС, МПС показывает, что их идеи реализуются по двум основным направлениям [72]. В одном случае формируется научная система мировоззренческих взглядов на основе усвоения предметных знаний и развития познавательного потенциала у обучаемых. В другом – создаются ограниченные конкретной темой комплексы в основном утилитарных знаний и практических умений для обучаемых.

Наиболее полное освещение проблема ВПС, МПС получила в современной системе дидактики. В отечественной педагогике философской предпосылкой предметных связей является положение о необходимости раскрытия главных взаимосвязей природы, общества и мышления, отражаемых наукой. Методологической основой всех видов связей в учебном процессе являются, зачастую, такие принципы: материальное единство мира; несотворимость и неуничтожимость материи; непрерывный процесс изменения и развития в природе, обществе и мышлении; конкретность истины. Таким образом в проблеме ВПС, МПС на первый план выдвигается ее методологический аспект.

В то же время начальный этап становления отечественной школы сопровождался определенным ослаблением интереса к вопросам предметных связей. Увлечение в 20-е годы идеями комплексирования привело к тому, что, даже после возврата в 30-х годах к предметной системе обучения, связи между отдельными предметами были представлены недостаточно. Заметное усиление интереса к ним стало наблюдаться с 50-х годов. К этому времени перед школой были поставлены новые задачи, требующие для своего решения усиления политехнических аспектов обучения. Дальнейшему развитию ВПС, МПС способствовало также то обстоятельство, что были разработаны их психологические основы, связанные с учетом психолого-физиологических особенностей умственной деятельности. Принцип системности в деятельности головного мозга стал исходным для понимания психологами мышления.

«Все обучение заключается в образовании временных связей, а это есть мысль, мышление, знание» – писал И.П. Павлов [95, с. 509]. Учение Павлова легло в основу ассоциативной теории обучения [119], в которой дана классификация ассоциаций и их связь с развитием системы знаний. В дальнейшем психологическому аспекту предметных связей были посвящены работы ряда психологов [55].

После того как предметные связи заняли соответствующее своей значимости место, особое значение в работах дидактов стало отводиться выяснению их методологических функций [46, 51, 133]. ВПС, МПС стали рассматриваться как одно из важнейших средств формирования мировоззрения обучаемых, их методологической культуры, умений и навыков осуществлять методологический анализ явлений и фактов материального мира в их единстве и взаимосвязи. При решении этих проблем заметное внимание уделяется вопросам преемственности между различными звеньями создаваемой в стране системы непрерывного образования [79, 81]. Это позволяет пути и подходы к решению проблемы, например МПС по отношению к школьному обучению, переносить на учебный процесс вуза. Так пособие [80] может быть одинаково полезно как школьному, так и вузовскому преподавателю. Основные этапы развития идеи предметных связей можно представить в виде табл. 1.

Анализируя состояние проблемы ВПС, МПС в целом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на признание важности предметных связей для решения многих задач обучения, воспитания и развития, данная проблема не получила еще окончательного теоретического развития и обоснования. В частности, в научно-педагогической литературе отсутствует единое определение МПС, нет однозначного определения их роли и функций в учебно-воспитательном процессе, отсутствует единая классификация МПС, недостаточно изучены вопросы их практической реализации в обучении. Проблема ВПС, МПС решается, в основном, за счет развития ее «вширь», на уровне отдельных учебных дисциплин и частных методик. Сравнительно небольшое число авторов [5, 50, 51, 72, 139] пытаются раскрыть эту проблему в целом, охватывая все слагаемые учебно-воспитательного процесса.

Ряд школ других стран развиваются в русле педагогических воззрений, совпадающих или близких с позициями отечественных педагогов [4, 67, 82, 146]. Это позволяет во многих случаях согласовывать взгляды на те или иные проблемы педагогики, в том числе и на проблему ВПС, МПС. Последнее обстоятельство позволяет сделать обобщающие выводы о роли, значении и месте ВПС, МПС в учебном процессе:

- ВПС, МПС отводится особая роль в методологической подготовке специалистов; целостное представление о научной картине мира

формируется только при согласованном и взаимосвязанном изучении всех предметов естественно-математического и социально-экономического циклов;

- ВПС, МПС способствуют всестороннему развитию личности обучающегося в условиях устойчивой системы предметного обучения и содействуют усилению взаимосвязи образования, развития и воспитания;
- ВПС, МПС реализуются в обучении во всех типах учебных заведений и на всех ступенях обучения на основе принципов научности, систематичности обучения и его связи с трудовой профессиональной деятельностью;
- для ВПС, МПС, осуществляемых в высшей школе, на первый план выдвигается взаимосвязь каждой из учебных дисциплин с курсом философии;
- ВПС, МПС является основой координации учебных программ в соответствии с ведущими общенаучными идеями;
- методологической основой предметных связей является концепция единства научной картины мира.

Таблица 1

*Основные этапы развития предметных связей*

Дидактическая система	Психолого-педагогическое обоснование системы	Содержание предметных связей
Дидактика И. Гербарта как основа традиционной школы	Механическая концепция ассоциативной психологии	Систематизация знаний, преодоление перегрузок учащихся и дублирования материала. Методологический аспект практически не представлен.
Дидактика Дж. Дьюи как основа прогрессивистской школы («новое воспитание»)	Бихевиоризм	Синтез разнопредметных знаний в рамках данного учебного комплекса. Методологический, мировоззренческий аспекты представлены содержанием комплексов, отражающих основной идейный заряд комплексного подхода: готовить социально адаптивных членов общества.
Современная дидактика как основа деятельности Отечественной школы	Психология деятельности	Отражение в содержании обучения объективных связей в природе, обществе и мышлении, соответствующих интеграционным процессам в науке. Методологический и мировоззренческий аспекты приобретают первостепенное значение.

## **1.2. Внутрипредметные, межпредметные связи как комплексная проблема современной дидактики**

Характерной чертой современного состояния проблемы ВПС, МПС является отсутствие однозначного подхода как к пониманию этой проблемы, так и к способам ее разрешения. Большинство исследователей указывают на комплексный и многомерный характер проблемы предметных связей [3, 4, 50, 51, 72, 100, 106, 139].

Многомерный характер проблемы отчетливо проявляется в многозначности самого понятия предметных связей. Как известно, понятие есть знание существенных связей (сторон) предметов и явлений окружающей действительности, знание существенных связей и отношений между ними [133]. Обобщение взглядов различных исследований на трактовку понятия предметных связей позволяет выделить несколько значений данного понятия, среди которых к основным относится понимание МПС как дидактического условия, как части принципа систематичности, как самостоятельного дидактического принципа, как средства комплексного подхода к обучению.

Внутри- и межпредметные связи все чаще рассматриваются в качестве самостоятельного направления в исследованиях, предполагающего изучение проблемы в целом с позиций теории и методологии воспитания и обучения во всех ее основных общепедагогических, дидактических, частнометодических и психологических аспектах, в плане целостного воздействия на развивающуюся личность [78]. Подход к проблеме ВПС, МПС с общепедагогических позиций заставляет искать ее истоки в методологическом фундаменте педагогической науки, в частности, в предметной системе обучения. В свою очередь, предметный характер обучения может рассматриваться как отражение происходящих в научном познании процессов дифференциации наук.

Существующая предметная система обучения является отражением традиционно сложившегося разделения научных областей на два больших класса: естественные науки и социальные науки. Обычно в качестве самостоятельной области дополнительно рассматриваются технические науки. Однако по мнению академика Б. М. Кедрова такое деление является спорным, поскольку «технические науки занимают промежуточное место между социальными и естественными, так как цели, которые они ставят перед собой, определяются социальными отношениями, а их достижимость – природными законами» [58].

Процесс дифференциации наук берет свое начало с конца античного периода. До этого момента в качестве единой науки, включавшей в себя зачатки всех остальных знаний о внешнем мире (природе и обществе)

и о духовной жизни человека, выступала философия. Вначале от этой единой науки отпочковались математические науки, затем физика и химия. Данный процесс завершился в XIX...XX веках отпочковыванием от философии психологии и формальной логики. Одновременно с процессом дифференциации в науке идет процесс интеграции, приводящий к обобщению и систематизации всей совокупности постоянно развивающихся знаний.

Отражением в обучении идей интеграции являются внутри-, межпредметные связи. Таким образом взаимосвязь процессов интеграции и дифференциации в науке составляет объективную основу развития ВПС, МПС в условиях предметной системы обучения. Поскольку наука выступает в качестве основы для формирования содержания обучения, появляется возможность, отталкиваясь от основных видов синтеза в науке и практике, перейти к рассмотрению внутри-, межпредметных связей в обучении.

Интеграционные процессы в науке способствует выработке единых методов исследования, разработке общего концептуального аппарата науки. В качестве общеметодологического средства познания все чаще начинает рассматриваться системный подход [8, 13, 22]. Связанный с ним принцип системности привел к более углубленному пониманию содержания других гносеологических принципов, в частности, принципа конкретности. Сочетание конкретности и системности выступает в качестве методологической основы всех видов синтеза в науке и практике, среди которых выделяют межнаучный синтез и синтез под влиянием социализации науки.

В первом случае в системе научного синтеза выделяют его виды: внутродисциплинарный, междисциплинарный и межатраслевой [51]. В результате взаимопроникновения понятий и методов образуются пограничные научные области, лежащие на стыке различных наук. В этих условиях происходит заметное возрастание связей между философией и специальными науками. Благодаря интеграции научного знания между конкретными науками, между конкретными науками и философией, возрастает роль философских обобщений, обосновывающих единство науки в целом, всеобщность фундаментальных, общенаучных понятий и категорий, таких как материя, движение, пространство, время, энергия, информация и др. Синтез философии и конкретных наук привел к формированию концепции научной картины мира.

Синтез под влиянием социализации науки отражает обусловленность научного познания конкретно-исторической практикой, характеристиками социальной среды, окружающей исследователя. Здесь на первый план выдвигаются проблемы соотнесения и синтеза науки

и нравственности, науки и окружающей среды, науки и общечеловеческих ценностей, науки и производства и др. Решение данных проблем приводит к объединению науки на основе нравственного обеспечения дальнейшего развития прогресса, выживания человечества.

Дидактические эквиваленты, адекватные показанным тенденциям интеграции современной науки, могут быть выведены путем сопоставления структуры ее интеграции с моделями структуры учебного предмета, учебной деятельности и процесса обучения, нахождения в них аналогичных компонентов и инвариантов как основы ВПС, МПС. Естественно, что при этом нельзя ожидать полного отождествления, например, межпредметных и межнаучных связей. Поиски дидактических эквивалентов межнаучных связей нельзя рассматривать как процесс механического переноса в обучение основных направлений интеграции науки. Данная проблема связана с построением самостоятельной дидактической системы, отражающей существенные черты своего прототипа и нацеленной на решение основной педагогической задачи формирования мировоззрения обучаемых.

Принцип системности позволяет рассматривать процесс обучения как систему, в которой составляющие ее элементы – отдельные учебные дисциплины, определенным образом связаны между собой. Эта система может рассматриваться в контексте концепции интегрированного (трансферентного) обучения [12]. Трансферирование включает установление связей в обучении между различными его этапами и различными видами деятельности обучаемых на основе концептуального моделирования предметных связей. Возникающее при этом множество функциональных связей и пересечений между отдельными учебными дисциплинами и этапами обучения может быть представлено в виде символической модели трансферентного обучения. Трансферентная модель обучения обосновывает существование множества связей, рассматриваемых как «по горизонтали»- в пределах данного этапа обучения, так и «по вертикали» – между отдельными этапами. Считается, что это множество неупорядочено, возникающие связи многовариантны и для их исследования необходимо использовать электронно-вычислительную технику. Отмечается неочевидный характер связей между рядом дисциплин и невозможность решения проблемы внутри-, межпредметных связей для всех специальностей одинаково.

Трудность решения проблемы ВПС, МПС в общем виде сводит ее к множеству частных задач, решаемых на локальном уровне отдельных учебных предметов. Однако задачи, в частности, высшей школы, изме-

нение содержания обучения в вузе приводят к переосмысливанию дидактической роли предметных связей.

Поиск наиболее оптимальных путей обучения показал, что оно должно вестись таким образом, чтобы обучаемые были подготовлены к самостоятельному анализу всех явлений, как известных сейчас, так и тех, которые могут появиться в будущем [94].

Для этого в каждой изучаемой науке все частные явления рассматриваются как система, в которой выделяются *инварианты*, проявляющиеся в каждом частном явлении и факте данной науки. Данные инварианты начинают выступать не как самостоятельные предметы усвоения, а как *средство усвоения* общего, сущностного.

Идея интеграции научного знания способствует введению в рассмотрение не только *внутринаучных*, но и *межнаучных инвариантов*. Их роль выполняют ведущие идеи, принципы, законы, понятия, фундаментальные константы и др., общие не только для отдельных наук, но и всех наук. Нахождение таких инвариантов создает объективные предпосылки для реализации в учебном процессе основных положений концепции К.Д. Ушинского. Как отмечалось выше, он указывал на необходимость устанавливать связи на основе неизменных для многих, а иногда и всех наук ведущих идей и понятий. Перестройка содержания обучения на внутри-, межпредметной основе рассматривается как основной залог решения многих задач, стоящих перед высшей и средней школой [4, 5, 47, 79, 81, 106].

В учебном процессе дидактические функции ВПС, МПС ограничены, как правило, решением двух основных задач: устранением параллелизма, дублирования и информационных перегрузок обучаемых и задачи переноса знаний из одного предмета в другой. Первая задача является достаточно актуальной и традиционной [2, 3, 12, 53, 87]. В настоящее время, с одной стороны, наблюдается стремительное увеличение общего объема знаний, накопленных человечеством, а с другой – идет процесс потери относительной устойчивости профессиональных знаний. В этих условиях вопрос «чему учить и чему не учить» встает особенно остро.

Решение с помощью ВПС, МПС задачи переноса знаний из одного предмета в другой обусловлено требованиями «сквозной» подготовки будущих специалистов. При этом можно отдельно решать задачу определения направления переноса (оно может быть либо односторонним – когда перенос происходит только из одного предмета в другой, либо многосторонним – когда происходит взаимный перенос знаний между несколькими предметами) и задачу определения содержания переносимого материала [79, с. 72...73]. В целом проблема переноса одна из цен-

тральных в психологии мышления<sup>\*</sup>. Известно, что положительный перенос знаний значительно облегчается, если при переходе к новой деятельности индивиду показываются черты ее существенного сходства с деятельностью, выполняемой ранее. В учебном процессе необходимость такого показа наиболее часто возникает при переходе от общенаучных дисциплин к общеинженерным и специальным.

Наш опыт показал, что обучаемые, обладая необходимыми знаниями, например, высшей математики, испытывают определенные затруднения при использовании их в решении специальных задач. Обучаемые «не узнают» задачу. Преподаватель предмета по специальности зачастую не имеет возможности делать регулярные математические отступления и задача остается «неузнанной».

В результате в процессе занятия отсутствует внутренняя мыслительная деятельность, связанная с решением задачи и являющаяся залогом устойчивого внимания. В частности, многие специальные задачи, рассматриваемые в радиоэлектронике, являются по своей сути чисто математическими. Их решение связано с выполнением стандартных математических операций – вычислением экстремума функции, разложением в ряд Фурье, решением дифференциального уравнения и др. Но эти задачи, будучи перенесенными в новые условия, записанные не в абстрактных математических символах, а на языке конкретной науки, «не узнаются» обучаемыми и не решаются. Требуемый перенос знаний возможен только на основе ВПС, МПС, когда обучаемые заранее подготовлены к восприятию задач, записанных на языке конкретной науки. Наш опыт показал [105], что задача из специальных областей знания может быть так формализована, что от нее останется чисто математическое ядро при сохранении языка конкретной науки. Подобная «утилизация» содержания общенаучной подготовки при обучении специалистов конкретного профиля осуществляется на внутри-, межпредметной основе путем «взаимопроникновения» учебных дисциплин друг в друга.

В свою очередь многие специальные дисциплины являются фундаментом, на котором базируется процесс дальнейшей профессиональной подготовки. Являясь, с одной стороны, источником примеров и задач для предшествующих уровней подготовки, они, с другой стороны, сами нуждаются в подобных примерах и задачах, почерпнутых из дисциплин последующих уровней. Например, при изучении физики в качестве примеров и задач при рассмотрении тем «Разветвленная электрическая цепь. Правила Кирхгофа и их применение для расчета электрических цепей», «Электрический колебательный контур», «Закон Ома для цепей

---

\*. Общая психология / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение, 1986. – 464 с.

переменного тока» и других можно использовать адаптированные соответствующим образом задачи из курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов [107]. В свою очередь сами эти задачи являются адаптированными и «очищенными» от чрезмерных технических подробностей примерами, почерпнутыми из сферы практического использования и эксплуатации конкретных радиотехнических устройств и комплексов.

К сожалению, используемые в настоящее время учебные пособия по физике, высшей математике, радиоэлектронике и др. практически не позволяют осуществлять с первых дней обучения необходимую «сквозную» подготовку специалистов.

Естественно, здесь не имеется в виду требование, чтобы содержание учебных пособий по общенаучным дисциплинам было жестко связано с характером будущей профессиональной деятельности. Но, с другой стороны, недопустимо, чтобы в учебных пособиях данное обстоятельство полностью игнорировалось. Например, при всей важности для подготовки радиоинженеров такого раздела курса физики, как «Колебания и волны», он явно недостаточно представлен в сборниках задач по физике. Это порождает нехватку задач по теме, и в результате упускаются возможности формирования первичных навыков решения задач по специальности. Разработанные нами пособия [105, 107, 108, 110, 114 и др.] в определенной мере восполняют этот пробел и с первых дней обучения могут ориентировать обучаемых на решение задач, почерпнутых из будущей профессиональной деятельности.

Например, типичная задача по теме «Электрические колебания и волны» часто представлена следующим образом:

Индуктивность колебательного контура  $L = 0,5$  мГ. Какова должна быть емкость контура  $C$ , чтобы он резонировал на длину волны  $\lambda = 300$  м.

Задачи, предлагаемые в указанных пособиях, помимо своего чисто количественного разнообразия имеют ряд качественных отличий от приведенного примера. Практически каждая из них содержит указание на то, элементом какого радиотехнического устройства является предложенная для анализа и расчета схема. Кроме этого учтено то обстоятельство, что будущая профессиональная деятельность специалиста связана с широким использованием различных номограмм, графиков, диаграмм и т. п. Они позволяют, не прибегая к сложным математическим расчетам, оценивать те или иные параметры, режимы работы различных радиотехнических устройств и др. В то же время содержание профессиональной подготовки практически не учитывает данного обстоятельства. Поэтому вопросам наглядно-графического представления материала, задачам, требующим своего графического решения и анали-

за, в указанных пособиях уделяется самое пристальное внимание. Одна из типичных задач выглядит следующим образом [107, с. 75]:

Во входных цепях радиоприемных устройств используется схема последовательного колебательного контура (рис. 1, а).

На рис. 1, б приведены графики зависимостей  $x_C(f)$  и  $x_L(f)$ .

Требуется определить:

1. В каком случае контур называется последовательным.
2. Условие резонанса.
3. Как называются и как определяются величины:  $f_0$ ,  $\rho$ ,  $Q$ ,  $2\Delta f^*$ ,  $f_{гр12}$ ,  $U_{Lm}$ ,  $U_{Cm}$ ,  $I_m(f_0)$ ,  $I_m(f_{гр})$  при условии  $E_m = 0,1$  В,  $R = 10$  Ом.

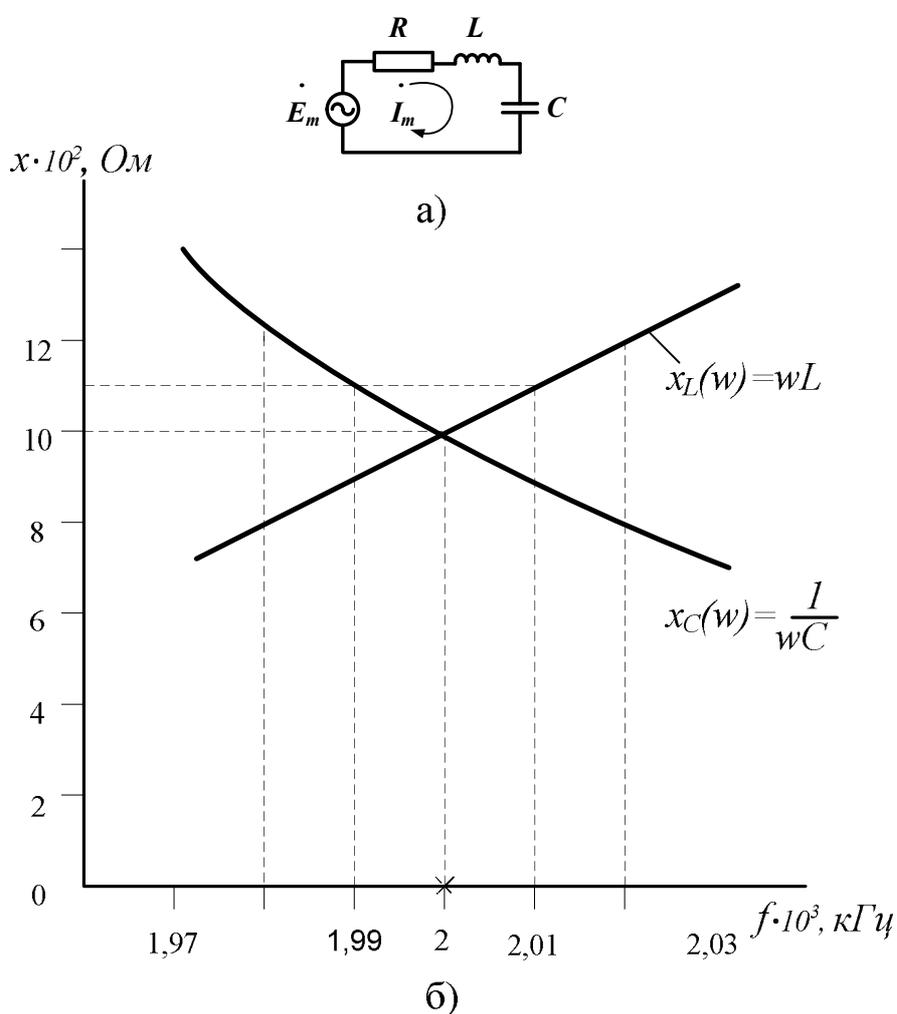


Рис. 1. Колебательный контур и графики зависимостей его индуктивного и емкостного сопротивлений от частоты

Опыт использования такого рода профилированных задач преподавателями кафедры физики показал, что они вызывают большую заинтересованность и активность обучаемых.

Если решение задачи «сквозной подготовки специалистов на начальном этапе обучения затрудняется отсутствием профессионально ориентированных учебных пособий по общенаучным дисциплинам, то в последующем, при переходе к общеинженерным и специальным дисциплинам, аналогичные трудности возникают как следствие игнорирования авторами учебных пособий по этим дисциплинам внутри-, межпредметного контекста. Например, несмотря на многообразие различных пособий по радиоэлектронике, лишь немногие из них, в частности, [35], содержат ссылки на те сферы практической деятельности будущих специалистов, где им придется иметь дело с рассматриваемыми на занятиях положениями теории.

Обобщая все сказанное, можно согласиться с мнением большинства исследователей, отмечающих достаточно высокий статус предметных связей в современной педагогике. В частности, В.Н. Максимова [72] отмечает, что значение межпредметных связей в современном обучении возросло до самостоятельного принципа. Теоретические положения В.Н. Федоровой, Д.М. Кирюшкина, А.В. Усовой и их последователей утверждают то, что межпредметные связи выступают как дидактическое условие повышения научного уровня преподавания, роли обучения в формировании у обучаемых научного мировоззрения. Внутри-, межпредметные связи оказывают всестороннее влияние на процесс обучения – от постановки задач до его организации и результатов. В предметной системе обучения они несут методологическую, формирующую (образовательную, развивающую, воспитывающую) и конструктивную (системообразующую) функции.

Естественно, что решение задачи реализации ВПС, МПС требует специально организованной работы в этом направлении, осуществляемой как на этапе планирования учебного процесса, так и в ходе преподавания общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин. Разрабатываемая нами концепция инвариантности в системе преподавания учебных дисциплин является одним из возможных подходов к решению задачи реализации внутрипредметных и межпредметных связей в учебном процессе.

### **1.3. Мировоззренческие функции внутрипредметных и межпредметных связей**

Одной из традиционных функций высшей и средней школы является формирование научного мировоззрения обучаемых. В решении

этой задачи особая роль принадлежит курсу философии, но не меньшее значение имеют и другие учебные курсы. Содержание обучения, в частности, в вузе построено таким образом, что, с одной стороны, задача формирования научного мировоззрения встает с первых дней обучения, а с другой – изучение философии начинается только со второго курса. В связи с этим основная нагрузка в деле формирования научного мировоззрения обучаемых на начальном этапе обучения приходится на учебные дисциплины естественнонаучного цикла, среди которых в техническом вузе особая роль принадлежит физике.

Физика занимает одно из ведущих мест в системе формирования философских и естественнонаучных представлений о мире, она служит фундаментом для всех естественных и технических наук и является естественнонаучной основой мировоззрения. Анализ мировоззренческих функций физики показывает, что она:

- позволяет раскрыть общие законы природы, которым подчиняются различные формы движения материи (механическая, тепловая, электромагнитная, ядерная и др.);
- дает представления о структурной организации материи, выражающей материальное единство мира (уровень макротел, молекулярный, атомный и субатомный уровни, уровень космических тел и галактик);
- раскрывает конкретную сущность различных типов причинно-следственных связей (динамических и статистических);
- раскрывает взаимосвязь пространства, времени и движения материи (на уровне классических представлений Галилея-Ньютона и эйнштейновских идей);
- дает фундаментальные представления о сущности неисчерпаемости материи и ее познания, о неуничтожимости материи и движения (законы сохранения и т. д.).

Другим учебным предметом, с которым связан начальный этап обучения, является математика. Изучение математики, формирование абстрактно-математических представлений способствует развитию мышления обучаемых. В частности, такое фундаментальное понятие, как функциональная зависимость, отражает связь между величинами, характеризующими количественную сторону рассматриваемых процессов. Важная методологическая роль принадлежит осознанию обучаемыми того обстоятельства, что за свойствами, составляющих содержание математических понятий, скрываются свойства предметов и явлений. «Чистая математика, – указывал Ф. Энгельс, – имеет своим объек-

том пространственные формы и количественные отношения действительного мира, стало быть – весьма реальный материал. Тот факт, что этот материал принимает чрезвычайно абстрактную форму, может лишь слабо затушевать его происхождение из внешнего мира» [1, с. 37].

Мировоззренческие аспекты, в частности, курса высшей математики становятся особенно актуальными при изучении вопросов математической статистики. Здесь возможен известный отрыв математических понятий от конкретных объективных свойств предметов и процессов материального мира. У обучаемых возможно появление неверных взглядов на природу таких понятий как «случайная величина», «математическое ожидание», «вероятность», «корреляция» и т. д. Например, достаточно типичным заблуждением является олицетворение корреляционных связей со связями причинно-следственными.

Важнейшим средством реализации мировоззренческих функций естественнонаучных дисциплин, изучаемых до начала изучения философии, является формирование на их основе понятия единства научной картины мира. В содержании данного понятия философское знание и знание, относящееся к конкретной естественнонаучной учебной дисциплине, объединены в единую систему. Представление о единстве научной картины мира формируется на основе концепции взаимосвязи научной, естественнонаучной и физической картин мира. В процессе обучения, например, в техническом вузе особо важное значение приобретает задача формирования понятия физической картины мира. Как отмечалось выше, физика занимает одно из ведущих мест в системе формирования философских и естественнонаучных представлений о мире. Исследуя наиболее простые формы движения материи, входящие во все сложные виды движения, и основные виды материи, физика как учебный предмет обладает высоким мировоззренческим потенциалом, реализуемым в процессе изучения практически всех общеинженерных и специальных дисциплин.

Теснейшая связь физики с последующими этапами обучения приводит к необходимости решать с первых дней обучения двуединую задачу. Во-первых, обеспечивать достижение общего для различных дисциплин уровня физического образования. Сюда включается развитие физического мышления обучаемых, раскрытие общих физических принципов, лежащих в основе действия современной техники, привитие будущим специалистам навыков проведения измерений и применения физических методов исследования. Во-вторых, обеспечивать профессиональную направленность изучаемого материала. Тем самым на первый план выдвигается задача взаимосвязи физики с другими учебными дисциплинами, в первую очередь, обще-

инженерными и специальными. По мнению ряда дидактов [47, 54] реализация предметных связей физики с другими учебными дисциплинами должна осуществляться на основе общих идей, пронизывающих физику и эти дисциплины. Основу этих связей должна осуществлять концепция физической картины мира, выполняющая в обучении прежде всего методологические и мировоззренческие функции. Физическая картина мира в настоящее время рассматривается как высший уровень обобщения и систематизации физического знания, на котором наиболее полно можно осуществить взаимосвязь (взаимодействие и взаимообогащение) физики и философии. Понятие физической картины мира является наиболее существенной частью более общего понятия естественнонаучной картины мира, являющейся высшим уровнем систематизации и обобщения всей совокупности естественнонаучных знаний. Оба эти понятия являются фрагментами более общего понятия общенаучной картины мира. Это понятие не так уж и давно вошло в обиход и трактуется в философской и методической литературе далеко не однозначно. В частности [46], как высший уровень обобщения и систематизации всей совокупности постоянно развивающихся знаний о природе, обществе и познании, подтвержденных на опыте, в их взаимодействии и развитии. В результате образуется сложная система взаимосвязанных понятий общенаучной, естественнонаучной и физической картин мира.

Особое место в научной картине мира занимает социально-общественная картина мира, представляющая собой высший уровень обобщения и систематизации знаний о социальной реальности. Результатом этих процессов становится образование социально-исторической картины действительности. Таким образом, можно считать, что двумя важнейшими слагаемыми научной картины мира (НКМ) являются естественнонаучная картина мира (ЕНКМ), включающая в себя физическую картину мира (ФКМ), и социально-общественная картина мира (рис. 2). Имеющее место их взаимопроникновение обуславливается рядом обстоятельств. В частности, науки о человеке, например, психология, помимо социальной рассматривают биологическую форму движения материи, входящую в концепцию естественнонаучной картины мира. Сама концепция научной картины мира, синтезирующая наши знания о природе и социальной реальности, рассматривается как важнейшая слагаемая мировоззрения [143]. Используя эти положения, рассмотрим основные этапы установления ВПС, МПС.

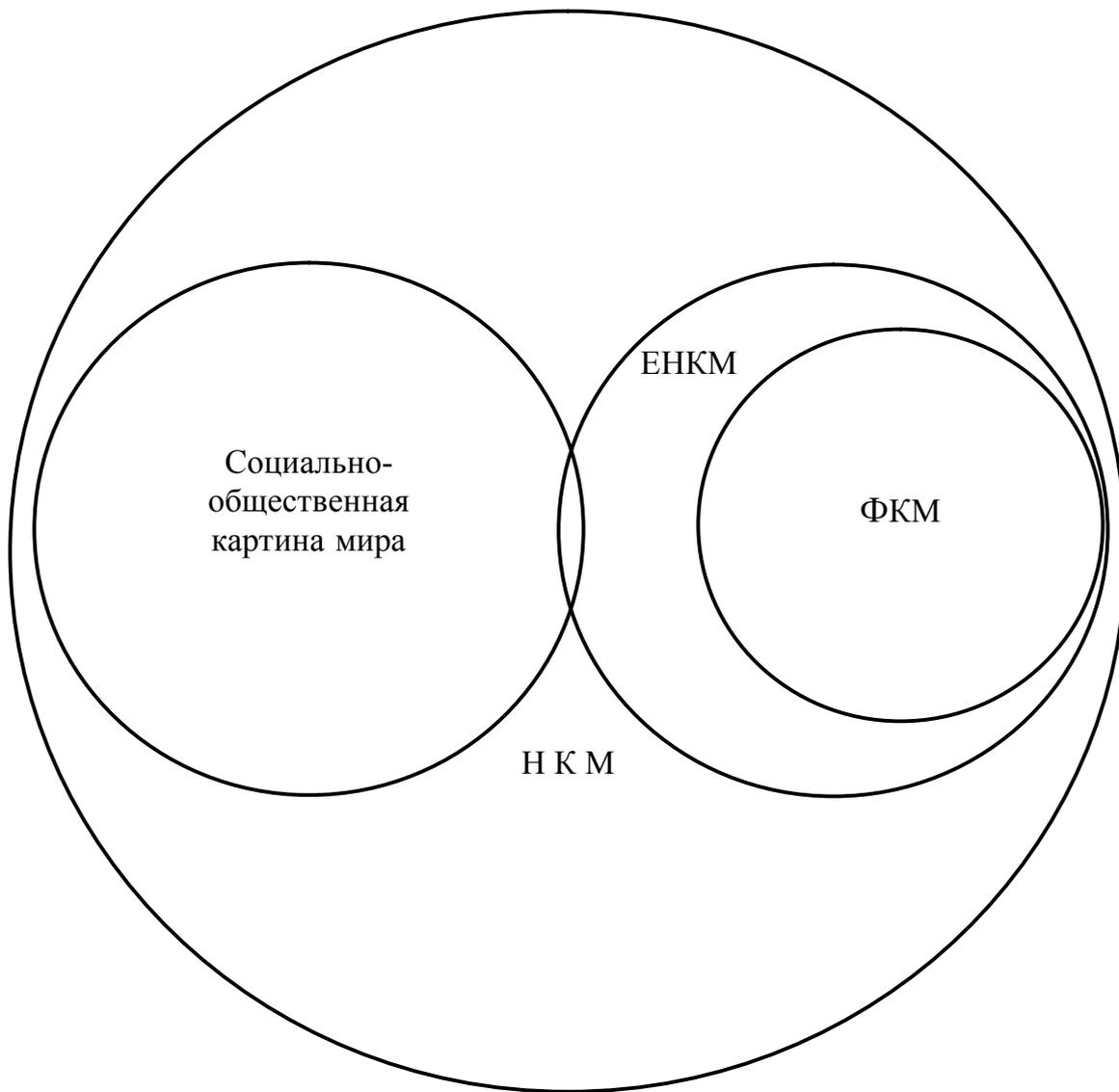


Рис. 2. Основные слагаемые научной картины мира

Обобщение знаний по конкретным предметам в научную картину мира, в систему мировоззрения есть фактически процесс установления связей внутри предмета и между предметами по содержанию. При этом целостность системы знаний по каждому предмету обеспечивается дидактическим принципом систематичности и последовательности в обучении [98], что проявляется в форме внутрисубъектных связей. Формирование систем знаний, образующих фундамент мировоззрения, требует создания ВПС, МПС, целью которых является обобщение положений отдельных предметов на основе ведущих черт научной картины мира. Каждая из них преломляется через ту или иную частнонаучную картину мира, где наполняется более конкретным содержанием. Например, для физической картины мира единство картины мира означает взаимосвязь и взаимопревращение различных форм движения материи, универсальность законов сохранения и принципа симметрии, инвариантность законов физики и т. д.

Одновременно с решением задачи мировоззренческого синтеза системы знаний необходимо решение задачи мировоззренческого анализа, связанного с тем, что важным моментом работы по установлению внутри- и межпредметных связей является определение роли каждого учебного предмета в формировании понятий. В настоящее время процессу формирования научных понятий в процессе обучения уделяется повышенное внимание [4, 133, 134]. Формирование системы научных понятий служит фундаментом формирования мировоззрения и развития науки в целом.

С каждой из наук может быть связана вполне определенная система понятий, причем некоторые из них начинают носить междисциплинарный, общенаучный характер. К ним можно отнести такие понятия как материя, движение, энергия, пространство и время, симметрия, информация и т. д. Формирование этих понятий в процессе изучения различных учебных дисциплин должно быть пронизано единой методологией. В этих условиях существенным образом возрастает мировоззренческая функция курса философии, ее связь с другими учебными предметами. Однако здесь имеется ряд трудностей, не устраненных по настоящее время.

Во-первых, реализация, например, ВПС, МПС затруднена тем обстоятельством, что имеет место недостаточная разработанность понятия научной картины мира. Во многих случаях трудно провести грань между научной и естественнонаучной картинами мира, поскольку первая строится преимущественно на материале естественных наук при явном недоиспользовании вклада наук социальных.

Во-вторых, понятие научной картины мира не представлено надлежащим образом в вузовских курсах философии. В настоящее время накопилось достаточное количество претензий к содержанию вузовского курса философии, не обеспечивающего должного уровня мировоззренческой, методологической подготовки будущих специалистов [2, 3, 4, 150].

Указанные обстоятельства приводят к недоиспользованию возможностей межпредметных связей мировоззренческого характера между философией и физикой, а также философией и комплексом инженерных и специальных дисциплин. Зачастую такие связи вырождаются в эпизодическое соотнесение тех или иных разделов и тем изучаемых предметов с отдельными положениями философской науки. Отмечается [27], что такой подход к установлению связей между философией и другими учебными дисциплинами является скорее правилом, чем исключением. Обобщения и выводы мировоззренческого характера используются лишь в качестве иллюстрации, их собственное содержание приобретает по отношению к специфическим фактам соответствующей дисциплины второстепенный характер\*. Внимание педагогов обращается на необходимость знания закономерностей процесса формирования научного мировоззрения и умения использовать их в учебном процессе [146]. Изолированные факты и явления, оказавшись вырванными из функционального целого объективной действительности, оказываются мировоззренчески индифферентными. Сопоставление этих фактов и явлений с мировоззренческими идеями еще не раскрывают их значения в целостной картине мира. На первый план выдвигается необходимость выяснения связи между явлениями, анализ их мировоззренческого содержания.

В деле реализации предметных связей мировоззренческого характера можно выделить два наиболее типичных подхода. В одном случае основное внимание в преподавании сосредоточивается на фактологическом изложении материала, что приводит к изолированному восприятию, запоминанию и репродукции изучаемых фактов и явлений без учета объективно существующих внешних и внутренних связей. Другая крайность связана со стремлением к реализации значительного количества существующих и искусственно создаваемых связей между изучаемыми явлениями и фактами без учета степени важности их. Это также приводит к снижению мировоззренческого значения содержания обучения, к поверхностному усвоению материала обучаемыми. В результате обучаемые либо усваивают множество понятий, фактов и явлений, не различая важнейших мировоззренческих идей, либо объединяют их со второстепенными сведениями и фактами. Следовательно, реализация предметных связей приводит к необходимости поиска новых путей, позволяющих наполнять обучение более полным мировоззренческим содержанием.

Опора всех технических наук на их связь с физикой позволяет в различных специальных дисциплинах обнаруживать признаки общности с теми явлениями и процессами, которые ранее изучались в курсе физики. В результате появляется возможность широкого использования,

---

\* Философия в системе высшего технического образования // Инженер – философия – вуз. – Л.: 1990. – С. 32...76.

например, метода аналогий для установления связей между общеинженерными и специальными дисциплинами, с одной стороны, и физикой – с другой. Этот метод находит широкое применение в научном познании. В обучении он используется недостаточно и, в основном, вне контекста межпредметных связей. Метод аналогий служит не более чем методическим приемом, позволяющим преподавателю сократить время на изучение материала, создать условия для его лучшего усвоения и т. п. [56].

Естественно, что метод аналогий является не единственным в системе предметных связей\*. Так, например, одна из существующих систем МПС включает в себя следующие основные типы связей: по содержанию изучаемого учебного материала; по формированию у обучаемых общенаучных умений; по методам и средствам обучения; по методам и средствам воспитания и всестороннего развития обучаемых\*\*. Метод аналогий включен здесь в МПС по содержанию изучаемого учебного материала, когда связи устанавливаются на основе единства законов и теорий, применяемых для объяснения аналогичных явлений и процессов, изучаемых в различных предметах. В этом случае раскрытие мировоззренческих идей каждого учебного предмета неизбежно должно привести к формированию у обучаемых навыков методологического анализа различных явлений и процессов материального мира, когда связь между ними будет устанавливаться на основе единства картины мира, означающего универсальность законов сохранения, принципов симметрии и инвариантности законов физики. Тем самым образуется методологический фундамент для использования метода аналогий при установлении МПС. Философская трактовка понятия аналогии может быть связана с рассмотрением изоморфных систем [144]. Изоморфизм представляет собой отношение между различными системами различной природы типа равенства. Понятие изоморфизма служит методологическим базисом для понятия аналогии и позволяет изучать одну систему при помощи другой. Что касается дидактических эквивалентов рассмотренных понятий, то метод аналогий плодотворно можно использовать для целей «сквозной» подготовки специалистов.

Данный метод позволяет связывать между собой различные этапы обучения единым методологическим подходом к рассматриваемым явлениям и процессам материального мира [5, 116]. В частности, при изучении радиоэлектроники, электротехники и т. п. инвариантность законов физики позволяет широко использовать, например, гидродинамические аналогии. В простейшем случае это установление связей между элементами и параметрами гидроцепи и параметрами электрической цепи (табл. 2). Замкну-

---

\* Интеграционные процессы в педагогической теории и практике // Свердлов. инж.-пед. ин-т. – Свердловск, 1991, вып. 2. – 182 с.

\*\* Петрова И.И. Педагогические основы межпредметных связей. – М.: Высшая школа, 1985. – 79 с.

тая электрическая цепь уподобляется замкнутому гидравлическому контуру, заполненному жидкостью (водой), находящейся в движении. В результате появляется возможность устанавливать сходство между процессами в гидравлическом контуре и электрической цепи, что достаточно широко использовалось М. Фарадеем и Дж. Максвеллом [71].

Таблица 2

*Электрические аналогии некоторых гидродинамических процессов*

Гидросеть со стационарным безвихревым движением жидкости	Электрическая цепь постоянного тока
<i>Параметры цепей</i>	
Перепад давлений на участке гидросети $-\Delta P = P_1 - P_2 = \gamma \Delta H$	Разность потенциалов на концах проводника $-\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = u_{12}$
Закон Пуазейля для участка гидросети $Q = \frac{\Delta P}{R_r}$	Закон Ома для участка цепи, не содержащего ЭДС $I = \frac{u_{12}}{R_{\text{э}}}$
Гидравлическое сопротивление $R = \rho_r \frac{l}{S}$	Омическое сопротивление $R_{\text{э}} = \rho_{\text{э}} \frac{l}{S}$
Объемный расход $Q = \frac{dv}{dt}$	Сила электрического тока $i = \frac{dq}{dt}$
Средняя скорость течения жидкости $V_{\text{ср}} = \frac{Q}{S}$	Плотность электрического тока $J = \frac{I}{S}$
Первое правило Кирхгофа для узлов гидросети $\sum_{i=1}^k Q_i = 0$	Первое правило Кирхгофа для узлов электрической цепи $\sum_{i=1}^k I_i = 0$
Второе правило Кирхгофа для замкнутых токов в разветвленных гидросетях $\sum_{i=1}^k \Delta P_i = \sum_{i=1}^k \Delta P_{iH}$	Второе правило Кирхгофа для замкнутых контуров разветвленных электрических цепей $\sum_{i=1}^k u_i = \sum_{i=1}^k E_i$

Такой подход позволяет показать при изучении различных явлений универсальность законов сохранения, инвариантность законов физики. Обязательным условием применения метода аналогий является углубленный методологический анализ сравниваемых явлений, когда наряду с выявлением элементов сходства подчеркиваются принципиальные различия этих явлений в других отношениях. Например, для используемых в радиоэлектронике гидродинамических аналогий важно указать на различия в движущейся материи в электрической и гидравлической цепи, на различные последствия движения материи (водяной поток не создает никакого поля в окружающем пространстве), на отличия в механизмах самих процессов движения жидкости и заряженных частиц. Использование основополагающих идей концепции единства научной картины мира для установления предметных связей на основе метода аналогий позволяет внести изменения в методику преподавания и организацию самостоятельной работы обучающихся. Например, опыт показал, что переход от изучения физики к изучению радиоэлектроники целесообразно сопровождать поиском обучаемыми в радиоэлектронике явлений и процессов, аналогичным изученным в курсе физики. В частности, к аналогично функционирующим можно отнести общеизвестные:

- системы с одной степенью свободы: математический маятник, линейный осциллятор, колебательный контур и др., которые при одинаковых условиях (начальных и граничных) ведут себя аналогичным образом;
- системы, в которых могут совершаться релаксационные колебания: «ваза Тантала», релаксационные генераторы;
- физические явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость, электропроводность.

Подобные примеры можно продолжать. В них отражаются основные положения концепции единства научной картины мира, в частности, универсальность законов движения и взаимодействия материи, проявляющихся в инвариантности математического описания различных форм движения материи. На основе использования метода аналогий возможно формирование мировоззренческой культуры обучающихся, опирающейся на факт материального единства мира, овладение ими умениями в каждом конкретном изучаемом явлении или процессе усматривать отражение единства научной картины мира. Ниже более подробно будут рассмотрены вопросы роли аналогий в системе предметных связей физики и радиоэлектроники на основе концепции инвариантности.

Как видно, более полное осуществление предметными связями своих методологических и мировоззренческих функций на основе усвоения целостной картины мира приводит к необходимости использования всего методического потенциала современной дидактики (например, установление предметных связей на основе метода аналогий), а также выхода за рамки традиционных форм организации обучения в высшей и средней школе (например, организация на межпредметной основе самостоятельной работы обучающихся). Кроме этого, требует своего пересмотра, например, содержание совместных мероприятий, проводимых кафедрами общественных наук, (в первую очередь философии) и кафедрами общенаучной, общеинженерной и специальной подготовки. Опыт, накопленный вузами и школами, показывает, что одним из путей решения проблемы является организация взаимосвязанной работы различных методологических семинаров по конкретным областям научно-технического знания. Указанные подходы способствуют повышению методологической подготовки профессорско-преподавательского состава, облегчают их работу по реализации предметных связей методологического и мировоззренческого содержания.

#### **1.4. Роль внутрипредметных и межпредметных связей в формировании научных понятий**

Освещение методологических и мировоззренческих функций ВПС, МПС было бы неполным без обращения к вопросу о роли этих связей в формировании научных понятий. Вопросам формирования научных понятий в процессе обучения посвящен ряд научных публикаций, например, [25, 52, 116]. Не останавливаясь на раскрытии всей проблемы в целом, рассмотрим более подробно один из ее аспектов, связанный с условиями, способствующими успешному усвоению научных понятий в процессе обучения. В качестве одного из основных условий выступают межпредметные связи [133].

При этом можно выделить следующие основные педагогические, общедидактические и психологические условия, способствующие формированию научных понятий на межпредметной основе.

1. *Согласованное во времени изучение отдельных учебных предметов*, при котором каждый из них опирается на предшествующую понятийную базу и готовит обучающихся к успешному усвоению понятий последующего учебного предмета. Требуемое согласование находит свое отражение в построении учебных планов и программ, в содержании учебников и учебных пособий. Однако насыщенность, например,

учебного плана вуза, когда в течение пяти лет изучается около сорока различных учебных предметов, приводит зачастую к нарушению причинно-следственной последовательности в деле формирования научных понятий. В частности, как отмечалось выше, наблюдается несогласованность в изучении физики и философии. Другим, достаточно тревожным для качества методологической подготовки специалистов является тот факт, что изучение ряда специальных дисциплин производится без опоры на общенаучные дисциплины. Так, в частности, из учебного плана ряда вузов, ведущих подготовку радиоинженеров, был изъят курс химии [87]. Но, как показал анализ их профессиональной деятельности, в ней заметные требования предъявляются именно к уровню химической подготовки специалиста [69]. Однако этот уровень остается у дипломированных инженеров не выше знаний выпускника средней школы, либо требуемые знания (следовательно, и относящиеся к ним понятия) усваиваются в весьма вольной интерпретации их преподавателями-нехимиками. В результате такого овладения понятиями у будущего специалиста формируется привычка употреблять слова, не задумываясь над их содержанием.

Решение проблемы согласования между собой отдельных учебных курсов на межпредметной основе является одним из средств исключения из учебных планов и программ дублирующих друг друга фрагментов, что является одной из актуальных задач для высшей и средней школы.

2. *Обеспечение преемственности и непрерывности в развитии понятий.* Выполнение этого требования означает, что понятия, являющиеся общими для ряда предметов, должны от предмета к предмету непрерывно развиваться, наполняться новым содержанием, обогащаться новыми связями. Например, одним из важнейших понятий для дисциплин радиотехнического профиля является понятие электрической цепи. Первичное знакомство с этим понятием происходит уже в стенах средней школы при изучении соответствующих разделов курса физики. Затем, в процессе изучения физики в вузе, происходит углубление понятия электрической цепи; на основе этого понятия формируются навыки анализа и синтеза электрических цепей, необходимые при изучении ряда общепрофессиональных и специальных дисциплин. Окончательное же усвоение содержания данного понятия происходит при изучении дисциплин радиотехнического профиля. При формировании данного понятия крайне важно отметить, что правила Кирхгофа, являясь основой расчета электрических цепей, формулируются не для реальной электри-

ческой цепи, а для эквивалентной схемы этой цепи (модели, абстрактного представления реальной цепи). Тем самым происходит усвоение различий между объектом и его образом, моделью – электрической цепью и ее схемой. На начальном этапе формирования понятия электрической цепи, в средней школе, эти различия не рассматриваются. Их усвоение можно рассматривать как высший этап формирования данного понятия, реализующийся в вузе.

3. *Обеспечение единства в интерпретации общенаучных понятий.* Это требование может быть выведено из предыдущего, но оно имеет и самостоятельное значение. В настоящее время это требование нередко не выполняется, что представляет собой достаточно серьезную проблему. Имеется много примеров, когда одно и то же понятие в различных учебных дисциплинах или в устах различных преподавателей наполняется различным содержанием. Например, одним из базовых понятий для специалистов радиотехнического профиля является понятие спектра. Проведенный анализ показал отсутствие однозначности в его толковании (табл. 3). Во многих случаях, не дав определения понятию спектра как таковому, авторы переходят к рассмотрению частных проявлений данного понятия, говоря о спектре колебаний, спектре сигнала и т. п. [17]. Вызывает недоумение отсутствие определения этого понятия в Физическом энциклопедическом словаре [141]. Кроме неоднозначности в определении понятия спектра отсутствует единство в буквальном переводе латинского слова «spectrum». Словарь иностранных слов [123] переводит его как «видимое, видение». Советский энциклопедический словарь [125] и Политехнический словарь [101] определяют «spectrum» как «представление, образ».

Данная многозначность не способствует формированию научных понятий. В то же время приведение понятия спектра к дефиниции, определяющей его как совокупность всех значений какой-либо величины, позволяет оперировать данным понятием с первых дней обучения и «навязывать» обучаемым спектральную форму представления учебного материала в каждой из изучаемых дисциплин.

Однако обращение к понятию спектра не всегда происходит даже там, где для этого имеются все условия. Например, данное понятие практически не используется при рассмотрении в курсе физики вопросов волновой оптики. В результате обучаемые, переходя к изучению радиоэлектроники, воспринимают спектр не более, чем «совокупность цветовых полос, получающихся при прохождении светового луча через преломляющую среду» [92, с. 671].

## Определения понятия «спектр»

Литературный источник	Содержание понятия
Советский энциклопедический словарь [125, с. 1266]	Совокупность всех значений какой-либо физической величины, характеризующей систему или процесс.
Политехнический словарь [101, с. 465]	Совокупность различных значений, которые может принимать физическая величина.
Ожегов С.И. Словарь русского языка [92, с.671]	Совокупность цветных полос, получающихся при прохождении светового луча через преломляющую среду.
Словарь радиолобителя [124, с. 277]	Совокупность простых гармонических колебаний, на которое может быть разложено данное сложное колебательное движение.
Толковый физический словарь [130, с. 177]	1. Совокупность значений какой-либо величины. 2. Совокупность частот волн, содержащихся в каком-либо излучении. 3. Электромагнитное излучение, разделенное каким-либо способом так, что по каждому направлению распространяется монохроматическая волна, имеющая определенную длину или частоту.

Полномасштабное решение проблемы единства в интерпретации общенаучных понятий потребует интеграции усилий педагогов, что объективно приведет к возрастанию роли предметных связей. При этом достижение требуемого единства возможно только в том случае, если будут определены основополагающие методологические и мировоззренческие принципы, на основе которых будет решаться данная проблема.

Ослабление согласованных усилий в этом направлении приводит к тому, что содержание некоторых основополагающих, например, для процесса профессиональной подготовки понятий не раскрываются в полном объеме. В частности, в фундаменте всех дисциплин радиотехнического профиля лежит понятие электромагнитного поля. Учебные пособия по специальности вводят это понятие как уже известное обучаемым из курса физики и на этом основании не раскрывают его содержание. Однако освещение данного вопроса в курсе физики происходит на достаточно низком методологическом уровне. Понятие поля сводится к рассмотрению совокупности частных случаев – гравитационное поле, электрическое по-

ле, магнитное поле, электромагнитное поле и т. д. В результате понятие физического поля как материального носителя фундаментальных взаимодействий не раскрывается. Следствием методологических пробелов в раскрытии содержания этого понятия становятся определенные трудности, возникающие при изучении дисциплин по специальности. Так, в частности, курс теории радиоэлектронных цепей и сигналов служит теоретической основой практически всех направлений радиотехники. При этом содержание данного курса ориентировано не на рассмотрение сигналов как физических процессов, а на рассмотрение математической модели сигнала, как некоторой функциональной зависимости. В результате возможно формирование ложного представления о сигнале как об определенной математической абстракции. При несформированности понятия поля возникают затруднения при переходе к изучению таких дисциплин, как, например, радиопередающие устройства, связанные с необходимостью «возврата» от математической модели сигнала к сигналу как физическому процессу распространения электромагнитных волн.

Другой проблемой являются случаи *отрыва термина*, обозначающего то или иное понятие, от содержания данного понятия. В частности, понятие электродвижущей силы является одним из ведущих в понятийном аппарате дисциплин электро- и радиотехнического профиля. Известно [46], что данный термин зачастую не отражает физической сущности процессов, им обозначаемых. Понятие силы неприемлемо к взаимодействиям и явлениям, которые не сводятся к механической форме движения материи (например, химические реакции). Термин «сила» стал применяться в период механической картины мира, когда все взаимодействия и явления пытались свести к механической форме движения. Данное обстоятельство требует раскрытия истинного значения понятия электродвижущей силы, причем делать это необходимо в историческом контексте, определяя этапы эволюции физической картины мира и место в ней понятий сила и электродвижущая сила.

4. *Исключение дублирования в формировании одних и тех же понятий в процессе изучения различных предметов.* Данная функция предметных связей является традиционной [12]. Проблема дублирования не потеряла своей актуальности и поныне. Например, подготовка радиоинженеров связана с тем, что будущие специалисты зачастую изучают как теоретические основы электротехники, так и теорию радиоэлектронных цепей и сигналов (ТРЭЦиС) или теорию радиотехнических цепей и сигналов. Во многих случаях имеет место дублирование изучаемого материала. Например, материал, изучаемый в курсе ТРЭЦиС, отличается от аналогичного материала курса электротехники иногда только частотным диапазоном рассматриваемых сигналов (в одном слу-

чае это радиочастоты, в другом – промышленная частота переменного тока). К примеру, при изучении в курсе электротехники выпрямителей переменного тока рассматриваются различные схемы сглаживающих RC-, RL – фильтров. Аналогичные схемы, но для другого частотного диапазона, изучаются и в курсе ТРЭЦиС.

5. *Осуществление единого подхода к раскрытию одинаковых классов понятий.* Данное условие требует решения ряда дополнительных задач. В частности, для обеспечения единого подхода к раскрытию одинаковых классов понятий в общенаучных, инженерных и специальных дисциплинах необходимо определить объем и содержание сведений из специальных дисциплин, включаемых в дисциплины общенаучные. Концепция инвариантности во ВПС, МПС позволяет предложить один из подходов к решению данной проблемы. Это позволит обеспечить «сквозную» подготовку специалистов на всех этапах учебного процесса. Сюда же отнесем предпринятую нами попытку осуществления на основе концепции инвариантности единого подхода к раскрытию р а з л и ч н ы х классов понятий.

### **1.5. О некоторых нерешенных задачах**

Педагогические исследования, несмотря на нарастающий в последнее время объем теоретического и эмпирического материала исследований, сохраняют свою актуальность. Педагогика может быть представлена как совокупность теоретических и прикладных наук, изучающих воспитание, образование и обучение. Различают самостоятельные отрасли знания педагогики, в частности, такие как теория образования и обучения (дидактика), методики преподавания отдельных учебных предметов (методика или частная дидактика).

При имеющемся различии, самостоятельности разделов, на наш взгляд, необходимо рассматривать объект исследования педагогики как интегрированное целое, а не как простую сумму слагаемых отдельных ее частей. Данное утверждение перекликается с утвердившимися в последнее время взглядами на исследование процессов с экологических, холистических позиций, с позиций единства картины мира.

Способы исследовательского процесса, находящиеся в диалектической взаимосвязи, могут быть самыми разнообразными – от методологического, методического до частных приемов и технических средств. Выше было показано, что внутри-, межпредметные связи могут рассматриваться как комплексная проблема современной дидактики, соответственно этому и определяется широкий спектр возможных исследований.

Проведенный нами анализ проблемы ВПС, МПС показал, что ее всестороннее решение связано с рассмотрением как минимум трех сторон данного вопроса:

- методологической;
- психолого-педагогической;
- организационно-методической.

*Методологическая сторона* проблемы ВПС, МПС может быть связана с поиском системообразующих факторов, позволяющих систематизировать и обобщать научное знание в рамках концепции научной картины мира. Рассмотрение научной картины мира как системы позволяет выяснить специфику конкретного содержания и особенности законов ее развития. Именно законы развития системы определяют, какие факторы в ней выступают в качестве системообразующих.

Наиболее существенное воздействие на развитие научной картины мира оказывают научные революции, в ходе которых в ней осуществляются качественные преобразования, по Т. Куну [66] происходит смена парадигм. Нагляднее всего это видно на примере эволюции одной из основных слагаемых научной картины мира – физической картины мира, важнейшими характеристиками эволюции которой является эволюция способов описания физических явлений: от господствующего в механической картине мира классического способа описания к релятивистскому в электродинамической картине мира и от него к квантовому способу описания в квантово-полевой картине мира.

Одновременно с эволюцией физической картины мира происходила эволюция связанных с нею идей и понятий, например, таких как инвариантность и относительность. Зародившиеся на этапе механической картины мира и игравшие в ней второстепенную роль идеи инвариантности в дальнейшем оформились в теоретико-инвариантный подход, который и становится ведущим методом построения физических теорий и оценки их непротиворечивости законам природы. Физические теории рассматриваются как теории инвариантов некоторых групп преобразований, что определяет важное методологическое значение теоретико-инвариантного подхода [83].

В настоящее время статус понятия инвариантности в методологии научного познания достаточно высок. Как отмечает Л. Гутнер, «в структуре материальных объектов и их свойств имеются устойчивые компоненты, которые остаются неизменными в границах широкого класса меняющихся условий» [41, с. 14]. Усматривая истоки инвариантности в глубинных и, возможно, еще не до конца познанных свойствах материи, Гутнер вслед за Е. Вигнером [26] делает вывод о том, что «*принципы инвариантности... более фундаментальны, чем законы природы*» [41, с. 13]. В результате, несмотря на то, что идеи инвариантности полу-

чили наиболее полное развитие в рамках физической картины мира, понятие инвариантности можно рассматривать как на уровне научной картины мира, так (и это особенно важно) на уровне философского знания в целом. В этом смысле *понятие инварианта* может рассматриваться как отражение соотношений единой материальной субстанции и ее многообразными проявлениями, носящими частнонаучный характер.

Переход от инвариантов физики к инвариантам философии позволяет решать проблему системообразующего фактора не только на конкретнонаучном, но и на общенаучном уровне. Для физического знания таким системообразующим фактором будет являться система физических инвариантов, зафиксированная в категориальном аппарате концепции физической картины мира. В свою очередь, инварианты физики можно рассматривать как конкретнонаучное проявление инвариантов философии, выступающих в качестве системообразующего фактора для системы всего научного знания, т. е. на уровне научной картины мира. Все это позволяет ввести в рассмотрение *иерархическую систему инвариантов*. Методологическое значение вводимой системы инвариантов заключается в том, что она позволяет систематизировать и обобщать научное знание на трех разных уровнях:

- *конкретнонаучном*, за счет выделения инвариантов данной конкретной науки, например, физики;
- *общенаучном*, за счет определения ведущих положений, идей, понятий, принципов, законов, сохраняющих свою инвариантность на уровне многих наук, объединенных, например, понятием естественнонаучной картины мира;
- *философском*, за счет определения инвариантов философии, позволяющих обобщать научное знание на уровне научной картины мира.

На первом уровне, ограниченном конкретной наукой, определение требуемых инвариантов представляет собой вполне разрешимую задачу. Для физического знания может использоваться теоретико-инвариантный подход, определяющий инварианты физических теорий. Дальнейшее развитие содержательной стороны этих инвариантов позволяет выделять инварианты отдельных составляющих физического знания – механики, электродинамики, теории относительности и т. д. В свою очередь вокруг этих составляющих начинают группироваться отдельные учебные дисциплины, определяющие профиль подготовки будущего специалиста. Например, инварианты электродинамики: ведущие идеи, понятия, законы, уравнения, константы этой науки, такие как идеи близкодействия, понятие электромагнитного поля, закон сохранения электрического заряда, уравнения Максвелла, постоянная и конечная скорость передачи электромагнитного взаимодействия, заряд электрона и др., лежат в основе всех дисциплин радио-

технического профиля. Методологический анализ инвариантов электродинамики позволяет обобщить и систематизировать весь учебный материал этих дисциплин на основе представлений об относительном характере понятий электрического и магнитного полей (взятых по отдельности) и абсолютном характере единого электромагнитного поля. Наиболее важным следствием теоретико-инвариантного подхода является инвариантность законов физики. В то же время само понятие инвариантности носит относительный характер, определяемый рамками той физической теории, в которой данная инвариантность имеет место.

Второй уровень обобщения связан с переходом от физической к естественнонаучной картине мира. Однако в структуре естественнонаучной картины мира преобладают идеи современной физики, дополненные основными идеями космологии, химии, биологии и других естественных наук. Таким образом, хотя инварианты физики не исчерпывают набор инвариантов естественнонаучной картины мира, можно считать, что система инвариантов физического знания может одновременно рассматриваться как на уровне физической, так и на уровне естественнонаучной картины мира. Кроме конкретных инвариантов физического знания, рассматриваемых на уровне естественнонаучной картины мира, в качестве инвариантов необходимо рассматривать сами методологические принципы, лежащие в основе концепций физической и естественнонаучной картин мира. В результате на уровне естественнонаучной картины мира система инвариантов общенаучного знания расширяется за счет включения в нее основных методологических принципов и черт физической и естественнонаучной картин мира.

Следующий уровень обобщения, на уровне научной картины мира, связан, как отмечалось, с введением в рассмотрение инвариантов философии. В то же время поиск требуемых инвариантов затрудняется рядом обстоятельств. Среди них – неразработанность концепции научной картины мира, отсутствие однозначной трактовки данного понятия и, что наиболее существенно, то обстоятельство, что концепция научной картины мира разрабатывается преимущественно на материале естественных наук, при оставании в разработке методологических проблем социального познания.

Однако инварианты физики допускают свое рассмотрение и на уровне научной картины мира, но при этом в качестве инвариантов начинают выступать не отдельные физические идеи и теории, а основные черты и ведущие идеи физической картины мира, обладающие наибольшей степенью общности. Среди них – *универсальность пространственно-временных свойств материи; универсальность законов сохранения и принципов симметрии, инвариантность фундаментальных физических величин, физических констант и законов физики и др.* Философское обобщение этих и дру-

гих черт физической картины мира приводит к переходу от конкретных естественнонаучных представлений о строении и свойствах материи, о пространстве и времени, о движении и т. д. к философскому обобщению понятия материи как объективной реальности, данной нам в ощущении; пространства и времени как форм бытия материи; движения как способа существования материи; отражения как свойства, присущего всей материи и т. д.

Рассмотренная иерархическая система инвариантов может быть представлена рис. 3, а в табл. 4 раскрыто содержание каждого из выделенных уровней обобщения в своей взаимосвязи с основными положениями концепции инвариантности.

*Психолого-педагогическая* сторона проблемы ВПС, МПС означает в нашем понимании решение задачи развития обучаемых в процессе обучения. Как известно, развивающая функция является одной из трех основных функций процесса обучения, совместно с образовательной и воспитательной [98].

Наиболее полно развивающая функция реализуется в области развития интеллектуального потенциала обучаемых. Не случайно в основах обновления государственного образовательного стандарта, вводимого в конце XX, начале XXI века, наряду с положением обеспечения преемственности содержания фундаментальной подготовки звучит требование к профессионально и социально значимым личностным качествам студентов-выпускников вузов. Вопросы фундаментализации образования неразрывно связаны, на наш взгляд, с вопросами *гуманитаризации* образования, повышением интеллектуального потенциала будущего специалиста. Применительно к задачам высшей школы можно считать, что одним из слабых мест интеллектуального потенциала является уровень методологической культуры специалиста и стиль его научного мышления [85, 116].

Современный научный стиль мышления характеризуется рядом черт, среди которых особо выделяют такую черту как системное видение и понимание явлений и процессов действительности [85]. Важность этой черты обуславливается тем, что практически невозможно представить себе специалиста, который бы в своей профессиональной деятельности обходился без применения в том или ином виде системного подхода. Системный подход реализуется в междисциплинарных исследованиях, в решении практических проблем, требующих комплексного подхода, в системном анализе теории и практики управления и т. д.

Учет междисциплинарного характера будущей профессиональной деятельности, организация обучения на внутри- и межпредметной основе становится одним из перспективных направлений деятельности высшей школы. Опыт создания специальных учебно-исследовательских подразделений интегрированного типа имеется в ряде университетов США [84].

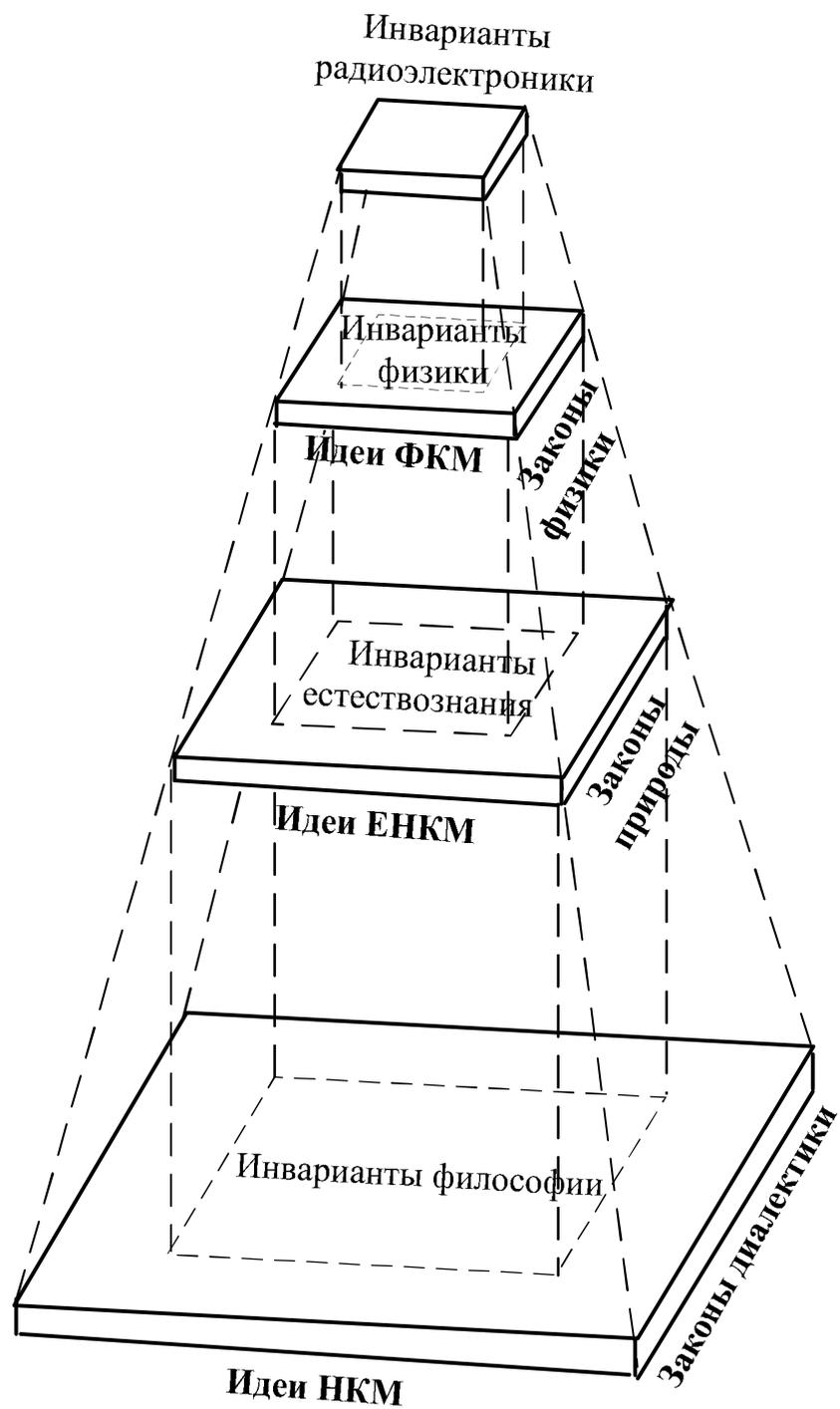


Рис. 3. Взаимосвязь инвариантов философии, естествознания и физики

Организационная основа работы таких подразделений – междисциплинарные исследовательские группы, состоящие из студентов различных курсов и аспирантов под руководством опытных специалистов. Обязательное условие для таких групп – включение в них представителей различных наук. Естественно, механический перенос зарубежного опыта в отечественную высшую и среднюю школу вряд ли возможен. В то же время столь же неразумно игнорировать возможности, открывающиеся при организации деятельности обучаемых на межпредметной основе.

Таблица 4

*Иерархическая система инвариантов*

Обще-научный	Конкретно-научный	Уровень обобщения
1	2	3
ЕНКМ	ФКМ	Картина на мира, соответствующая данному уровню
Инварианты естествознания	Инварианты физики	Название инвариантов
- как свойство сохранения собственной меры вещей по отношению к определенным преобразованиям их внутренних и внешних связей.	Инвариантность как атрибут физических процессов, понимаемая: – как неизменность физических величин и законов при изменении физических условий;	Содержание понятия инварианта
	Принципы инвариантности и симметрии как физические принципы	Назначение инвариантов
Взаимосвязь и взаимопревращение различных форм движения материи, универсальность законов сохранения и принципов симметрии; инвариантность законов природы; неисчерпаемое многообразие пространственно-временных	Универсальность законов сохранения и принципов симметрии; инвариантность фундаментальных физических величин, физических констант и законов физики.	Основные характеристики данного уровня обобщения
	6	

Уровень обобщения	Картина на мира, соответствующая данному уровню	Название инвариантов	Содержание понятия инварианта	Назначение инвариантов	Основные характеристики данного уровня обобщения
1	2	3	4	5	6
Философский	НКМ	Инварианты философии	Инвариантность как атрибут материальных процессов	Принципы инвариантности и симметрии как методологические принципы	Понятие материи, способы и формы ее существования, неисчерпаемое многообразие структурных форм материи; неисчерпаемость форм движения, свойств, связей и отношений материального мира; несотворимость и неуничтожимость материи и движения; непрерывный процесс эволюции материального мира и др.

В частности, наш опыт организации на такой основе самостоятельной работы обучаемых показал достаточно высокую эффективность усилий в этой области [например, 113, 115]. Совместными действиями кафедр радиоэлектроники, физики, высшей математики и других в эту работу были вовлечены обучаемые в основном первых и вторых курсов (в частности, были подготовлены ряд публикаций, например, публикация: Бесчастнов А.Р., Голубков С.В. Об экспериментальной проверке влияния межпредметных связей на результаты рейтинга // Юбилейная конференция военно-научного общества курсантов, – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1987. – С. 46.) При этом внутри- и междисциплинарная деятельность осуществлялась как «по вертикали», так и «по горизонтали».

В первом случае обучаемые младших курсов, изучающие физику и высшую математику, ориентировались на самостоятельный поиск областей применения в профессиональной деятельности получаемых ими общенаучных знаний. Это усиливало их контакты с представителями профилирующих кафедр, интерес к учебной и научно-технической литературе по специальности и т. п.

Во втором случае обучаемые на уровне общеинженерной и специальной подготовки расширяли область применения получаемых знаний, выходя за локальные рамки своей специальности и переходя на более высокий уровень обобщения. Был достигнут переход обучаемых на более высокий уровень обобщения и систематизации учебного материала. Например, будущий специалист-радиоинженер самостоятельно обнаруживал, что принципы, лежащие в основе работы радиоэлектронных устройств, *инвариантны* при переходе к вопросам судовой автоматики, электрооборудованию судов и т. п. В частности, электронный усилитель и магнитный усилитель, несмотря на различное схемное решение и различные области применения, инвариантны в смысле обязательного наличия в схеме любого усилителя нелинейного элемента. Такой подход облегчает в последующем взаимодействие в составе одного экипажа представителей различных специальностей, поскольку обнаруживаются некоторые инвариантные слагаемые их профессиональной деятельности. Поскольку выделение требуемых инвариантов происходит как в процессе учебной, так и самостоятельной деятельности обучаемых, появляется возможность повысить проблемность обучения за счет использования на занятиях метода конкретных ситуаций [39].

Решение вопроса о полномасштабной организации внутри- и междисциплинарной деятельности требует проведения комплекса *организационно-методических мероприятий*, что представляет собой третью сторону проблемы ВПС, МПС. Данная грань проблемы означает необходимость ее решения на уровне планирования учебного процесса в целом.

Прежде всего это относится к содержанию учебных планов и программ. Как отмечалось, во многих случаях основная функция ВПС, МПС связывается с решением задач соотношения учебных программ с целью устранения дублирования и перегрузок. Данная проблема достаточно актуальна и для высшей, и для средней школы. Недоучет предметных связей на уровне учебного планирования во многих случаях в первую очередь приводит к невозможным потерям учебного времени, потраченного на дублирование учебного материала в различных курсах. Кроме этого всегда существует опасность изоляции знаний и умений, полученных при изучении одного предмета, от знаний и умений, формируемых в процессе освоения другого.

В настоящее время выделяют две основные функции учебной программы. Во-первых, программа выступает как средство описания содержания образования на уровне учебного предмета. Во-вторых, она является важнейшим нормативным документом для учебного процесса. Говорить о первой функции учебной программы можно только в том

случае, если она выступает в совокупности с программами других учебных предметов, системно охватывающих содержание образования. Поэтому работа над содержанием отдельной программы возможна только при учете ее связей с другими программами, т. е. на межпредметной основе. К сожалению, межпредметный аспект учебного планирования выражен в высшей школе недостаточно. Как отмечается [94], более привычной является внутри-, а не межпредметная ориентация составителей программ обучения для вузов.

В преодолении такой ориентации заключены существенные резервы совершенствования обучения в вузе. На актуальность данной проблемы указывают ведущие педагоги- методологи, отмечая, что «следует осознать объективную необходимость и перспективность междисциплинарных исследований, научное и государственное значение подготовки к ним студентов, аспирантов, молодых исследователей. Чем раньше и глубже будет осознана социальная и научная значимость интегративных тенденций, тем полнее будет осуществлять педагогика свою опережающую функцию» [84, с. 35].

Требуется переориентация методистов высшей школы, занятых составлением учебных программ, на системные внутри- и межпредметные связи, показывающие, в частности, «выходы» данного учебного предмета на другие дисциплины учебного плана и на профессиональную деятельность в виде характеристики конкретных умений и навыков, формируемых в данной учебной дисциплине, но наиболее полно используемых в другой и обуславливающих успешное усвоение ее содержания [5].

Слабая внутри- и межпредметная ориентация учебных планов наиболее заметна при рассмотрении предметных связей «по вертикали» – между специальными, инженерными и общенаучными дисциплинами. В результате недоиспользованным оказывается потенциал общенаучных дисциплин в деле более углубленной подготовки обучаемых к будущей профессиональной деятельности. Наш опыт показал, что на уровне общенаучных дисциплин возможна отработка некоторых профессионально значимых навыков, которые максимально используются при изучении дисциплин по специальности. Например, при изучении соответствующих разделов физики и высшей математики прививаются навыки работы с векторными диаграммами, широко используемыми, например, в курсе теории радиоэлектронных цепей и сигналов; более углубленно изучаются правила Кирхгофа – не только для цепей постоянного тока, но и переменного [например, 105, 107, 114].

Другой стороной организационно-методического аспекта проблемы ВПС, МПС является реализация на предметной основе профессионализации обучения. Для этого рекомендуется строить все занятия на основе воссоздания на них предметного и социального контекста будущей профессиональной деятельности [25, 94]. Это, в свою очередь, требует определения объема и содержания специальных сведений, включаемых в содержание общенаучных дисциплин. Решение данной проблемы не всегда проходит успешно. Дисциплины общенаучного цикла зачастую либо перегружаются специальными сведениями, либо их изучение строится практически в полном отрыве от будущей профессиональной деятельности.

Отсутствие однозначной дефиниции понятия МПС приводит к отсутствию их единой классификации. В литературе описаны виды классификации МПС по различным критериям и основаниям. Это создает дополнительные трудности при рассмотрении освещаемых вопросов, поскольку возникает необходимость приведения различных классификаций к какому-либо «общему знаменателю».

Характерной особенностью современного состояния проблемы предметных связей является неравномерность ее разработанности для различных звеньев системы народного образования. В общем объеме публикаций и исследований преобладают публикации, освещающие эту проблему применительно к условиям школьного и профессионально-технического образования. Наблюдается явное отставание в разработке вопросов ВПС, МПС для высшей школы.

Специфика задач, решаемых высшей школой, не позволяют механически переносить в учебный процесс вуза опыт решения проблемы предметных связей, накопленный, например, на уровне средней школы.

Можно считать, что на фоне недостаточной разработанности проблемы ВПС, МПС в целом, выделяется *относительно самостоятельная проблема*, связанная с анализом состояния этого вопроса применительно к условиям вузовского обучения. В работах, посвященных вопросам вузовской дидактики и предметным связям, рассмотрение этой проблемы ограничивается либо самыми общими положениями и рекомендациями, либо сводится к частным случаям без всестороннего анализа проблемы в целом.

Как нами отмечалось выше, полномасштабная реализация ВПС, МПС в условиях вуза требует дополнительного комплекса организационно-методических мероприятий, что связано с немалыми трудностями. Этим обстоятельством можно объяснить тот факт, что крайне редки примеры того, когда проблема МПС решается на уровне учебного про-

цесса в целом, по всем специальностям и на всех этапах обучения [5, 117]. Можно считать, что в условиях вуза вопросы МПС в наибольшей степени учитываются при подготовке будущих учителей.

Данное состояние проблемы ВПС, МПС может рассматриваться как отражение общей недостаточной разработанности вопросов вузовской дидактики. Если выделить, например, в МПС две стороны: объективную и субъективную\*, то ни одна из них не решена в высшей школе на должном уровне. Объективная сторона МПС находит свое отражение при определении содержания обучения и учитывается при разработке учебных планов и программ. Эта сторона входит в рассмотренный нами организационно-методический аспект проблемы. Субъективная сторона МПС связана с основными приемами и методами реализации МПС применительно к обучаемому. Для этих целей разрабатываются различные методики, используются всевозможные формы индивидуальной работы, организация научно-познавательной деятельности обучаемых.

Возникающие здесь трудности рассмотрены нами выше, при анализе психолого-педагогического аспекта проблемы. В этой области вузами страны накоплен определенный опыт. В то же время «нельзя себе представить эту проблему в полном объеме без характеристики способов реализации межпредметных связей» [51, с. 17].

Решение проблемы ВПС, МПС во многом связано с разработкой методов выявления и путей осуществления этих связей в учебном процессе вуза. Отсутствие требуемых методов приводит к обилию частных методик без ответа на вопрос о существовании (или несуществовании) самых общих, универсальных способов выявления ВПС, МПС.

Новые возможности в решении проблемы предметных связей открываются при ее рассмотрении с позиций концепции инвариантности. Конкретное преломление основных положений концепции инвариантности применительно к проблеме ВПС, МПС рассматривается в последующих разделах данной работы.

### **Выводы по первой главе**

1. Внутри- и межпредметные связи представляют собой традиционную проблему дидактики. Отдельные стороны данной проблемы не получили до настоящего времени однозначного разрешения – отсутствует единое определение предметных связей, нет однозначного определения их мировоззренческих, методологических и дидактических функций в учебном процессе, отсутствует единая классификация связей.

---

\* Петрова И.И. Педагогические основы межпредметных связей. – М.: Высшая школа, 1985. – 79 с.

2. Требования, предъявляемые ко внутри- и межпредметным связям, определяются теорией познания, методологическими принципами конкретных наук, основными положениями педагогической науки и направлены на достижение всестороннего развития личности обучаемых, на усиление взаимосвязи образования, воспитания и развития обучаемых:

- реализация внутри- и межпредметных связей является важнейшим средством совершенствования системы обучения во всех типах учебных заведений, повышения уровня профессиональной и методологической подготовки специалистов и должна осуществляться на основе принципов научности, системности обучения и его связи с профессиональной деятельностью;
- внутри- и межпредметные связи должны отражать в себе объективный характер единства материального мира, что проявляется в таких атрибутах материальных процессов как относительность, инвариантность и симметрия;
- на внутри- и межпредметной основе необходима координация учебных программ, комплексирование учебных занятий в соответствии с ведущими общенаучными идеями, в качестве которых выступают, например, идеи инвариантности.

3. Характерной особенностью современного научного познания является объективное усиление в нем интеграционных процессов. Осмысление этих процессов опирается на решение проблемы обобщения и систематизации всей совокупности постоянно развивающихся знаний. Итогом процесса интеграции является формирование концепции научной картины мира. Внутри- и межпредметные связи в обучении являются отражением объективно протекающих в научном познании процессов интеграции и дифференциации научного знания. Взаимопроникновение интеграции и дифференциации в науке составляет объективную основу развития связей в условиях предметной системы обучения.

4. Процессы интеграции и дифференциации обуславливают выбор основного методологического принципа изучения проблемы внутри- и межпредметных связей. В качестве этого принципа может выступать системный подход, включающий в себя системный анализ и системный синтез.

5. Дидактические эквиваленты процессов интеграции (системного синтеза) и дифференциации (системного анализа) в научном познании могут быть выведены путем сопоставления структуры современной науки с моделями структуры учебного предмета, учебной дея-

тельности и процесса обучения в целом, нахождения в них аналогичных компонентов как основы внутри- и межпредметных связей. Поиски дидактических эквивалентов не являются механическим переносом в обучение основных направлений интеграции научного знания, а представляют собой построение самостоятельной дидактической системы предметных связей, отражающей основные черты своего прототипа и нацеленной на решение основной педагогической задачи – формирование научного мировоззрения.

6. Идеи интеграции научного знания, основывающиеся на принципе материального единства мира, позволяют обосновать систему не только внутринаучных, но и межнаучных инвариантов, в качестве которых выступают основополагающие, ведущие идеи и понятия, общие как для групп наук, так и для всех наук.

7. Наиболее полно возможности внутри- и межпредметных связей в обучении раскрываются в том случае, если они начинают выступать в качестве ведущего условия повышения эффективности обучения.

Задачей настоящей работы является обоснование нового подхода к организации процесса обучения в форме реализации системы внутри- и межпредметных связей на основе концепции инвариантности.

Работа над основными теоретическими положениями концепции инвариантности в предметных связях и ее проверка в условиях обучения осуществлялась нами в период с 1981 по 1999 годы.

## **ГЛАВА 2**

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ**

#### **2.1. Системный подход как теоретическая основа концепции внутрипредметных и межпредметных связей**

Системный подход занимает в настоящее время одно из ведущих мест в научном познании [8, 13, 22, 58, 63]. В системном подходе обычно выделяют два альтернативных направления – системный анализ и системный синтез.

В первом случае решается задача определения организации системы, исходя из характеристик ее взаимодействия с окружением. Во втором – задача определения характеристик взаимодействия, исходя из организации системы.

Решение задачи системного синтеза связано с поиском системообразующего фактора, позволяющего объединять отдельные элементы в сис-

тему. При этом выделяют внешние и внутренние системообразующие факторы, а в качестве одного из внутренних системообразующих факторов рассматривают взаимодействие отдельных элементов системы [8]. Взаимодополнение как системообразующий фактор означает, что между различными элементами системы, например, различными учебными дисциплинами, устанавливается связь на основе некоторых общих признаков, присущих каждому из них. Применительно к проблеме предметных связей взаимодействие как системообразующий фактор означает установление внутри учебной дисциплины и между отдельными учебными дисциплинами предметных связей, объединяющих их в систему.

Если, например, имеем множества понятий, законов, используемых в ряде дисциплин, то установление ВПС, МПС означает, что данные множества пересекаются. Области их пересечения образуют области взаимодополнения элементов системы; взаимодополнение используется как системообразующий фактор. Множества могут пересекаться двояко: с нарушением условия транзитивности (рис. 4), с сохранением условия транзитивности (рис. 5).

В первом случае в качестве признаков общности, связывающих между собой, например, отдельные учебные дисциплины, выступают признаки, которые могут быть отнесены к категории особенного. К примеру, таким признаком общности является понятие электромагнитного поля, изучаемого как в курсе физики, так и в дисциплинах радиотехнического профиля.

Установление связей по признакам особенного в каждой учебной дисциплине означает, что происходит образование системы из отдельных дисциплин, в которой каждый последующий элемент системы связывается с предыдущим каждый раз новым видом связей. Например, связующим звеном между физикой и ТРЭЦиС является понятие электромагнитного поля; ТРЭЦиС связывается с курсом радиоприемных устройств общим для обеих дисциплин понятием преобразования сигнала и т. д. Установление предметных связей на основе локальных (особенных) признаков приводит к тому, что такие связи в обучении выступают не более чем частный методический прием, направленный на повышение качества по данному конкретному предмету.

Такой подход к установлению связей вступает в противоречие с одним из основных принципов системного подхода: если каждую часть системы заставить функционировать с максимальной эффективностью, система как целое еще не будет в результате этого функционировать с максимальной эффективностью [9].

Второй случай пересечения множеств (рис. 5) означает, что реализация внутри- и межпредметных связей происходит на основе некоторых признаков общности, которые могут быть отнесены к категории всеобщего. Эти признаки общности остаются неизменными, *инвариантными* при переходе от одной дисциплины к другой.

В рамках концепции научной картины мира в качестве всеобщих, наиболее универсальных понятий, выступают понятия материи, пространства, времени, энергии, отражения и др.

В то же время решение практических задач, связанных с выяснением и реализацией внутри- и межпредметных связей на основе признаков всеобщности, затрудняется отсутствием универсального методологического подхода, позволяющего единым для всех учебных дисциплин образом представлять их содержание в категориях взаимосвязи единичного, особенного и всеобщего.

В качестве одного из подходов к решению данной проблемы может служить идея базисов системных описаний. Сущность метода базисов заключается в том, что множество элементов описания, составляющих содержание какой-либо науки (учебной дисциплины), соотносится с множеством элементов базиса. Множество элементов описания оказывается здесь упорядоченным по каким-либо признакам, что дает возможность для:

- соотнесения между собой описаний одного и того же объекта в различных науках (учебных дисциплинах);
- обнаружения признаков общности объектов различной природы.

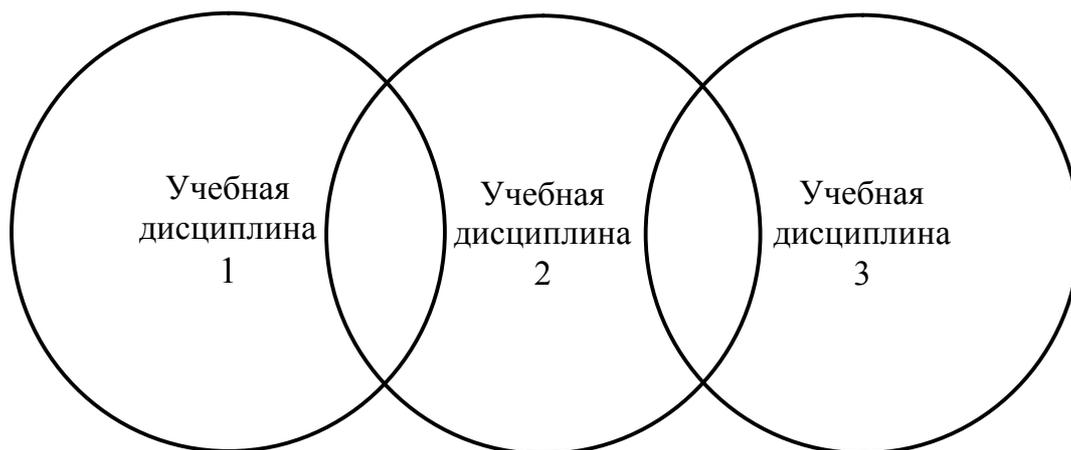


Рис. 4. Пересечение множеств с нарушением условия транзитивности

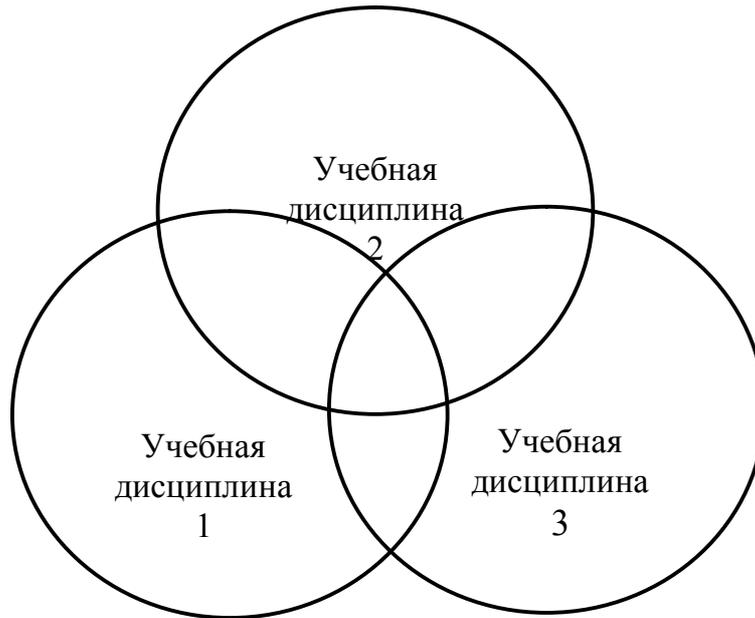


Рис. 5. Пересечение множеств с сохранением условия транзитивности

При этом требуется решение вопроса о том, что использовать в качестве элементов базиса. Данный базис должен носить универсальный характер, позволяющий его использовать для всех учебных дисциплин, входящих в систему подготовку специалиста. Для поиска необходимых элементов базиса системных описаний вновь обратимся к таким атрибутам материальных процессов, как инвариантность и симметрия. Как нами отмечалось, в методологии научного познания этим понятиям отводится одно из центральных мест [41, 83].

В частности, Е. Вигнер [26] отмечал, что принципы инвариантности и симметрии оказываются в таком же отношении к законам природы, как последние к единичным явлениям.

Если вернуться к проблеме внутри- и межпредметных связей, то нетрудно видеть, что для ее успешного решения на основе положений системного подхода элементы искомого базиса должны обладать аналогичным свойством – находиться в таком же отношении к отдельным учебным дисциплинам, как последние к единичным явлениям, рассматриваемым в каждой из них. Только в этом случае возможно успешное решение проблемы внутри- и межпредметных связей на макроуровне в рамках учебного процесса в целом, а не только на уровне связей отдельных дисциплин между собой.

## **2.2. Теоретические и методические аспекты концепции инвариантности в системе внутрипредметных, межпредметных связей**

Разрабатываемый нами подход к решению проблемы внутри- и межпредметных связей может быть рассмотрен в контексте теоретико-инвариантной концепции, играющей фундаментальное значение в физике. В настоящее время теоретико-инвариантный подход рассматривается в качестве одного из основных методов систематизации и методологического анализа проблемных ситуаций в физике.

Содержание данного подхода в полном объеме достаточно подробно рассмотрено в [83], что позволяет нам ограничиться анализом только той его части, которая имеет отношение к данной работе. В первую очередь это относится к тем предпосылкам, которые привели к возникновению данной концепции и к тому, что в настоящее время имеется в области предметных связей.

Как известно, теоретико-инвариантный подход первоначально сформировался в недрах не физики, а геометрии. К середине XIX века геометрия, как единая наука, перестала существовать. Происходило прогрессирующее «расщепление» этой науки на отдельные разделы и области исследования. Нарастающий хаос в геометрии выдвинул на первый план проблему создания некоторой обобщающей концепции, позволяющей упорядочить геометрическое знание и понять его с единой точки зрения. Данная проблема была решена немецким математиком Ф. Клейном. Основные положения предложенного подхода были изложены им в 1872 году во вступительной лекции, прочитанной в г. Эрлангене, что получило впоследствии название «Эрлангенской программы» [145]. Основная идея «Эрлангенской программы» заключается в провозглашении множественности и равноправия геометрий, понимаемых как теории инвариантов тех или иных групп преобразований.

Перенос основных положений «Эрлангенской программы» в физику означал то обстоятельство, что различные физические теории стали рассматриваться как теории инвариантов некоторых групп преобразований, лежащих в основе этих теорий.

Если обратиться к проблематике предметных связей, то можно усмотреть сходство между содержанием этой проблемы и теми обстоятельствами, которые привели к возникновению теоретико-инвариантного подхода. Действительно, каждую отдельно взятую техническую дисциплину можно рассматривать как «отколовшуюся» от физики, т. е. имеет место процесс, аналогичный упомянутому выше «расщеплению» геомет-

рии на отдельные направления и области исследования. В результате возникают предпосылки для распространения основных положений теоретико-инвариантного подхода на проблему предметных связей.

Вполне естественной является постановка проблемы по поиску здесь аналогичной обобщающей концепции, позволяющей понять различные стороны физического знания, выделившиеся в отдельные направления, с единой точки зрения. В рамках теоретико-инвариантного подхода данная проблема решается путем поиска некоторой группы преобразований, остающейся инвариантной при переходе от одной учебной дисциплины к другой.

В то же время обращение к инвариантам приводит к необходимости рассматривать все с ними связанное в рамках одного из фундаментальнейших методологических принципов физики – принципа симметрии. При этом связь между принципом симметрии и идеями инвариантности оказывается столь сильной, что зачастую оба эти понятия – симметрия и инвариантность рассматриваются как синонимы [83].

Симметрия в физике понимается как инвариантность физических законов относительно некоторой группы преобразований входящих в них величин. В настоящее время концепция симметрии оказывается органически связанной с основаниями физических теорий – с каждой из них связывается некоторая фундаментальная группа симметрии. Последняя рассматривается как группа преобразований некоторых характерных переменных теории, оставляющих инвариантными то или иное выражение динамического закона, лежащего в основе рассматриваемой теории. С этой точки зрения каждая физическая теория может рассматриваться как теория инвариантов некоторой группы преобразований.

Сказанное позволяет выделить две основные области применения теоретико-инвариантного подхода.

Во-первых, использование его для *упорядочивания* существующих теорий по фундаментальным группам симметрии, лежащим в их основе.

Во-вторых, использование данного подхода для *прогнозирования* дальнейшего развития физических теорий.

Вторая из двух указанных областей применения теоретико-инвариантного подхода занимает в настоящее время одно из ведущих мест в методологии физического познания. В частности [121], подчеркивается, что открытие явления высокотемпературной сверхпроводимости наглядно демонстрирует предсказательную роль правильной физической теории. Нас, в первую очередь, будет интересовать возможность

использования теоретико-инвариантного подхода для упорядочивания различных сторон физического знания.

Развитие идей *инвариантности и симметрии* привело к формированию положений о связи между принципами симметрии и законами сохранения. Роль *законов сохранения* в физике чрезвычайно велика. Существование физических закономерностей, согласно которым численные значения некоторых физических величин остаются неизменными во времени в любых процессах или в определенном классе процессов, позволяют делать определенные заключения о характере поведения физической системы в условиях неполноты информации о ней.

Теоретической основой взаимосвязи законов сохранения и различными симметриями служат теоремы, доказанные в начале XX века немецким математиком Эмми Нетер. При этом особая роль принадлежит так называемой первой теореме Нетер, из которой следует, что каждое свойство симметрии можно связать с каким-либо законом сохранения. Наличие симметрии пространства-времени, в котором движутся материальные тела, порождает законы сохранения энергии, импульса и момента количества движения. Так физические законы инвариантны относительно изменения начала отсчета времени; сохранение энергии связано с однородностью времени; однородность и изотропность пространства приводит к сохранению импульса и момента количества движения. Длительное время считалось, что в дополнение к перечисленным элементам симметрии пространство-время обладает зеркальной симметрией, т. е. инвариантно относительно пространственной инверсии. Следствием такой инвариантности должно стать сохранение четности – одной из квантомеханических характеристик состояния микрочастицы. Однако экспериментально было обнаружено несохранение четности в слабом взаимодействии, что привело к пересмотру взглядов на глубокие свойства геометрии мира [88]. Помимо пространственно-временных симметрий в физике рассматривается так называемая калибровочная симметрия [141], в рамках которой рассматриваются калибровочные преобразования. Инвариантность динамики заряженных частиц в электромагнитных полях от калибровочных преобразований приводит к закону сохранения заряда.

Из теорем Нетер следует, что законы сохранения являются вторичными по отношению к свойствам симметрии. Обратные попытки – вывести свойства симметрии из имеющихся законов сохранения требуют доказательства обратных теорем Нетер, что до сих пор не осуществлено.

Анализируя и обобщая взгляды различных исследователей [41, 47, 83, 117] на методологические функции принципов инвариантности и симметрии, можно ввести в рассмотрение табл. 5.

Таблица 5

## Уровни инвариантности и их проявление

Уровень инвариантности	Фиксирует на уровне НКМ	Фиксирует на уровне ФКМ	Фиксирует на уровне радиоэлектроники
1	2	3	4
Инвариантность свойств и отношений в фиксированных системах отсчета	Законы природы	Законы сохранения (энергии, импульса, момента количества движения, электрического заряда). Физические законы (законы механики, электродинамики и т. д.).	Законы электродинамики (уравнения Максвелла). Правила Кирхгофа (как следствие законов сохранения энергии и электрического заряда).
Инвариантность свойств и отношений при определенном изменении систем отсчета	Принципы инвариантности	Принципы симметрии: Симметрия пространства - времени (инвариантность относительно изменения начала отсчета; инвариантность относительно пространственного сдвига; инвариантность относительно вращения пространства). Калибровочная симметрия. Другие виды симметрии.	Однородность времени, используемая в принципе динамического представления, позволяющем описывать сигналы, учитывая их поведение как в «прошлом», так и в «будущем». Геометрические методы в теории радиоэлектронных цепей и сигналов. Сигнал как вектор в специальном образом сконструированном пространстве, структура которого аналогична структуре линейного физического пространства (наличие нормы, метрики, скалярного произведения). Линейные стационарные системы как системы, свойства которых инвариантны относительно начала отсчета времени. Принцип суперпозиции как следствие однородности и изотропности пространства. Электромагнитное поле как следствие калибровочной симметрии.
Инвариантность свойств и отношений при любых изменениях в пределах данной формы движения материи	Мировые константы	Физические константы: элементарный заряд; скорость света в вакууме; постоянная Планка; гравитационная постоянная и др.	Скорость передачи электромагнитного взаимодействия; волновое сопротивление вакуума; электрическая постоянная; магнитная постоянная; постоянная времени линейной электрической цепи и др.

В ней представлены выделяемые три уровня инвариантности и показано, каким конкретно содержанием каждый из них наполняется, в частности, в физике и радиоэлектронике.

Данная таблица может рассматриваться как развитие табл. 4 (иерархическая система инвариантов, раздел 1.5, глава 1.), связанное с переходом на конкретнонаучный уровень физики и радиоэлектроники.

По отношению к проблеме внутри- и межпредметных связей вышеизложенное может быть интерпретировано следующим образом. Каждая отдельно взятая техническая учебная дисциплина может рассматриваться как обладающая относительной автономией какая-либо грань физического знания. Содержание каждой из дисциплин опирается на некоторые руководящие идеи и теоретические положения и в этом смысле может рассматриваться в качестве определенной физической теории. Все эти отдельные грани физического знания оказываются связанными друг с другом, во-первых, пространственно-временной симметрией и, во-вторых, законами сохранения. Это позволяет построить цепочку взаимосвязанных друг с другом понятий:

Симметрия-----Инвариантность-----Законы сохранения

Рассмотрим инвариантность и законы сохранения более подробно в контексте решаемых проблем внутри- и межпредметных связей. В первую очередь отметим, что инвариантность существует не сама по себе, а только по отношению к определенным группам преобразований, в которых она собственно и проявляется. Следовательно, при наличии ряда учебных дисциплин, каждая из которых содержит те или иные элементы конкретной физической теории, инвариантность проявляется в процессе установления каких-либо связей внутри дисциплины и (или) между дисциплинами, при переходе от одной из них к другой. Анализ того, что имело место до перехода, сравнение с тем, что произошло после него, позволяет выделить определенную группу преобразований, в рамках которой проявляется инвариантность.

В настоящее время поиск групп преобразований, приводящих к инвариантности, рассматривается в *пространственно-временном* аспекте [83]. В качестве инварианта выступает такое свойство пространства-времени, как однородность. Это позволяет утверждать, что пространство-время, рассматриваемое в одной физической теории (учебной дисциплине), обладает теми же свойствами, что пространство-время, действующее в рамках другой теории (учебной дисциплины).

Таким образом, можно сделать вывод, что все учебные дисциплины связаны между собой общими для каждой из них свойствами пространства-времени, которые остаются инвариантными при переходе от одной из них к другой.

При этом конкретные пространственно-временные характеристики явлений и процессов, рассматриваемых в рамках каждой отдельно взятой учебной дисциплины, могут не совпадать друг с другом. Например, пространственно-временные характеристики процессов, рассматриваемых в рамках классической Ньютоновской механики и в рамках теории относительности. В первом случае действует группа преобразований Галилея, приводящая к возникновению инвариантов, например, в качестве инварианта выступает расстояние между двумя точками (длина). Во втором случае необходимо использовать группу преобразований Лоренца, в рамках которой указанный инвариант (длина) перестает быть инвариантом, являясь одной из проекций четырехмерного пространственно-временного интервала, инвариантного в группе преобразований Лоренца. Как известно, группа преобразований Галилея является частным, предельным случаем группы преобразований Лоренца, что позволяет устанавливать связь между релятивистскими процессами и процессами в рамках классической механики. При этом данная связь базируется на факте однородности пространства-времени.

Естественно, что не исключены случаи пространственно-временной неоднородности, однако материальный мир, изучаемый физикой, таков, что пространственно-временное бытие не выходит за рамки однородности. Это обстоятельство, как отмечалось, позволяет говорить о том, что пространственно-временные преобразования, производимые в одной физической теории, сохраняют свою инвариантность в смысле однородности пространства-времени по отношению к другой физической теории. Появляется возможность реализации внутри- и межпредметных связей через *пространственно-временные характеристики* рассматриваемых в них процессов и явлений.

Связь между отдельными учебными дисциплинами может также осуществляться через законы сохранения, вытекающие из принципов симметрии. В первую очередь это относится к закону сохранения энергии, как основному среди них. Включение законов сохранения в качестве элементов основания тех или иных теоретических систем позволяет говорить о принципе сохранения. Методологическое значение принципа сохранения в том, что в процедуре связи одной физической системы с другой обнаруживается сохраняющаяся (постоянная) величина (например, энергия), позволяющая закономерным образом описать внутреннее состояние системы.

Переход от закона сохранения к принципу сохранения рассматривается в качестве важного и существенного этапа в развитии научного знания. Многообразие физических теорий, относящихся к многообразию физических явлений – механических, тепловых, электрических и др., порождает потребность в принципе, позволяющем связывать данную область явлений с другими. В качестве такого принципа начинает выступать принцип сохранения, «первейшей функцией которого служит

связь данного круга явлений с другими существенно различными физическими явлениями» [83, с. 262].

Если понимать под данным кругом физических явлений содержание определенной учебной дисциплины, то понятие энергии и принципа (закона) ее сохранения является средством внутриспредметной связи и связи различных дисциплин между собой. Сохранение *энергетических характеристик* явлений и процессов, рассматриваемых в одной учебной дисциплине, может быть сопоставлено с аналогичным сохранением энергетических характеристик явлений и процессов другой дисциплины, что позволяет обнаруживать между ними признаки общности и связывать их между собой.

Решая проблему внутри- и межпредметных связей на основе поиска некоторых инвариантных характеристик учебного материала каждого предмета, необходимо обратить внимание на еще одно обстоятельство, удовлетворяющее требованиям инвариантности. Каждая учебная дисциплина имеет в своей основе изучение материальных явлений и процессов окружающего мира. Это позволяет устанавливать взаимосвязи между различными учебными предметами на основе универсальных свойств материи.

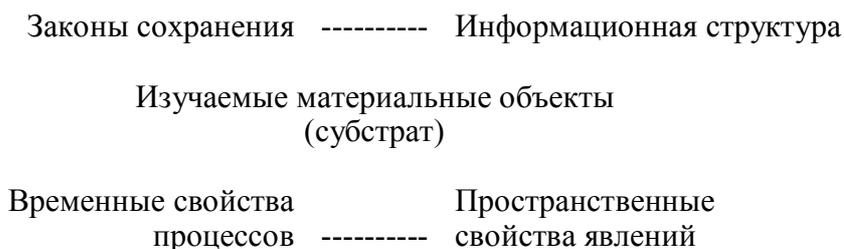
Как известно, одним из наиболее общих свойств материи как философской категории является отражение. В этом отношении каждой учебной дисциплине может быть поставлена в соответствие вполне определенная форма отражения, характеризующая свойства тех материальных объектов, которые изучаются в этой дисциплине. В настоящее время теория отражения занимает центральное место в методологии научного познания. Исследование актуальных вопросов теории отражения привело к установлению связи между отражением и информацией. Информация рассматривается как аспект, сторона отражения, которая может передаваться, объективироваться. При этом понятие информации «уже» понятия отражения. Исследователи указывают на недопустимость использования первого понятия как синонима второго, понимая под информацией не самостоятельное свойство вещей, а абстрактную сторону отражения, связанную с объективными свойствами разнообразия и сложности [131].

Зафиксированное в разнообразии наук (учебных дисциплин) разнообразие форм отражения позволяет поставить в соответствие каждой из них *информационную характеристику*, объективирующую конкретную форму отражения, связанную с конкретной наукой. Тогда информационная характеристика рассматриваемых в различных учебных дисциплинах процессов и явлений может рассматриваться как инвариант, связывающий эти дисциплины между собой через понятие отражения как всеобщего свойства материи.

Подведем итоги. Концепция инвариантности, утвердившаяся в физике в качестве одного из методологических принципов, в настоящее время вышла за рамки физического знания и начинает использоваться в общеметодологическом и общепhilosophическом плане. Дидактическим

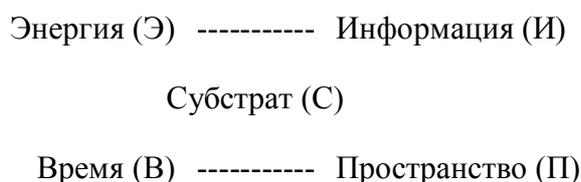
эквивалентом философского обобщения наук могут рассматриваться предметные связи, реализуемые на основе концепции инвариантности.

Естественно, что содержание концепции инвариантности не исчерпывается введенными выше инвариантами. Но в том случае, когда речь идет о возможности решения на ее основе проблемы внутри- и межпредметных связей для дисциплин естественнонаучного цикла, на наш взгляд допустимо ограничение этой концепции рассмотренными выше инвариантами. Обобщая сказанное, можно ввести в рассмотрение следующую систему:



Такая система, рассматриваемая по отношению к обобщенному содержанию различных учебных дисциплин, позволяет их связывать между собой.

С целью установления внутри- и межпредметных связей для объектов изучения каждой учебной дисциплины определяются свои пространственные, временные, энергетические и информационные характеристики, интегратором которых выступает субстрат изучаемой в рамках данной физической теории материи. На этой основе строится пентабазис «субстрат-пространство-время-энергия-информация» (СПВЭИ):



В данном пентабазисе СПВЭИ [31] в качестве инвариантов выступают инварианты физического знания, определяемые понятиями субстрата, пространства, времени, энергии и информации.

Центральное место в пентабазисе СПВЭИ отводится субстрату. Методологическое значение понятия субстрата обусловлено тем, что познание субстратов различных процессов означает раскрытие их структуры, законов структурных отношений, определение тех материальных объектов, взаимодействие которых детерминирует свойства исследуемых явлений. Понятие субстрата характеризует определенный уровень рассмотрения какой-либо формы движения материи и в этом смысле носит не абсолютный, а относительный характер. Относительный характер данного понятия может быть прослежен на примере основных этапов эволюции физической картины

мира [46, 47]. Так в механической картине мира в качестве общей материальной основы (субстрата) рассматривались неделимые атомы, а материя отождествлялась с веществом. В электродинамической картине мира в роли субстрата стали рассматриваться электрически заряженные частицы и электромагнитные поля. В квантово-полевой картине мира субстратом всех известных физических процессов выступают элементарные частицы и поля, фундаментальные взаимодействия которых (гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное) обуславливают физические формы движения материи. В то же время описывать физические процессы субстратами квантово-полевой картины мира не всегда целесообразно. Так, если рассматриваемый процесс может быть описан в рамках классической механики Ньютона, то в качестве субстрата можно использовать, например, понятие материальной точки, пришедшее из механической картины мира.

В результате одно и то же явление или процесс могут быть связаны с различными субстратами в зависимости от того, какой конкретный структурный уровень той или иной формы движения материи рассматривается.

С другой стороны, многообразие структурных уровней различных форм движения материи порождает различные учебные дисциплины, каждая из которых ориентирована на изучение вполне определенного уровня. Тогда объект изучения каждой из них может быть связан с соответствующим субстратом, а он, в свою очередь, представлен в пентабазисе СПВЭИ. Если таким образом представить субстраты различных учебных дисциплин, то образуется цепочка единообразных представлений в пентабазисе СПВЭИ каждой из них.

Производимая подобным образом систематизация может охватывать как содержание учебной дисциплины в целом, так и отдельных ее тем и разделов. В табл. 6 в качестве примера показано, как могут быть связаны с характеристиками пентабазиса СПВЭИ отдельные вопросы курсов физики, радиоэлектроники и высшей математики.

Собственно межпредметные связи устанавливаются посредством связи пространственных, временных, энергетических и информационных характеристик субстрата одной учебной дисциплины с аналогичными характеристиками субстрата другой. При таком подходе осуществляется диалектическая взаимосвязь процессов системного анализа и системного синтеза. В ходе системного анализа содержание каждой учебной дисциплины группируется вокруг рассмотренных нами инвариантов физического знания.

В результате содержание учебной дисциплины оказывается здесь систематизированным по своим пространственным, временным, энергетическим и информационным характеристикам – выделяется пентабазис СПВЭИ.

Таблица 6

*Пентабазис С П В Э И на примерах из физики, радиоэлектроники  
и высшей математики*

Параметры пентабазиса	Физика	Радиоэлектроника	Высшая математика
1	2	3	4
Субстрат	Вещество, физические поля	Электромагнитное поле, сигнал, электрическая цепь.	Числовые множества, функции, функционалы, события, вероятности.
Пространство	Инвариантность физических законов относительно пространственно - го сдвига и вращения пространства	Инвариантность свойств электрических цепей относительно выбранного направления «обхода». Справедливость принципа суперпозиции для анализа процессов в линейных электрических цепях (спектральный метод анализа).	Пространственная структура и отношения в аналитической геометрии, векторном анализе, теории функций комплексного переменного, кратных и поверхностных интегралов, рядах и интегралах Фурье, теории графов.
Время	Инвариантность физических законов относительно момента начала отсчета времени	Инвариантность гармонического колебания относительно начала отсчета. Обратимость уравнений Максвелла (их инвариантность относительно операции временной инверсии).	Временные характеристики явлений и процессов в дифференциальном исчислении, дифференциальных и интегральных уравнениях, теории случайных процессов.
Энергия	Закон сохранения энергии	Условие баланса мощности при анализе сложных электрических цепей.	Динамические характеристики явлений и процессов в математических методах исследования линейных уравнений с изменяющимися коэффициентами, вариационном исчислении, тензорном анализе.
Информация как одна из форм универсального свойства материи – отражения	Универсальность фундаментальных физических взаимодействий	Аналитическое, временное, векторное, спектральное представления результата отклика электрической цепи на внешнее воздействие.	Информационная сторона явлений и процессов в теории информации, теории массового обслуживания.

Осуществляемый затем системный синтез позволяет объединять различные учебные дисциплины в систему «сквозной» подготовки специалиста, пронизанную единой методологией.

Достижимые при этом результаты можно условно разделить на методологические и дидактические. В полном объеме они будут рассмотрены нами ниже.

### **2.3. Методологические функции концепции инвариантности в системе внутрипредметных и межпредметных связей**

Система инвариантов может быть представлена в основополагающих идеях концепции единства современной научной картины мира. Целостное представление о ней вырабатывается при изучении всех предметов естественно-математического и социально-экономического циклов. Выяснение и анализ методологического содержания системы внутри- и межпредметных связей на основе инвариантов является действенным средством совершенствования мировоззренческой направленности учебного процесса в высшей школе.

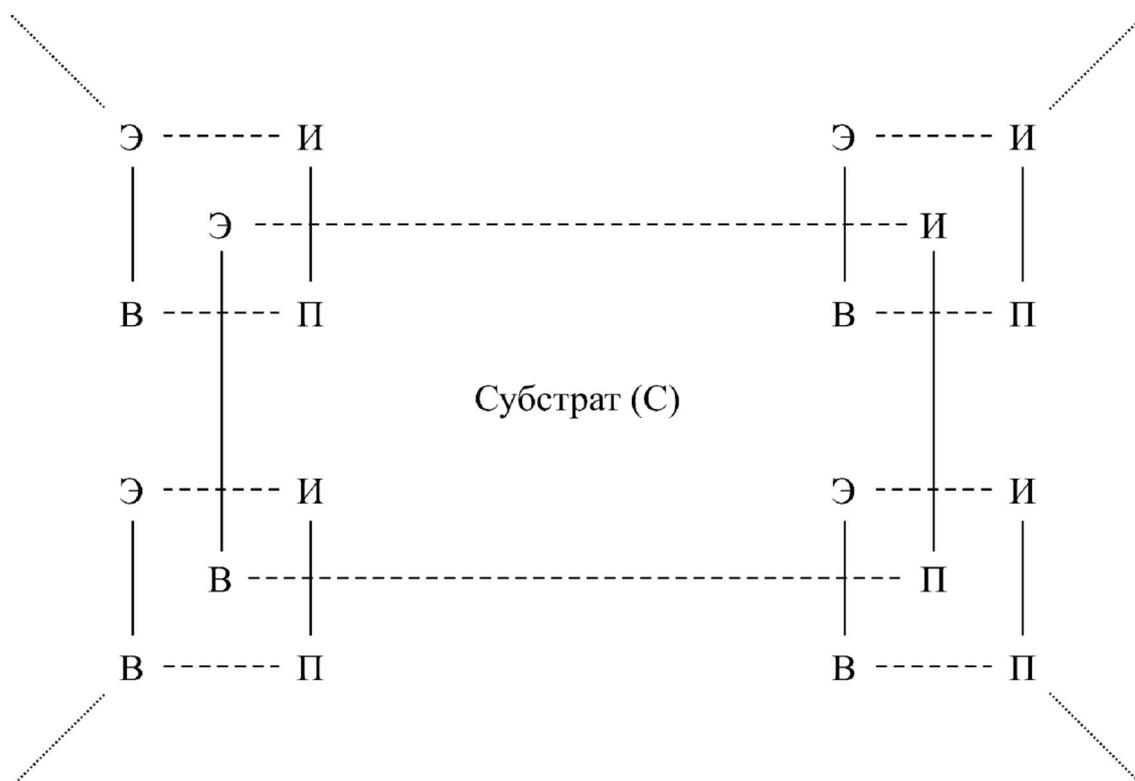
В поиске всеобщего, используемого для установления межпредметных связей, особая роль принадлежит физике. Изучая основные виды материи – вещество и физические поля, исследуя наиболее простые, физические формы движения материи, входящие во все более сложные формы движения, физика располагает конкретно-научным методом познания и анализа материального мира. Являясь фундаментом всех естественных и технических наук, физика позволяет наметить пути решения проблемы межпредметных связей с самых общих методологических позиций, что показано нами выше.

К сожалению, связь на основе *единой методологии* между всеми дисциплинами технического профиля слабо используется в учебном процессе. В результате будущие специалисты не овладевают навыками обобщения и систематизации огромного эмпирического материала учебных курсов, умением творчески применять научный метод анализа в своей профессиональной деятельности. Без научно обоснованного методологического анализа всего изучаемого материала невозможно успешное формирование научного способа мышления и мировоззрения обучаемых и, разумеется, перенос интеллектуальных навыков из курса физики в специальные курсы. Если в курсе физики не сформировать материалистический взгляд на энергию как общую количественную меру движения и взаимодействия всех видов материи, то при изучении специальных дисциплин трудно будет усвоить тот факт, что, например, колебания электрических зарядов в антенне могут служить источником энергии электромагнитного поля.

Одной из причин, затрудняющих выяснение и реализацию межпредметных связей на основе признаков всеобщности, является отсутствие универсального подхода, позволяющего единым для всех учебных дисциплин образом представлять их содержание в категориях взаимосвязи единичного, особенного и всеобщего. Введенный выше пентабазис СПВЭИ позволяет предложить одно из возможных решений данной проблемы. В этом случае система инвариантов, связанная с субстратом данной учебной дисциплины, позволяет наделять рассматриваемые в различных учебных дисциплинах явления и процессы своими пространственными, временными, энергетическими и информационными характеристиками.

Существенной особенностью характеристик пентабазиса является *их измеримость*. Это связано с тем, что в теории измерений *инварианты рассматриваются как принципиально квантифицируемые*, поддающиеся измерению, количественной оценке свойства [41].

Учитывая сложный, многоуровневый характер системной организации материи и форм ее движения, слагаемые пентабазиса СПВЭИ могут быть представлены в аналогичном пентабазисе, где характеристики ПВЭИ начинают играть роль субстрата для следующего уровня рассмотрения процессов и явлений, изучаемых в данной дисциплине:



В результате появляется возможность восхождения от субстрата, лежащего в основе изучаемой науки (учебной дисциплины), ко всем более частным и конкретным при сохранении единой методологии представления содержания учебной дисциплины на разных ее уровнях (например, можно выделить уровень раздела, темы, отдельного учебного вопроса и т. п.).

Основная сложность, возникающая при этом, связана с тем, что во многих случаях пространственные, временные, энергетические и информационные характеристики носят неочевидный характер.

Для их выявления требуется глубокое проникновение в сущность изучаемых явлений и четкая постановка решаемой задачи. Например, в курсе ТРЭЦиС понятие пространства сигналов используется в четырех основных смыслах: линейное пространство, нормированное пространство, метрическое пространство, гильбертово пространство [17]. Это порождает проблему множественности характеристик для одного и того же субстрата.

В целом применение основных положений концепции инвариантности к конкретным областям знания должно происходить с учетом их научного содержания, структуры и особенностей. Здесь следует помнить о недопустимости отрыва общефилософских построений от конкретно-научного знания.

В частности, рассматриваемые в качестве инвариантных понятия времени, пространства, энергии и информации иногда носят опосредованный характер. Достаточно часто такое опосредование возникает в отношении информационной характеристики субстрата. Во многих случаях затруднительно определение информационной характеристики в шенноновском смысле. Понятие информации приходится трактовать как меру разнообразия, и за информационную характеристику принимать какой-либо признак, отличающий данный субстрат от ему аналогичного, например, геометрическую форму сигнала.

Возникающая нестрогость в использовании концепции инвариантности по отношению к конкретным областям знания и их субстратам объясняется тем, что в качестве теоретической основы системы предметных связей нами рассматривался системный подход. В настоящее время он не существует в виде строгой методологической концепции. В результате одна из позитивных ролей системного подхода заключается, в первую очередь, в том, что на его основе формируется особый, системный стиль научного мышления.

Принципы системного подхода обладают более широким и более гибким содержанием по сравнению, например, со структурно-функциональным анализом, они не подвергались слишком жесткой концептуализации и абсолютизации.

Поэтому в большинстве случаев связь между концепцией инвариантности и конкретной учебной дисциплиной будет носить нежесткий, широкий и гибкий характер. В ряде случаев это потребует образного мышления, использования аналогий и т. п. Например, по отношению к человеку как субстрату биосоциальных наук можно говорить о его семантическом пространстве, о социальном пространстве личности.

В качестве примера покажем представление в пентабазисе СПВЭИ субстратов различной природы:

Активные и пассивные ----- Схема цепи

Радиоэлектронные цепи

Линейные и нелинейные ----- С сосредоточенными  
и распределенными параметрами

Энергия ----- Сигнал

Электромагнитное поле

Напряженность ----- Среда  
распространения

Источник ----- Сопротивление  
(импеданс)

Идеализированный элемент цепи

Индуктивность ----- Емкость

Интенсивность ощущения ----- Качество ощущения

Ощущение

Длительность ощущения ----- Пространственная  
локализация раздражителя

Нами была предпринята попытка представления, относящаяся к содержанию курса ТРЭЦиС – базовой общеинженерной дисциплины в системе подготовки специалистов радиотехнического профиля. Систематизация содержания этой дисциплины путем выделения пространственных, временных, энергетических и информационных характеристик изучаемого в ней материала привела к следующему результату:

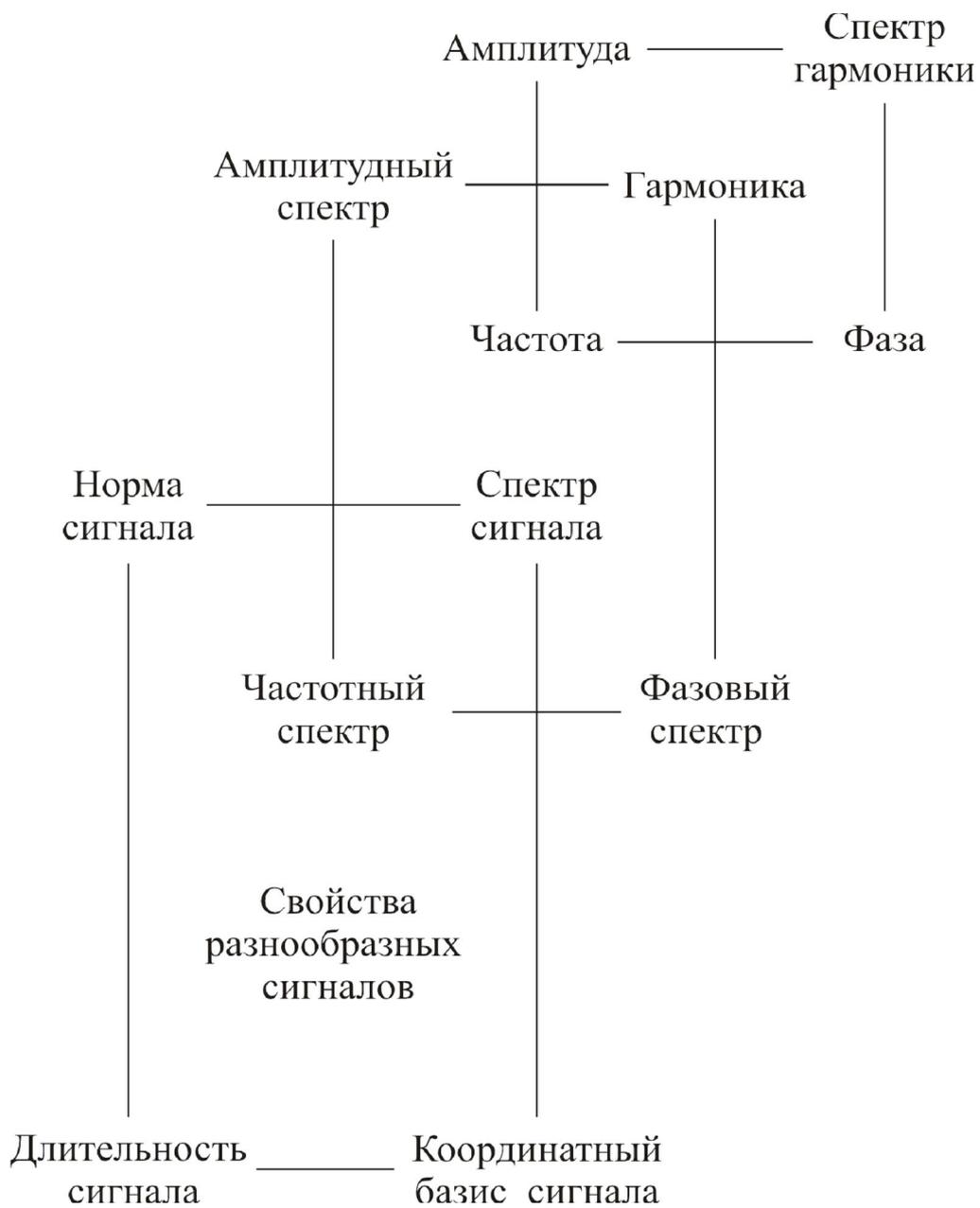
Энергетические процессы в электрических цепях	-----	Информационные процессы в электрических цепях (свойства сигналов)
--	-------	---

Радиоэлектронные цепи и сигналы

Методы анализа цепей	-----	Структура цепей (свойства цепей)
----------------------	-------	-------------------------------------

Каждое из выделенных слагаемых курса ТРЭЦиС допускает свое последующее представление в пентабазисе СПВЭИ. Покажем это, учтя, что изучение общей теории синтеза и энергетических процессов в электрических цепях не входит в задачу курса ТРЭЦиС [17, 21, 35]:







В результате удается выделить некоторые, далее «неделимые» структурные единицы курса ТРЭЦиС, входящие во все рассматриваемые в ней явления, процессы, системы. Перспективность такого подхода к анализу содержания учебных дисциплин отмечала Н.Ф. Талызина. Она указывала на необходимость в каждом учебном предмете *«выделять те структурные элементы, из которых слагаются любые частные явления этого предмета, т. е. выделять инвариант системы и представлять все частные явления, слагающие эту систему, как проявление этого инварианта»* [127, с. 74].

Рассмотренный нами метод базисов системных описаний является *не единственным*, но одним из наиболее общих и универсальных способов группировки и организации большого числа характеристик сложного целостного объекта.

Представление в пентабазисе СПВЭИ содержания различных учебных дисциплин позволяет решить две основные задачи. Во-первых, выделять инварианты, избавляющие от необходимости изучать множество частных явлений и концентрирующие усилия и внимание обучающихся на наиболее существенном в учебной дисциплине. Данное обстоятельство особенно важно при установлении внутриспредметных связей. Во-вторых, устанавливать связи между учебными дисциплинами на основе единого методологического подхода к представлению их содержания.

Установление внутри- и межпредметных связей путем представления содержания различных учебных дисциплин в пентабазисе СПВЭИ позволяет говорить об *инвариантности как формы, так и содержания* пентабазиса.

В первом случае появляется возможность связывать между собой учебные дисциплины, имеющие в своей основе различные субстраты.

Как известно, такие связи труднее всего устанавливать в системе обучения, поскольку необходимо связывать предметы, имеющие различные понятийные аппараты и языковые средства (например, физику и психологию, электронику и высшую математику, физику и экологию и др.). Однако ориентация на признаки общности, выделяемые с помощью пентабазиса СПВЭИ, позволяет приблизиться к решению данной задачи. К примеру, если речь идет о подготовке физика-педагога, то для него (как, впрочем, и для любого другого специалиста) большое значение имеет формирование материалистического взгляда на природу психики. С этой целью субстрат психологии – человек, характеризуется своими пространственными, временными, энергетическими и информационными характеристиками.

Так, в психологии наряду с базовым понятием «человек» используются такие понятия как «индивид», «личность», «субъект», «индивидуальность»\*, [103]. Методологический анализ содержания этих понятий показал, что индивид выступает как временная характеристика человека (сохранение и продолжение биологического вида во времени); личность – характеристика пространственная (человек актуализирует себя как личность в определенном социальном пространстве); субъект – характеристика энергетическая (человек выступает как активное, познающее и преобразующее начало в мире); индивидуальность – характеристика информационная, определяющая неповторимые особенности каждого человека.

Сказанное можно представить в пентабазисе СПВЭИ следующим образом [31]:

Субъект ----- Индивидуальность

Человек

Индивид ----- Личность

Такой подход позволяет при изучении различных дисциплин придерживаться не только единой методологии, но, зачастую, и единой терминологии.

Инвариантность содержания пентабазиса связана с нахождением признаков общности между различными описаниями одного и того же субстрата в различных учебных дисциплинах.

Например, человек является субстратом таких дисциплин как психология, педагогика, социология, медицина и др. Дисциплины радиотехнического профиля, такие как радиовещание и связь, распространение радиоволн, телевидение, радиоуправление и др. обладают общим субстратом, таким как электромагнитное поле. Субстратом таких дисциплин, как теория информации, теория колебаний, радиотехнические цепи и сигналы, являются понятия спектра и сигнала.

Как правило, установление предметных связей в таких случаях не вызывает затруднений. Однако использование пентабазиса СПВЭИ позволяет упорядочить содержание этих дисциплин, что также способствует сохранению единого методологического подхода при переходе от одной из них к другой.

---

\* Общая психология / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение, 1986. – 464 с.

При осуществлении предметных связей «по вертикали» – между общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами достаточно сложным является вопрос об *объеме и содержании* специальных сведений, включаемых в общенаучные курсы.

Выявление с помощью пентабазиса СПВЭИ структурных элементов какой-либо дисциплины позволяет решить эту проблему. Например, для курса ТРЭЦиС в качестве таких структурных элементов можно выделить, как было показано выше, гармонику, идеализированные элементы цепи и правила Кирхгофа. Рассмотрение их в качестве элементов специализации, внедряемых в обучение на младших курсах, позволяет при изучении физики [107, 108] и высшей математики [110, 114] отрабатывать требуемые навыки, необходимые при изучении специальных дисциплин и являющиеся залогом их успешного усвоения\*.

Универсальность пентабазисного описания объектов различной природы может быть подтверждена примерами из разных областей. Так, например, в настоящее время существует многообразие подходов к проблеме классификации предметных связей. В то же время в большинстве случаев исследователи, предлагающие, например, ту или иную классификацию МПС, тяготеют к использованию пространственных, энергетических и информационных характеристик связей. В частности, классификация МПС, предложенная В.Н. Федоровой [139] и получившая свое творческое развитие в работах А.В. Усовой и ее последователей, включает в себя три основных вида связей:

- хронологические (предшествующие, сопутствующие, перспективные);
- информационные (фактические, понятийные, теоретические);
- по формированию умений и навыков (деятельностные).

Нетрудно видеть, что каждому из видов МПС может быть поставлена в соответствие временная, информационная и энергетическая характеристики пентабазиса СПВЭИ.

Классификация МПС включает в себя четыре основных вида связей: понятийно-временные; понятийно-прикладные; концентрические; интегральные.

---

\* Леон Чуа (Leon Chua); В. Widrow и М.Е. Hoff; Р. Стэнли Уильямса (R. Stanley Williams), в публикациях которых встречаются термины "Мемистор" и "Мемристор": "Мемистор" – термин можно встретить: в публикациях Леон Чуа (Leon Chua), сформулировавшего основные понятия этого элемента в 1971 г. (термин четвертого элемента цепей наряду с тремя базовыми: резистор, катушка индуктивности, конденсатор); в работах американских исследователей В. Widrow и М.Е. Hoff, 1960 г., работавших над созданием искусственного нейрона Адалин (Adaline). "Мемристор – memristor, memory resistor – запоминающий резистор. Разработан в исследовательской лаборатории фирмы Hewlett-Packard (HP Labs) под руководством Р. Стэнли Уильямса (R. Stanley Williams), 2008 г.

Анализ данной классификации с точки зрения пентабазисного описания показал, что первый вид связей можно считать их временной характеристикой; второй – энергетической (определяется степень «воздействия» одной дисциплины на другую, с нею связанной); третий вид связей выступает в качестве пространственной характеристики, поскольку речь идет о своеобразных содержательных «полях» различных предметов, одно из которых может включать в себя другое; четвертый – это информационная характеристика (определяются требования к дополнительной информации, требующей своего включения в изучаемые курсы).

В этом случае, если в качестве объекта описания выступают сами межпредметные связи, сказанное можно представить следующим образом:

Понятийно-прикладные-----Интегральные

Межпредметные связи

Понятийно-временные-----Концентрические

Таким образом использование пентабазисного способа представления содержания различных массивов учебной (или другой) информации позволяет решать проблему внутри- и межпредметных связей на макроуровне за счет осуществления единого универсального подхода к этой проблеме.

Вводимые пространственные, временные, энергетические и информационные характеристики в известной степени могут быть поставлены в соответствие любому объекту материального мира, что позволяет рассматривать их в качестве инвариантов при переходе от одной дисциплины к другой.

Результаты педагогических экспериментов, пролонгированное наблюдение за успешностью обучения участников экспериментов позволяют утверждать необходимость установления на *инвариантной* основе внутри- и междисциплинарных связей, прямых и обратных, позволяющих сделать учебный процесс более управляемым за счет возникновения в нем контура обратной связи.

*Данный подход способствует, в частности, решению задачи определения степени, критерия самостоятельности, относящихся к конкретному виду деятельности, организационных форм самостоятельной работы обучаемых.*

Опыт показал, что подобный подход позволяет поставить и решить вопрос создания методических комплексов на инвариантной основе. Данные комплексы способны представлять собой программу инте-

грального воздействия на обучаемых со стороны различных кафедр, обеспечивающих единую, инвариантную, методологическую и понятийную основу обучения.

Практическая проверка в условиях работы вуза показала непреходящее методологическое значение концепции инвариантности, обусловленное тем, что она служит действенным средством обобщения, систематизации и методологического анализа всего многообразного материала дисциплин естественнонаучного цикла.

#### **2.4. Внутрипредметные, межпредметные связи и проблема мотивации**

Включение в общенаучные дисциплины элементов специализации, определяемых на основе концепции инвариантности, позволяет приблизиться к решению достаточно актуальной задачи *активизации* обучаемых, раскрытия творческого потенциала каждого из них.

В учебной деятельности, как и в деятельности вообще, большое внимание уделяется *мотивам* деятельности, т. е. тому, ради чего совершается деятельность. В мотивах отражается система потребностей человека, и в общем случае цель деятельности может не совпадать с мотивом деятельности.

В случае несоответствия цели мотиву деятельность теряет для человека личностный смысл. Однако по отношению к обучающимся в вузе более типична иная ситуация, когда мотив деятельности и цель деятельности соответствуют друг другу, и учебная деятельность приобретает личностный смысл.

В этом случае на первый план выдвигается задача такой организации процесса обучения, чтобы личностный смысл учебной деятельности был на каждом ее этапе. К сожалению, данные положения не всегда учитываются в ходе вузовского обучения, его неоптимальная организация часто приводит к потере личностного смысла деятельности, к возникновению рассогласований между мотивами и целями деятельности. Следствием этого становится ослабление действия мотивов, ослабление интереса к учебе, возникновение сомнений в правильности сделанного профессионального выбора, снижение успеваемости и др.

Отмеченные негативные последствия потери личностного смысла в учебной деятельности наиболее сильно действуют в отношении обучаемых младших курсов. Им в течение двух-трех лет приходится изучать общие дисциплины и, зачастую, принимать на веру утверждения в необходимости их для изучения специальных дисциплин и дальнейшей профессиональной деятельности.

Опора только на доверие не всегда способствует должной активизации интереса и внимания. Необходимо постоянное подкрепление конкретными примерами, фактами, задачами значимости общенаучных дисциплин для овладения специальными. Поэтому для усиления мотивации и укрепления интереса к учебе полезно продвижение и включение *элементов специализации* на младшие курсы. Решение этой задачи возможно только на межпредметной основе сверху вниз, «от себя», от выпускающих кафедр к кафедрам общенаучной подготовки. Вопрос о том, какие конкретно элементы специальных курсов заслуживают своего включения в общие, вновь связан с обращением к идее инвариантов.

Концепция инвариантности позволяет *оптимизировать* объем предметных связей. Причем проблема оптимизации объема предметных связей может быть представлена как *количественной*, так и *качественной* стороной.

В первом случае определяется оптимальное число элементов знаний и умений, привлекаемых из других учебных дисциплин в данную. Во втором случае определяется, какие именно знания и умения по степени их значимости целесообразно привлечь из других дисциплин.

Количественная сторона предметных связей ограничена выделением пространственных, временных, энергетических и информационных характеристик изучаемого в различных учебных дисциплинах материала. Качественная сторона предметных связей определяется выявлением с помощью пентабазиса СПВЭИ инвариантных слагаемых профессионально значимых знаний, умений и навыков, рассматриваемых в качестве элементов специализации и включаемых в обучение на младших курсах.

При этом воздействие последующего этапа обучения на предыдущий может носить как непосредственный, так и опосредованный характер.

В первом случае речь идет о соответствующей коррекции, например, учебных программ общенаучных дисциплин. Второе означает перестройку форм учебной деятельности, в частности, организации, например, на межпредметной основе *самостоятельной* работы обучаемых.

Несмотря на признание значимости этой работы как ведущей формы учебного познания, ее потенциал используется в учебной деятельности далеко не в полном объеме. Одним из слагаемых самостоятельной работы обучаемых является их научно-исследовательская работа в различных кружках и объединениях. Для обучаемых младших курсов наиболее приемлемая, на наш взгляд, форма научно-исследовательской работы – подготовка различных научных рефератов. Организация работы над рефератами, например, на межпредметной основе позволяет выделить ряд тем для реферативной работы, которые предлагаются обучаемым.

мым младших курсов, но в которых содержится необходимость обращения к специальным дисциплинам.

Выделение инвариантов «по вертикали» – между общенаучными, общеинженерными и специальными дисциплинами – позволяет охватить темами рефератов многие разделы, в частности, курсов физики и высшей математики. Например, при изучении соответствующих разделов курсов физики обучаемым нами были предложены следующие темы рефератов: «Проблемы связи с подводными аппаратами», «Колесательные контуры и их применение в аппаратуре связи», «Электронные лампы и полупроводниковые приборы – достоинства и недостатки», «Обнаружение подводных объектов методами акустической голографии» и др. При изучении высшей математики были предложены следующие темы: «Математика и электроника», «Методы аппроксимации при расчете электронных усилителей», «Математические основы работы электронных анализаторов спектра» и др. Опыт показал, что таким образом организуемая реферативная работа вызывает заинтересованность и инициативу со стороны обучаемых\*.

Возможно также выделение инвариантов «по горизонтали», в рамках одной платформы содержательной подготовки. В этом случае предметные связи устанавливаются без особого затруднения, так как одновременно, в течение одного семестра или курса, изучаются как правило родственные дисциплины, например, электронные приборы и устройства и ТРЭЦиС. Выделение инвариантов приводит к совместной реферативной работе родственных кафедр. Характерная особенность данных реферативных работ заключается в том, что они зачастую приводят к созданию действующих макетов, устройств, лабораторных установок, используемых как в одной, так и в другой дисциплине.

Например, в качестве одного из инвариантов курса ТРЭЦиС были выделены свойства разнообразных сигналов. Это позволило организовать на основе данного инварианта реферативную работу, осуществляемую на основе связи с другими родственными дисциплинами «по горизонтали». В частности, в курсе специальной электротехники изучаются устройства и принцип работы различных релейных устройств, а в курсе ТРЭЦиС – свойства амплитудно-модулированных и манипулированных сигналов. Одним из способов получения манипулированных сигналов является использование для этих целей поляризованных реле, что и определило тему реферативной работы. Ее результатом стало создание лабораторной установки, предназначенной

---

\* Бесчастнов А.Р., Голубков С.В. Об экспериментальной проверке влияния межпредметных связей на результаты рейтинга // Юбилейная конференция военно-научного общества курсантов, – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1987. – С. 46.

для изучения свойств поляризованного реле при использовании его для получения манипулированного сигнала [115]. Это были первые опыты подобной работы, получившие в 90-е годы свое качественное (и количественное) развитие.

Накопленный опыт по руководству работой обучаемых над рефератами позволил выявить ряд основных этапов этой деятельности:

1. Разработка перечня тем рефератов. Отбор материала осуществляется на внутри- и межпредметной основе таким образом, чтобы работа над рефератом стимулировала обучаемых обращаться к опыту различных наук, в первую очередь связанных с будущей профессиональной деятельностью.

2. Ознакомление обучаемых с темами рефератов. Поскольку рефераты ориентированы на выполнение их обучаемыми младших курсов с целью вхождения в будущую специальность, здесь многое зависит от координации усилий общеинженерных и специальных кафедр с кафедрами общенаучной подготовки.

3. Закрепление тем за обучаемыми. Выбор тем носит добровольный характер без чрезмерных усилий по охвату реферативной работой абсолютно всех обучаемых. Следует иметь в виду, что помимо предлагаемых нами тем, носящих внутри- и межпредметный характер, обучаемым предлагаются и другие темы, сугубо физического или математического содержания.

4. Организация самостоятельной работы над рефератами. Поскольку в большинстве случаев написание реферата сводится к работе над различными литературными источниками, первоочередное значение приобретает овладение навыками самостоятельной работы с книгой. Для этих целей организуются встречи обучаемых с представителями библиотеки, которые знакомят их с книжными фондами, демонстрируют образцы справочно-библиографических изданий, рассказывают о работе с каталогом. Кроме этого, связи библиотеки с кафедрами поддерживаются через имеющихся на каждой кафедре научно-технических информаторов, через *Internet*.

Собственно работа над рефератом начинается после согласования с руководителем плана реферата и подбора соответствующей литературы. Содержание реферата, как правило, охватывает следующий возможный круг вопросов:

- роль физики (математики) в радиоэлектронике (раскрывается на конкретных примерах, связанных с темой реферата);
- роль радиоэлектроники в профессиональной деятельности (раскрывается на примере показа роли и места рассматриваемого радиотехнического устройства в радиотехнической аппаратуре);

- вклад профессиональной деятельности в решение задач, стоящих перед коллективом (например, роль средств связи в обеспечении управления, значение радиолокационных средств в защите от нападений с воздуха и т. д.).

Такая содержательная структура реферата позволяет осуществить связь между изучаемой дисциплиной (например, физикой, высшей математикой) и будущей профессиональной деятельностью на своем посту (эффективность такой содержательной структуры реферата особенно значима для курсантов военных вузов).

5. Публичная защита рефератов. Данному этапу мы уделяем особое внимание, что обуславливается рядом обстоятельств. Прежде всего, одно из слагаемых будущей профессиональной деятельности специалиста – это работа с людьми в роли руководителя и воспитателя своих подчиненных. Многое здесь будет определяться уровнем речевой культуры – умением связно излагать свои мысли, аргументированно отстаивать свою точку зрения и т. п. К сожалению, этот уровень у выпускников средней школы недостаточно высок, что заметно, например, при проведении семинаров, опросов.

Другое обстоятельство связано со снятием психологических барьеров, возникающих при публичном выступлении перед аудиторией (например, типичны определенный страх перед аудиторией, скованность). Для снятия этих барьеров во время публичной защиты устанавливается максимально доверительный уровень общения, обсуждение и оценка рефератов осуществляется самими обучаемыми. Руководитель реферата обладает здесь правом совещательного голоса, а окончательная оценка выносится комиссией, составленной из обучаемых. Однозначные и жесткие критерии оценки отсутствуют, но учитывается ряд обстоятельств, например, важность и актуальность освещаемой темы, глубина ее раскрытия, умение связно донести тему до слушателей.

Сохранению личностного смысла учебной деятельности способствует ориентация младшекурсников на выполнение *дипломной* работы. Достижению этого способствует строго продуманная последовательность тем рефератов, с первого по пятый курс, способная фактически подготовить выполнение дипломной работы.

Например, при разработке ряда тем можно на основе выделенных инвариантов начать работу с анализа физических процессов, лежащих в основе тех или иных электронных устройств, и выполнить работу на тему «Колебательные контуры и их применение в радиоэлектронике». На втором курсе – рассмотреть сложные системы, составной частью которых являются колебательные контуры, на третьем – колебательные системы СВЧ диапазона и т. д., что может завершиться выполнением дипломной работы, связанной, например, с расчетом магнетронного генератора для РЛС.

В качестве системообразующего фактора, связывающего воедино реферативную работу с первого по пятый курс, выступает система *инвариантов*, выделяемая в содержании общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин.

В качестве инвариантов, позволяющих обобщать и систематизировать радиотехническое знание, выступает, например, электромагнитное поле и система уравнений Максвелла, его описывающая; законы Ома, Джоуля-Ленца, правила Кирхгофа; понятия спектра, сигнала, гармоника, электрической цепи, колебания, волны; универсальные константы, такие как скорость распространения электромагнитного взаимодействия, элементарный электрический заряд. Все частные вопросы, изучаемые в учебных дисциплинах радиотехнического профиля, включают в себя эти инварианты, связи и взаимодействия между которыми определяют содержательную сторону рассматриваемых явлений и процессов.

Опыт показал, что работу над рефератом, имеющим подобную практическую направленность и перерастающим в дипломную работу, целесообразней всего строить в следующей последовательности [105]:

1. Ознакомительный этап, включающий отработку навыков работы с научно-технической литературой, уяснение требований к реферату, приобретение умений излагать материал.
2. Практически-действенный этап, включающий определение проблемы и способов ее разрешения, обзор литературных и других источников, осуществление необходимых расчетов, экспериментов, обработку и анализ результатов.
3. Отчетный этап, включающий защиту реферата.

В целом проблема мотивации, активизации познавательной деятельности достаточно сложна и, естественно, не исчерпывается в полном объеме реферативной работой обучаемых, организуемой на внутри- и межпредметной основе. В то же время, как показали исследования, выбранный нами путь является одним из наиболее перспективных в деле усиления заинтересованности обучаемых в учебной деятельности на младших курсах. Кроме реферативной работы, как средства продвижения элементов специализации на младшие курсы, само содержание учебно-методических комплексов [107, 114 и др.] также способствует усилению мотивации.

Другим средством решения данной задачи является приглашение на вводные лекции ведущих специалистов с выпускающих кафедр и преподавателей, которые поведут обучение дальше. На таких встречах, организуемых для младшекурсников, основной акцент делается на раскрытие роли общенаучной подготовки в профессиональной деятельности специалиста, на возможности самостоятельной научной работы в выбранной области, показывается научный потенциал вуза.

*Использование внутри- и межпредметных связей на основе концепции инвариантности для решения проблемы мотивации в учебной деятельности позволяет поднять уровень интерактивного взаимодействия обучаемых и обучающихся, усилить интенсивность обратных связей, повысить проблемность и эффективность обучения.*

Это потребовало определенного пересмотра методики проведения всех видов занятий. В частности, для максимальной активизации обучаемых, для раскрытия творческого потенциала каждого из них нами широко используются *активные методы обучения*.

Опыт показал достаточно высокую эффективность, например, метода групповой дискуссии, позволяющего включать в активную учебную деятельность практически всю учебную группу [105]. Например, при усвоении содержательной стороны такого инварианта радиоэлектроники как гармоника (гармоническое колебание) этот метод используется следующим образом. Как известно, гармоническое колебание может быть представлено в виде математической модели, временным, векторным и спектральным образом. Это позволяет записать условие соответствующей задачи четырьмя разными способами. В результате учебная группа разбивается на подгруппы и одновременно решает как бы четыре различные задачи. Затем происходит совместное обсуждение способа решения задачи каждой подгруппой и определение того, какой способ представления ее условия является наиболее предпочтительным для данного конкретного случая и почему.

Полученные результаты показывают, что занятия с использованием инвариантных алгоритмов воспринимаются обучаемыми как менее трудные, проведенные с большей активностью [111].

*Содержание занятия* определяется на основе принципа инвариантности. *Форма проведения занятия* определяется аудио-, визуально-, кинестетическими особенностями восприятия информации.

Данное обстоятельство позволяет сформировать *ряд установочных занятий*, на основе которых разрабатываются и выдаются обучаемым задания на зачетные работы.

Все работы публично защищаются, что позволяет реализовать безэкзаменационную форму контроля для большинства обучаемых. Анализ результатов показывает, что использование инвариантных алгоритмов позволяет, в частности [109]:

- повысить успешность обучения, сняв при этом проблему «дефицита времени»;
- активизировать познавательную деятельность обучаемых, которая проявилась в мотивированной самостоятельной работе над предметом;

- осуществить погружение в среду обучения, что способствовало направленности мышления и сосредоточенности на предмете.

Данное обстоятельство подтверждается результатами пролонгированного наблюдения за успешностью обучения участников эксперимента. Важной составной его частью стал *рейтинг* – оценивание качества занятий самими обучаемыми.

Поскольку в ходе эксперимента производилось включение элементов специализации, учебная деятельность приобретала профессионально направленный характер. Предполагалось, что это приведет к возрастанию уровня мотивации и интереса к учебе. В целом измерения интенциональной сферы личности достаточно сложны. Поэтому результаты рейтинга позволяют дать косвенные данные об уровне мотивации и интереса к учебе. Для проведения рейтинга использовалась методика, описанная в [105].

В связи с тем, что рейтинг, как одна из форм обратной связи в обучении, начал нами внедряться в учебный процесс сравнительно недавно, мы не располагаем достаточным статистическим материалом для вынесения окончательных суждений.

Принцип инвариантности достаточно универсален, допускает решение целого ряда задач и может быть использован как общенаучными, общеинженерными, так и специальными кафедрами.

### **Выводы по второй главе**

1. Основные положения системного подхода применительно к проблеме внутри- и межпредметных связей позволяют выделить два альтернативных метода ее изучения: системный анализ и системный синтез.

2. Системный анализ позволяет выделить в содержании учебных дисциплин факты, явления, процессы и т. п., относящиеся к категориям единичного, особенного и всеобщего. Межпредметные связи означают, что всеобщее, вычлененное в рамках данной дисциплины, совпадает по тем или иным признакам со всеобщим, относящимся к другой дисциплине. Таким образом *выполняется принцип инвариантности при переходе от одной дисциплины к другой*.

3. Установление предметных связей на основе признаков, связанных понятием особенного, приводит к тому, что такие связи в обучении выступают не более чем частный методический прием, направленный на повышение качества обучения по данному конкретному предмету. В результате функции внутри- и межпредметных связей оказываются

ся ограниченными рамками дидактики при недоиспользовании их методологического, мировоззренческого потенциала.

4. Одной из причин, затрудняющих выяснение и реализацию внутри- и межпредметных связей на основе признаков всеобщности, является отсутствие *универсальной методики*, позволяющей единым для всех учебных дисциплин образом представлять их содержание в категориях взаимосвязи единичного, особенного и всеобщего.

5. Основные положения теоретико-инвариантного подхода совместно с положениями концепции единства научной картины мира позволяют предложить *один из возможных* методологически единообразный *универсальный* подход к описанию обобщенного содержания различных учебных дисциплин. Для этого в каждой из них определяются пространственные, временные, энергетические и информационные характеристики изучаемого материала, выделяется пентабазис СПВЭИ. Образующие пентабазис понятия пространства, времени, энергии и информации выступают в качестве инвариантов. Пентабазис СПВЭИ позволяет в каждой учебной дисциплине обнаруживать конкретные формы отражения основных черт научного знания, что обуславливает его высокое мировоззренческое значение.

6. Пентабазис СПВЭИ является одним из возможных действенных средств анализа и систематизации самых различных массивов информации. В частности, его можно использовать для анализа самой проблемы внутри- и межпредметных связей, представив в пентабазисе существующие подходы к ее решению. Представление содержания различных учебных дисциплин на *инвариантной основе* позволяет решить проблему внутри- и межпредметных связей.

7. Выделение пространственных, временных, энергетических и информационных характеристик содержания различных учебных дисциплин позволяет связывать их между собой и решать проблему внутри- и межпредметных связей на методологическом уровне с позиции *оптимизации объема связей*, которая может быть представлена как *количественной, так и качественной* сторонами, в диалектическом единстве системного анализа и системного синтеза.

8. Решение проблемы предметных связей на инвариантной основе позволяет поставить и решить вопрос создания учебно-методических комплексов на инвариантной основе, способных представлять собой *программу интегрального воздействия* на обучаемых со стороны различных кафедр, обеспечивающих единую, инвариантную,

методологическую и понятийную основу обучения, в частности, вводить *элементы специализации*.

9. Естественно, что содержание концепции инвариантности *не исчерпывается* введенными выше инвариантами. Представление в виде пентабазиса СПВЭИ, позволяющего говорить как об *инвариантности его формы, так и содержания*, является одним из возможных представлений, определяемых решаемой задачей. Например, в рамках работы по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла нами проводится исследование, направленное на анализ того, какие факторы могут оказывать наибольшее влияние на совершенствование преподавания этих дисциплин в условиях мультикультурного государства, каковым является современный Израиль (см. Глава 5).

### **ГЛАВА 3**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ**

### **3.1. Внутрипредметные, межпредметные связи и задача управления системой знаний обучаемых**

Проблема «сквозной» подготовки будущих специалистов в вузе, связанная с ней задача переноса знаний из одного предмета в другой, формирование методологической культуры, стиля научного мышления – эти и другие вопросы получают свое эффективное разрешение на внутри- и межпредметной основе.

Рассмотренная группировка содержания учебных дисциплин, выделение пространственных, временных, энергетических и информационных характеристик изучаемого материала позволяет образовывать из отдельных учебных курсов систему, «пронизанную» инвариантами, как показано на рис. 6.

Практическая реализация основных положений концепции инвариантности в системе внутри- и межпредметных связей была принята нами для установления связей между курсами физики и ТРЭЦиС, ТРЭЦиС и высшей математикой [например, 105, 107, 114]. Многолетний опыт преподавания дисциплин радиотехнического профиля показал, что обучаемые, как отмечалось выше, зачастую «не узнают» специальные задачи, хотя и обладают необходимыми для их

решения знаниями по физике и математике. Выбор для рассмотрения курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов обусловлен тем обстоятельством, что в системе подготовки специалистов радиотехнического профиля эта дисциплина занимает центральное место. Она служит теоретической основой всех направлений радиотехники. Решение проблемы внутри- и межпредметных связей для этой дисциплины особенно актуально.

Она является, с одной стороны, интегратором сведений, из таких наук, как физика, математика, теория колебаний, теория информации, теория электрических цепей, техническая кибернетика, микроэлектроника, а с другой стороны – основой для таких наук, как радиовещание и связь, телевидение, схемотехника, радиолокация, радиоуправление, радиоастрономия, космическая связь и др. Естественно, что решение проблемы ВПС, МПС в этом случае – многоаспектная задача, требующая усилий большого числа специалистов.

Не ставя перед собой цель полного рассмотрения данного вопроса, ограничимся рассмотрением МПС с курсами физики и математики. В первом приближении можно считать, что именно эти связи являются наиболее актуальными, поскольку именно эти курсы во многом являются определяющими для успешного овладения содержанием курса ТРЭЦиС.

В полном объеме содержание проделанной работы приведено нами в соответствующих публикациях, поэтому ограничимся изложением основных положений по установлению и использованию МПС на инвариантной основе между курсами физики и высшей математики, с одной стороны, и ТРЭЦиС – с другой.

Указанные учебные дисциплины образуют два различных уровня подготовки (общенаучной и общеинженерной), связанных «по вертикали». Возникающие при этом МПС могут носить двоякий характер. В первом случае можно говорить о связях «на себя», когда последующий этап обучения строится в опоре на этап предыдущий. Такие связи, когда при изучении данного учебного курса активно используются сведения из ранее изученных дисциплин, достаточно традиционны.

Менее очевидными являются связи «от себя», когда последующий этап обучения определенным образом воздействует на этап предыдущий. В то же время с *позиций теории управления* такие связи оказываются более предпочтительными, поскольку они образуют *цепь обратной связи*. Как известно, *любая система становится управляемой только при наличии в ней контура обратной связи* [27].

Рассмотрим этот вид связей более подробно.

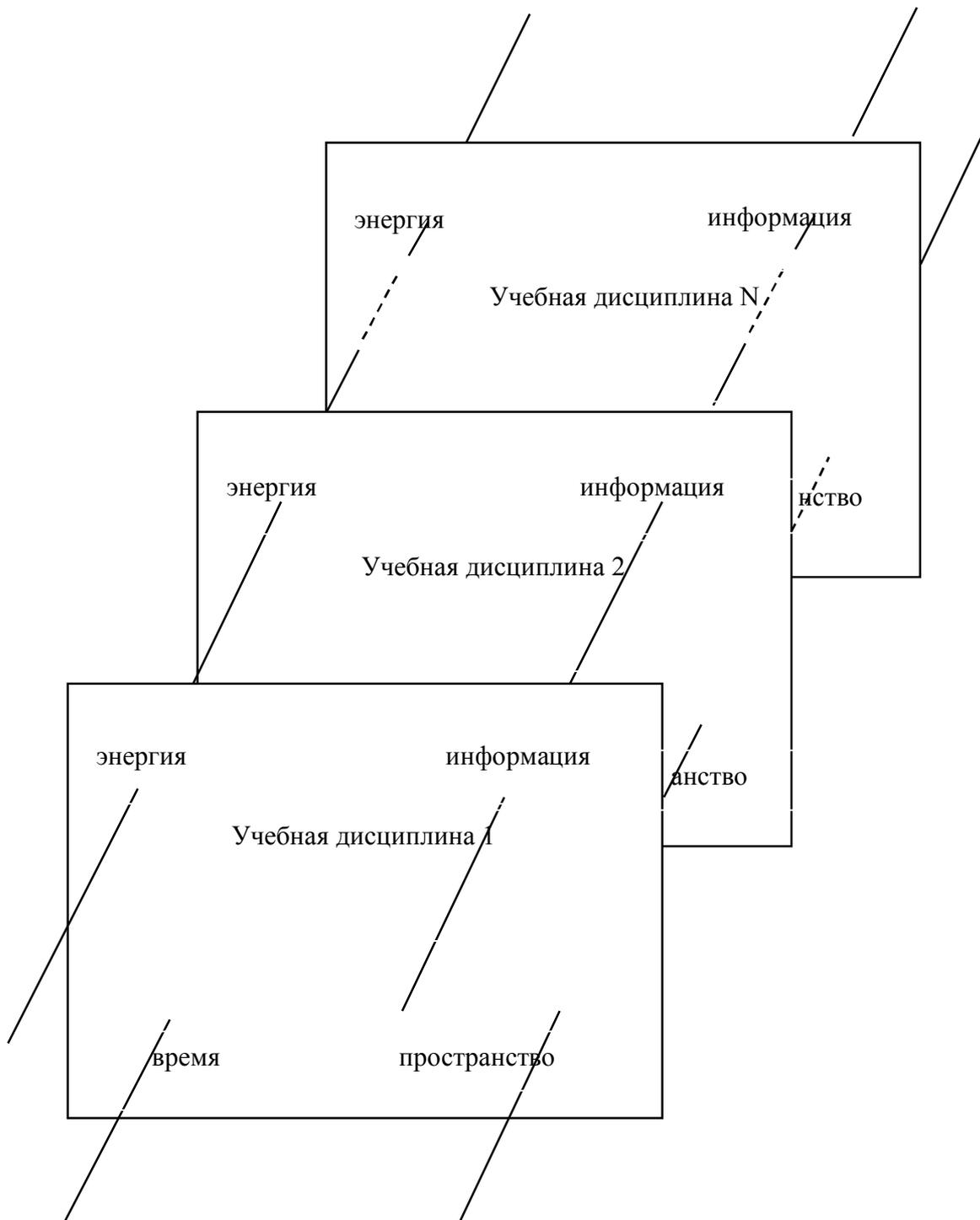


Рис. 6. Инварианты в обучении как системообразующий фактор

Содержание воздействия последующих этапов обучения на предыдущие связано с определенным пересмотром содержания общенаучной подготовки под углом зрения *будущей профессиональной деятельности*.

В частности, наш опыт показал, что возможна известная утилизация содержания курсов физики и высшей математики, избавление их от тем и разделов, не имеющих «выхода» на будущую профессиональную деятельность, а также включение в них недостающих тем, играющих важную роль в будущих курсах. Например, анализ учебной программы по высшей математике [136] с позиций курса ТРЭЦиС показал, что программой не предусмотрено углубление познаний обучаемых в таких темах, как комплексные числа и натуральные логарифмы, имеющих большое значение для курса ТРЭЦиС. Знания и навыки обучаемых таковы, что при изучении специальных курсов приходится делать регулярные математические отступления для разъяснения математического содержания и смысла выполняемых операций.

Определенная *утилизация* содержания курсов физики и высшей математики в пользу специальной подготовки является, на наш взгляд, вполне допустимой. Данная утилизация может быть теоретически обоснована в рамках *теории поэтапного формирования умственных действий* [29, 30].

Не останавливаясь на основных положениях данной теории, отметим один важный вывод из нее: если сообщаемые и усваиваемые в ходе обучения знания не входят ни в широкую, ни в узкую ориентировочную основу, то они не нужны специалисту. От них следует избавляться. Разгрузка, некоторая «чистка» учебных программ приобретает особую актуальность в условиях все увеличивающихся потоков информации при сохранении неизменными сроков подготовки специалистов в вузе.

В частности, определенное подчинение курса физики изучаемому в последующем курсу ТРЭЦиС, включение в первый элемент специализации, почерпнутых из второго, позволяет уже на начальных этапах обучения будущего специалиста решать ряд важных практических задач. Достигается это за счет комплекса организационно-методических мероприятий, в основе которого лежит усиление межкафедрального взаимодействия, например, кафедры радиоэлектроники с кафедрами, осуществляющими обучение на предыдущих его этапах, в первую очередь физики и высшей математики.

Накопленный нами опыт таких связей показал реальную возможность оказывать управляющее воздействие на ход учебного процесса на младших курсах с целью подготовки обучаемых к восприятию материала общеинженерных и специальных дисциплин.

Такого рода *обратные связи* от последующего этапа обучения к предыдущему требуют четкого определения того, в чем именно будет заключаться воздействие *общеинженерных дисциплин на общенаучные*. Требуется определение *объема и содержания элементов специализации*, которые можно вводить в общенаучные курсы, не забывая о том, что у этих курсов свои цели и задачи.

Решение данной проблемы на уровне взаимосвязей физики и радиоэлектроники (ТРЭЦиС), радиоэлектроники и высшей математики происходит в опоре на проведенный нами выше системный внутрипредметный анализ содержания курса ТРЭЦиС. В результате были выделены структурные единицы этого курса, единицы анализа, позволяющие фиксировать целостные свойства анализируемой системы, ее структуру и динамику. В качестве таких структурных единиц выступают идеализированные элементы цепи, гармоника и правила Кирхгофа. Выступая в качестве *инварианта* системы, они входят во все рассматриваемые в курсе ТРЭЦиС вопросы.

Успешность овладения содержанием этой дисциплины во многом начинает определяться тем, насколько полно и глубоко было усвоено содержание указанных инвариантов.

*В результате смысл управляющего воздействия, например, на курсы физики и высшей математики можно свести к усилению внимания к соответствующим разделам и темам этих дисциплин, которые предопределяют успешность усвоения выделенного инварианта, к разработке междисциплинарных инвариантных учебных комплексов, реализующих программу интегрального воздействия на обучаемых со стороны различных кафедр.*

Итогом усилий в этой области является то, что получаемые знания уже на начальном этапе обучения становятся определенным образом акцентуированными, начинают носить профессионально окрашенный характер.

Происходит управление системой знаний обучаемых с позиций профессиональной подготовки; устранение смысловых барьеров, возникающих при переходе от одной дисциплины к другой, например, при переходе от общенаучных дисциплин к предметам по специальности; *плавное перерастание одного этапа подготовки в другой.*

Несмотря на то, что углубленная специализация начинается на старших курсах, описанный подход позволяет переходить к ней путем постепенного, непрерывного перерастания общенаучных знаний в специальные, начиная с первых дней обучения. В этом смысле ведущая роль принадлежит общеинженерным дисциплинам, играющим роль связующего звена между общенаучными и специальными. Образуя три разноуровневые

платформы содержательной подготовки в трансферентной модели обучения, общенаучные, общеинженерные и специальные дисциплины только в том случае будут обеспечивать «сквозную» подготовку будущих специалистов, если соблюдено единообразие в связях между ними.

Вычленение структурных единиц общеинженерных и специальных дисциплин позволяет уже на начальном этапе обучения вести подготовку к восприятию понятийного аппарата специальных наук.

Определяемая на основе концепции инвариантности *степень включения* специальной терминологии, понятий и условных обозначений, символов и знаков в общенаучные дисциплины позволяет методически «навязывать» их обучаемым. Это предохраняет обучаемых от различных недоразумений, ошибок и путаницы, возникающих при изучении дисциплин по специальности.

В частности, при изучении физики в школе может иметь место известная небрежность в использовании различных символов и условных обозначений, например, для обозначения силы электрического тока и напряжения. Обучаемые используют символы как строчные, так и заглавные, как прописные, так и печатные. Наш опыт показал, что при изучении физики и высшей математики в вузе этому вопросу уделяется весьма незначительное внимание. В результате в будущем возникают затруднения при изучении радиоэлектроники и других дисциплин по специальности, в которых различное написание одного и того же символа меняет его смысловую нагрузку.

На примере содержания курса ТРЭЦиС нами был показан процесс выделения структурных единиц этого курса, первичных субстратов, обуславливающих все изучаемые в нем явления и процессы.

Как отмечалось, выделенные *структурные единицы* представляют собой *инварианты* этого курса. Среди них – идеализированные элементы цепи. На их основе формируется важнейшее для радиоэлектроники понятие схемы электрической цепи. Наш опыт преподавания показал, что методологический и мировоззренческий аспекты этого понятия в курсе физики практически не раскрываются. Обучаемые, приступая к изучению общеинженерных и специальных дисциплин электрорадиотехнического профиля, оказываются не в состоянии развести понятия электрической цепи и схемы электрической цепи.

Поэтому, говоря об управлении системой знаний обучаемых на основе включения в общенаучные дисциплины элементов специализации, следует отметить возможность усиления методологических начал при изучении физики. Покажем это на примере формирования у обучаемых понятия схемы электрической цепи. Данное понятие может служить *примером моделирования*, являющегося одним из важных путей позна-

ния. Поэтому в курсе физики целесообразно подчеркивать, что, например, правила Кирхгофа, являясь основой расчета электрических цепей, формулируются не для реальной цепи, а для ее схемы как абстрактного представления реальной электрической цепи.

Данное обстоятельство требует, в свою очередь, обращения к такому понятию, как идеализированный элемент цепи. В реальных цепях переменного тока помимо токов проводимости имеются токи смещения, которые не принимаются во внимание при использовании правил Кирхгофа. Недостаточное освещение данных вопросов в курсе физики приводит к тому, что обучаемые не усматривают разницы между реальными и идеализированными элементами цепи, с трудом усваивают смысл схем замещения, особенно когда эти схемы становятся различными в зависимости от частоты. Понятие э.д.с. также является одним из ведущих в курсе ТРЭЦиС. При этом содержательная сторона этого понятия раскрывается далеко не в полном объеме как в курсе физики, так и в курсе ТРЭЦиС. При анализе работы источника электромагнитной энергии не всегда оговаривается даже то, что э.д.с. является физической величиной, характеризующей действие непотенциальных полей.

Аналогичные проблемы по введению в общенаучные дисциплины элементов *специализации* возникают при установлении МПС курса высшей математики и ТРЭЦиС. Согласование их на основе концепции инвариантности показало [114 и др.], что наиболее значимыми разделами высшей математики являются, например, такие: комплексные числа и натуральные логарифмы; линейные дифференциальные уравнения; ряды Фурье.

Многие специальные задачи, будучи лишены специальной терминологии, превращаются в задачи чисто математические, которые относительно легко решаются обучаемыми. Однако та же самая задача, записанная на языке конкретной науки, «не узнается», как отмечалось, обучаемыми и не решается. В этом случае МПС «от себя» *могут представлять собою специальные задачи, формализованные и преобразованные таким образом, что от них остается только математическое ядро при сохранении языка конкретной науки.*

Решение таких задач отрабатывается в курсе высшей математики, что позволяет, как минимум, увязывать математическую терминологию со специальной. Например, при анализе работы усилителя мощности возникает задача определения условия отдачи максимальной мощности в нагрузку [16]. Решение данной специальной задачи доступно уже первокурснику, знакомому с решением задач на экстремум функции. При этом процесс «очищения» таких специальных задач от конкретно-

научной специфики, выявление в них математического ядра может представлять собою самостоятельную и достаточно сложную задачу.

Такое использование специальных задач в курсе высшей математики можно рассматривать в русле одного из существующих методов активного обучения: *метода конкретных ситуаций* [39]. При традиционном способе обучения высшей математике условия учебных задач обычно выступают перед обучаемыми сразу в четко сформулированном виде. Решение таких «рафинированных» задач не представляет собою творческого процесса, а осуществляется формальным образом, по принципу поиска подходящего способа комбинирования заданных условий без анализа содержательной стороны задачи.

Специальная задача, требующая для своего решения известного обучаемым математического аппарата, не дана в «чистом» математическом виде. Ее условия зачастую избыточны, из них требуется выделить те, которые потребуются для ее решения, зачастую требуется самостоятельное введение определенных ограничений и допущений и т. п. Например, задача по нахождению условия максимальной отдачи мощности в нагрузку может иметь в исходном варианте вид, приведенный на рис. 7, а, т. е. дан фрагмент конкретной схемы конкретного радиотехнического устройства. Однако правильное решение задачи связано с отвлечением от конкретных условий и анализом схемы, хорошо известной из курса средней школы, рис. 7, б.

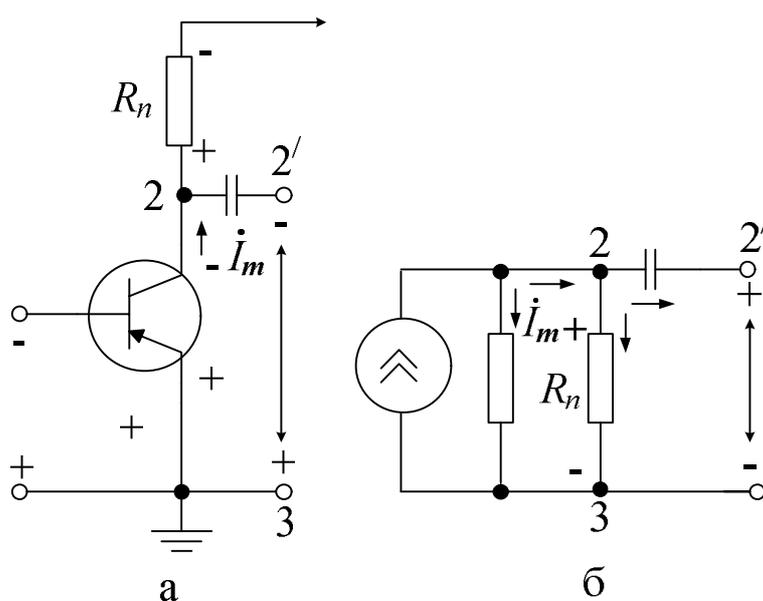


Рис. 7. Выходная цепь усилителя и его эквивалентная схема

*Метод конкретных ситуаций стимулирует* обращение к учебной и научной литературе, усиливает стремление к приобретению теоретических знаний, необходимых для решения поставленной задачи. Основная ценность такого метода – *приобретение обучаемыми умений анализировать реальные ситуации, вырабатывать самостоятельные подходы и способы решения различных задач.*

Все эти вопросы можно решать только в том случае, когда различные процессы обучения объединены в систему, в которой в качестве системообразующего фактора выступают основные идеи концепции единства научной картины мира. Выделяемые при этом в рамках конкретной дисциплины инварианты используются для систематизации изучаемого материала, что позволяет впоследствии от внутрипредметной систематизации перейти к межпредметной систематизации. Говоря о представленности концепции инвариантности в учебном процессе, ученые отмечают крайне неудовлетворительное состояние этого вопроса, следствием чего недоиспользованным остается значительный методологический потенциал данной концепции в деле обобщения, систематизации и методологического анализа изучаемого материала [47].

Конкретизация основных положений научного знания до уровня инвариантов отдельных учебных дисциплин позволяет реализовывать межпредметные связи между всеми этапами обучения, которые оказываются «пронизанными» системой выделенных инвариантов. Применительно к установлению МПС между радиоэлектроникой, курсами физики и высшей математики концепция инвариантности позволяет:

- осуществлять *единую методологию* представления учебного материала, повышать методологический уровень преподавания общенаучных, инженерных и специальных дисциплин;
- формировать научное *мировоззрение* обучаемых путем вскрытия и анализа того, как в различных науках проявляются универсальные, всеобщие, инвариантные черты научной картины мира;
- осуществлять постепенное «вращение» общенаучной подготовки в специальную за счет структурирования содержания специальных курсов, выделения в них *единиц системного анализа*, допускающих включение в качестве элементов специализации в содержание общенаучных курсов;
- осуществлять *преемственность* между навыками, полученными при решении физических и математических задач, и навыками, необходимыми для решения задач по специальности, за счет проведения единого методологического подхода к их решению;

- формировать *системный стиль научного мышления* обучаемых, умение во внешне различных явлениях и фактах выявлять элементы сходства и близости за счет анализа их с позиций основных положений концепции инвариантности;
- утверждать необходимость установления на инвариантной основе внутри- и междисциплинарных связей, прямых и обратных, позволяющих сделать *учебный процесс более управляемым* за счет возникновения в нем контура *обратной связи*.

### **3.2. Методические аспекты реализации концепции инвариантности в системе внутрипредметных, междисциплинарных связей радиоэлектроники и физики**

Основные положения концепции инвариантности в системе междисциплинарных связей были изложены [105, 106] и получили свое конкретное воплощение в учебных пособиях [107, 114 и др.], в которых решаются вопросы МПС физики и радиоэлектроники, радиоэлектроники и высшей математики. Подчинение общенаучных дисциплин основным задачам профессиональной подготовки, утилизация их содержания, определение не только того, чему мы учим, но и того, чему мы не учим, забота о сохранении личностного смысла учебной деятельности – таков круг вопросов, решаемых в этих и других работах, предназначенных как для преподавателей, так и для обучаемых.

Использование концепции инвариантности для установления МПС физики и радиоэлектроники позволило добиться согласования между двумя учебными дисциплинами – физикой и курсом ТРЭЦиС, создать в процессе их преподавания единый учебно-методический комплекс. В качестве инвариантов, выделенных нами в курсе ТРЭЦиС, выступают правила Кирхгофа, гармонические колебания и идеализированные элементы цепи.

Данные инварианты являются одним из конкретных проявлений инвариантов физики, в частности – электродинамики. Для электродинамики важнейшим инвариантом является релятивистски инвариантная форма уравнений Максвелла, образующих фундамент электродинамики и всего радиотехнического знания. Выделенные инварианты курса ТРЭЦиС могут рассматриваться как конкретные проявления и следствия из уравнений Максвелла. Так, известно, что правила Кирхгофа можно рассматривать (совместно с законом сохранения электрического заряда) как следствие из уравнений Максвелла [140]. Понятие идеализированного элемента возникло как следствие тех допущений, к которым приходится прибегать при описании на языке уравнений Максвелла процессов в цепях переменного тока. Что касается понятия гармоничности, то оно может быть непосредственно выведено из факта существова-

ния электромагнитных волн, которые представляют собою электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью. Как известно, уравнения Максвелла теоретически обосновывают существование электромагнитных волн.

В свою очередь, эти уравнения являются *конкретным отражением основных положений физического знания*: материальности электромагнитного поля, универсальности электромагнитного взаимодействия, единства спектра электромагнитных волн и т. д.

Смысл инвариантности выделенных нами понятий гармоники (гармонического колебания), идеализированных элементов цепи и правил Кирхгофа заключается в том, что они имеют основополагающее значение при овладении материалом практически всех специальных дисциплин радиотехнического профиля и приобретении практических навыков анализа и расчета радиоэлектронных устройств. В частности, анализ содержания учебных пособий по курсу ТРЭЦиС [17, 21, 35] показал, что, как правило, учебный материал в них предстает в виде двух основных частей: «Сигналы» и «Радиотехнические цепи, устройства и системы». При этом в фундаменте изучения вопросов, связанных с различными радиотехническими сигналами, лежит понятие спектра, в соответствии с которым любой произвольной формы сигнал может рассматриваться как определенная совокупность составляющих его гармонических колебаний (гармоник). Рассмотрение процессов в электрических цепях, анализ цепей имеет в своей основе ряд допущений и идеализаций, среди которых на первом месте стоит понятие идеализированного элемента цепи. Данное понятие широко используется при анализе различных радиоэлектронных систем и устройств, что связано с представлением анализируемых систем и устройств схемами замещения (эквивалентными схемами). В качестве методов анализа используются метод эквивалентных преобразований, метод контурных токов, метод узловых напряжений, метод эквивалентного генератора [21], при которых потенциалы и токи на различных участках цепи рассчитываются на основе закона Ома и правил Кирхгофа.

*В свою очередь методологическим базисом всех методов анализа является закон сохранения и превращения энергии – один из инвариантов физического знания*: при любых преобразованиях схемы цепи или ее уравнений должно соблюдаться условие баланса мощности, т. е. сумма мощностей всех генераторов в цепи должна быть равна сумме мощностей, выделяемых на всех ее элементах.

Все вышеизложенное позволяет рассматривать выделенные нами инварианты курса ТРЭЦиС в качестве своеобразного субстрата, лежащего в основе всего многообразия изучаемого в этой дисциплине учебного материала.

В свою очередь, содержание курса ТРЭЦиС может само рассматриваться в качестве «субстрата» для всех специальных дисциплин, входящих в учебный план подготовки радиоинженера (радиоприемные и радиопередающие устройства, антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн и др.). Ключевое значение этого курса в системе радиотехнического знания выдвигает на первый план задачу успешного усвоения обучающимися содержания этой дисциплины

Многолетний опыт преподавания ТРЭЦиС, педагогические эксперименты, пролонгированное наблюдение за успешностью обучения участников экспериментов показали, что залогом успешного изучения курса является как можно более глубокое усвоение содержания и физического смысла выделенных нами инвариантов.

Это усиливает требования, предъявляемые к этапу общенаучной подготовки, в первую очередь, по физике и высшей математике. Проведенный нами анализ обнаружил тесную связь между колебаниями успеваемости по этим предметам и последующими колебаниями успеваемости по ТРЭЦиС. Обнаруженная взаимосвязь объективно усиливает потребность в межпредметных связях «от себя», когда последующий этап обучения воздействует на предыдущий, поскольку зависит от него.

Возможность таких связей обуславливается тем, что, например, содержание подготовки по физике и высшей математике создает объективные предпосылки для включения в него определенных *элементов специализации*.

Так, в курсе физики рассматриваются механические и электрические колебания, упругие и электромагнитные волны, электрические цепи переменного тока, колебательный контур, правила Кирхгофа и др. Как видно из приведенного перечня, данные темы и вопросы являются профилирующими для профессиональной подготовки радиоинженера. Не отрицая значимости и важности других тем курса физики, отметим, что, на наш взгляд, подготовка будущего специалиста требует более основательного изучения в этом круге вопросов колебательных и волновых процессов (в общем объеме учебного материала данные вопросы занимают зачастую менее 16% учебного времени). При этом речь *не* идет о подмене физикой дисциплин по специальности. В то же время вполне реально (и наш опыт совместно с опытом кафедры физики подтверждает это) изменить содержание рассматриваемых вопросов, изменить методику их преподавания, максимально приблизив их к задачам профессиональной подготовки.

Решение поставленной проблемы заключается в том, чтобы перестроить изучение и преподавание выделенных вопросов курса физики на основе концепции инвариантности, при этом введенные нами инварианты ТРЭЦиС

рассматриваются в качестве элементов специализации, включаемых в курс физики. Решение проблемы облегчается тем обстоятельством, что оно не требует коренной переработки содержания курса физики.

Речь в первую очередь идет о том, что при прохождении соответствующих тем этого курса существенным образом усиливается акцент на важность и необходимость изучаемого материала в будущей профессиональной деятельности. В этом случае многое начинает зависеть от уровня осведомленности в этих вопросах преподавателей физики. Имеющая место разобщенность различных кафедр вуза приводит к тому, что преподаватели не всегда отражают влияние своей дисциплины на последующие этапы обучения. Обнаруженная нами связь успеваемости по физике с последующей успеваемостью по ТРЭЦиС выдвинула вопросы межкафедрального сотрудничества на первый план.

Опыт показал, насколько высок потенциал неиспользованных возможностей в межкафедральных связях. Несмотря на то, что в полном объеме межкафедральные связи не реализованы, такие связи в течение достаточно длительного времени существуют между отдельными преподавателями кафедр. Это позволяет, в частности, обмениваться информацией об изменениях в учебных планах и программах, присутствовать на некоторых заседаниях кафедр, посещать открытые занятия и участвовать в их обсуждении, планировать и проводить совместные мероприятия (например, рассмотренную выше реферативную работу обучаемых), направлять для консультаций на профилирующие кафедры обучаемых, углубленно интересующихся вопросами профессиональной подготовки.

Основная ценность таких межкафедральных контактов в том, что преподаватели общенаучных кафедр начинают более полно использовать в своей деятельности сведения, результаты, примеры и т. п., черпаемые из специальных дисциплин.

Чтобы *избежать стихийности* в такого рода межпредметных связях, осуществляемых на межкафедральном уровне, предложена определенная программа действий для преподавателей физики и высшей математики, осознавших необходимость таких связей [107, 108, 110, 114 и др.]. Основу данных пособий составляет система межпредметных связей на инвариантной основе. В качестве элементов специализации выступают инварианты ТРЭЦиС.

Еще раз подчеркнем, что при этом *не* имеется в виду возложение, например, на физику функций специальных дисциплин. На первом месте, как и прежде, стоит раскрытие физической сути рассматриваемых явлений и процессов, формирование на их основе научного мировоззрения

ния. Но при этом мы предлагаем преподавателю физики решать данные вопросы с *максимальной опорой на материал специальных дисциплин*, вооружая его, по мере возможности, примерами, фактами, задачами, из этих дисциплин почерпнутыми. Это позволяет подчеркнуть значимость изучаемых вопросов в будущей профессиональной деятельности, показать их в более широком, методологическом, а не в узко физическом контексте. В качестве примера в табл. 7 показано, в каком контексте рассматриваются выделенные нами инварианты (совместно с колебательным контуром) в курсе физики и ТРЭЦиС.

Из таблицы видно, что даже при отсутствии претензий к содержательной стороне изучаемого в физике материала, практически не учитывается и не фиксируется внимание обучаемых на том, что эти вопросы крайне важны для будущей профессиональной подготовки.

Другая проблема, возникающая при переходе от физики к ТРЭЦиС – определенные *смысловые барьеры*, здесь возникающие. В частности, одним из одним из выделенных инвариантов курса ТРЭЦиС являются идеализированные элементы цепи. В то же время в физике переход от реальных элементов цепи к идеализированным не сопровождается раскрытием сути и смысла такого перехода и того, что получается в его результате. В итоге у обучаемых формируется понятие идеализированного элемента цепи на примере индуктивности и емкости, как элементов, не обладающих активным сопротивлением. Возникают затруднения при усвоении того факта, что в качестве идеализированного элемента цепи, в дополнение к указанным, может выступать в том числе и активное сопротивление.

Взгляд на курс физики с позиций курса ТРЭЦиС позволяет выявить в первом ряд возможностей, использование которых в полном объеме подготовит и облегчит переход обучаемых к изучению дисциплин по специальности.

В частности, отражением основополагающей идеи материального единства мира, положений о неисчерпаемом многообразии, взаимосвязи и единства различных форм и видов материи является *инвариантность дифференциальных уравнений*, описывающих, например, механические, гидравлические и электрические системы и цепи.

В результате появляется возможность установления различных *аналогий* между электрическими, механическими, гидравлическими и другими системами. К сожалению, в учебных пособиях по физике, например, [118] данная возможность практически не используется. Дело ограничивается упоминанием о совпадении дифференциальных уравнений, полученных при анализе процессов в механических и электрических системах.

При этом не вскрывается глубокий методологический смысл такого «совпадения», и оно может быть воспринято как не более чем случайное. В то же время в специальных дисциплинах различные электромеханические и электрогидравлические аналогии используются достаточно широко [18, 76]. Они позволяют, не отвлекаясь на раскрытие физической сути рассматриваемых явлений (в предположении, что это сделано раньше), акцентировать внимание на основном содержании изучаемого в специальной дисциплине вопроса.

Поэтому крайне важно при изучении физики показать возможность использования таких аналогий и, что самое главное, раскрыть их *методологическое содержание и неслучайный характер, вытекающий из положений материального единства мира.*

Таблица 7

*Содержание изучаемых вопросов в курсах физики и радиоэлектроники*

Изучаемый вопрос	Рассмотрение вопроса в курсе физики	Рассмотрение вопроса в радиоэлектронике
1	2	3
Гармоническое колебание (гармоника)	Периодическое изменение кинематических параметров (смещения, скорости, ускорения), происходящие по закону синуса или косинуса. Подробно рассматриваются на примерах механических колебаний.	Электромагнитный процесс в электрической цепи, при котором мгновенные значения напряжений и токов повторяются через равные промежутки времени и являются синусоидальными или косинусоидальными функциями времени. Неоднократно подчеркивается значимость таких колебаний для целей передачи энергии и информации на расстояние. Развитие методов спектрального (гармонического) анализа связано с инвариантностью гармонического колебания относительно преобразований, осуществляемых линейными цепями.
Идеализированный элемент цепи	Элемент электрической цепи (на примере индуктивности и емкости), не обладающий активным сопротивлением. Данное понятие используется при рассмотрении процессов в колебательном контуре; его содержание раскрывается недостаточно, что порождает проблемы при изучении радио-электроники.	Центральное понятие в радиоэлектронике, представляющее собою математическую модель реального физического элемента цепи. Служит основой для перехода при анализе цепей к эквивалентным схемам (схемам замещения).

1	2	3
Правила Кирхгофа	Используемые совместно с законом Ома соотношения, носящие вспомогательный характер и облегчающие расчет разветвленных электрических цепей постоянного тока.	Основные правила, лежащие (совместно с идеализированными элементами) в основе всех методов расчета электрических цепей постоянного и переменного тока и вытекающие из законов сохранения энергии и электрического заряда.
Колебательный контур	Замкнутая электрическая цепь, состоящая из конденсатора емкостью $C$ и катушки с индуктивностью $L$ , в которой могут возбуждаться собственные колебания с частотой $\omega$ , обусловленные «перекачкой» энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно. В реальных контурах всегда есть сопротивление потерь, которое обуславливает затухание колебаний. Подробное рассмотрение физических процессов в колебательном контуре происходит без подчеркивания роли колебательных систем в современной радиоэлектронике, радиоэлектронной аппаратуре.	Пассивная электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки индуктивности, соединенных последовательно или параллельно относительно генератора сигналов. Важнейший элемент подавляющего большинства радиотехнических устройств.

Методологические аспекты метода аналогий рассмотрены нами выше. Здесь остановимся на содержании электромеханической аналогии, наиболее часто используемой при рассмотрении процессов в электрических цепях.

Ее существование можно рассматривать как следствие законов сохранения. В электрической цепи запасание энергии в двух формах – энергии электрического поля и поля магнитного, необратимые потери энергии учитываются введением двухполюсных идеализированных элементов: емкости, индуктивности и активного сопротивления. Схема электрической цепи любой сложности может быть представлена совокупностью различным образом соединенных идеализированных пассивных и активных элементов, которые можно рассматривать в качестве инвариантов (очевидно и то, что и произвольной формы воздействие на цепь может быть представлено совокупностью элементарных, в частности, гармонических воздействий). В механических

системах также имеет место запасание энергии в двух формах – потенциальной и кинетической и необратимые потери на трение. Это позволяет ввести соответствующие идеализированные механические элементы: упругий элемент (пружина с жесткостью  $k$ ), инерционный элемент (тело массой  $m$ ) и механическое сопротивление (коэффициент трения  $R$ , приводящий к возникновению силы трения, пропорциональной скорости). На рис. 8 изображено последовательное (рис. 8, а) и параллельное (рис. 8, б) соединение идеализированных элементов электрической цепи и приведены дифференциальные уравнения, описывающие процессы в изображенных цепях. Механическая система и соответствующее ей дифференциальное уравнение приведены на рис. 9.

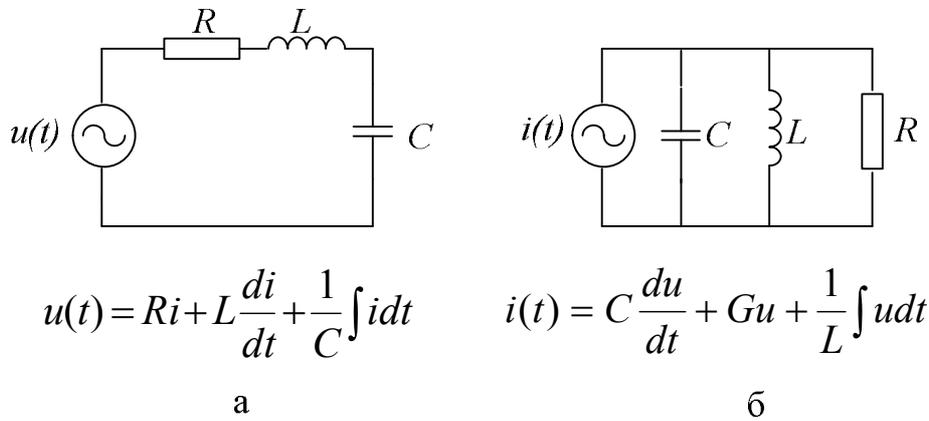


Рис. 8. Электрическая цепь при последовательном и параллельном соединении элементов

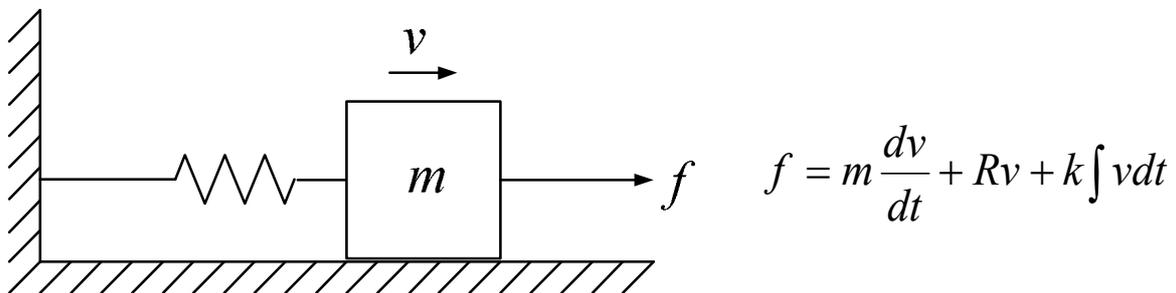


Рис. 9. Пример механической системы

*Электромеханические аналогии*

Механическая система	Электрическая система	
	Последовательная цепь	Параллельная цепь
Сила $f$	Напряжение $u$	Ток $i$
Скорость $v$	Ток $i$	Напряжение $u$
Перемещение $\Delta x$	Заряд $q$	Потокоцепление $\Psi$
Масса $m$	Индуктивность $L$	Емкость $C$
Трение $R$	Сопротивление $R$	Проводимость $G$
1/Жесткость $1/k$	Емкость $C$	Индуктивность $L$

Можно убедиться в том, что форма дифференциальных уравнений для электрической цепи и механической системы *инварианта* при переходе от одной к другой (с учетом принятых условных обозначений). В результате возможны два вида электромеханических аналогий, в зависимости от того, с какой схемой – последовательной или параллельной, сравнивается механическая система. Оба вида аналогий приведены в табл. 8. Такого рода аналогии могут носить не только электромеханический характер, но и электроакустический, электротермодинамический, электрогидравлический и др.\*

Методологическая ценность и значимость такого рода аналогий возрастает при переходе от одного этапа подготовки к другому. По мере углубления профессиональной подготовки, увеличения числа специальных учебных дисциплин, может произойти определенная *потеря целостности* научного знания. В сознании обучаемых процессы дифференциации научного знания могут возобладать над процессами его интеграции.

Выше отмечалось, что одним из наиболее действенных способов избежать этого является опора учебного процесса на основные положения концепции единства картины мира, формирующей взгляд на мир как на единое целое. Метод аналогий является одним из конкретных средств решения методологических задач обучения, связанных с формированием научного, системного стиля мышления. Это, в свою очередь, потребует пересмотра места данного метода в учебном процессе. Как отмечалось, зачастую преподаватели специальных дисциплин прибегают к данному методу как к средству, позволяющему не отвлекаться на частности. Методологический потенциал его остается практически нереализованным.

\* Современные проблемы высшего образования // Дальневост. гос.техн.ун-т, 1996. – 189 с.

Целенаправленное использование аналогий в учебном процессе приводит к осознанию обучаемыми того факта, что существует внутренняя связь между внешне различными явлениями и процессами, позволяет перейти от *конкретно-научного и общенаучного уровней обобщения к уровню философских обобщений*. Происходит усвоение того обстоятельства, что все частные явления и процессы, рассматриваемые в различных науках – суть частные грани единого материального мира.

Предлагаемый нами подход к освещению тех или иных вопросов курса физики (сопоставительный анализ содержания ряда вопросов, например, в пособиях [118] и [107] проведен ниже) базируется на основе анализа тех затруднений, которые типичны для обучаемых, приступивших к изучению курса ТРЭЦиС. В частности, несмотря на то, что в курсе физики основное внимание должно уделяться физической сути рассматриваемых вопросов, зачастую обучаемые испытывают затруднения именно в этом. Усваивается математическая сторона при отставании умений выяснить собственно физическое содержание изучаемых явлений и процессов. В связи с этим мы отказались, например в пособии [107], от чрезмерного использования математического аппарата. Большинство предлагаемых нами задач, примеров, упражнений связано с теми или иными графическими построениями, анализом графиков, диаграмм и т. п. Такой подход позволяет устранить пробелы в таких вопросах, как, например, знание параметров гармонических колебаний, умения отображать их различными способами; умение складывать (графически) гармонические колебания, анализировать их фазовые соотношения и др.

Немаловажным фактором, затрудняющим усвоение содержания общеинженерных и специальных курсов, являются *пробелы в общеобразовательной подготовке* (отсутствуют навыки работы с тригонометрическими функциями угла; имеет место незнание элементов греческого, латинского алфавитов, используемых, например, в радиоэлектронике; обучаемые испытывают заметные затруднения при работе с различными математическими таблицами, справочниками и др.), что обусловило введение в пособия справочного материала, позволяющего обучаемым самостоятельно работать над устранением многих из указанных пробелов.

Опыт использования этого и других подобных пособий, изданных в 90-е годы, анализ существующих подходов к проблеме ВПС, МПС позволяет говорить об эффективности реализации предметных связей через действия и виды деятельности\*. Такие ВПС, МПС означают целенаправленное формирование действий и видов профессиональной деятельности будущего специалиста.

---

\* Анофрикова С.В., Бобкова М.А. Через действия и виды деятельности // Вест. высш. шк. – 1981. – № 3. – С. 25...26.

Элементы будущей деятельности специалиста – по эксплуатации радиоэлектронной техники, определению и устранению неисправностей в ней, определению наиболее оптимальных режимов ее эксплуатации и др. начинают отрабатываться с первых курсов.

На начальном этапе обучения этот процесс носит в основном теоретический характер, при котором происходит постепенное включение обучаемых в решение на занятиях по физике и высшей математике профессионально значимых задач. В дальнейшем перерастание общенаучной подготовки в специальную может приобретать практический характер, например, в виде создания разнообразных макетов, лабораторных установок, например [113, 115] и созданных гораздо позднее уже в 90-е годы, рекомендуемых подходов к изучению ряда вопросов (табл. 9).

Другая задача, возникающая при реализации ВПС, МПС путем включения *элементов специализации* на младших курсах, – это определение *оптимального объема* таких связей.

Если говорить о связях между физикой и радиоэлектроникой, физикой и другими инженерными и специальными дисциплинами, то такие связи можно реализовывать в весьма широких пределах. Возникает вопрос о том, всегда ли это целесообразно, даже если имеются такие возможности.

Как отмечалось выше, проблема оптимизации объема ВПС, МПС может быть представлена как количественной, так и качественной стороной [138].

В первом случае определяется оптимальное число элементов знаний и умений, привлекаемых из других учебных дисциплин в данную. Чрезмерное увлечение вопросами, например, МПС может привести к перегруженности, например, общенаучных дисциплин различными фактами и примерами из других дисциплин, которые начинают играть роль отвлекающего фактора.

Во втором случае определяется, какие именно знания и умения по степени их значимости целесообразно привлечь из других дисциплин. Решение данного вопроса в первую очередь будет зависеть от профиля подготовки будущего специалиста. В целом, как отмечают ученые, проблема определения оптимального объема ВПС, МПС еще не решена.

Концепция инвариантности в межпредметных связях позволяет предложить один из подходов к решению данной проблемы. Количественная сторона вопроса может находить свое разрешение в обосновании положения о том, что в ВПС, МПС должны быть представлены основные черты концепции единства научного знания. Некоторые из них получили свое воплощение во введенном пентабазисе СПВЭИ. В этом случае *количественная* сторона предметных связей ограничена выделением пространственных, временных, энергетических и информационных характе-

ристик рассматриваемых по отношению к объектам изучения различных дисциплин. *Качественная* сторона, связанная с определением первоочередных по своей значимости знаний и умений, определяется выявлением с помощью пентабазиса СПВЭИ инвариантных слагаемых, рассматриваемых, например, в качестве элементов специализации.

### **3.3. Методические аспекты реализации внутрипредметных, межпредметных связей радиоэлектроники и высшей математики на инвариантной основе**

Задачи, решаемые в современной радиоэлектронике, столь сложны и разнообразны, что в настоящее время нет, пожалуй, ни одного сколь-нибудь значимого раздела математики, который не нашел бы применения в радиоэлектронике. Анализ деятельности радиоинженера с точки зрения используемых им методов математики показал, что ему приходится иметь дело, например, со следующими основными разделами математической науки [23]:

- дифференциальное и интегральное исчисление;
- аналитическая геометрия;
- начала векторного анализа;
- основы теории функций комплексного переменного;
- линейные дифференциальные уравнения;
- кратные интегралы;
- ряды и интегралы Фурье;
- простейшие уравнения в частных производных;
- основы матричного исчисления;
- интегральные уравнения;
- вариационное исчисление;
- основы функционального анализа;
- математические методы исследования линейных уравнений с изменяющимися коэффициентами;
- теория вероятностей;
- теория игр и теория статистических решений;
- теория информации;
- теория статистической аппроксимации;
- линейное программирование;
- принцип максимума Понтрягина;
- динамическое программирование;
- теория массового обслуживания;
- теория графов;
- математическое моделирование.

Таблица 9

*Вытекающие из концепции инвариантности методические рекомендации по изучению раздела «Колебания и волны» курса физики*

Содержание раздела	Рекомендации по изучению
1	2
Колебательный процесс. Виды колебаний. Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.	Использование электромеханических аналогий. Подчеркивание важности изучения колебательных процессов для будущих радиоинженеров. Рассмотрение примеров и задач (например, из соответствующих глав пособий [107], [110]).
Собственные гармонические и электрические колебания. Маятники. Электрический колебательный контур.	Использование электромеханических аналогий, Подготовка реферата «Колебательные контуры и их применение в аппаратуре связи». Показ структурных или функциональных схем радиоприемных устройств. Рассмотрение примеров и задач (например из соответствующих глав пособий [107, 108, 110]).
Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимноперпендикулярных колебаний.	Подчеркивание важности для анализа сложных сигналов их представления как суммы гармоник. Демонстрация работы электронного анализатора спектра. Показ фигур Лиссажу. Рассмотрение примеров и задач из главы «гармонические колебания» пособия [107]. Выполнение задания по графическому сложению двух гармонических колебаний одного направления.
Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (механических и электрических) и его решение. Логарифмический декремент затухания. Аперiodический процесс.	Рассмотрение понятия идеализированного элемента. Использование электромеханических аналогий. Рассмотрение примеров и задач из глав «Гармонические колебания» и «Колебательный контур» пособия [107]. Формирование понятия добротности контура; приведение значений добротности контуров, используемых в аппаратуре связи.

<p>Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных (механических и электрических) колебаний и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний.</p>	<p>Использование понятия идеализированного элемента. Подчеркивание важности незатухающих колебаний в радиоэлектронике. Рассмотрение вынужденных колебаний в последовательном и параллельном контурах. Использование векторных диаграмм и правил Кирхгофа для цепей переменного тока. Рассмотрение примеров и задач из глав «Колебательный контур» и «Правила Кирхгофа» пособия [107].</p>
<p>Резонанс. Добротность. Использование резонанса в технике. Закон Ома для цепей переменного тока.</p>	<p>Рассмотрение резонанса токов и резонанса напряжений. Анализ векторных диаграмм при резонансе. Рассмотрение примеров и задач из глав «Колебательный контур», «Правила Кирхгофа» пособия [107] Демонстрация схем резонансных усилителей. Подготовка реферата «Использование резонанса в радиоэлектронике».</p>

«Обратная проекция» деятельности, например, радиоинженера на курс высшей математики позволяет выявить ряд существенных пробелов в математической подготовке выпускников вуза.

Содержание курса высшей математики ограничено в основном традиционными рамками дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики [136]. Другие профессионально значимые разделы курса высшей математики зачастую не получают своего систематизированного освещения, что затрудняет усвоение учебных дисциплин по специальности.

В связи с тем, что анализ и решение проблемы, связанной с изменением содержания математической подготовки обучаемых, выходит за рамки данной работы, эта проблема здесь не рассматривается. В то же время, если наделить приведенные выше разделы математики весовыми коэффициентами по степени их значимости, то можно поставить вопрос о *необходимом и достаточном* в математической подготовке радиоинженера.

По аналогии с физикой, в которой в «свернутом» состоянии содержатся все технические дисциплины, в курсе ТРЭЦиС в таком же «свернутом» состоянии отражены практически все основные задачи, решаемые современной радиоэлектроникой и рассматриваемые в специальных дисциплинах радиотехнического профиля.

По аналогии можно предположить, что и математический аппарат, требуемый для усвоения специальных дисциплин, также в «свернутом» виде представлен в этом же курсе. При этом можно считать, что математическое знание связано с этими дисциплинами опосредованно, через содержание, например, фундаментальной общеинженерной дисциплины ТРЭЦиС. Математический аппарат курса ТРЭЦиС можно рассматривать в качестве минимально необходимого для перехода к специальным дисциплинам.

Как известно, можно выделить две основные задачи радиоэлектроники: задачу анализа и задачу синтеза. Для решения первой используются математические методы анализа детерминированных и случайных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях и системах. Во втором случае используются математические методы синтеза радиоэлектронных систем. К сожалению, математическим методам синтеза уделяется в курсе высшей математики, на наш взгляд, недостаточное внимание. Соответствующий математический аппарат приходится «растворять» в содержании специальных курсов, что не всегда оправдано с точки зрения методики преподавания. Содержание курса высшей математики в большей степени подготавливает обучаемых к решению задач анализа, на это же ориентировано содержание курса ТРЭЦиС.

В результате, если вернуться к вопросу о необходимом и достаточном в математической подготовке обучаемых, можно считать, что объем необходимых математических знаний может быть определен на основе того математического аппарата, который лежит в основе изучения, например, курса ТРЭЦиС.

В то же время, как нами было показано выше, содержание курса ТРЭЦиС может быть представлено с помощью совокупности основных структурных единиц этого курса, к которым относятся выделенные нами *инварианты*: гармоническое колебание, идеализированные элементы цепи, правила Кирхгофа. Следовательно, в этом случае проблема межпредметных связей курсов ТРЭЦиС и высшей математики на основе концепции инвариантности может быть представлена как *проблема углубления математической подготовки* по тем разделам курса высшей математики, которые непосредственно связаны с выделенными инвариантами ТРЭЦиС.

При этом утилизация изучаемых в высшей математике вопросов под углом зрения радиоэлектроники порождает ряд дополнительных проблем.

Среди них одна из основных – *задача согласования языковых средств* математики и радиоэлектроники. Данная задача в ходе установления межпредметных связей физики и радиоэлектроники вставала не столь остро, поскольку в основе языковых средств специальных дисциплин лежит язык физики.

Следствием языковой несогласованности при переходе от решения математических задач к решению задач по специальности является то, что специальная задача «не узнается» обучаемыми.

Они оказываются, как отмечалось выше, не в состоянии увидеть за специальными обозначениями сущность математического содержания. В результате, при наличии необходимых знаний, умений и навыков для решения подобных задач, эти задачи остаются «неузнанными» и не решенными.

Поэтому смысл включения элементов специализации в курс высшей математики мы усматриваем в этом случае в привитии обучаемым навыков работы не только с математической, но и специальной символикой и терминологией. На это нацелено пособие [114] и другие, содержащие различные «переводные» таблицы с языка математики на язык радиоэлектроники. Для примера в табл. 10 представлена одна из таких таблиц.

Содержание каждой из таблиц раскрывается затем на конкретных примерах и задачах, представляющих собою задачи по специальности, адаптированные таким образом, что в них, при сохранении языка радиоэлектроники, основное внимание уделяется отработке требуемых математических навыков.

Опыт преподавания курса ТРЭЦиС показал, что зачастую пробелы в математической подготовке обучающихся уходят корнями в курс математики *средней школы*.

Усвоение содержания выделенных нами инвариантов ТРЭЦиС требует свободного оперирования комплексными числами, наличия навыков по их различному представлению (алгебраическому, показательному, тригонометрическому), переходу от одной формы записи комплексного числа к другому и т. п. Этим вопросам в курсе высшей математики уделяется, на наш взгляд, недостаточное внимание, что потребовало введения, в частности, в пособие [114] соответствующих разделов.

Таблица 10

## Связь математического языка со специальной терминологией

Символ	Содержание символа		
	В математике	В радиоэлектронике	Единица
$\dot{A}$	Комплексное число	Комплексная амплитуда напряжения $\dot{U}_m$ Комплексная амплитуда тока $\dot{I}_m$ Комплексное сопротивление $Z = \dot{U}_m / \dot{I}_m = r + jx = z^{j\varphi}$ , $\varphi = \alpha$ ; $z = A$	
a	Действительная часть комплексного числа $\dot{A}$ $a = A \cos \alpha = \operatorname{Re}  \dot{A} $	Активная составляющая – напряжения ( $U_m \cos \alpha$ ) - тока ( $I_m \cos \alpha$ ) - сопротивления ( $r$ )	Вольт (В) Ампер (А) Ом (Ом)
b	Мнимая часть комплексного числа $\dot{A}$ $b = A \sin \alpha = \operatorname{Im}  \dot{A} $	Реактивная составляющая - напряжения ( $U_m \sin \alpha$ ) - тока ( $I_m \sin \alpha$ ) - сопротивления ( $x$ )	Вольт (В) Ампер (А) Ом (Ом)
$i = \sqrt{-1} = e^{i\pi/2}$	Мнимая единица или оператор вращения (поворота) на угол $\pi/2 = 90^\circ$	В связи с тем, что в радиоэлектронике символ $i$ используется для обозначения мгновенного значения силы тока, он может быть заменен на символ $j$ .	
$A =  \dot{A} $	Модуль комплексного числа $\dot{A}$ $A = \sqrt{a^2 + b^2}$	Амплитуда напряжения $U_m =  \dot{U}_m $ Амплитуда тока $I_m =  \dot{I}_m $ Полное входное сопротивление $z =  Z  = \sqrt{r^2 + x^2}$ или амплитудно-частотная характеристика цепи (АЧХ)	Вольт (В) Ампер (А) Ом (Ом)
$\alpha = \operatorname{arctg} b/a$	Аргумент комплексного числа	Начальная фаза напряжения $u(t) \psi_u$ ; начальная фаза тока $i(t) \psi_i$ Угол фазового сдвига между напряжением и током $\varphi = \psi_u - \psi_i$ ; $\varphi = \operatorname{arctg} x/r$ - Фазочастотная характеристика цепи (ФЧХ)	Градус или радиан

Достаточно типичными являются затруднения обучаемых при работе в общеинженерных и специальных дисциплинах с натуральными и десятичными логарифмами. Они широко используются при определе-

нии коэффициентов затухания четырехполюсников (неперы и децибелы), при построении частотных характеристик радиоэлектронной аппаратуры в логарифмическом масштабе и других случаях. Это также потребовало введения, в частности, в пособие [114] соответствующих упражнений и задач, направленных на устранение пробелов в этой области.

В целом содержание пособий, в частности, по ВПС, МПС может быть представлено, как показал опыт их использования в течение более чем пятнадцати лет, по количеству выделенных инвариантов основными блоками или разделами (например, пособие [114] : «Комплексные числа и натуральные логарифмы», «Линейные дифференциальные уравнения», «Ряды Фурье»).

Материал каждого раздела подобных пособий может быть расположен следующим образом:

- обоснование возникновения задач на данную тему;
- основные теоретические положения и соотношения, связь математического аппарата (и/или физического языка) со специальной терминологией;
- непосредственно задачи и упражнения на тему (в основном с решениями, методическими рекомендациями);
- ответы на заданные задачи;
- приложения в виде справочного материала.

В таких пособиях органически объединен материал учебника, заданий и методических указаний с подробными пояснениями. Данные пособия являются попыткой согласования ряда основных положений курсов физики, высшей математики с соответствующими разделами, в частности, курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов, охватывающих объем необходимых сведений для усвоения содержания этого курса, в первую очередь – инвариантов.

#### **3.4. К вопросу о пространственных представлениях в структуре профессиональной деятельности**

*И отчего же в общем хоре  
Душа не то поет, что море,  
И роищет мыслящий тростник?*

*Ф. Тютчев*

В ходе экспериментальной проверки эффективности концепции инвариантности в предметных связях нами решался ряд дополнительных задач, также связанных с привнесением в учебный процесс *элементов будущей профессиональной деятельности.*

В частности, специфика нашего вуза (высшего военно-морского) такова, что в деятельности его выпускников заметное место занимает психологическая слагаемая. Перед специалистом встают проблемы обеспечения психологической сплоченности коллектива (экипажа), психологической совместимости, учета индивидуально-психологических особенностей его членов и т. п.

Формирование необходимых психологических компонентов будущей профессиональной деятельности является составной частью обучения, на это отводится время в учебных программах по всем предметам. Здесь также существенно использование концепции инвариантности.

Как отмечалось, концепция научного знания строится, в основном, на материале естественных наук, при отставании в разработке социальной слагаемой наших знаний о мире. В то же время неразработанность методологических аспектов социального познания не означает факта отсутствия каких-либо *социально-психологических инвариантов*. Их существование обосновывается в ряде исследований [4, 24].

В работе над основными положениями концепции инвариантности нами была предпринята попытка переноса ряда положений этой концепции на содержание профессиональной деятельности выпускника вуза. Были *выявлены инвариантные компоненты*, требующие своего учета на этапе профессионального психологического отбора кандидатов на обучение в вузе.

В целом отметим, что обращение педагогов высшей и средней школы к рекомендациям практической психологии, социологии, психодиагностики вполне естественно и оправдано. В то же время работа в этой области применительно к условиям вузовского обучения только разворачивается, причем для решения ряда проблем в этой области требуются *совместные* усилия многих специалистов, поскольку эти проблемы выходят за рамки дидактики.

В частности, профессиональная деятельность военного инженера-офицера представляет собой многоуровневую систему, в которой он выступает, как минимум, в четырех ролях: как организатор и участник боевых действий, как специалист-инженер по эксплуатации военной техники и оружия, как оператор системы «человек-военная техника», как командир по управлению воинским коллективом.

Успешность выполнения деятельности определяется комплексом *профессионально важных качеств личности* (ПВКЛ) офицера военно-морского флота, в состав которых входит группа психологических качеств. Основной особенностью психологических качеств личности является сложный, гетерохронный характер их развития и изменения в онтогенезе.

Одни из них достигают максимума в своем развитии к моменту поступления в высшее военно-морское училище (ВВМУ), другие интенсивно развиваются в процессе обучения, третьи регрессируют и т. п. Это значительно усложняет задачу определения степени профессиональной пригодности кандидатов, поскольку получаемый одномоментный срез интересующих характеристик не отражает индивидуальной динамики их последующих изменений. В связи с этим особого внимания заслуживают те психологические ПБКЛ, которые значимы во всех выделенных видах деятельности и формируются к моменту поступления в ВВМУ.

Психологическая сущность военной деятельности наиболее полно рассмотрена Борисом Михайловичем Тепловым. Подвергая психологическому анализу деятельность различных военачальников, он наибольшее внимание уделяет таким качествам их личностей, как гибкость мышления, невербальный интеллект и способность к интуитивному решению стоящих задач.

Интуиции, как наиболее важному ПБКЛ военачальника, уделяется особое внимание. Исследование этого качества личности показало, что «психологическая природа интуиции...теснейшим образом связана с высоким развитием пространственных представлений и пространственного мышления»<sup>\*</sup>.

Наличие высокоразвитой способности к пространственным представлениям можно рассматривать в качестве фундамента для развития большинства остальных психологических ПБКЛ военачальника.

Инженерно-техническая деятельность офицера имеет много общего с деятельностью любого специалиста инженерно-технического профиля. Обычно успешную деятельность в этой области связывают с наличием технических способностей, в которых выделяют два независимых фактора: *пространственные представления* и *техническое понимание*. Следовательно, способность к пространственным представлениям и в этом случае является одним из залогов успешной деятельности.

Деятельность в качестве оператора в военно-технических системах имеет ряд особенностей. В ней принято выделять два этапа: получение информации и ее реализация. На первом этапе происходит восприятие оператором *информационной модели*, формируемой различными средствами отображения информации. На втором этапе осуществляется декодирование воспринимаемых сигналов и формирование на их основе некоторой «умственной картинки» – так называемой *концептуальной модели*.

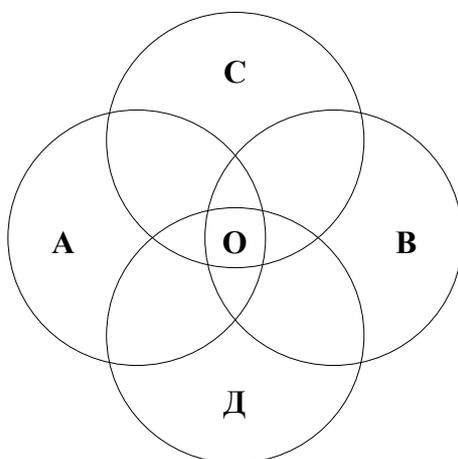
---

<sup>\*</sup> Теплов Б. М. Ум полководца. – В кн.: Избранные труды. – М.: Педагогика, 1985, т. 1, С. 295.

Успешность деятельности оператора во многом определяется степенью развития у него оперативного мышления, одной из специфических особенностей которого является его наглядно-образный характер, что вновь предполагает соответствующий уровень развития пространственных представлений.

Очевидно то, что деятельность по управлению воинским коллективом достаточно сложна и многогранна. Естественно, здесь не ставится задача ее всестороннего анализа. Однако в контексте рассматриваемых вопросов следует отметить, что в инженерной психологии руководители различных уровней, принимающие ответственные решения в человеко-машинных комплексах, в качестве которого можно рассматривать корабль, относятся к типу операторов-руководителей. Поэтому и их деятельности оперирование пространственными представлениями играет заметную роль. В целом вопрос о ПВКЛ руководителя еще не получил в психологической науке однозначного разрешения.

Если представить рассмотренные психологические ПВКЛ в виде четырех множеств А, В, С, D, то образуется общая для их всех область пересечения О, смысл которой в наличии среди ПВКЛ таких, которые сохраняют свою *инвариантность* во всех выделенных видах деятельности:



К такого рода психологическим профессионально важным качествам личности относятся пространственные представления и связанный с ними практический (невербальный) интеллект.

Проведенные исследования показали, что пространственные представления достигают максимума в своем развитии к моменту поступления в вуз и в процессе обучения практически не изменяются.

Считается, что это качество в значительной степени определяется природными свойствами индивида, в отличие от других умственных способностей, имеющих заметно социогенный характер\*

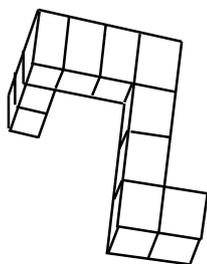
Данное обстоятельство недостаточно учитывается при отборе кандидатов для обучения, например, в высшем военно-морском училище. Процедура отбора в большей степени ориентирована на оценку особенностей внимания, памяти, мышления кандидатов [61]. Не отрицая значимости получаемых результатов, отметим, что они носят относительный характер.

В частности, показатели объема внимания заметным образом снижаются в промежутке от 18 до 21 года, что необходимо учитывать при планировании объемов учебной информации. Память достаточно хорошо тренируема и развиваема. Что касается оценки особенностей мышления, в первую очередь – логического, то получаемые результаты в большей степени валидны относительно критериев профессионального обучения, чем профессиональной успешности [65].

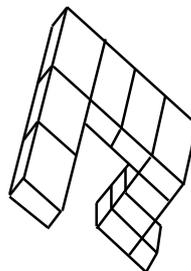
Кроме этого, методики, используемые для оценки логического мышления, как правило, связаны с оперированием вербальным материалом, в то время как более желательна оценка невербального интеллекта. Существуют пригодные для этих целей методики, связанные с невербальной формой ответа и оперированием пространственными образами, например, прогрессивные матрицы Равена.

Достаточно велик диапазон методик, предназначенных для оценки пространственных представлений. Ниже приведен фрагмент одной из них (регистрируется время, затрачиваемое на решение), требуется определить, переходит ли при вращении фигура 1 в фигуру 2:

Фигура 1



Фигура 2



---

\* Вопросы практической психодиагностики и консультирования в вузе. – Л.: ЛГУ, 1984

Таким образом, системный анализ (*на инвариантной основе*) профессиональной деятельности военного инженера-офицера военно-морского флота позволяет утверждать, что в структуре этой деятельности заметное место принадлежит пространственным представлениям.

Данное обстоятельство позволяет использовать определяемый на этапе отбора кандидатов в военный вуз уровень развития этих представлений в качестве одного из основных *критериев* профессиональной пригодности.

### **3.5. К вопросу о гуманитаризации образования с позиции предметных связей на инвариантной основе**

*Все во мне, и я во всем!*

*Ф. Тютчев*

Выше было показано, что концепция инвариантности может выступать как объективная основа формирования содержательной стороны обучения, *фундаментализации образования*. Вопросы *фундаментализации* образования неразрывно связаны, на наш взгляд, с вопросами *гуманитаризации* образования. Не случайно, как уже не один раз говорилось в этой работе, в основах обновления государственного образовательного стандарта, вводимого еще в конце девяностых годов прошлого столетия и в начале этого, наряду с положением обеспечения преемственности содержания фундаментальной подготовки звучит требование к профессионально и социально значимым *личностным качествам* студентов-выпускников вузов. Следовательно, в современных условиях гуманитаризация образования является одной из актуальнейших проблем и высшей, и средней школы.

В процессе обучения будущий специалист должен быть готовым осваивать не только профессиональные знания, но и широкий комплекс духовных и культурных ценностей. Без этих ценностей, без многомерного духовного мира невозможно формирование мировоззрения, идеалов и убеждений, представлений о единстве картины мира.

Решение проблемы гуманитаризации может осуществляться различными путями. Один из них – включение в учебные планы занятий по эстетике, истории культуры, литературе и т. п. Другой путь – перестройка самой этики образования по принципу «*ad hominem*» – к человеку, когда «естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание, это будет одна наука»\*.

---

\* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 42, с. 124

Второй путь представляется нам более перспективным, хотя он является более сложным и будет требовать от преподавателей высшей и средней школы перестройки своей деятельности, выхода за рамки своей дисциплины, показа ее взаимосвязи с другими дисциплинами, с миром культуры, литературы, искусства, общечеловеческими этическими и нравственными ценностями.

Наш опыт показал, что при этом не обязательно ограничивать свою деятельность рамками учебных занятий, реализуя предметные связи общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин. Большую роль начинают играть, в частности, внеаудиторные формы общения с обучаемыми, например, беседы, консультации, индивидуальная работа. Основные трудности, возникающие здесь, – показ междисциплинарных взаимосвязей преподавателями физики, смежных с нею технических дисциплин.

Одно из возможных направлений преодоления трудностей в этой области – анализ будущей профессиональной деятельности выпускника вуза и вычленение в ней тех компонентов, которые сохраняют свою *инвариантность* при выходе за ее пределы.

Это позволяет находить проявление данных инвариантов, например, в области *изобразительного искусства*.

В частности, основным средством отражения и познания действительности является зрительный аппарат человека. Исследование проблемы зрительного восприятия позволяет решать ряд практических вопросов, возникающих в профессиональной деятельности специалистов различного профиля. Это разработка и конструирование средств отображения информации, решение задач маскировки на местности, управление летательными и космическими аппаратами, расшифровка аэрофотоснимков и снимков с земли из космоса и многое другое.

Данное обстоятельство позволяет вести с обучаемыми разговор об *особенностях зрительного восприятия*, которые необходимо учитывать в своей деятельности. Обычно при этом используют различный наглядно-иллюстративный материал: рисунки типа «фигура-фон», «ваза и профили», примеры различных зрительных иллюзий. Во многих случаях используемый материал известен обучаемым по публикациям в популярной литературе и его демонстрация не производит ожидаемого эффекта.

В подобных случаях разумнее использовать *нетрадиционный* материал, увязывая частные проблемы профессиональной деятельности с проблемами художественного творчества. Например, многие художники сознательно используют в своем творчестве свойства зрительного восприятия. На картине В. ван Гога «После дождя. Пейзаж в Овере» изо-

бражение лошади, тянущей повозку, на самом деле есть набор нескольких пятен краски. Однако вследствие целостности восприятия эти пятна воспринимаются как завершенное изображение.

Всевозможные зрительные иллюзии широко используются в творчестве С. Дали. В «Рынке рабов с появлением невидимого бюста Вольтера» человеческие фигуры в центре картины внезапно для воспринимающего складываются в портретное изображение писателя. Картина «Явление лица и вазы с фруктами на пляже» является своеобразным аналогом рисунков типа «фигура-фон», «ваза и профили». Изображенный на картине пейзаж превращается в фигуру собаки, затем из того и другого как бы «проявляется» натюрморт с вазой на столе, и, наконец, ваза и три человеческие фигуры объединяются в подобие лица\*.

Подобные примеры стимулируют обучаемых к самостоятельному поиску аналогичных примеров в творчестве других художников, усиливают интерес к изобразительному искусству.

Произведения искусства можно использовать при рассмотрении последних исследований в области зрительного восприятия. В частности, соответствующий подбор иллюстративного материала позволяет обучаемым самостоятельно прийти к выводу, что характерной особенностью живописи средневековья является преобладание в ней обратной перспективы (например, «Троица» А. Рублева). До недавнего времени считалось, что обратная перспектива, особенно в интерьерной живописи и русской иконописи, не более чем искусственный художественный прием, не имеющий ничего общего с реальным восприятием пространства. Однако не так давно было установлено, что близкое пространство человек воспринимает по правилам геометрии Лобачевского, а не Евклида, что соответствует восприятию пространства на расстоянии до 5 м в обратной перспективе\*\*.

Другой вопрос, который может быть поставлен перед обучаемыми – самостоятельно проанализировать картины мирового искусства, объединенные темой «Мать и дитя» и объяснить, почему на большинстве из них женщина держит ребенка на левой руке.

Ответ на данный вопрос требует выхода за рамки изобразительного искусства, обращения к вопросам психологии и, в конечном итоге, может позволить избежать ошибок в воспитании собственных детей.

Творчество ряда художников позволяет проследить истоки ряда других проблем, которые впоследствии стали объектом пристального внимания наук о человеке. В частности, У. Хогарт, выдающийся

---

\* Цветные репродукции см.: Крючкова В.А. Антиискусство. Теория и практика авангардистских течений. – М.: Изобразит. искусство. 1985. – 303 с.

\*\* Раушенбах Б. В. Некоторые психологические аспекты космонавтики и эстетики // Психологический журнал. 1986. т. 7. № 1

английский художник XVII века, в своем трактате «Анализ красоты»<sup>\*</sup> пытается определить, что делает многие произведения искусства столь прекрасными.

Проблема красоты и привлекательности может быть поставлена перед обучаемыми. Анализируя произведения художников, они, как правило, вслед за Хогартом, приходят к правильному выводу.

Секрет красоты и привлекательности таких произведений кроется в интуитивном учете художниками особенностей зрительного восприятия, в противовес фотографическому. Отступление, вследствие этого, от правил «научной» перспективы приводит к появлению в картинах Поленова, Репина, Сезанна и других художников тех или иных искажений: искривлений прямых линий, деформации изображений по вертикали или горизонтали, нарушении пропорций тела и многих других.

При этом, на наш взгляд, следует иметь в виду, что одним из факторов гуманитаризации образования является привнесение в технические и естественнонаучные дисциплины *понятия красоты*.

Данное понятие все чаще встречается в научной лексике, когда говорят о *красивых* уравнениях, о *красивом* техническом решении и т. п. В ряде случаев красота начинает выступать в качестве одного из критериев правильности решения задачи или завершенности какой-либо технической идеи [32].

Данный факт подтверждается, например, историей развития боевой техники и оружия. Чем более они совершенны, тем более красивы. Возможно, здесь действуют не до конца понятые законы восприятия, но многовековая история науки и техники, как правило, подтверждает факт – красиво все, что совершенно.

Аналогичным образом понятие красоты может быть привнесено в изучение теоретических курсов, связанных с оперированием формально-математическим аппаратом. В этом случае, как правило, аналогом красоты выступает *понятие простоты*.

Данное понятие имеет для естествознания фундаментальное значение, что нашло свое отражение во введении в физику в качестве одного из методологических принципов *принципа простоты*. Все фундаментальные уравнения физики обладают чрезвычайно простой математической формой, что позволяет говорить о них как о красивых уравнениях. *История науки показывает, что из двух конкурирующих научных теорий, как правило, побеждает более простая.*

Например, видимое движение планет находило свое объяснение как в геоцентрической системе Птолемея, так и в гелиоцентрической системе

---

<sup>\*</sup>Хогарт У. Анализ красоты. – Л.: Искусство, 1987. – 262 с.

Коперника. Но если в первом случае приходилось использовать сложнейшие математические расчеты, то вторая свелась к трем простейшим уравнениям Кеплера. Максвелл, пойдя по пути сознательного упрощения своей теории, введя в рассмотрение понятие поля, получил простейшие полевые уравнения, лежащие в фундаменте электродинамики.

Введение в ткань занятий подобных рассуждений и примеров, показ, там, где это уместно, связи науки и техники с искусством, показ обучаемым красоты решаемых задач, оценка решений в соответствии с девизом «*Simplex sigillum veri*» – простота – печать истины, способствует формированию у обучаемых не только формально-логической стороны интеллекта, но и чувственно-эмоциональной.

Естественно, что работа в данном направлении не ограничивается рамками искусства. Заметное место в деятельности все большего числа специалистов начинает занимать *психологическая компонента*.

При этом учеными обосновывается, как говорилось выше, существование *социально-психологических инвариантов* [24].

Нами была предпринята попытка учета в учебном процессе некоторых индивидуально-психологических особенностей обучаемых, в частности, особенностей их темперамента. Особенности темперамента человека – важное условие, с которым следует считаться при индивидуальном подходе к воспитанию, обучению и всестороннему развитию его способностей [39].

Для оценки особенностей темперамента нами использовался опросник Айзенка, допускающий групповой вариант использования и частичную самообработку результатов. Проводимая нами в этом направлении работа описана, в частности, в [105]. Получаемые данные рассматриваются как одна из важнейших форм *индивидуализации* обучения и средство повышения академической активности обучаемых.

Очевидно то, что эффективность деятельности специалиста зачастую начинает зависеть от уровня его *психологической культуры*: умения общаться, психологической наблюдательности, способности к эмпатии и др. Подготовка выпускника технического вуза к деятельности среди людей и с людьми – важнейшая задача гуманитаризации образования.

Работа в этом направлении может строиться на основе, например, достаточно простых приемов – обсуждения с обучаемыми просмотренных кинофильмов и спектаклей с целью определения психологических характеристик их героев. Большой интерес вызывает, в частности, определение таких характеристик у героев известных литературных произведений, что стимулирует интерес как к психологическим знаниям, так и к повышению своего общекультурного уровня.

Полагая *гуманизм* мировоззрением, основанным на признании блага человека как критерия оценки общественных отношений, следует признать *практически полное отсутствие гуманизма* сегодня. Поэтому высшего внимания достойны ценности, являющие собой не определенные виды знаний, а конкретные человеческие черты.

Трудность проблемы *гуманизации, гуманитаризации* образования, на наш взгляд, состоит не только в том, что она может отвергаться, считаться надуманной. Основную трудность мы видим в ожидании конкретных рекомендаций по принципу «делай так», чтобы обеспечить внедрение в учебный процесс недостающей компоненты образования.

Решение проблемы, на наш взгляд, – в необходимости перемен в системе образования, способствующих тому, чтобы гуманизм стал общественным, а не индивидуальным явлением:

*«... то, что совершают одиночки, говорит о мужественности и воле одного, но оценка свершения – показатель нравственности всех» (Г. Бочаров).*

Показанные выше приемы работы в этом направлении: использование *методологических принципов физики* (например принципа простоты, оценка решений под девизом «простота – печать истины»); привнесение в технические, естественнонаучные дисциплины *понятия красоты* (например красота как критерий завершенности технической идеи); анализ будущей профессиональной деятельности выпускника с целью вычленения в ней сохраняющих свою *инвариантность* компонентов при выходе за ее пределы (например находить проявление данных инвариантов в области изобразительного искусства); внедрение психологической компоненты – далеко не единственные.

Проблемы гуманизации, гуманитаризации носят *комплексный характер* и требуют для своего решения согласованных с позиций внутрипредметных и межпредметных связей усилий всех педагогов высшей и средней школы.

Результатом таких усилий будет гармоничное развитие личности будущего специалиста, в котором высокая профессиональная подготовка будет сочетаться с высоким культурно-нравственным уровнем.

### **Выводы по третьей главе**

1. Принцип инвариантности позволяет выделять инварианты содержания каждой учебной дисциплины и представлять весь изучаемый в них материал как проявление этих инвариантов. Существенной особенностью характеристик объекта описания, представленных, например, в пентабазисе СПВЭИ, является их *измеримость*.

2. При реализации внутри- и межпредметных связей физики и радиоэлектроники, радиоэлектроники и высшей математики выделяемые инварианты начинают выступать в качестве *элементов специализации*, включаемых в обучение на младших курсах. Данные инварианты представляют собой конкретнаучное проявление инвариантов физического знания.

3. Реализация предметных связей на основе концепции инвариантности, связанная с включением в обучение элементов специализации, является действенным средством возрастания уровня *мотивации* и интереса к учебе, *активизации* познавательной активности обучаемых. Показываемая на инвариантной основе связь между внешне различными явлениями и процессами, изучаемыми в различных учебных дисциплинах, стимулирует обучаемых к *самостоятельному* поиску и выявлению инвариантных слагаемых материального мира.

4. Взаимосвязь общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин позволяет объединить их в единый учебно-методический комплекс, пронизанный единой методологией представления учебного материала и *инвариантными алгоритмами* их преподавания, что способствует реализации программы интегрального воздействия на обучаемых со стороны различных кафедр.

5. Установление на инвариантной основе внутри- и междисциплинарных связей, прямых и обратных, позволяет сделать учебный процесс более управляемым за счет возникновения в нем *контура обратной связи*, происходит управление системой знаний обучаемых с позиций профессиональной подготовки.

6. Появляющаяся на основе концепции инвариантности возможность методологически единообразно представлять содержание различных учебных дисциплин способствует повышению уровня *методологической подготовки* будущих специалистов, позволяет формировать научный, системный стиль их мышления.

7. Опора концепции инвариантности на основные положения научного знания позволяет формировать *мировоззрение* обучаемых на конкретных примерах использования научных положений и законов для систематизации и классификации содержания конкретных наук, решать вопросы гуманизации, гуманитаризации образования. Результатом таких усилий, на наш взгляд, и будет гармоническое развитие личности обучаемого, в котором высокая профессиональная подготовка будет сочетаться с высоким культурно-нравственным уровнем.

## ГЛАВА 4

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ И МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ

### 4.1. Содержание, организационные и дидактические принципы проведения педагогического эксперимента

Основные положения концепции инвариантности используются нами в учебном процессе с 1983 года. Конкретным воплощением этой концепции стали, в частности, первые учебные пособия [107, 108, 110, 116], работы [105, 106, 117] и другие, вышедшие в 90-х годах прошлого века и в начале нынешнего. Как известно, совершенствование процесса подготовки специалистов в вузе невозможно без экспериментальной проверки предлагаемых рекомендаций и методик. Вопросы планирования и проведения педагогических экспериментов достаточно полно освещены в литературе [15, 64, 87, 102].

При этом не всегда учитывается специфика объектов изучения в педагогике, требующая осторожности в применении хорошо разработанных методов математической статистики, корреляционного и факторного анализа. Специфика экспериментальных исследований в педагогике может быть сведена к двум основным факторам.

Во-первых, большинство статистических методов опирается на какой-либо тип закона распределения, чаще всего используется *нормальный закон распределения*. Однако за абсолютизацией нормального закона распределения при проведении педагогических и психологических исследований может скрываться достаточно *реакционный контекст*.

Межиндивидуальные различия, например, различия в способности к обучению, в усвоении учебного материала и т. п. начинают объясняться генетическими факторами, якобы предопределяющими положение индивида на оси нормальной кривой.

Идея о нормальном законе распределения различных индивидуальных характеристик человека оказывает достаточно сильное влияние на исследователей, работающих в области педагогики или психологии. В ряде случаев звучат рекомендации принимать данный факт «априори», не подвергая его проверке, а в том случае, если экспериментальные данные *явно отклоняются* от нормального закона, рекомендуется их *искусственно нормализовать*, отбросив данные, искажающие «нормальность» [77].

Во-вторых, при проведении педагогических исследований и экспериментов в большинстве случаев приходится иметь дело с ограниченным объемом выборки, в то время как результаты эксперимента пред-

полагается обобщить на всю выборку. Например, эксперимент ставится в нескольких учебных группах, а его результаты и выводы используются на уровне всего учебного процесса в целом.

Эти и другие обстоятельства требуют выделения вопроса о математико-статистических методах в педагогических исследованиях в отдельную проблему. Данная проблема освещена в ряде пособий, предназначенных для исследователей [33,38]. Среди них хотелось бы особо выделить книгу М. И. Грабаря и К. А. Краснянской [38]. Проводимый нами педагогический эксперимент строился в основном в опоре на указанную работу [38] с учетом всех приведенных в ней рекомендаций и ограничений.

В частности, анализ содержательной стороны проводимого нами эксперимента показал, что при обработке и анализе его результатов из всей совокупности статистических критериев необходимо использовать критерий «хи-квадрат» (критерий Пирсона) и критерий Фишера [34], которые оказываются *наиболее релевантными* условиям эксперимента.

Другое обстоятельство, требующее своего учета при анализе результатов эксперимента, – имеющийся у части исследователей своеобразный *математический фетишизм*, вера во всемогущество математических методов исследований.

В первую очередь это может быть отнесено к чрезмерной вере исследователей в корреляционные методы, предрасположенности рассматривать коэффициент корреляции в качестве решающего аргумента при доказательстве или опровержении тех или иных положений. *Основная ошибка* здесь связана с отождествлением корреляционных связей со связями причинно-следственными. Имеется немало примеров, когда в педагогических исследованиях такое отождествление приводило к неверным выводам\*.

В рамках педагогического эксперимента обычно выделяют четыре основных класса гипотез, на подтверждение или опровержение которых эксперимент направлен. К этим гипотезам относятся [38]:

1. Гипотезы о типах вероятностных законов распределения случайных величин, характеризующих изучаемое явление или процесс. Например, процент верных ответов обучаемых при решении задач по радиоэлектронике имеет экспоненциальное распределение в учебных группах второго курса.

2. Гипотезы о свойствах тех или иных числовых параметров, характеризующих изучаемые случайные величины. Например, процент положительных оценок за экзамен по курсу ТРЭЦ на втором курсе не менее 75% в совокупности всех сдававших его.

---

\* Рубинштейн С.Я. О роли патопсихологов-практиков // Психол. журн. – 1986. – Т. 7. – № 1. – С. 73...76.

3. Гипотезы о стохастической зависимости двух и более факторов, характеризующих различные стороны рассматриваемого явления. Например, усвоение материала специальных дисциплин стохастически зависит от содержания МПС с общенаучными дисциплинами.

4. Гипотезы о равенстве или различии законов распределения случайных величин, характеризующих изучаемое явление в двух и более совокупностях рассматриваемых явлений. Например, введение элементов специализации на младших курсах повышает эффективность обучения по сравнению с традиционными методами преподавания.

Проведенный нами эксперимент может быть отнесен к эксперименту по проверке четвертого класса гипотез. В ходе его сравнивалась эффективность обучения в двух группах – экспериментальной и контрольной. Педагогический эксперимент состоял из трех основных этапов:

- пробно-поискового, связанного с выявлением и формулированием проблемы, выработкой, конкретизацией и уточнением рабочей гипотезы;
- обучающего, связанного с апробацией в учебном процессе разработанных на основе рабочей гипотезы путей и методов решения выявленной проблемы;
- контрольного, связанного с сопоставлением и анализом результатов экспериментального и обычного преподавания, формулировкой результатов и выводов, соотношением их с рабочей гипотезой, ее принятием или отверганием.

Раскроем содержание каждого из этапов более подробно на примере некоторых фрагментов проведенного эксперимента.

Многолетний (около 30 лет) опыт преподавания общинженерных дисциплин позволил выявить некоторые типичные, из года в год повторяющиеся, ошибки и трудности, возникающие у обучаемых при усвоении содержания этих дисциплин. Анализ предшествующего этапа обучения обнаружил тесную взаимосвязь между успеваемостью по общенаучным (первый курс), общинженерным (второй курс) и специальными дисциплинам (старшие курсы) [106].

Без учета этой взаимосвязи предпринимаемые нами локальные усилия только в рамках радиоэлектроники по повышению качества обучения оказывались недостаточно эффективными.

В результате стала формироваться идея о необходимости объединения общенаучной, общинженерной и специальной подготовки в единый учебно-методический комплекс за счет максимального использования возможностей ВПС, МПС. В качестве основы этого ком-

плекса были взяты предметные связи физики, высшей математики, радиоэлектроники, радиоэлектронных средств военно-морского флота, т. е. внутри- и межпредметные связи общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин.

Дальнейшее развитие выдвинутого предположения в направлении поиска путей реализации системы ВПС, МПС в учебном процессе привело к необходимости выхода за рамки дидактических функций предметных связей, обращению к основным положениям концепции взаимосвязи научной, естественнонаучной, физической картин мира и разработке на ее основе концепции инвариантности в предметных связях.

Результатом проделанной нами работы стали пять учебных и ряд учебно-методических пособий. Следующий этап, центральный, был связан с экспериментальным преподаванием.

Как известно, в большинстве случаев в педагогике используются лабораторные эксперименты, преимущественно в форме экспериментальных занятий.

В ходе экспериментального преподавания проверялась эффективность содержания и методики изучения отдельных вопросов курса физики, имеющих наибольшее значение для процесса профессиональной подготовки.

В основу экспериментального преподавания были положены указанные выше пособия, в частности, пособие [107]. Основные положения и рекомендации этого пособия стали использоваться в учебном процессе вуза сразу после его публикации, оно получило высокую оценку преподавателей физики и радиоэлектроники.

Формализованный в соответствии с требованиями педагогических экспериментов этап экспериментального преподавания фактически подвел итог опыту использования данного пособия в учебном процессе.

На завершающем этапе определялись результаты обычного и экспериментального преподавания, которые подвергались анализу и статистической обработке. В основе данного этапа лежало специально разработанное тестовое задание, направленное на оценку результатов преподавания в экспериментальной и контрольной группах.

Эксперимент проводился в естественных условиях, в ходе учебного процесса, в естественном масштабе времени, в течение второго семестра первого курса обучения 1986/87 учебного года при изучении курса физики; первого, второго семестров второго курса 1987/88 учебного года при изучении курса ТРЭЦ (в основе учебно-материальной базы лежали пособия [107, 114]). Результаты эксперимента, пролонгированное наблюдение за успешностью обучения участников экспери-

мента послужили основанием для создания учебно-материальной базы ([108, 110], ряда методических пособий) и продолжения эксперимента в 1992/93 учебном году. Пролонгированное наблюдение за успешностью обучения участников эксперимента осуществлялось вплоть до 1995/96, 97/98 учебного года включительно. Результаты эксперимента нашли отражение в ряде публикаций, НИР [90].

В качестве проверяемой гипотезы, уточненной в ходе пробного этапа эксперимента, была выдвинута гипотеза о связи эффективности подготовки специалиста в вузе не только с качеством преподавания отдельных дисциплин, но и с характером связей между ними.

Ожидалось повышение качества подготовки в экспериментальной группе, достигаемое реализацией ВПС, МПС на основе концепции инвариантности.

Контрольная и экспериментальная группы формировались из учебных групп первого курса на основе анализа результатов вступительных экзаменов (включая результаты профессионального психологического отбора), текущей успеваемости и результатов экзаменов за первый семестр по физике и высшей математике. По итогам анализа было выделено *две наиболее гомогенные* по уровню подготовки учебные группы, одна из которых была использована в качестве экспериментальной, другая – в качестве контрольной. Подготовка и проведение эксперимента проводилось в соответствии с планом-графиком.

Содержание основных позиций этого плана раскрыто нами ниже. Основу педагогического эксперимента составляла проверка эффективности внутри- и межпредметного комплекса, связывающего общенаучные, общетехнические и специальные дисциплины на основе концепции инвариантности. Содержание этого комплекса включает в себя углубленное и трансформированное под углом зрения профессиональной подготовки рассмотрение тех вопросов учебных дисциплин, которые связаны с выделенной нами системой инвариантов (например, для радиоэлектроники: гармоническое колебание, идеализированные элементы цепи, правила Кирхгофа).

Содержание выделенных инвариантов, их связь с основными положениями концепции единства научной картины мира рассмотрено нами выше.

Принцип формирования содержательной стороны пособий междисциплинарного комплекса покажем на примере одного из учебных пособий, в частности, [107], который состоит из трех глав:

1. Гармонические колебания.
2. Правила Кирхгофа.

### 3. Колебательный контур.

Каждая глава построена по единой для всего пособия схеме. Вначале следует обоснование значимости рассматриваемого вопроса для будущей профессиональной деятельности с приведением примеров радиотехнических устройств, в основе работы которых лежат анализируемые процессы. Приведем фрагмент из главы «Гармонические колебания»:

«Одна из основных задач теории электрических цепей – задача анализа, т. е. задача определения отклика (реакции) сколь угодно сложной электрической цепи на сколь угодно сложное воздействие.

Сложные электрические цепи широко используются практически во всех радионавигационных, радиолокационных, гидроакустических системах и аппаратуре связи, например:...

Практически любое произвольное периодическое воздействие можно представить в виде суммы элементарных воздействий, например, гармонических (т. е. представить периодическую функцию в ряд Фурье)...»

Далее, каждая глава содержит изложение важнейших теоретических положений и закономерностей, относящихся к рассматриваемому вопросу. При этом внимание читателя привлекается к его мировоззренческим и методологическим аспектам. Например, при рассмотрении правил Кирхгофа подчеркивается, что их можно рассматривать как следствие законов сохранения энергии и электрического заряда.

Затем в каждой главе следуют задачи и упражнения по теме. Основная часть из них сопровождается подробными решениями и указаниями. Поскольку наибольшее внимание в пособии [107] уделяется вскрытию физических основ рассматриваемых вопросов, мы стремились избегать чрезмерной «математизации». Это достигается широким использованием качественных задач и вопросов, большим количеством различных рисунков, схем, диаграмм, графиков, таблиц и т. п.

Например, типичная задача из главы «Колебательный контур» выглядит следующим образом:

Для схемы последовательного колебательного контура задана частотная характеристика:

кГц	593	594	595	600	605	606	607
В	1	3	7,1	10	7,1	3	1

Требуется определить:

- резонансную частоту  $f_0$ ;
- граничные частоты  $f_{гр1}$ ,  $f_{гр2}$ ;
- ширину полосы пропускания  $2\Delta f^*$ ;
- добротность контура  $\theta$ ;

д) амплитуду входного сигнала  $E_m$ .

В пособии особое место принадлежит последней главе, в которой рассматриваются и анализируются процессы в колебательном контуре. Содержание главы «Колебательный контур» может рассматриваться как интегратор материала предыдущих глав.

Отбор включаемых в пособие [107] сведений, примеров, задач осуществлялся на основе межкафедрального сотрудничества кафедр физики и радиоэлектроники. Например, первоначально в главе «Колебательный контур» нами планировалось более подробное рассмотрение вопросов, относящихся к связанным колебательным контурам. Однако, по рекомендации преподавателей физики, от этого замысла пришлось отказаться.

Вопрос о связанных колебательных контурах интегрирует в себе материал двух разделов – колебания и волны; электричество и магнетизм (процессы самоиндукции, взаимной индукции и др.) и требует использования достаточно сложного математического аппарата. Данные обстоятельства порождали трудности по «привязке» этого вопроса к изучаемому в физике материалу. В результате в пособии упоминается о существовании связанных колебательных систем, о решаемых с их помощью задачах, области их применения, но детально вопрос не рассматривается. Сравнительно-сопоставительный анализ свойств колебательных контуров, в том числе и связанных колебательных контуров, проведен в учебном пособии [108].

Естественно, что многие специальные задачи, включенные в пособие [107], потребовали определенной адаптации своего содержания к уровню подготовки обучаемых.

В целом содержательная сторона освещаемых в пособии вопросов не требует от обучаемых специальных знаний для их усвоения. В значительной степени доступность материала для обучаемых первого курса достигается, как отмечалось, широким использованием различного иллюстративного материала. Пособие содержит и другие сведения, непосредственно не связанные с курсами физики и радиоэлектроники, но незнание которых затрудняет восприятие и усвоение этих дисциплин. Это, например, сведения о тригонометрических функциях угла, о тригонометрических соотношениях в прямоугольном треугольнике, а также используемые в радиоэлектронике элементы греческого и латинского алфавитов.

В контрольной группе лекционные и практические занятия проводились по традиционной методике в опоре на учебник физики для вузов [118] и пособий [96, 149]. В экспериментальной группе лекционные занятия проводились на основе наших рекомендаций (см., например, табл.

9) а практические – с использованием примеров и задач пособий междисциплинарного комплекса.

#### 4.2. Методика проведения и основные результаты эксперимента

Поскольку первый этап экспериментального преподавания проводился в процессе изучения курса физики, к его проведению были привлечены преподаватели кафедры физики, ведущие обучение на первом курсе. Чтобы *исключить влияние* на результаты эксперимента различных индивидуальных стилей педагогической деятельности, и в контрольной, и в экспериментальной группах лекционные и практические занятия проводил *один и тот же преподаватель*. Этот же преподаватель принимал участие и в проведении лабораторных работ.

Сравнительно-сопоставительный анализ двух фрагментов учебного материала обеих групп зачастую показывает, что определения, например, добротности, используемые в контрольной группе, раскрывает содержание данного понятия во всей полноте. Однако данная полнота оказалась избыточной. Столкнувшись с понятием добротности в радиоэлектронике, обучаемые, воспроизводя по памяти соответствующие формулы, не в состоянии вскрыть его физический смысл (они понимают, что контур с  $\theta = 150$  лучше, чем контур с  $\theta = 100$ , однако, что стоит за этими числами далеко не всегда могут пояснить).

Рассмотрение вопроса о резонансе в колебательном контуре в учебных пособиях по физике для вузов (например, [118]) не лишено ряда недостатков. В частности, хотя колебательный контур образован из реальных устройств – конденсатора и катушки индуктивности, анализ процессов в нем ведется по отношению к идеализированным элементам цепи: сопротивлению, емкости и индуктивности. В учебных пособиях отсутствует четкая грань между, например, емкостью, как идеализированным элементом цепи, и конденсатором, как конкретным физическим устройством. Отсутствие этой грани порождает вопросы о происхождении в схеме колебательного контура активного сопротивления  $R$ , поскольку образован контур из двух элементов – катушки индуктивности и конденсатора. Сведение вопроса о происхождении  $R$  в основном только к сопротивлению соединительных проводов без рассмотрения активного сопротивления катушки и конденсатора методически неоправданно. Как и в предыдущем фрагменте, при традиционном изложении вопроса о резонансе не акцентируется внимание обучаемых на собственно физических процессах в контуре при резонансе. Это происходит, на наш взгляд, из-за недостаточного использования возможностей метода векторных диаграмм для анализа происходящих в контуре процессов. В результате обучаемые не всегда усваивают содержательную сторону понятий «резонанс напряжений» и «резонанс токов». Хотя в курсе физики

рассматриваются оба вида резонанса, основное внимание уделяется последовательному колебательному контуру и, следовательно, резонансу напряжений. Рассмотрение этого вида резонанса сводится, как правило, к акцентированию внимания на факте резкого возрастания на резонансной частоте силы тока в контуре. В результате сообщаемая учебная информация воспринимается как противоречивая: речь идет о возрастании силы тока, а резонанс называется резонансом напряжений.

Данное противоречие снимается использованием векторных диаграмм, иллюстрирующих процессы в контуре на резонансной частоте.

В том же случае, когда векторные диаграммы используются (обычно при рассмотрении процессов в цепях переменного тока), не всегда обращается внимание на самое главное – на равенство и противофазность напряжений на емкости и индуктивности при резонансе. Предложенный нами подход к рассмотрению вопроса о резонансе позволяет устранить смысловые барьеры, возникающие после того, как вслед за курсом физики колебательный контур начинает изучаться в радиоэлектронике. Естественно, что метод векторных диаграмм является не единственным средством, позволяющим раскрыть содержание понятия «резонанс напряжений». Поставленная цель может быть достигнута и аналитическим путем, также доступным первокурсникам.

Но, как нами отмечалось выше, мы сознательно избегали излишней «математизации» материала, помня о том, что полное рассмотрение данного вопроса возможно только в рамках специального курса, например, ТРЭЦиС.

Кроме последовательного контура обучаемым в пособии [107] и др. предлагаются сведения, относящиеся к параллельному колебательному контуру и резонансу токов в нем. При этом основное внимание уделяется отработке навыков по использованию правил Кирхгофа для цепей переменного тока.

Предусмотренное программой по физике выполнение контрольной работы по теме «Колебания и волны» позволило без ущерба для учебного процесса организовать очередной этап эксперимента. В контрольной и экспериментальной группах было проведено *зачетно-контрольное занятие* по результатам экспериментального преподавания. Основу занятия составила работа обучаемых над специально разработанным тест-заданием.

Основная проблема, возникающая при проведении различных тестовых испытаний, – *проблема валидности* используемых тестовых методик. Под валидностью обычно понимается то, насколько тест адекватен своему назначению [103]. При разработке тестового задания произ-

водилась его *валидация по содержанию*: путем экспертного анализа устанавливалось соответствие состава и содержания теста характеру измеряемых индивидуальных особенностей.

В качестве последних выступал объем усвоенных теоретических и практических знаний, навыков и умений по теме «Механические и электрические колебания». Задание состояло из восемнадцати задач, девять из которых было ориентировано на оценку уровня овладения представлениями и определениями, относящимися к изученной теме (УПП – уровень простых представлений); остальные девять – на оценку умений решать простые задачи по теме (УПЗ – уровень простых задач). Отбор задач производился группой экспертов, состоящей из двух специалистов по радиоэлектронике и двух ведущих преподавателей кафедры физики. Отбор задач осуществлялся в основном из пособия [107], а также из ряда других источников, в частности, [120, 151]. В случае необходимости происходила переработка и адаптация содержания задач к условиям эксперимента.

*Контрольное занятие* проводилось в кабинете психолого-педагогической диагностики, оснащенном техническим обучающе-контролирующим комплексом на базе мини-ЭВМ ДЗ-28 и рассчитанным на 30 рабочих мест. Содержание задания предъявлялось на групповом проекционном экране, средством предъявления информации служил автоматический кадрпроектор «Протон», связанный с техническим комплексом и управляемый поступающими оттуда командами. Рабочее место обучаемого содержит пульт ввода информации, оснащенный четырьмя клавишами, функциональное назначение которых может меняться в зависимости от характера решаемой задачи. В частности, приписывание клавишам наименований 1, 2, 4, 8 позволяет вводить числовые ответы от 1 до 15 (путем одновременного нажатия соответствующих клавиш, что приводит к суммированию чисел, которыми они обозначены). Возможности технического комплекса таковы, что число заданий должно быть кратным 9. Это позволяет использовать 10-ти балльную шкалу оценок: 1 балл, если не решена ни одна задача, 10 баллов, если решены все задачи. Содержание тестового задания было перенесено на изготовленный в лаборатории ТСО диафильм, из которого был изготовлен комплект слайдов. Общее число слайдов в кассете – 20. Первый содержал текст инструкции по работе с пультом, дублировавшийся голосом, второй – контрольный, для проверки функционирования всех узлов и блоков технического комплекса, остальные 18 – зачетные. Время экспозиции каждого зачетного кадра могло меняться в зависимости от задаваемого критерия успешности работы группы над предъявляемой задачей. В эксперименте смена кадра происходила автоматически по достижению 75% уровня решения данной задачи – по-

сле того, как задача оказывается решенной 75 % обучаемых, предъявляется следующая. Последовательность предъявления задач была чередующейся, начиная с задачи на УПП.

Использование технического комплекса позволило решить достаточно сложную для педагогических исследований задачу, связанную с *устранением влияния субъекта исследования* (исследователя) на его результаты. Обучаемые в экспериментальной и контрольной группах были поставлены в равные условия, сбор и первичная обработка результатов контрольного задания происходили в автоматическом режиме, что исключало влияние субъективных факторов.

Результат работы над заданием каждого обучаемого выводился на печать и представлялся в виде трехзначного числа NMP, где  $0 < N < 9$  – число правильно решенных задач (отдельно для УПЗ),  $00 < MP < 99$  – время в условных единицах, затраченное на решение N задач. Ниже приведен фрагмент выводимого на печать формуляра.

		Уровень простых представлений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	419	323	539	640	530	329	642	309	315	205	
10	317	640	929	319	650	748	424	314	537	621	
20	627	426	737	735	744	218	745	742	625	319	

Учет времени решения задач позволяет более тонко дифференцировать обучаемых по результатам работы над заданием. Например, обучаемый на рабочем месте № 4 из девяти задач правильно решил 6, затратив на это 40 условных единиц времени. Обучаемый на рабочем месте № 21 также решил 6 задач, но затратил на их решение меньшее время – 27 условных единиц. При обработке результатов эксперимента учитывалась только первая часть выводимого на печать результата – количество правильно решенных задач, без учета времени, затраченного на их решение.

Обработка и анализ результатов эксперимента проводилось в несколько этапов. В качестве исходной информации выступали результаты выполнения тестового задания в экспериментальной и контрольной группах – так называемые «сырые» баллы.

Использование статистических критериев, в первую очередь критерия «хи-квадрат» (критерия Пирсона), требует учета ряда ограничений, определяемых этими критериями. В частности, использование критерия «хи-квадрат» достоверно возможно в том случае, если число объектов рассмотрения, наделенных определенным признаком, не меньше пяти. С учетом незначительных объемов выборки удовлетворить данному ограничению можно только в случае распределения обучаемых по резуль-

татам выполнения тестового задания на две группы: справившиеся с заданием и не справившиеся с ним. Для этого результаты работы над заданием оценивались на критериальном уровне – достигшие критерия и не достигшие его. В качестве критерия рассматривалось требование правильного решения не менее шести задач (отдельно для УПП и УПЗ). Это позволило выделить две категории обучаемых:

- первая категория: обучаемые, решившие не более пяти задач из девяти;
- вторая категория: обучаемые, решившие шесть и более задач.

В результате, в соответствии с правилами использования критерия «хи-квадрат» [38], образуется четырехклеточная таблица 2 x 2:

	Категория 1	Категория 2	
Выборка (группа) №1	$\theta_{11}$	$\theta_{12}$	$n_1$
Выборка (группа) №2	$\theta_{21}$	$\theta_{22}$	$n_2$

Разработанная статистика критерия «хи-квадрат» и правила принятия решения позволяют сделать вывод о наличии или отсутствии значимых (на выбранном уровне значимости критерия) различий в результатах выполнения тестового задания между первой и второй группами участников эксперимента.

Особенности использования критерия «хи-квадрат» таковы, что при выявлении различий в результатах выполнения тестового задания в контрольной и экспериментальной группах невозможно определить, в какой из двух групп это задание было выполнено лучшим образом.

Для решения данного вопроса рекомендуется проводить *сравнение дисперсий* двух независимых нормальных распределений случайных величин по *критерию Фишера* [34]. Поскольку критерий Фишера используется в случае нормального распределения, потребовался перевод распределения «сырых» баллов в нормальное распределение и представление результатов в одной из *стандартизированных психометрических шкал*. Нами использовалась так называемая Т – шкала, в которой были представлены результаты выполнения тестового задания.

Помимо использования критериев «хи-квадрат» и Фишера производилась оценка степени *корреляционной связи* между результатами выполнения первой и второй частей тестового задания. Напомним, что девять задач из восемнадцати были нацелены на определение уровня овладения простыми представлениями (УПП), остальные девять – на оценку умений решать простые задачи (УПЗ). Это позволило условно

разделить тестовое задание на две части и считать одну из них «теоретической» (УПП), а другую – «практической» (УПЗ).

Определение коэффициента корреляции производилось в предположении, что введение элементов специализации в учебный материал приведет к большей гомогенности результатов выполнения тестового задания, к отсутствию значимых различий между выполнением «теоретической» и «практической» его частей. В ходе эксперимента определялся *коэффициент линейной корреляции по Пирсону* [33].

Важной составной частью эксперимента стал *рейтинг* – оценивание качества занятий в экспериментальной и контрольной группах самими обучаемыми.

Поскольку в ходе эксперимента производилось включение элементов специализации в обучение на первом курсе, учебная деятельность приобретала профессионально направленный характер. Предполагалось, что это приведет к возрастанию уровня мотивации и интереса к учебе.

Рейтинг был предназначен для проверки этих предположений. В целом измерения интенциональной сферы личности достаточно сложны. Поэтому результаты рейтинга позволяют дать косвенные данные об уровне мотивации и интереса к учебе. Для проведения рейтинга использовалась методика, описанная, например, в [105].

В ходе экспериментальной проверки эффективности концепции инвариантности решался ряд дополнительных задач, также связанных с привнесением в учебный процесс элементов будущей профессиональной деятельности. В частности, специфика нашего вуза такова, что в деятельности его выпускников заметное место занимает *психологическая слагаемая*.

Перед специалистом встают проблемы обеспечения психологической сплоченности коллектива (экипажа), психологической совместности его членов и т. п. Формирование необходимых психологических компонентов будущей профессиональной деятельности является составной частью обучения. Известно, что на формирование подобных составляющих в деятельности выпускников отводится время в учебных программах по всем предметам. Здесь также существенно использование концепции инвариантности.

Выше было показано, что концепция единства научного знания строится, в основном, на материале естественных наук, при отставании в разработке социальной слагаемой наших знаний о мире. Исследования показывают [24], что существование социально-психологических инвариантов может быть обосновано, несмотря на неразработанность методологических аспектов социального познания.

Нами была предпринята попытка учета в учебном процессе некоторых *индивидуально-психологических* особенностей обучаемых, в частности, особенностей их темперамента. Особенности темперамента – важное усло-

вие, с которым следует считаться при индивидуальном подходе к воспитанию, обучению и всестороннему развитию способностей человека [39].

Для оценки особенностей темперамента использовался *опросник Айзенка*, допускающий групповой вариант использования и частичную самообработку результатов. Проводимая нами в этом направлении работа описана в [105].

Получаемые данные рассматриваются как одна из важнейших форм *индивидуализации* обучения и средство повышения *академической активности* обучаемых.

В третьей главе представленной работы нами была предпринята попытка переноса основных положений концепции инвариантности на содержание профессиональной деятельности выпускника вуза. В ней были выявлены *инвариантные компоненты*, требующие своего учета на этапе профессионального психологического отбора кандидатов на обучение в вузе.

В целом отметим, что обращение педагогов высшей школы к рекомендациям практической психологии, социологии, психодиагностики вполне естественно и оправдано. В то же время работа в этой области применительно к условиям вузовского образования только разворачивается. *В ходе педагогического эксперимента нами было обращено внимание на ряд проблем в этой области, для решения которых требуются совместные усилия многих специалистов, поскольку эти проблемы выходят за рамки дидактики.*

Относительно подробно описанная выше часть педагогического эксперимента относилась к участникам эксперимента первого курса. На последующем этапе эксперимент получил свое продолжение. По завершению третьего семестра участники эксперимента сдавали экзамен по радиоэлектронике (теории радиоэлектронных цепей и сигналов). Поскольку в ходе экспериментального преподавания включение элементов специализации в курс физики происходило при изучении темы, являющейся одной из основных для курса ТРЭЦиС, было произведено сравнение результатов сдачи экзамена по ТРЭЦиС представителями контрольной и экспериментальной групп. В связи с тем, что на втором курсе было произведено определенное перераспределение обучаемых по группам, объем выборки несколько отличается от первоначального.

Анализ полученных результатов эксперимента, проведенный теоретико-методологический и дидактический анализ проблемы систематизации учебного материала на основе концепции инвариантности, установления внутри- и междисциплинарных связей, анализ проблемы организации самостоятельной работы (показано ниже) позволили создать учебно-материальную базу для продолжения педагогического эксперимента – монографии, учебные пособия, изданные под грифом регионального учебно-методического центра [108, 110, 116, 117] и др.,

ряд учебно-методических пособий, сборников заданий для самостоятельных и практических занятий по курсу, учебно-исследовательскую лабораторную базу, наглядно-графический материал.

В ходе дальнейшей подготовки и проведения педагогического эксперимента была выдвинута и подтверждена гипотеза о том, что использование в обучении систематизации учебного материала на основе принципа инвариантности сопровождается увеличением успешности обучения, заинтересованности и более высоким уровнем результатов рейтинга (оценка качества занятия самими обучаемыми). Проводилось *анкетирование обучаемых*, в ходе которого они давали субъективную оценку качества проводимых занятий (использовалась методика Ч. Осгуда «Семантический дифференциал», где по 35-ти балльной шкале оценивались трудность занятия, уровень активности обучаемых и давалась общая оценка занятия).

Полученные результаты показывают, что занятия с использованием инвариантных алгоритмов воспринимались обучаемыми как менее трудные, проведенные с большей активностью и заслуживающими более высокой оценки по сравнению с занятиями в контрольной группе.

*Содержание занятия* определялось на основе принципа инвариантности. *Форма проведения* занятия определялась аудио-, визуально-, кинестетическими особенностями восприятия информации.

Данное обстоятельство позволило сформировать ряд *установочных занятий*, на основе которых разрабатывались и выдавались обучаемым задания на зачетные работы. Все работы публично защищались, что позволило реализовать безэкзаменационную форму контроля для большинства обучаемых. Анализ результатов эксперимента показывает, как говорилось об этом выше, что использование инвариантных алгоритмов позволяет, в частности:

- повысить успешность обучения, сняв при этом проблему «дефицита времени», особенно актуальную для военного вуза;
- активизировать познавательную деятельность обучаемых, которая проявилась в мотивированной самостоятельной работе над предметом;
- осуществить погружение в среду обучения, что способствовало направленности мышления и сосредоточенности на предмете.

В процессе работы выявились отрицательные ее аспекты, например:

- организационные вопросы, связанные с защитой работ и определяемые как дефицитом времени, так и спецификой обучения в военном вузе;

- вопросы формы защиты зачетных работ (выбор от индивидуальной до коллоквиума и, как желаемый вариант, конференции), определяемые вышеуказанными организационными вопросами;
- отсутствие полной учебно-материальной базы.

Анализ результатов педагогического эксперимента по дисциплине теории радиоэлектронных цепей показывает целесообразность использования инвариантных алгоритмов в обучении. Следовательно, внутродисциплинарные связи этого курса на основе концепции инвариантности способствуют успешности обучения. Данное обстоятельство позволило поставить вопрос о пролонгированном наблюдении за участниками эксперимента. В ходе подготовки и проведения пролонгированного наблюдения была выдвинута и подтверждена гипотеза о том, что использование инвариантных слагаемых, составляющих фундамент этого курса, способствуют успешности обучения по специальным дисциплинам.

Результаты педагогического эксперимента, пролонгированного наблюдения позволяют ставить вопрос о необходимости учебно-методических комплексов как на внутри-, так и на междисциплинарной основе. Подобные учебно-методические комплексы, базирующиеся на концепции инвариантности, должны представлять собой, как говорилось выше, программу интегрального воздействия на обучаемых со стороны различных кафедр, обеспечивающую единую инвариантную, методологическую и методическую основу обучения. Комплекс должен обеспечивать эффективность и высокое качество обучения, его неразрывную связь с воспитанием и общим развитием, включающем развитие у обучаемых творческого, системного мышления.

Практическая реализация концепции инвариантности позволяет поставить и решить на ее основе ряд задач (например, ниже показано представление на *инвариантной основе содержательной стороны заданий со свободной, с выборочной формами ответов*).

В частности, целесообразно охватить прямыми и обратными междисциплинарными связями не только общенаучные и общеинженерные дисциплины, но и общеинженерные и специальные дисциплины. Внутри- и междисциплинарные связи, прямые и обратные, позволят сделать учебный процесс более управляемым за счет возникновения в нем контура обратной связи.

#### **4.3. Об инвариантной основе содержательной стороны заданий с выборочными и свободными ответами**

*А. Об инвариантной основе содержательной стороны заданий с выборочными ответами*

Традиционные методы оценки успешности обучения предполагают выполнение обучаемыми ряда заданий. Бытующее предубеждение, вплоть до отрицания, к заданиям с выборочными ответами как в преподавательской среде, так и в научно-популярной литературе не находит подтверждения\*. При этом исследователями предполагается особая значимость ряда других сторон процесса проверки успешности обучения, в частности, содержательной стороны.

Ниже рассматривается возможность использования *инвариантной* основы при формировании содержательной стороны заданий с выборочными ответами.

В результате теоретико-методологического и дидактического анализа учебного материала на основе концепции инвариантности выделенные инвариантные слагаемые курса, например курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов, позволили перестроить на инвариантной основе методику преподавания этой дисциплины.

В частности, ориентация в преподавании этой дисциплины на *поиск и использование инвариантных алгоритмов* позволяет переходить от изучения совокупности частных явлений к их анализу, нахождению среди них наиболее общих и сохраняющихся при различных условиях. Инвариантные, фундаментальные знания начинают составлять предметное содержание обучения. В качестве инвариантов этого курса принцип инвариантности позволяет выделить идеализированные элементы цепи, гармонику, правила Кирхгофа. Выделенные инвариантные слагаемые составили, в частности, содержательную сторону заданий с выборочными ответами (см., например [108], [110]) при проведении педагогического эксперимента.

Опыт показал, что эмпирический анализ заданий на инвариантной основе позволяет определить степень сложности каждого задания, его селективности. При формировании заданий полезно помнить и о том, что Сократ, по словам Платона, выводил «доказательства при помощи строгой последовательности вопросов. Кто не задавал себе точных вопросов, тот вряд ли получал правильные ответы, а вот если вопрос сформулирован четко, то и ответ становится очевидным»\*\*. Разумно воспользоваться этим опытом.

Анализ заданий, предполагающих выбор ответа, предусматривает и анализ ответов. Например в рассматриваемом случае каждому вопросу каждого задания поставлено в соответствие несколько ответов, один из которых является правильным.

При этом ни один ответ не должен быть столь невероятным, чтобы его выбрали менее 5 % обучаемых. Этот тип заданий подходит и для

---

\* Интенкамп К. педагогическая диагностика. – М.: Педагогика, 1991. – 239 с.

\*\* Дж. Пирс. Символы, сигналы, шумы. – М.: Мир, 1967. – С. 174

*опроса на знание фактов, и для установления взаимосвязей, и для альтернативной формы выбора ответа, и др.*

Зачастую форма заданий с выборочными ответами реализуется в своей разновидности «выбор правильного решения из четырех или пяти предложенных». Выбор формы, предполагающей выбор ответа из нескольких предложенных, определяется дидактическими целями. В рассматриваемом примере при одном правильном ответе остальные носят не случайный характер.

В одном случае – выполняют функции справочного материала при ответе на последующие вопросы, в другом – сравнительного (или сопоставительного) материала при ответе на поставленные вопросы. В третьем – контролирующую роль и т. д.

Особо интересна та форма ответа, при которой требуется выбрать не просто правильный, а *лучший* ответ из предложенных.

Очевидно то, что процесс создания заданий с выборочными ответами требует тщательной и трудоемкой работы экспертов. При этом особенно важно то, что выделяемая с самого начала содержательная валидность позволяет наиболее валидно представить и весь учебный материал или его часть, что, как показывает практика, способствует успешности обучения.

Выделенные инвариантные слагаемые курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов позволили осуществить систематизации, внутри- и междисциплинарные связи этого курса, создать, в частности, соответствующие задания.

В ходе подготовки и проведения педагогического эксперимента была выдвинута и подтверждена гипотеза о том, что использование инвариантных алгоритмов приводит к увеличению успешности обучения.

Проведенное исследование позволило определить существование статистически значимых различий в результатах обучения контрольной и экспериментальной групп (критерий «хи-квадрат» – на уровне значимости 0,05; критерий ранговых сумм Уилкоксона – на уровне значимости 0,035).

Использование критерия ранговых сумм Уилкоксона обусловлено тем, что он является не только свободным от распределения, но является также *робастным к эффективности*.

Как показано Ходжесом и Леманом [149] эффективность данного критерия по отношению к  $t$  – критерию Стьюдента для непрерывных симметричных распределений не может быть менее 0,864, зато может быть бесконечной. Так для нормального распределения критерий ранговых сумм Уилкоксона незначительно уступает  $t$  – критерию, при этом эффективность равна 0,955, тогда как для распределения Лапласа эта эффективность равна 1,5. Кроме того, критерий ранговых сумм Уилкоксона является робастным к наличию в выборках результатов оценивания успешности обучения аномальных измерений [90].

*Б. Об инвариантной основе содержательной стороны заданий со свободной формой ответа*

В практике преподавания при проведении различных видов занятий, при использовании различных методов опроса часто используются следующие формы\*:

- свободная форма ответов;
- форма выбора ответа из нескольких предложенных.

Наиболее распространена свободная форма ответа. Свободная форма ответа допускает, в частности, следующую классификацию: *тексты с пропусками; задания на дополнение; краткий ответ; форма микросочинения.*

При достижении определенных дидактических целей используют соответствующие формы заданий и (или) их сочетание. В любом случае немаловажное значение имеет содержательная сторона заданий со свободной формой ответа, в частности, как мы считаем, его *инвариантная основа.*

В традиционной методике преподавания и в сложившемся содержании учебных пособий для высшей школы, как было показано выше, практически не используется методологический потенциал идей инвариантности. Анализ учебно-методических пособий и учебников, например, по физике, показывает, что они заметно перегружены материалом прикладного характера, при котором основное внимание уделяется запоминанию различного рода фактов и сведений, зачастую не объединенных какими-либо ведущими идеями, о чем подробно говорилось в предыдущих главах. В качестве инвариантов, например курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов, принцип инвариантности позволяет выделить структурные единицы рассматриваемого учебного курса, из которых складываются любые частные явления и процессы в нем рассматриваемые.

Выделенные структурные единицы образуют систему инвариантов радиотехнического знания, базирующегося на инвариантах физики и представляющую собой систему основополагающих уравнений, законов, понятий. Эти инвариантные, фундаментальные знания позволяют перестроить на инвариантной основе методику преподавания, в частности, при формировании содержательной стороны заданий со свободной формой ответа (например, [108], Резник Н.И. Сборник заданий для самостоятельных и практических занятий по курсу ТРЭЦ. – Владивосток:

---

\* Интенкамп К. Педагогическая диагностика. – М.: Педагогика, 1991. – 239 с.

ТОВВМУ им. С.О. Макарова, 1991. – 64 с.) при проведении педагогического эксперимента.

Рассмотрим примеры, иллюстрирующие некоторые перечисленные выше формы ответов, используя инвариантную форму заданий.

*Форма микросочинения (микрореферата).* В этом случае реализуется попытка формирования и определения способности обучаемого *корректно* выражать свои мысли.

Пример. Дать ответ на представленные вопросы. Каждый ответ может включать несколько фраз. Необходимо излагать свои мысли предельно ясно и точно.

1. Общая краткая характеристика идеализированных пассивных элементов.

2. Общая краткая характеристика идеализированных активных элементов.

*Краткий ответ.* В этом случае задание может быть сформулировано вербально, графически или с помощью чисел. Ответ может быть представлен как в письменной, так и в устной форме.

*Задание на дополнение.* В данном случае могут дополняться неполные рисунки, тексты, предложения и т. д. Очень интересна, как показывает наш опыт, такая форма вопроса, которая побуждала бы обучаемых к продолжению фразы.

*Тексты с пропусками.* Такая форма часто уместна при проверке понимания текста. Подготовка такой формы ответа преподавателем, как показывает наш опыт, требует больших затрат времени, но очень эффективна при работе с обучаемыми младших курсов, которые зачастую не имеют навыков работы с текстом.

*Задание при заданном времени работы над ним.* Такая форма особенно уместна, в частности, в военном вузе, когда умение принимать быстрые правильные решения особенно важно.

Стойкий интерес обучаемых вызывают *задания с самооценкой, взаимооценкой* и другие наиболее употребительные формы заданий.

Опыт использования заданий на *инвариантной основе* со свободной формой ответа способствует оптимизации учебного процесса, что показали и проведенный педагогический эксперимент, и пролонгированное наблюдение за успешностью обучения участников эксперимента, и результаты рейтинга.

Статистически значимые различия в результатах обучения контрольной и экспериментальной групп определены на уровне значимости

0,05 (критерий «хи-квадрат») и 0,00 (критерий знаковых рангов Уилкоксона, использование которого обусловлено рядом присущих ему свойств, оговоренных выше в пункте А.).

Полученные результаты подтверждают гипотезу о целесообразности использования *инвариантной основы заданий* со свободной и выборочной формами ответа, что утверждает целесообразность создания внутри- и междисциплинарных учебных комплексов на инвариантной основе.

#### **4.4. Об инвариантной основе содержательной стороны учебных программ**

*А. Об иерархической системе учебных тем по критерию их значимости*

Важнейшими условиями эффективности профессиональной подготовки обучаемых является ее методологическая и методическая обеспеченность. В данном случае это не столько своевременно разработанные цели, задания и тщательно подобранная учебная литература, сколько решения вопроса о том, какие темы, вопросы тем из теоретических курсов, упражнения, задачи определяют эффективность подготовки конкретного этапа [90].

Для принятия решения о наполнении учебных программ определяющим является подход к технологии организации учебного процесса на основе утвержденных квалификационных требований и характеристик. При подготовке специалистов радиоэлектронных специальностей (например, связисты) возможны два подхода.

*Первый подход* имеет целью приобретение фундаментальных знаний на первом этапе и трансформацию полученных знаний в те или иные конкретные инженерные и конструктивные решения.

Схематично процесс обучения в этом случае можно представить следующим образом. Исходя из наличия перечня задач, в частности, задач обработки сигналов, выделяются ведущие, в качестве которых можно назвать задачу оценивания постоянных (или меняющихся) параметров и задачу преобразования одного множества сигналов в другое. В данном случае эти задачи являются общими для всех дисциплин и могут рассматриваться в качестве примера *инвариантов*.

После формулировки задач дается их решение и получают оптимальные или квазиоптимальные операторы, которые можно рассматривать как математические модели будущих физически реализованных систем обработки сигналов. Найденные разновидности операторов могут рассматриваться как инварианты. После определения вида оператора необходимо перейти к этапу его реализации в том или ином базисе.

При этом можно рассматривать радиоэлектронные системы как аналоговые, дискретно-аналоговые и цифровые.

Для аналоговых систем, следуя сложившейся практике, в качестве реализационного базиса можно использовать резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, источники тока и напряжения. При этом в качестве инвариантов, согласно проведенным исследованиям, выступают соответствующие идеализированные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, идеализированные источники тока и напряжения. Следовательно, преподавание должно вестись с позиций представленных идеализированных элементов. Для представления сигнала в этом случае приемлемым можно считать представление в виде разложения по системе некоторых ортонормальных функций, в частности, гармонических. Эта система может рассматриваться как инвариант.

При дискретно-аналоговой обработке в качестве инварианта можно предложить систему относительно небольшого числа базовых элементов, обычно рассматриваемых в курсе импульсной техники.

При изучении цифровых систем в основе деятельности необходимо рассматривать различные коды и правила, действия с числами в рамках теории преобразования чисел.

Следовательно, при первом подходе к стратегии обучения обуславливается не только набор дисциплин и их распределение по времени обучения, но и выбор инвариантов, и технология обучения на основе определенных инвариантов. В рассматриваемом случае фактически решается задача синтеза, одна из двух ведущих задач теории радиоэлектронных цепей.

*При втором подходе* определяющим является принятие за основу в обучении существующих радиоэлектронных средств, как своего рода объективной реальности.

В этом случае основным содержательным моментом в обучении становится объяснение того, как работают те или иные конкретные системы. Причина и процесс их реализации практически не рассматриваются.

В отличие от первого подхода, развивающего созидательные идеи синтеза, во втором подходе определяющими являются задачи анализа, что приводит к появлению соответствующих *инвариантов*.

Так, в частности, при анализе аналоговых и дискретно аналоговых систем в качестве инвариантов, согласно проведенному исследованию, можно рассматривать ведущие законы, например, законы сохранения заряда и энергии и выводимые на их основе те или иные алгебраические либо дифференциальные уравнения. При анализе линейных систем в качестве инвариантов могут выступать передаточные характеристики

(функции) двухполюсников или четырехполюсников, при анализе нелинейных систем – некоторые соотношения «вход-выход».

Внедрение в практику обучения инвариантных алгоритмов целесообразно вводить поэтапно, как по вертикали – от одного года обучения другому, от одной дисциплины к другой, ее сменяющей, так и по горизонтали для связи различных дисциплин в пределах семестра или года обучения.

В частности, рассмотрим с позиции взаимосвязи дисциплин физики и теории радиоэлектронных цепей возможную иерархическую систему тем по критерию их значимости для обоснования введения тех или иных инвариантов.

Если рассматривать как цель получение научных знаний вообще об окружающем нас мире, то необходимо изучать все разделы курса физики, представленные более или менее равномерно в существующих учебных программах. Если рассматривать как цель формирование специалиста радиоэлектронного профиля, то некоторые разделы курса физики представляются избыточными. Представляется целесообразным более сжато изучать, например, явления дифракции, поляризации света. В то же время целесообразно более подробно рассмотреть раздел «Электричество и магнетизм». Причем по критерию значимости можно предложить расположение некоторых разделов и тем с учетом целесообразного перераспределения учебного времени, отводимого на их изучение, например:

- тема «Электрический ток». Данная тема является основополагающей, так как в дальнейшем, например, при изучении теории электрических цепей, импульсных устройств, функциональных элементов радиоэлектронных средств одной из основных задач является задача анализа прохождения электрического тока, т. е. задача определения отклика (реакции) сколь угодно сложной заданной цепи на сколь угодно сложное заданное воздействие, и изменение его мгновенного значения по тем или иным правилам;
- тема «Колебания и волны». Качество и полнота освоения материала при изучении этого раздела являются ключевыми при изучении, например, курса теории радиоэлектронных цепей, в особенности ряда его разделов, в частности, по изучению линейных радиотехнических устройств, переходных процессов, автогенераторов. Представляется целесообразным помимо лекции на тему «Сложение гармонических колебаний» ввести лекцию на тему «Перемножение двух гармонических колебаний». Подобное представление существа вопроса значимо с точки зрения изучения в дальнейшем, к примеру, преобразователей частоты, лежащих в основе модуляторов, общих трактов супергетеродинных приемников, а также

средств и методов параметрического усиления и параметрической гидроакустики.

*Б. Об инвариантном подходе к формированию содержательной стороны программ обучения по специальным дисциплинам*

При подготовке специалистов радиоэлектронного профиля зачастую приходится наблюдать затруднение обучаемого правильно поставить задачу, следовательно, осмыслить ее и выбрать соответствующие методы решения.

Опыт преподавания показывает [90], что для ряда специалистов, например, специалистов связистов, гидроакустиков, радиолокационщиков основными задачами, лежащими в основе принципов построения технических средств, являются, в частности, следующие задачи:

- *обнаружение сигнала от цели на фоне помех;*
- *оценивание параметров сигналов;*
- *фильтрация мгновенных значений сигналов;*
- *совместное обнаружение сигналов и оценивание параметров.*

При этом формирование качественных показателей систем связи, радиолокации, гидроакустики позволяет выделить три важнейшие составляющие, коренным образом влияющие на конечный результат и, следовательно, способные определить содержательную сторону учебных программ по специальности. Этими составляющими являются *сигнал, канал и алгоритм обработки в приемнике.*

*Сигнал.* Может рассматриваться как выходной параметр радиопередатчика, как порождение физического поля объекта (корабля, летательного аппарата). С точки зрения математического описания сигналы (в зависимости от их вида) могут быть представлены тем или иным классом функций. С точки зрения физики – сигналу всегда соответствует некоторое физическое явление или поле. С точки зрения радиотехники – сигнал рассматривается как носитель информации, а алгоритм формирования сигнала, доведенный до совокупности самостоятельных функциональных операций, определяет структуру и функциональную схему передающей части любой радиоэлектронной аппаратуры.

В свою очередь совокупность функционально законченных операций дает направление для изучения средств реализации этих функционально законченных операций в виде функционально законченных блоков или модулей передающей части.

В качестве направлений для изучения могут быть традиционные радиоэлектронные компоненты при использовании навесного монтажа и печатных плат, использование функциональных больших интегральных схем (БИС) и сверхбольших интегральных схем (СБИС) с фиксированными программами работы, либо программируемые процессоры обработки сигналов, рассчитанные на решение достаточно широкого класса задач. Последнее определяет необходимость изучения способов программирования и оптимизации микро- электронно-вычислительных машин, создания мультипроцессорных систем в задачах обработки сигналов, а не отвлеченное изучение вычислительной математики вообще, и персональных электронно-вычислительных машин как одного из элементов информационно-расчетных систем.

С учетом прогресса в области проектирования и изготовления радиоэлектронных средств, а также учитывая практическую направленность подготовки, например, офицера военно-морского флота, целесообразно ввести в учебные планы и программы курс по изучению функционально законченных блоков и модулей как типовых технологических компонентов по их макрохарактеристикам.

*Канал.* Под каналом обычно понимается среда распространения или некоторая направляющая система от выхода передатчика (например, некоторого объекта в пассивных системах разведки целей) до входа приемника. С точки зрения и физического, и математического представления это либо линейная стационарная система с постоянными или переменными параметрами, или же нелинейная система. Следовательно, целесообразно при изучении математики рассматривать способы описания систем, а при изучении физики – физические процессы в тех или иных классах систем с имеющимся ясным и понятным математическим описанием.

При этих условиях канал задан и на его выходе всегда можно описать математически *уравнение наблюдения*, т. е. результат воздействия канала (среды распространения) на выходной сигнал передатчика или на сигнал от объекта (например, корабля, самолета и т. д.). Если нет уравнения наблюдения, то невозможно определить алгоритм обработки и структуру приемника.

*Алгоритм обработки.* Определяет последовательность операций, производимых над сигналом для решения задачи с заданным качеством. Алгоритм обработки определяет структуру приемного комплекса, набор функциональных операций, а значит и совокупность соответствующих блоков и модулей приемника.

Использование триады *сигнал – канал – алгоритм* обработки не только способствует формированию образа целого при анализе

и синтезе технических средств с позиций системного подхода, но и задает важную установочную цель не только на обучение, но и на мотивацию дальнейшей творческой деятельности обучаемого.

Имея конкретное решение любой из вышеописанных задач, всегда можно видеть аналитическую *зависимость финальных показателей работы радиоэлектронной системы от вида сигнала и его параметров, от канала и действующих в нем помех, от алгоритма обработки.*

Теоретическое решение задачи при выбранном критерии качества, принятых моделях и ограничениях позволяет определить потенциально возможные показатели функционирования. Различного рода ограничения технологического плана, невозможность аппроксимировать те или иные функциональные операции при обработке сигналов в трактах передатчиков и приемников приводят к заметному отличию показателей функционирования реальных систем от их идеальных моделей.

При этом в процессе обучения, даже на самых ранних его этапах, преподаватель имеет возможность продемонстрировать это обучаемым, *мотивируя процесс обучения.*

Для этих целей может использоваться внеклассная научно-исследовательская работа, выбор реальных тем курсовых и дипломных работ и проектов. Достоинства подобного подхода также и в том, что *не конгломерат сведений, зачастую не объединенных ведущими идеями, а реальное умение видеть задачу, формализовать ее, найти способ решения является ведущим в обучении.*

Эта концепция может оказаться плодотворной для перехода к обучению, в котором развиваются индивидуальные творческие возможности обучаемых, что позволяет готовить не узкого специалиста, раз и навсегда «прикованного» своей специальностью к конкретному изделию или технологическому процессу, а независимого образованного человека, самостоятельно определяющего пути реализации своего творческого потенциала.

Проведенный анализ действующих учебных программ [90], [136, 137], опыт преподавания специальных дисциплин показывает, что идеи системного подхода, в основе которых лежали бы указанные задачи, практически не реализованы. В учебных программах по специальности основное внимание отводится изучению конкретных образцов техники с использованием иерархического структурного представления, блочно-модульного описания на уровне функциональных схем, привитию операторных навыков и изучению документов, регламентирующих, в частности, применение и техническую эксплуатацию.

При этом практически не просматривается связь с общенаучными дисциплинами. Знания, полученные при изучении, например, курсов

физики и высшей математики, радиоэлектроники и электротехники, вычислительной техники и метрологии в единую систему практически не связаны, *востребуются в обучении на старших курсах эпизодически, что приводит к их забвению и к устойчивому убеждению обучаемых в их ненужности.*

Исходя из проведенного анализа, представляется целесообразным наряду с ранее введенными инвариантами радиотехнического знания ввести на старших курсах подготовки специалистов радиоэлектронного профиля следующие *инварианты* и понятия: сигнал; канал; алгоритм обработки; система; эффективность; критерий качества; потенциально возможные показатели эффективности; практически реализуемые показатели эффективности.

*В этом случае представляется возможным связать в единое целое весь процесс обучения от начального его этапа до защиты дипломной работы или степени магистра, обеспечив дальнейшее послевузовское становление специалиста.*

Педагогический эксперимент, подготовленный и проведенный с учетом проделанной и описанной выше работой, анализ и обобщение полученной информации позволяют говорить об обоснованности представленных положений.

#### **4.5. К вопросу практического использования математической статистики в педагогических исследованиях**

Математическая статистика дает исследователю в любой области научной деятельности достаточно мощный аппарат для объективного анализа результатов различных экспериментов, в частности, педагогического.

Исследования в педагогике, как правило, сопровождаются применением экспериментальных методов, анализом результатов педагогического эксперимента для получения достоверных данных. Привлечение элементов математической статистики наряду с традиционным использованием критерия «хи-квадрат» (Пирсона) в педагогических исследованиях в последние годы становится нормой.

*Актуальной* при этом является не столько проблема привлечения экспериментальных методов, использования элементов математической статистики, различного рода критериев, спектр которых достаточно широк и определяется решаемой задачей, сколько проблема *корректности* их использования, *адекватности* статистики, комментария результатов.

В частности, зачастую при обработке результатов эксперимента наблюдается ошибка первого рода: нулевая гипотеза (гипотеза об отсутствии различий) отклоняется, в то время как она верна. Практика исследований говорит о том, что если эмпирическое значение критерия равняется кри-

статистическому значению критерия, соответствующему низшему уровню статистической значимости (0,05; 5%-й уровень), или превышает его, то нулевая гипотеза отклоняется, но при этом недостаточно оснований принять альтернативную гипотезу (гипотезу о статистической достоверности различий). Если же уровень значимости имеет при этом наивысшее значение (0,001; 0,1%-й уровень) или значение, равное или большее 0,01 (1%-й уровень) – принимается альтернативная гипотеза.\*

Нередко представленные в диссертациях (чаще всего кандидатских) описания экспериментов уязвимы для критики и не согласуются с делаемыми на их основе выводами не только с точки зрения использования элементов математической статистики для проверки выдвигаемых гипотез, как отмечалось выше, но и с точки зрения того, что *основная задача эксперимента – получение достоверных данных, объективность результатов.*

Например, в одном из диссертационных исследований результаты итоговой специальной контрольной работы представлены в таблице:

Число студентов	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
контр. гр. 16	3	9	4	0
экспер. гр.12	0	3	5	4

Средний балл для контрольной группы – 3,1, для экспериментальной – 4, 1. Возникает вопрос, достаточно ли различия в 1 балл, чтобы судить о бесспорности превосходства новой методики. Для контрольной и экспериментальной групп 99 % доверительные интервалы таковы, что нижняя граница доверительного интервала для экспериментальной группы попадает внутрь доверительного интервала для контрольной группы. Аналогичные результаты получаются и для 95 % доверительного интервала. Можно сделать вывод о том, что сравнить методики практически очень трудно, причем предлагаемая методика явно не лучше старой.

Если провести сравнение на однородность с помощью критерия ранговых сумм Уилкоксона средних баллов по семестрам (с 1 по 5) для экспериментальной (средняя строка) и контрольной (нижняя строка) групп, представленных в таблице:

1	2	3	4	5
4	4,25	4,25	4,25	4,75
4,75	5	4,75	4,75	4,25

можно утверждать, что минимальный уровень значимости, на котором можно отвергнуть гипотезу однородности двух групп, равен 0,016. Обь-

\* Рунион Р. Справочник по непараметрической статистике. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 198 с.

ем выборки мал, критические числа меняются очень значительно. Так что для данного объема данный уровень значимости вполне приемлем. Выборки групп оценок неоднородны, но результирующий вывод получается в пользу традиционной методики: традиционная методика лучше новой на уровне значимости менее 0,05 (автор диссертационного исследования проводил анализ результатов и их комментариев с помощью критерия «хи-квадрат», выбрав уровень значимости 0,1).

Возможны, в частности, и достаточно подробно описанные Годфруа\* *артефакты*, связанные с научными исследованиями, к примеру, эффект Пигмалиона, Хоторн эффект, эффект плацебо.

*Эффект плацебо.* Основан на внушении, невольно или преднамеренно оказываемом исследователем. Участники эксперимента, будучи убежденными в эффективности предлагаемой, например, новой методики обучения довольно часто проявляют желаемые результаты, которые могут и не являться следствием использования нового метода.

*Эффект Хоторна.* Эффект плацебо может рассматриваться как частный случай эффекта Хоторна, который говорит о том, что одно только лишь понимание участником эксперимента того, что он участвует в нем, может привести к ожидаемым исследователем результатам.

*Эффект Пигмалиона.* Этот эффект известен также под именем Розенталя и состоит в том, что исследователь, убежденный в правоте предлагаемой, например, новой методики обучения, непроизвольно действует так, что она получает фактическое подтверждение.

Корректность разработки, проведения эксперимента, обработки и комментария полученных результатов является своего рода залогом объективности получаемых результатов.

Естественно, что на этапе формирования целей и задач эксперимента исследователь не нуждается непосредственно в методах математической статистики, но уже на этапе формирования контрольной и экспериментальной групп необходимо использование методов математической статистики, например, для ответа на вопросы о численности групп, об уровне их первоначальной подготовки. Методы математической статистики, которых разработано достаточное количество, отвечают на эти и многие другие вопросы. Проблема, как уже говорилось, состоит не в том, чтобы использовать элементы математической статистики, а в корректности их применения, адекватности.

В частности, в описанных в качестве примера фрагментах педагогическом эксперименте и в экспериментах других исследователей широко

---

\* Годфруа Ж. Что такое психология. – М.: Мир, 1992. – 492 с.

используется метод «хи-квадрат» (критерий Пирсона) [33]. Присущие методу «хи-квадрат» особенности таковы, что применение этого метода при проверке, например, неоднородности исследуемых групп приводит к должному выводу, но при этом не решает вопросы сути этой неоднородности: в различии параметра масштаба или в различии параметра сдвига.

Эффект воздействия, например, новой методики априори неизвестен и может привести к тому, что средний уровень обучения группы (параметр сдвига) остается неизменным, а дифференциация уровней знаний обучаемых в группе (параметр масштаба) изменится. Следовательно, при проверке эффективности методики обучения целесообразно использовать критерии, проверяющие однородность выборок по этим двум параметрам законов распределения, например, оценок уровня знаний обучаемых. При этом, так как априори закон распределения неизвестен и произвести его идентификацию существующими методами однозначно не представляется возможным, целесообразно применять статистические методы, являющиеся непараметрическими и робастными как к эффективности, так и к наличию в результатах экспериментов аномальностей.

Выше были показаны присущие критерию ранговых сумм Уилкоксона особенности, позволяющие использовать его для оценивания неоднородности выборок по параметру сдвига, критерий Зигеля-Тьюки для проверки выборок по параметру масштаба. Выбор критерия ранговых сумм Уилкоксона определяется асимптотической эффективностью данного метода для альтернатив сдвига по отношению к сопернику из нормальной теории, в частности, по отношению к двухвыборочному  $t$ -критерию. Ходжесом и Леманом показано [149], что эта эффективность –  $I(F)$  не может быть менее 0,864, зато может быть бесконечной, как показано выше. Выбор критерия Зигеля-Тьюки определяется тем, что данный критерий асимптотически эквивалентен критерию Ансари-Бредли, но несколько более прост в реализации на электронно-вычислительных машинах.

Покажем результаты использования одного из данных критериев на примере проведенного педагогического эксперимента, описанного в предыдущих разделах. Выделенные на основе концепции инвариантности слагаемые курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов, специальных дисциплин позволили осуществить внутри- и междисциплинарные связи этого курса, перестроить на инвариантной основе методику преподавания.

Была выдвинута гипотеза о том, что использование инвариантных слагаемых способствует увеличению успешности обучения по специальным дисциплинам. Существование статистически значимых различий в результатах обучения в экспериментальной и контрольной группах было подтверждено путем обработки результатов эксперимента

с помощью критерия «хи-квадрат» – Пирсона на уровне значимости 0,05. При этом остается неясной суть различия в результатах. Использование для обработки этих же результатов критерия ранговых сумм Уилкоксона позволило сделать вывод о различии выборок по параметру сдвига на уровне значимости 0,03.

Сдвиг, обусловленный воздействием методики, больше нуля, что позволяет в свою очередь сделать вывод о положительном воздействии предлагаемой методики на успешность обучения. Следовательно, в педагогических исследованиях целесообразно использовать методы робастной статистики.\*

#### 4.6. Педагогический эксперимент: основные положения

*А мы все ставим каверзный ответ  
И не находим нужного вопроса*

*В. Высоцкий*

Проведение экспериментов в педагогике обладает рядом особенностей, которые, к сожалению, мало учитываются в конкретных исследованиях. Опыт работы с аспирантами, готовящими диссертации по педагогике (специальность 13.00.02 – теория и методика обучения физике), анализ содержания ряда представленных к защите кандидатских диссертаций (см. раздел 4.5) позволяет говорить о том, что целенаправленной подготовкой аспирантов к решению вопросов планирования, организации и проведения педагогических экспериментов практически никто не занимается.

Во многих случаях учет специфики экспериментальных исследований в педагогике ограничивается решением задачи по выбору методов статистической обработки получаемых данных, в то время как *основная задача* заключается в выборе методов, обеспечивающих достоверность тех данных, к которым затем применяются статистические методы.

Несмотря на появление в последние годы публикаций, посвященных проведению экспериментов в социальных науках (преимущественно, психологии)\*\* , рассматриваемые в них положения практически не используются при проведении экспериментов в педагогике.

---

\* Работа выполнена при участии В.В. Черненко

\*\* См., например, Кэмпбелл Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях – М.: Прогресс, 1980; Готтсданкер Р. Основы психологического эксперимента – М.: Изд-во МГУ, 1982; Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – М.: ИНФРА-М, 1997; Корнилова Т.В. Введение в психологический эксперимент – М.: Изд-во МГУ, 1997.

Во многих работах для иллюстрации рассматриваемых положений используются примеры экспериментов в педагогике.

Данные обстоятельства во многом послужили причиной включения в данную работу некоторых вопросов экспериментального исследования в педагогике.

Как известно, процесс научного исследования включает в себя следующие этапы:

1. *Выдвижение гипотезы (гипотез).*
2. *Планирование и организация исследования (эксперимента).*
3. *Проведение исследования (эксперимента).*
4. *Анализ и интерпретация данных.*
5. *Опровержение или неопровержение гипотезы (гипотез).*
6. *В случае опровержения гипотезы – формулирование новой.*

Под экспериментом будем понимать исследование, проведенное в специально созданных, контролируемых условиях, с целью проверки выдвинутой гипотезы. *Экспериментальная гипотеза* обычно формулируется в виде некоего предположения о характере отношений между двумя (как минимум) переменными, одна из которых изменяется (контролируется) экспериментатором и называется *независимой*. Вторая переменная изменяется под действием независимой и называется *зависимой*. Например, если проверяется влияние новой методики преподавания на успеваемость студентов, то независимая переменная – это вид методики преподавания. Она имеет два уровня – традиционная методика преподавания и экспериментальная\*. Тогда зависимая переменная – это данные об успеваемости студентов, находящихся под воздействием независимой переменной (виде методики преподавания).

Центральная проблема эксперимента – проблема его *валидности* (*validity* – достоверность), которая, в свою очередь представлена двумя слагаемыми: *внутренней валидностью* и *валидностью внешней*.

Например, эксперимент показал, что существует взаимосвязь между новой методикой преподавания физики и ростом успеваемости студентов по данному предмету. *Внутренняя валидность* будет означать, что не существует никаких других причин повышения успеваемости, кроме новой методики преподавания. В том же случае, если будет установлено, что выявленная взаимосвязь носит устойчивый характер, т. е. она обнаруживается, например, в другом вузе, взявшем на вооружение данную методику, или повторяется из года в год в случае продолжения преподавания по новой методике, можно говорить о *внешней валидности*.

*Валидность* можно понимать как степень соответствия результатов, полученных в реальном эксперименте, тем результатам, которые

---

\* В принципе независимая переменная может иметь как несколько уровней, так и принимать несколько значений.

могли бы быть получены в случае проведения безупречного эксперимента. В свою очередь, безупречный эксперимент – это эксперимент проводимый в идеальных условиях, длящийся бесконечно и полностью воспроизводящий внешнюю реальность (эксперимент полного соответствия).

Тогда для подтверждения внутренней валидности необходимо, во-первых, создание таких идеальных условий (или проведение идеального эксперимента), при которых получаемые результаты могли быть объяснены *только* фактом экспериментального воздействия (преподавания) и ничем другим; во-вторых, проведение бесконечного эксперимента, чтобы выявить и учесть временные изменения измеряемых показателей (например, успеваемость может колебаться от семестра к семестру, интерес к изучаемой теме может зависеть от того, каким по счету в расписании стоит данное занятие и т. п.). Для подтверждения же внешней валидности необходимо проведение эксперимента, полностью воспроизводящего ту реальность, которая окружает его участников в реальной жизни. Поскольку в реальных условиях проведение безупречных экспериментов невозможно, всегда существует угроза как внутренней, так и внешней валидности.

Эксперименты, лишенные внутренней валидности, бесполезны, поскольку получаемые в них результаты могут быть объяснены, помимо действия независимой переменной, действием других переменных, которые не контролировались экспериментатором. Например, рост успеваемости по предмету мог быть связан не с методикой преподавания, а с тем, что после сессии из группы были отчислены неуспевающие студенты\*.

Эксперименты, лишенные внешней валидности, неудачны, поскольку полученные в них результаты не имеют никакого отношения к реальности. Полученные результаты оказываются ограниченными рамками тех условий в которых эксперимент проводился и не могут быть распространены (обобщены) за пределы этих рамок. При этом проведенный эксперимент может обладать внутренней и не обладать внешней валидностью. Например, при проведении эксперимента по определению эффективности новой методики преподавания, в принципе можно оградить испытуемых от действия большинства побочных переменных или учесть и скомпенсировать их влияние за счет выбора соответствующих математических методов обработки результатов. Но если условия проведения эксперимента или его

---

\* Д.Кемпбелл приводит пример исследования, из которого следовало, что девушки, поступающие в колледж, гораздо красивее девушек-выпускниц. На этом основании можно выдвинуть гипотезу о том, что обучение в вузе пагубно влияет на красоту, в то время как истинная причина полученного результата была в том, что более красивые девушки раньше выходили замуж и многие из них были вынуждены оставить учебу.

участники не репрезентируют реальность, то эксперимент будет лишен внешней валидности. Например, для проведения эксперимента была «выделена» лучшая на курсе учебная группа или апробация новой методики была доверена лучшему преподавателю, которого в дни проведения занятий по экспериментальной методике ничем другим не загружали.

Что касается факторов, угрожающих внешней и внутренней валидности, то к числу первых можно отнести факторы (переменные), которые смешиваются с эффектом экспериментального воздействия и «замусоривают» его своим влиянием. Это:

1. *Фон* – конкретные события, которые происходят между первым и вторым измерением наряду с экспериментальным воздействием. Например, экспериментальное преподавание продолжалось в течение семестра и его эффективность определялась (измерялась) накануне сессии. Тогда полученный сдвиг в уровне усвоения учебного материала может быть объяснен не влиянием методики преподавания, а тем, что накануне сессии студенты стали уделять больше внимания учебе.

2. *Естественное развитие* – изменение испытуемых, являющееся следствием течения времени, без связи с конкретными событиями. Например, возрастная динамика памяти, внимания, мышления студентов такова, что на втором-третьем курсе (18-19 лет) показатели многих когнитивных процессов находятся на спаде, что может оказать свое влияние на результаты эксперимента.

3. *Эффект тестирования* – то обстоятельство, что какая-либо группа людей является участником эксперимента и регулярно выполняет тестовые задания (например, на выявление уровня усвоения учебного материала), приводит к тому, что результаты каждого последующего тестирования (включая итоговое) подвержены влиянию предыдущих тестирований.

4. *Инструментальная погрешность, нестабильность измерительного инструмента* – для фиксации (измерения) результатов эксперимента могут использоваться ненадежные измерительные средства в роли которых начинают выступать тесты, опросники, контрольные задания и т. п. Экспериментатор на различных этапах проведения эксперимента может использовать различные критерии – в одном случае брать за основу результаты тестового среза, в другом – результаты беседы с испытуемым и т. п. В том случае, если не выработана стандартная процедура измерения, получаемые на различных этапах эксперимента результаты оказываются ненадежными и несопоставимыми друг с другом.

5. *Статистическая регрессия* – имеет место тогда, когда группы участников эксперимента отбираются на основе крайних пока-

зателей и оценок (например, в эксперименте принимают участие только лучшие студенты или лучшие преподаватели).

6. *Отбор испытуемых* – связан с предыдущим фактором. Группы, принимающие участие в эксперименте, могут быть неэквивалентны по составу, что приводит к появлению систематической ошибки в измерениях. Например, экспериментальное преподавание проводится в лучшей группе факультета, а традиционное – в обычной; или экспериментальное проводится на втором курсе, а традиционное на первом и т. п. Различия между группами, обусловленные неравенством «стартовых» условий, могут интерпретироваться как результат влияния независимой переменной.

7. *Отсев* – неравномерность выбывания испытуемых из сравниваемых групп. Даже если на «старте» эксперимента сравниваемые группы были эквивалентны, то в ходе эксперимента эта эквивалентность может быть нарушена. Например, из одной группы преимущественно выбывают неуспевающие студенты, а из другой – вышедшие замуж девушки.

8. *Взаимодействие факторов* – например, эксперимент было решено проводить со студентами первого и второго курсов без учета того, что будет происходить взаимодействие фактора отбора с фактором естественного развития.

К факторам, ставящим под угрозу внешнюю валидность (репрезентативность эксперимента), относятся неустранимые особенности эксперимента, отличающие его от реальной ситуации, что приводит к возникновению различий между генеральной совокупностью и выборкой, которая принимала участие в эксперименте:

1. *Реактивный эффект или эффект тестирования*. Смысл эффекта в том, что тестирование, которому подвергаются участники эксперимента, приводит к изменению их восприимчивости к экспериментальному воздействию по сравнению с представителями генеральной совокупности, которые не подвергались тестированию. Например, если в экспериментальной группе регулярно проводятся контрольные срезы по определению уровня овладения учебным материалом, то это может повысить интерес участников эксперимента к изучаемому материалу. Тогда результаты, показанные участниками эксперимента, будут нерепрезентативны по отношению к генеральной совокупности.

2. *Взаимодействие фактора отбора и экспериментального воздействия*. В данном случае возникают хорошо известные артефакты, вызванные нарушением, в частности, правил отбора участников эксперимента. Например, участие в эксперименте происходит либо на добро-

вольных, либо на принудительных началах. Кроме этого, возникают артефакты, порожденные самим экспериментатором. Например, если между исследователем и участниками эксперимента установились теплые, доверительные отношения, можно ожидать, что испытуемые начнут менять измеряемые в эксперименте показатели в требуемую для экспериментатора сторону (Хоторн – эффект).

3. *Взаимная интерференция экспериментальных воздействий.* В том случае, когда эксперимент состоит из ряда этапов, результаты первых воздействий на испытуемых начинают оказывать воздействие (интерферировать) на результаты последующих воздействий.

Проблема внешней валидности является центральной проблемой для экспериментов, носящих не «академический», а прикладной характер, что справедливо для многих исследований, проводимых в педагогике. Как известно, большинство проводимых здесь экспериментов носит прикладной характер, связанный, например, с совершенствованием системы образования. В то же время, при разрешимости в принципе проблемы внутренней валидности, проблема внешней валидности считается принципиально неразрешимой, поскольку требует проведение эксперимента полного соответствия. Такой эксперимент означает отсутствие каких-либо различий между экспериментальной ситуацией и реальностью. Невозможность проведения эксперимента полного соответствия не означает отказа от экспериментов, дублирующих, по мысли Р. Готтсданкера, реальный мир, но означает повышенные требования к исследователю, перед которым стоит задача максимального учета факторов, влияющих на внешнюю валидность.

Поскольку достижение внешней валидности лежит на пути повышения репрезентативности эксперимента по отношению к реальности, то одна из центральных задач, которая должна быть здесь решена – задача репрезентативности экспериментальной выборки. Существует несколько стратегий формирования групп, принимающих участие в эксперименте. Как правило, основу большинства стратегий составляют усилия по усреднению индивидуальных различий в различных группах (что способствует достижению внутренней валидности) и адекватному представлению изучаемой популяции (что связано с внешней валидностью). Исследователи, рассматривавшие проблему репрезентативной группы, отмечают, что наихудшая стратегия ее формирования – это использование реальных групп, имеющихся в наличии. При таком подходе проводимый эксперимент перестает обладать как внутренней, так и внешней валидностью. К сожалению, условия проведения многих экспериментов в педагогике таковы, что исследователь не имеет возможности выйти за рамки учебного хронотопа и формировать группы ис-

пользуя, например, случайную стратегию (*рандомизацию*). Так, например, проводя эксперимент по определению эффективности новой методики преподавания, исследователь вынужден работать в уже сформированных учебных группах, нарушая многие каноны проведения подобных экспериментов. Число «степеней свободы» исследователя при работе с группами, имеющимися в наличии, минимально. Не всегда даже имеется возможность уравнивать группы с целью создания одинаковых «стартовых» условий при проведении эксперимента.

Поскольку в педагогических исследованиях проведение экспериментов в группах, имеющихся в наличии, скорее норма, чем исключение, необходимо быть максимально корректным в выводах, делаемых на основе таких экспериментов. Многие представленные в диссертациях описания экспериментов не выдерживают никакой критики и не согласуются с делаемыми на их основе выводами (в данном случае речь не идет об используемом математическом аппарате проверки выдвигаемых гипотез, поскольку, как отмечалось выше, *основная задача* эксперимента – получение достоверных данных).

Несмотря на многообразие конкретных экспериментов, проводимых в социальных науках (включая педагогику), их можно свести к 16 основным экспериментальным схемам или планам эксперимента, среди которых, в свою очередь, выделяются планы:

- доэкспериментальные;
- экспериментальные;
- квазиэкспериментальные.

Эксперименты, проводимые по доэкспериментальным планам, не могут быть названы таковыми, поскольку при их проведении нарушаются требования, предъявляемые к эксперименту в классическом смысле данного понятия. В лучшем смысле использование доэкспериментальных планов позволяет говорить о проведении исследования, но не эксперимента.

К сожалению, нередкие рецидивы доэкспериментальных планов в педагогике связаны не столько с невозможностью учесть требования, предъявляемые к эксперименту, сколько с незнанием этих требований.

План «настоящего», истинного эксперимента обычно имеет следующие отличительные признаки:

- *использование определенной стратегии создания эквивалентных групп (чаще всего – рандомизации);*
- *наличие экспериментальной и контрольной группы;*

- *проведение итогового измерения (тестирования) групп и сравнение показателей группы, подвергшейся экспериментальному воздействию, с группой, не испытавшей воздействия.*

Квазиэкспериментальные планы представляют собой своеобразный компромисс между «хочу» и «могу» исследователя. Его ориентация на проведение только истинных экспериментов может вступить в противоречие с теми реалиями, в которых ему приходится проводить исследование. Невозможность проведения истинного эксперимента приводит к необходимости разрабатывать специальные планы, в которых учитывались бы расхождения между тем, что должно быть в эксперименте и тем, что есть. Такие искусственные, квазиэкспериментальные планы, позволяют контролировать эффекты, возникающие при отступлении от планов истинных экспериментов. К квазиэкспериментальным планам целесообразно прибегать тогда, когда проведение исследования необходимо, но план истинного эксперимента реализован быть не может.

Дадим характеристику планов эксперимента, используя предложенные Кэмпбеллом обозначения:

- X** – экспериментальная (независимая) переменная, влияние которой подлежит измерению;
- O** – процесс наблюдения, измерения, тестирования (а также результат этих процедур);
- R** – рандомизация, т. е. случайный порядок предъявления проб в последовательности, либо случайная стратегия образования групп (случайная выборка из популяции или случайное разбиение имеющейся выборки на группы).

## 1. ДОЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ

### 1.1. Исследование единичного случая: X O

Несмотря на то, что данный план является самым неудачным, он, по замечанию Е.В. Корниловой, до сих пор используется в ряде педагогических «экспериментов». Например, автор новой методики преподавания (независимая переменная **X**) заинтересован в показе ее эффективности. Для этих целей выбирается какая-либо учебная группа, в которой происходит обучение по новой методике. Результаты, полученные в этой группе (**O**) сравниваются с типичными результатами, которые до сих пор показывались в других группах, где использовалась традиционная методика. Отсутствие какого-либо экспериментального контроля делает полученные результаты невалидными поскольку, в частности:

- возможно, группа изначально состояла из сильных студентов;

- возможно, факт участия в эксперименте усилил интерес членов группы к учебе;
- возможно, преподаватель искренне верит в успех своего метода и «заражает» своей верой студентов и т. д.

При этом предложенная методика может действительно оказаться более эффективной, но в рамках проведенного «эксперимента» доказать это невозможно.

### 1.2. Предварительное и итоговое тестирование на одной группе: O1 X O2

Этот план также находит широкое применение в педагогических исследованиях. Он выигрывает по сравнению с предыдущим планом, поскольку предусматривает контроль состояния зависимой переменной по принципу «до» (O1) и «после» (O2) воздействия. В «экспериментах», проводимых по такому плану, обычно выдвигается гипотеза что причиной различий O1 и O2 является X. В то же время, получаемые при использовании данного плана результаты также являются невалидными, поскольку здесь во всей полноте начинают заявлять о себе рассмотренные выше факторы, угрожающие как внутренней, так и внешней валидности.

### 1.3. План для двух неэквивалентных групп с тестированием после воздействия: X O1 O2

Такой план лежит в основе многих педагогических «экспериментов»: формируются\* две группы, экспериментальная и контрольная, первая подвергается воздействию независимой переменной (например, преподаванию по новой методике), вторая – нет. Затем сравнивается положение дел в каждой из групп. Однако, отсутствие предварительного измерения в группах не позволяет утверждать, что различия между O1 и O2 объясняются влиянием X на одну из них. Возможно между группами различия существовали изначально, до действия X. Кроме этого, даже если предположить, что на момент начала эксперимента обе группы были эквивалентны по своим характеристикам, валидность полученных результатов все равно будет незначительной, поскольку имеет место действие фактора *выбывания* (см. выше).

## 2. ИСТИННО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ

---

\* На самом деле группы не формируются, а выбираются из имеющихся в наличии

2.1. План с предварительным и итоговым тестированием  
и контрольной группой: R O1 X O2  
R O3 O4

Существенным отличием всех истинно экспериментальный планов является отказ от использования групп, имеющих в наличии. Начальный этап эксперимента предусматривает достижение эквивалентности экспериментальной и контрольной групп за счет рандомизации. В рассматриваемом плане удастся контролировать многие факторы, угрожающие внутренней и внешней валидности, но его применение в педагогических исследованиях ограничено тем, что не всегда имеется возможность обеспечить подлинную рандомизацию при формировании экспериментальной и контрольной групп. По сути дела в данном плане определенные сомнения в рандомизации, как средстве уравнивания групп, компенсируются предварительным тестированием, преследующем те же цели.

2.2. План Соломона для четырех групп: R O1 X O2  
R O3 O4  
R X O5  
R O6

Из обозначений видно, что план включает использование четырех эквивалентных групп, из которых две являются экспериментальными и две контрольными, отличающимися друг от друга фактором наличия или отсутствия предварительного тестирования. Считается, что такой план позволяет повысить внешнюю валидность эксперимента за счет того, что эффект экспериментального воздействия воспроизводится четырьмя различными способами: при сравнении а) **O2 – O1**; б) **O2 – O4**; в) **O5 – O6**; г) **O5 – O3**.

Использование плана Соломона в педагогике затруднено рядом обстоятельств. Во-первых, как отмечалось выше, здесь с трудом решается проблема рандомизации групп. Во-вторых, наличие двух экспериментальных групп означает, что, например, преподавание по экспериментальной методике осуществляется в каждой из них. Но если это делает один и тот же преподаватель, то возникают сомнения в эквивалентности экспериментальных воздействий, осуществляемых им в разных группах. Если же для проведения эксперимента привлекается второй преподава-

тель, работающий по данной методике, то вопрос об эквивалентности экспериментального воздействия становится еще более актуальным\*.

2.3. План с применением контрольной группы и тестирования,  
осуществляемого только после воздействия: R X O1  
R O2

Несмотря на то, что предварительное тестирование (измерение) способствует решению вопроса об уравнивании экспериментальной и контрольной группы, во многих случаях такое тестирование либо невозможно, либо нецелесообразно. Например, если проведение эксперимента в области методики преподавания связано с изучением нового курса, то «стартовые» замеры уровня знаний по этому курсу лишены смысла. В то же время основным средством достижения «равенства» экспериментальной и контрольной групп является не предварительное тестирование, а рандомизация.

Кэмпбелл говорит о недоверии к этому плану со стороны исследователей, проводящих эксперименты в педагогике. Во многих случаях это недоверие является следствием затруднений с обеспечением в педагогике подлинной рандомизации. Отсюда желание «подстраховаться» за счет предварительного тестирования.

### 3. КВАЗИЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ

Квазиэкспериментальные планы занимают промежуточное место между доэкспериментальными и истинно экспериментальными планами и во многих случаях получаются сочетанием между собой тех и других. Кэмпбелл рассматривает 10 квазиэкспериментальных планов, часть из которых используется крайне редко, либо не используется вовсе. Как отмечалось выше, потребность в квазиэкспериментальных планах возникает в ситуациях, когда реализация истинно экспериментального плана невозможна, но эксперимент проводить надо.

К наиболее популярным квазиэкспериментальным планам относятся следующие.

---

\* Следует отметить, что при проведении экспериментов, направленных, в частности, на определение эффективности новых методов обучения, часто применяется специальный план исследования, предусматривающий использование нескольких учебных групп и нескольких преподавателей. Такой план назван Кэмпбеллом «нестинг».

3.1. Эксперимент по плану временных серий:  
O1O2O3O4XO5O6O7O8

В данном плане происходит отказ от контрольной группы, наличие которой является признаком истинного эксперимента. В то же время требование обязательного наличия экспериментальной группы начинает в ряде случаев носить слишком жесткий характер и выступать преградой к проведению экспериментов там, где формирование такой группы либо невозможно, либо нежелательно.

Суть эксперимента по плану временных серий состоит в осуществлении серии периодических измерений в экспериментальной группе с введением экспериментального воздействия посреди серии. На эффект воздействия будет указывать нарушение непрерывности результатов измерения, регистрируемых в этой серии. Например, проводится исследование по выявлению влияния выдачи стипендии на посещаемость занятий. Тогда **O1O2O3.....ON** – данные о посещаемости, **X** – независимая переменная (выдача стипендии).

К недостаткам данного плана относится невозможность отделить результат влияния независимой переменной от влияния фоновых событий, происходящих в течение эксперимента. Например, стипендия выдается накануне проведения занятий по тем предметам, на которые всегда была невысокая посещаемость.

3.2. План с эквивалентными временными выборками:  
X1O X0O X1O X0O...

В данном плане впервые используется две независимые переменные, которые чередуются друг с другом (предпочтительнее случайное чередование). Например, если изучается влияние самостоятельной работы студентов на уровень успеваемости по какому-либо курсу, то **X1** – самостоятельная работа, организуемая под руководством преподавателя, **X2** – самостоятельная работа без преподавателя. Связанные с этим планом сложности обусловлены необходимостью использования соответствующих статистических процедур проверки значимости экспериментального эффекта. Во многих случаях здесь применяется t-критерий Стьюдента с помощью которого проверяется значимость различий между результатами воздействия **X1** и **X2**.

### 3.3. План с неэквивалентной контрольной группой: O1 X O2 O3 O4

Данный план в наибольшей степени отражает те реалии, которые имеют место при проведении экспериментов в педагогике. В соответствии с ним выбираются две естественные группы (например, студенческие), по возможности сходные, но не настолько, чтобы предварительное тестирование не выявило между ними различий. Одна из групп, получает экспериментальное воздействие, после чего в обеих группах проводится итоговое тестирование\*. Результаты первого (O1, O3) и второго (O2, O4) тестирования сопоставляются с использованием t-критерия Стьюдента и дисперсионного анализа.

Основная ошибка, допускаемая при использовании данного плана, заключается в том, что в качестве основного аргумента в пользу наличия эффекта от действия независимой переменной начинают выступать значимые различия между O2 и O4, выявляемые с помощью t-критерия Стьюдента. На самом же деле необходимо сравнивать не значения O2 и O4, а величины сдвигов результатов тестирования  $\Delta O12 = (O1 - O2)$  и  $\Delta O34 = (O3 - O4)$ , т. е. значения прироста знаний, практических навыков и др. в экспериментальной и контрольной группах.

Использование данного плана оправдано в тех случаях, когда применение планов 2.1, 2.2 или 2.3 невозможно. При этом желательно выбирать группы в максимальной степени схожие между собой, что приводит к повышению внешней валидности проводимого эксперимента.

### 3.4. План с множественными сериями измерений:

O1	O2	O3	O4	O5	X	O6	O7	O8	O9	O10
O'1	O'2	O'3	O'4	O'5		O'6	O'7	O'8	O'9	O'10

Эксперимент с использованием такого плана проводится в двух неэквивалентных группах, одна из которых не получает экспериментального воздействия.

По мнению Кэмбелла, данный план является одним из наилучших и наиболее подходящих для исследований в педагогике. План схож с планом 3.1, но наличие контрольной группы повышает его внешнюю валидность. Значимость эффекта экспериментального воздействия проверяется на основании анализа различий между результатами соответствующих измерений в экспериментальной и контрольной группах.

Число квазиэкспериментальных планов не исчерпывается рассмотренными (как отмечалось выше, Кэмпбелл выделяет 10 таких планов,

\* Вопрос о том, какая из двух групп является экспериментальной, а какая контрольной, решается на основе случайного выбора.

часть из которых существует в нескольких модификациях). Но в любом случае, квазиэкспериментальным будет считаться любое исследование, направленное на установление причинной зависимости между двумя переменными, в котором не проводится предварительное уравнивание групп или, за счет отказа от контрольной группы, используются результаты неоднократного тестирования оставшейся группы до и после воздействия. Соответственно все многообразие квазиэкспериментальных планов может быть разбито на два класса:

- планы экспериментов для неэквивалентных групп;
- планы дискретных временных серий.

В настоящее время интерес к квазиэкспериментальным планам возрастает. Считается, что такие планы являются неперенным атрибутом современных исследований в педагогике и психологии и с ними связывается развитие экспериментального метода в этих науках в будущем.

Завершая освещение некоторых вопросов применения в педагогике экспериментальных методов хочется отметить, что полномасштабное рассмотрение этой проблемы не исчерпывается изложенным выше и требует от исследователя углубленной и всеобъемлющей подготовки в данной области.

### **Выводы по четвертой главе**

1. Проведение экспериментов в педагогике обладает рядом особенностей, при этом для педагогических исследований актуальной является не столько проблема использования элементов математической статистики, различного рода критериев, спектр которых достаточно широк и определяется решаемой задачей, сколько проблема корректности их использования, адекватности статистики.

2. В ходе педагогического эксперимента проверялась рабочая гипотеза о более высокой дидактической и методологической эффективности внутри- и межпредметных связей на основе концепции инвариантности по сравнению с традиционными способами реализации предметных связей в учебном процессе.

3. Объективизация условий эксперимента достигается комплексом организационно-методических мероприятий, включающих в себя:

- анализ концепции взаимосвязи научной, естественнонаучной и физической картин мира и выявление на ее основе инвариантов философии, общенаучных и конкретно-научных инвариантов;
- анализ содержания курсов общенаучных, общеинженерных, специальных дисциплин и выявление в них конкретно-научных инвариантов;

- определение на основе концепции инвариантности и выделенных инвариантов элементов специализации, включаемых в обучение на младших курсах;
- разработку учебно-методического комплекса, реализующего внутри- и межпредметные связи на инвариантной основе;
- определение используемых для проведения эксперимента разделов и тем;
- формирование экспериментальной и контрольной групп;
- проведение занятий в экспериментальной группе с включением элементов специализации, в контрольной – по традиционной методике;
- проведение контрольно-зачетного занятия в экспериментальной и контрольной группах с целью определения уровня овладения изученным материалом;
- сбор, обработка и анализ полученных результатов;
- формирование выводов и рекомендаций по итогам эксперимента.

4. Результаты эксперимента позволяют сделать выводы:

- уровень овладения учебным материалом оказался в экспериментальной группе выше, чем в контрольной, что подтверждается использованием критериев «хи-квадрат», Фишера, Уилкоксона (уровень значимости 0,05; 0,03; 0,01);
- были выявлены существенные различия в результатах овладения практическими навыками решения простых задач по изученному материалу, что особенно важно в связи с переходом на последующих этапах обучения к решению задач по специальности;
- знания, умения, навыки обучаемых в экспериментальной группе носили более прочный и системный характер; это выражалось как в более равномерном распределении оценок по результатам зачетного занятия, так и более полным использованием полученных теоретических знаний в решении практических задач: коэффициент корреляции между «теоретической» и «практической» частями тестового задания в экспериментальной группе оказался в три раза больше, чем в контрольной;
- обучаемые экспериментальной группы обладали повышенной мотивацией к учебной деятельности, что подтверждается результатами рейтинга; восприятие учебной информации носило в этой группе более заинтересованный и активный характер;
- повышение уровня познавательной активности объясняется включением в обучение на младших курсах элементов специализации, что придает обучению профессиональную направленность, пока-

зывает области применения общенаучных знаний, реализацией внутри- и межпредметных связей общенаучных, общеинженерных, специальных дисциплин.

5. Достоверность выводов по результатам эксперимента подтверждается пролонгированным наблюдением за его участниками на последующих этапах обучения, при переходе от изучения общенаучных дисциплин к дисциплинам общеинженерным и специальным. В экспериментальной группе переход к изучению радиоэлектроники, обучение в процессе изучения радиоэлектроники и специальных дисциплин сопровождался:

- более высоким уровнем овладения материалом этой дисциплины;
- переносом знаний из общенаучных дисциплин в курс радиоэлектроники и специальные курсы;
- широким использованием аналогий при решении задач по специальности;
- более высоким уровнем обобщения и систематизации учебного материала;
- поиском инвариантных алгоритмов в учебной деятельности;
- самостоятельным установлением внутри- и межпредметных связей «по горизонтали» и по «вертикали»;
- повышенным интересом к вопросам профессиональной подготовки;
- более активной включенностью в научную работу общеинженерных и специальных кафедр;
- более высокими результатами сдачи экзаменов по курсу радиоэлектроники, специальным курсам.

6. В процессе эксперимента решались не только научно-педагогические, но и *прикладные задачи*, связанные, в частности:

- с анализом профессиональной деятельности выпускника вуза и выявлением в ней инвариантных слагаемых;
- с отработкой методики учета в учебном процессе индивидуально-психологических особенностей обучаемых;
- с определением социометрической структуры учебной группы как первичного воинского коллектива [105];
- с вопросами гуманитаризации образования на основе внутри- и межпредметных связей;
- с определением инвариантной основы содержательной стороны заданий с выборочными и свободными ответами и др.

## Выводы

В результате проведенного многоаспектного анализа проблемы внутри- и межпредметных связей на основе концепции инвариантности, системного подхода, основополагающих идей концепции единства научного знания и на основе экспериментальной проверки действенности основных выдвигаемых нами методологических функций концепции инвариантности выявлено, что концепция инвариантности служит действенным средством обобщения, систематизации и методологического анализа всего многообразного материала дисциплин естественнонаучного цикла.

Реализация системы внутри- и межпредметных связей на инвариантной основе в учебном процессе вуза придает качественно новую специфику всем компонентам самостоятельной, учебной, научно-исследовательской деятельности обучаемых и обучающихся.

Тем самым открываются пути более широкого и глубокого использования внутри- и межпредметных связей, появляются возможности выхода за рамки традиционных функций этих связей, решения на их основе новых педагогических задач, постановка которых стала возможной только на инвариантной основе.

Открываются возможности для решения на внутри- и межпредметной основе таких задач, как повышение методологического, мировоззренческого уровня преподавания общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин; формирование научного, системного стиля мышления обучаемых; обеспечение единства в процессе формирования научных понятий; согласование языковых средств различных учебных предметов; придание обучению с первых дней профессионально направленный характер и др.

Рассматривая объективно существующий материальный мир как объект научного познания, концепция единства научной, естественнонаучной, физической картин мира позволяет осуществлять интеграцию различных областей научного знания на основе некоторых признаков общности, остающихся *инвариантными* в каждой конкретной науке.

В качестве таких признаков общности выступают, в частности, ведущие черты современной научной картины мира в их конкретизации в естественнонаучной и физической картинах мира. Выделение системы, в частности, межнаучных инвариантов позволяет объединять различные науки между собою, что в условиях учебного процесса означает реализацию межпредметных связей.

Основу концепции инвариантности составляют ведущие идеи научного знания, в соответствии с которыми любой объект материального мира может быть описан, например, своими пространственными, временными, энергетическими и информационными характеристиками. Интегратором этих характеристик выступает субстрат объекта описания. Образующийся пентабазис СПВЭИ может выступать в качестве действенного средства анализа и представления обобщенного содержания различных учебных дисциплин.

Являясь *одним из средств анализа*, пентабазис СПВЭИ позволяет в содержании различных учебных дисциплин выделять систему инвариантов и представлять обобщенное содержание учебной дисциплины как проявление этих инвариантов.

В частности, по отношению к радиоэлектронике концепция инвариантности позволяет выделить систему инвариантов, в качестве которой выступают гармонические колебания, идеализированные элементы цепи и правила Кирхгофа. Данные инварианты могут быть положены в основу системы внутри- и межпредметных связей физики и радиоэлектроники, радиоэлектроники и высшей математики, что позволяет разработать систему инвариантных алгоритмов преподавания этих дисциплин. Выделенные инварианты радиоэлектроники могут рассматриваться в качестве *элементов специализации*, включаемых в обучение на младших курсах, при изучении физики и высшей математики.

Методика преподавания этих дисциплин в таком случае оказывается подчиненной *задачам профессиональной подготовки*; происходит определенная утилизация содержания, в частности, курсов физики и высшей математики, более углубленное рассмотрение тех вопросов и тем в них, которые определяют успешность усвоения содержательной стороны выделенных инвариантов радиоэлектроники.

Перестройка методики преподавания общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин на основе концепции инвариантности, объединение их в единый межпредметный комплекс, пронизанный единой методологией представления и рассмотрения учебного материала, показали следующее.

1. Была обнаружена и в ходе педагогического эксперимента подтверждена более высокая действенность методики внутри- и межпредметной взаимосвязи на основе концепции инвариантности по сравнению с традиционными методами реализации внутри- и межпредметных связей.

2. Использование инвариантных алгоритмов преподавания при рассмотрении вопросов, в наибольшей степени связанных с будущей профессиональной деятельностью, позволило сделать более эффективными процессы формирования научного, системного стиля мышления обучаемых, характеризующегося широтой методологического подхода к изучаемым проблемам, способностью к мобильному переносу знаний из одной научной области в другую, способностью обнаруживать признаки общности и единства явлений и процессов различной природы, находить в них проявление идей инвариантности.

3. Перестройка методики преподавания общенаучных дисциплин на основе концепции инвариантности, связанная с включением в обучение на младших курсах *элементов специализации*, повышает эффективность использования *сензитивного периода*, значительно обогащает мотивы учебной деятельности за счет показа с первых дней обучения «выходов» общенаучных дисциплин на вопросы специальной подготовки и будущей профессиональной деятельности, а также пробуждения интереса к смежным дисциплинам за счет организации внутри- и межпредметных связей «по горизонтали».

4. Подготовка будущих специалистов приобретает «сквозной» характер, при котором ощутимо проявляется единство общих и конкретных предметных целей обучения.

5. Концепция инвариантности открывает возможности для перестройки учебного процесса в целом. Этот процесс начинает осуществляться на основе не предметного, а деятельностного подхода. Содержание учебной деятельности становится более обобщенным, в качестве *объектов познания начинают выступать общие для ряда или всех наук идеи, теории, законы, понятия, факты и т. д. и связи между ними.*

6. Система подготовки специалиста в вузе оказывается охваченной как *прямыми, так и обратными связями*, в частности, и за счет включения элементов специализации в обучение. При этом целесообразно охватить прямыми и обратными междисциплинарными связями общенаучные, общеинженерные и специальные дисциплины. Внутри- и междисциплинарные связи, прямые и обратные, позволяют сделать учебный процесс более управляемым за счет возникновения в нем *контура обратной связи.*

7. Учебно-методические комплексы на внутри- и междисциплинарной основе, базирующейся на концепции инвариантности, должны представлять собой *программу интегрального воздействия* на обучаемых со стороны различных кафедр, обеспечивающую единую, инвариантную, методологическую и методическую основу обучения. Комплекс должен обеспечивать эффективность и высокое качество обучения, его

неразрывную связь с воспитанием и общим развитием обучаемых, включающем развитие у них творческого, системного мышления, организационные формы самостоятельной работы.

8. Обобщение и систематизация на инвариантной основе действий и способов оперирования знаниями облегчает включение специалиста в *систему непрерывного* (послевузовского) образования, решение им научно- производственных задач, лежащих на стыке различных наук и областей знания, усвоение новой научно-технической информации, умение использовать общее информационное пространство, создавать собственную информационную нишу (использование системы *Internet*) и овладение содержанием вновь возникающих учебных дисциплин.

9. Проблемы гуманизации, гуманитаризации образования, формирования гармонически развитой личности носят комплексный характер, требуют для своего решения согласованных с позиций внутри- и межпредметных связей усилий всех педагогов высшей и средней школы и могут быть решены, на наш взгляд, с помощью концепции инвариантности.

Проведенное нами исследование открывает перспективы для дальнейшей работы на основе концепции инвариантности.

В частности, на основе концепции инвариантности предполагаем продолжить решение вопросов гуманизации, гуманитаризации высшего технического образования. Концепция инвариантности позволяет обнаруживать структуры, сохраняющие свою инвариантность при переходе, например, из области искусства (живопись, литература, музыка) к вопросам профессиональной подготовки.

Несомненно актуальной является проблема гуманизации, гуманитаризации среднего образования, решение которой полагаем возможным и на основе концепции инвариантности.

Проблемы, с которыми сталкивается образование в различных странах вследствие необходимости привести его содержание, формы, виды, продолжительность в соответствие с темпами и характером социальных изменений в мире, несомненны. В современных условиях развития мировой цивилизации происходит интеграция усилий многих как национальных, так и международных образовательных организаций. Актуальной задачей является выработка единой стратегии в области образования. При этом особо важным является, на наш взгляд, попытки выработки единой стратегии *с единых концептуальных позиций*, например, с позиции концепции инвариантности

Если вернуться к мысли о выходе образования в современном мире на транснациональный и надгосударственный уровень, то мы предполагаем, что наше исследование, проведенное с позиции концепции инва-

риантности, позволит выявить здесь некоторые не лежащие на поверхности проблемы и тенденции.

## ГЛАВА 5 К ВОПРОСУ О СОГЛАСОВАНИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ

### 5.1. О согласовании систем образования

Объективное усиление в современном мире интеграционных процессов сделало актуальным как вопрос согласования национальных систем образования, так и вопрос совершенствования образования в этих условиях. Осуществляемые в этой области под эгидой ЮНЕСКО, ЕПВО (единого Европейского пространства высшего образования), усилия по формированию элементов мировой образовательной системы общеизвестны и связаны, в частности, с выработкой международных стандартов и критериев образования, его формы и содержания, требований, предъявляемых к выпускникам независимо как от их национальной принадлежности, так и от принадлежности к той или иной культуре с присущей ей той или иной системой приоритетов и ценностей.

В силу исторических условий государство Израиль является государством определенного множества культур – мультикультурным государством. Поэтому Израиль можно рассматривать как своего рода социальный полигон, моделирующий многие процессы в современном мире. Данное обстоятельство делает возможным проведение широкого спектра исследований самой разнообразной, в частности, социальной направленности.

В рамках работы по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла, осуществляемой под руководством автора Центром педагогических исследований Университета Бен-Гурион, нами проводится исследование\*, базирующееся на ведущих

---

\* В исследовании принимали участие А.Д.Резник, отвечавший за консультационные вопросы по психологии, М.Амит – за административные вопросы. Представлено около двух десятков публикаций, в частности:

Reznik N.I. Conception of invariance in the system of teaching the disciplines of natural sciences cycle // Information and teaching: problems, achievements and perspectives. Proceedings of scientific seminar. Jerusalem: «Itron» Association, 1999, Pp. 21 – 32.

Reznik N.I. To The Issue of Educational Humanitarization from the Point of View of intra- and inter-subject connections, based on the conception of invariance // Scientific issues of scientists and specialists. Issue IV. Israel: Scientists of the south association. 2005. Pp. 128 ... 143.

положениях, представленных в этой работе и в работе [117], и направленное на анализ того, какие факторы могут оказывать наибольшее влияние на совершенствование преподавания этих дисциплин (на примере математики и физики) в условиях мультикультурного государства, каковым является современный Израиль. В Приложении представлены полный текст проекта исследования, тексты анкет-опросников, табличные данные их анализа с применением элементов метода content-analysis и метода case-study.

#### *Актуальность исследования*

Тенденция современного мира ко все большей открытости, объективное усиление в нем интеграционных процессов, при которых границы начинают носить условный характер, – все это порождает новые проблемы, решение которых зависит от совместных усилий различных государств. Так проблемы в области образования все чаще приобретают транснациональный и надгосударственный характер наряду, например, с проблемами экологии, борьбой с международным терроризмом, распространением наркотиков. Уже никого не удивляет ситуация, когда человек родился в одной стране, школу закончил в другой, университет – в третьей, а работает и живет в четвертой.

Миграционные процессы, которыми охвачен современный мир, сделали актуальным вопрос совершенствования образования в этих условиях. Не отрицая актуальности и значимости предпринимаемых под эгидой ЮНЕСКО, ЕПВО усилий по формированию элементов мировой образовательной системы, нам бы хотелось обратить внимание на недостаточно изученные аспекты данной проблемы, связанные с тем, что миграционные процессы приводят к миграции специалистов различного профиля за пределы своих национально-государственных территорий и к их стремлению реализовать себя как профессионалов на новом месте.

Среди таких специалистов немало представителей системы образования – школьных учителей, преподавателей университетов и колледжей. Что же происходит с ними в новой стране, находят ли они свое место в новой для себя системе образования; какое влияние они оказы-

---

Coordination of education systems: about some unsolved problems of pedagogical research // International Science Conference «Space and time in the evolution of the global system " a nature – a society – a person". The Book of Reports. – The Russian Fund of Fundamental Research, Moscow, 2002. – Pp. 10...22, (in cooperation with Amit, M., Reznik, A.).

Coordination of education systems: the psychological aspect // International Science Conference «Space and time in the evolution of the global system " a nature – a society – a person". The Book of Reports. – The Russian Fund of Fundamental Research, Moscow, 2002. – Pp. 27...39, (in cooperation with Amit, M., Reznik, A.).

вают на систему образования – деформирующее эту систему или модернизирующее ее; чувствуют ли они себя успешными на новом месте; в какой степени они в состоянии адаптироваться, отрешиться в своей деятельности от прежней системы ценностей – вот далеко не полный перечень вопросов, без решения которых выход образования на транс-национальный уровень вряд ли возможен.

В современном мире трудно найти более подходящее место для поиска ответов на подобные вопросы, чем Израиль. Принимая с момента своего образования в 1948 году репатриантов из более чем 120 стран мира, Израиль в силу исторических условий и играет роль своеобразного социального полигона, моделирующего многие процессы, происходящие в мире.

Система образования в Израиле построена в основном по западному образцу и обладает рядом уникальных особенностей, отражающих как еврейский характер государства, так и взгляды лидеров сионистского движения, стоявших у истоков государства Израиль.

В настоящее время более 6% израильских педагогов – репатрианты из СССР/СНГ/России, прибывшие в Израиль в основном на волне большой алии конца прошлого века, начала нынешнего (made Aliya – репатрировался в Израиль). Сегодня трудно найти какую-либо израильскую школу, в которой бы не работали русскоязычные учителя. Данное обстоятельство позволяет перевести в плоскость конкретных исследований большинство тех вопросов, которые были обозначены выше.

*Следовательно, актуальность исследования определяется:*

- мультикультурным характером современного Израиля, что требует своего учета в деятельности всех социальных институтов государства, одним из которых является система образования;
- обостряющимся противоречием между постоянно возрастающим объемом знаний, которые предстоит усваивать в школе, в университете, в дальнейшей профессиональной деятельности, и ограниченными возможностями учебного процесса, который локализован во времени и пространстве;
- требованиями повышения уровня методологической, мировоззренческой и профессиональной подготовки специалистов, преодоления разобщенности системы научного знания в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;
- необходимостью решения проблемы фундаментализации и гуманитаризации образования, требующими разработки и внедрения современных методик преподавания дисциплин естественнонаучного цикла, в частности, математики и физики, как фундаментальных для системы научного знания;

- необходимостью преодоления разобщенности в преподавании дисциплин за счет усиления внутри- и межпредметных связей на основе современных методологических концепций, обобщающих систему научного знания, в частности, концепции инвариантности.

*Цель исследования:*

- выявление факторов, способных привести к совершенствованию системы преподавания математики и физики;
- поиск, обоснование и внедрение новых педагогических технологий (методов и методик исследования), базирующихся на системе внутри- и междисциплинарных инвариантов, позволяющих разработать критерии оптимального объема и содержания учебной информации по различным дисциплинам;
- выявление характера и степени влияния на процесс преподавания фактора межкультурных различий на примере изучения педагогического опыта работы русско- и ивритоязычных учителей и преподавателей физики и математики, работающих в израильских школах и вузах;
- выявление характера и степени влияния на процесс усвоения учебного материала по физике и математике фактора межкультурных различий на примере изучения особенностей восприятия учебного материала русскоязычными учениками-репатриантами;
- разработка серии учебно-методических и справочных пособий, позволяющих связать в единый учебно-методический комплекс на основе современных научно-методологических концепций изучение математики, физики, электроники и других технологических дисциплин; разработка многофункциональных учебно-лабораторных и учебно-исследовательских установок и комплексов.

*Гипотеза исследования*

В ходе исследования, проводимого с позиции согласования систем образования, была выдвинута и подтверждена гипотеза, что в совокупности своей различные аспекты по совершенствованию преподавания дисциплин сводятся к проблеме, решение которой связано с рассмотрением как минимум трех сторон:

- методологической, связанной с соотношением формы и содержания целого (системы образования, системы преподавания дисциплин естественнонаучного цикла), с поиском системообразующих факторов, формулированием концепции, миссии и приоритетов системы в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;
- психолого-педагогической, связанной с комплексным анализом системы отношений «учитель-ученик» в условиях мультикультур-

ного характера страны, требующего как учета фактора межкультурных различий по отношению к ученикам и по отношению к учителям, так и большей степени межкультурной и межэтнической толерантности;

- организационно-методической, связанной с решением актуальных задач как внутреннего развития школы, так и системы отношений «школа-университет».

Каждая из этих трех составляющих может быть соотнесена как с формой, так и с содержанием целого – системы образования (аспект диссипативной, саморазвивающейся системы). При этом особо важными являются, на наш взгляд, попытки анализа материала исследования с единых концептуальных позиций, в данном случае – с позиции концепции инвариантности, представленной и в этой работе, и в работе [117].

### *Объект и предмет исследования*

*Объектом* исследования является выборка русско- и ивритоговорящих учителей и преподавателей физики и математики израильских школ и университетов, а также выборка русско- и ивритоговорящих учащихся старших классов и студентов.

Приводимые ниже результаты исследования по поиску путей совершенствования системы преподавания дисциплин естественнонаучного цикла локализованы выборкой русскоязычных учителей физики и математики, работающих в старших классах школ г. Беэр-Шевы (Беэр-Шева расположена в южной части Израиля и входит в пятерку наиболее крупных городов страны. Одной из характерных особенностей города является то, что порядка 30% его населения – репатрианты из СССР/СНГ/России, которые оказывают существенное влияние на все стороны жизни в городе. В городе есть крупный университет имени Бен-Гуриона, ряд колледжей и школ). Для израильских школ достаточно типично, что среди учителей физики и математики процент русскоязычных педагогов значительно выше, чем среди учителей по другим предметам. При этом следует иметь в виду:

Во-первых, этим предметам (в первую очередь – математике) в старших классах израильской школы уделяется приоритетное внимание в силу их методологического и мировоззренческого значения в развитии обучаемых.

Во-вторых, содержательная сторона педагогической деятельности учителей физики и математики не претерпела существенных изменений после репатриации – законы физики и правила математики одинаковы, что в России, что в Израиле. Кроме этого, как показал проведенный нами анализ, не существует принципиальных различий в объеме программ

по физике и математике для старших классов израильских и (пост)советских школ. В настоящее время как в России, так и в Израиле объем программ приближается к общемировым стандартам.

Последнее обстоятельство особенно важно. Оно позволяет сделать полученные нами результаты более валидными, поскольку они оказываются в минимальной степени детерминированы фактором различия между содержанием учебных программ в школах Израиля и России. В ряде случаев эти различия носят существенный характер. Например, во многих школах Израиля изучается русский язык как иностранный и преподают его преимущественно бывшие учителя русского языка советских (российских) школ. Однако между содержанием программ русского языка как родного и русского языка как иностранного имеются существенные различия.

В-третьих, учебный процесс в старших классах израильской школы мало отличается от привычной для советских (российских) учителей классно-урочной формы обучения.

Выборка была сформирована таким образом, чтобы в нее вошли те учителя, чей педагогический опыт до репатриации был сопоставим с педагогическим опытом после репатриации. Характеристики выборки представлены ниже (при анализе ответов на вопросы анкеты).

*Предмет* исследования – системы «учитель-учебный предмет-ученик», «школа-университет», рассматриваемые в мультикультурном контексте и в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе; внутри- и межпредметные связи дисциплин естественнонаучного цикла, инварианты научного и профессионального знания, лежащие в основе обучения и выступающие в роли системообразующих факторов, связывающих этапы школьной и университетской подготовки:

- объективные характеристики и показатели учебных программ по физике и математике для израильских и российских школ и университетов;
- анализ путей и способов решения проблемы совершенствования преподавания физики и математики, предлагаемых участниками исследования;
- особенности субъективного восприятия русско- и ивритоговорящими учителями и преподавателями физики и математики израильских школ и университетов, а также русско- и ивритоговорящими учащимися старших классов и студентами систем образования в Израиле и в России (постсоветского пространства);

- влияние фактора межкультурных различий на показатели субъективной удовлетворенности учителей характером и содержанием своей деятельности;
- поиск путей согласования национальных систем образования на примере согласования систем образования России (СССР/СНГ) и Израиля.

Ниже рассматриваются результаты исследования, локализованные выборкой русскоязычных учителей физики и математики.

### *Методология исследования*

Исследование проводилось по двум направлениям:

- анализ учебных программ и других нормативных документов, регламентирующих деятельность системы образования в Израиле и России;
- анализ результатов анкетирования и интервьюирования учителей, вошедших в выборку, с использованием элементов метода content-analysis и метода case-study.

При анализе внутри- и межпредметных связей дисциплин естественнонаучного цикла привлечены элементы системного анализа и синтеза, концепции инвариантности в системе преподавания.

Анализ учебных программ дал возможность представить макро- и микроанализ учебных программ по математике и по физике, действующих в Израиле и в России в настоящее время. Макроанализ осуществлялся на уровне сравнения и сопоставления систем образования в Израиле и в России по ряду позиций (в частности, цели и задачи систем образования, методологические, философские, идеологические основания систем образования, степень интегрированности в мировую образовательную систему).

Основу микроанализа составил анализ учебных программ, дополненный анализом учебников и учебных пособий, результаты были представлены в виде гистограмм и матриц, в которых сопоставляется и сравнивается содержательная сторона этих программ (в частности, принцип построения и объем программ, организация и функции процесса обучения, последовательность изучения разделов и тем, время, отводимое на каждую тему). В совокупности результаты макро- и микроанализа позволяют судить о методологической и методической обеспеченности школьной подготовки, определить как признаки сходства, так и признаки различия программ по физике и математике в Израиле и в России (пользуясь случаем, мы выражаем благодарность директору средней школы при Посольстве России в Израиле г-ну Н.Е. Казакову

и директору московской гимназии №23 при Институте новых образовательных систем г-ну Б.Н.Рутбергу, предоставившим нам необходимые для работы программы и нормативно-методические материалы).

Анализ анкет, созданных в виде открытого опросника, проводился с использованием элементов контент-анализа. К ответам на вопросы анкеты были привлечены русскоязычные учителя математики и физики старших классов школ г. Беэр-Шевы. Объем выборки был ограничен респондентами, что составляет примерно 11% от общего числа русскоязычных учителей по этим предметам. Для повышения репрезентативности исследования (эксперимента) по отношению к реальности использовалась случайная стратегия (рандомизация). Степень достоверности (валидность) была ограничена внутренней валидностью.

На этапе формирования выборки проводились, в частности, встречи с русскоязычными учителями физики и математики, у части из которых было взято интервью, осуществлялось посещение занятий по этим предметам, встречи с руководящими работниками Министерства образования Израиля.

Проведенная работа позволила составить анкету-опросник (см. Приложение), обладающую достаточной содержательной валидностью и получившую в целом положительную оценку у тех учителей, которые с ней работали.

Основная задача части вопросов разработанной анкеты – определить характер субъективного восприятия русскоязычными учителями израильской системы образования с последующим сопоставлением с ее объективными характеристиками.

Кроме анкетирования с каждым из респондентов проводилось интервью, в ходе которого они имели возможность в свободной форме выразить, например, свое отношение к израильской системе образования, к имеющимся у них проблемам и трудностям. Каждое интервью, с согласия респондентов, записывалось на диктофон. Во многих случаях интервью развивало и дополняло ответы на пункты анкеты. Время проведения интервью варьировалось в пределах от 45...50 минут (минимум) до 2...3 часов (максимум).

В настоящее время создана анкета-опросник с целью проведения экспериментального опроса ивритоговорящих учителей для соотнесения полученных данных с имеющимися. Завершена разработка анкеты-опросника для учеников, чтобы в целом рассмотреть систему отношений «учитель-ученик» (см. Приложение, где представлены тексты анкет-опросников, табличные данные их анализа с применением элементов метода content-analysis).

### *Анализ результатов анкет и интервью*

Ниже представлен анализ результатов анкет и интервью. Анкета содержит 15 вопросов, часть из которых сопровождается подвопросами. Анкета составлена таким образом, чтобы была возможность провести сравнительно-сопоставительный анализ ответов на разные вопросы (подвопросы). Данное обстоятельство позволило при анализе результатов анкет и интервью выявить, в частности, противоречивость ряда суждений и умозаключений респондентов. Основная задача части вопросов разработанной анкеты, напомним, – определить характер субъективного восприятия русскоязычными учителями израильской системы образования с последующим сопоставлением с ее объективными характеристиками.

*Вопрос 1. Ваше отношение к системам образования в Израиле и в той стране, в которой Вы работали ранее (до репатриации).*

*1.1. Каковы основные, на Ваш взгляд, отличия израильской системы образования от той, в которой Вы работали ранее.*

Ответы носят конкретный и предметный характер: отмечается наличие ступенчатости (скачкообразности) в обучении; практическое отсутствие четко очерченных государственных стандартов базового образования, жесткого контроля на всех уровнях; неравномерность распределения учебной нагрузки, необязательность среднего (классы 11, 12) образования.

*1.2. Каковы, на Ваш взгляд, основные признаки сходства.*

В качестве признаков сходства используются общие универсальные категории, зачастую не наполненные конкретным содержанием, вербализуются признаки, приемлемые для любой системы обучения.

Можно предположить, что конкретные признаки сходства либо не осознаются, либо не формулируются по каким-либо причинам, либо отсутствуют.

*1.3. Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования.*

Дифференцированность подхода, уровни обучения; широкий спектр выбора и число степеней свободы как у учеников, так и у учителей; демократичность отношений в системе «учитель–ученик» при личностно-ориентированном подходе; техническое обеспечение, широкое использование компьютеров – такова форма видения достоинств израильской системы образования большинством респондентов.

*1.4. Какие Вы видите в ней недостатки.*

Отсутствие внутри- и межпредметных связей; низкий профессиональный уровень учителей начальной школы; избыточная субъектив-

зация подхода учителей к процессу обучения; декларативный характер применения элементов развивающего обучения, мотивации к обучению; чрезмерная политизированность школ.

*1.5. На Ваш взгляд, какие учебные дисциплины являются приоритетными в израильской системе образования.*

*1.6. Какие учебные дисциплины являются (являлись) приоритетными в той системе образования, в которой Вы работали ранее.*

Тенденция к обозначению обязательных дисциплин: математики, английского языка – в Израиле, всех дисциплин – в России.

*1.7. Укажите, пожалуйста, те учебные дисциплины, которые, на Ваш взгляд, лишены должного внимания либо вообще отсутствуют в израильской системе образования.*

Тенденция к обозначению дисциплин естественнонаучного цикла, в частности, физики, как методологической и мировоззренческой основы развития обучаемых.

*2. Ваше отношение к содержанию курса физики / математики.*

*2.1. Отличается ли, на Ваш взгляд, содержание курса физики / математики от того, с которым Вы работали ранее. «Да»; «Нет».*

*Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите, в чем Вы видите основные отличия.*

*2.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите в чем Вы видите основное сходство.*

Вопрос 1 получил развитие в вопросе 2: устойчивая тенденция констатации отличий содержательной стороны программ как с точки зрения принципа построения программного материала, так и с точки зрения глубины его рассмотрения.

*3. Ваше отношение к методике преподавания физики / математики.*

*3.1. На Ваш взгляд, уделяется ли в израильской школе достаточное внимание методике преподавания физики / математики. «Да»; «Нет».*

*3.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», сформулируйте основные, на Ваш взгляд, достижения в методической подготовке израильских учителей по физике / математике.*

*3.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», сформулируйте основные, на Ваш взгляд, пробелы в методической подготовке израильских учителей по физике / математике.*

Ответы на вопрос 3 развивают базовые положения вопроса 1. Отмечается неоднозначность их заключений. Примерно в половине случаев звучит утверждение об отсутствии жесткого контроля, начиная с программного материала и завершая курсами повышения квалификации.

Можно предположить, что значительная часть респондентов не воспринимает израильскую систему образования в своей целостности, в единстве своей формы и содержания, и рассматривает ее со взаимоисключающих позиций, не усматривая в своих ответах противоречия между принятием формы, например, свободы выбора, и непринятием содержания, например, отсутствие жесткого контроля, системы образования Израиля. При этом можно полагать, что такая особенность восприятия респондентами израильской системы образования является центральным фактором, детерминирующим характер их ответов на большинство вопросов анкеты.

*4. Считаете ли Вы, что опыт преподавания физики /математики, накопленный в других странах, был бы полезен для Израиля. «Да»; «Нет».*

*4.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», что конкретно, на Ваш взгляд, из опыта преподавания физики / математики может быть внедрено в израильские школы уже сегодня.*

*4.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», обоснуйте, пожалуйста, такой вывод.*

Ответы примерно в 50% подтверждают выводы по анализу вопроса 3. Внедрение элементов внутри- и межпредметных связей как актуальная проблема представлена примерно в 36%; при анализе примерно 56% ответов можно предположить, что респонденты либо не владеют педагогической терминологией, либо не знают современных передовых методов преподавания, предлагая в качестве предметов заимствования типичные для педагогики 80-х гг. Можно предположить, что причиной тому могут быть как языковые проблемы, так и отсутствие навыков самостоятельной работы с методической литературой, что интерпретируется ими как ее недостаточность. Примерно в 24% просматривается рекомендация изучения педагогического опыта учителей-репатриантов из СССР.

*5. Считаете ли Вы, что подготовка учащихся по физике / математике является одной из приоритетных задач израильской школы. «Да»; «Нет».*

*5.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.*

*5.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.*

Нет противоречивости в ответах. Подтверждаются заключения по анализу вопроса 1.7. Можно предположить, что есть социальный запрос на изучение физики как базисной науки, формирующей методологические и мировоззренческие основы восприятия и отображения информации у обучаемых.

6. На Ваш взгляд, отличается ли уровень знаний по физике /математике выпускников израильской школы от той, где Вы работали до репатриации: «Да»; «Нет».

6.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

6.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

Принципиальных отличий в уровне знания нет – в обеих системах отличие в уровне знания определяется, в основном, уровнем изучения избранного учеником материала и педагогическим мастерством преподавателя. Примерно в 29% просматривается рекомендация изучения педагогического опыта учителей-репатриантов, что подтверждает аналогичные выводы при анализе вопроса 4. Можно полагать, что рост числа «багрутов» (аттестатов зрелости) коррелирует с ростом русскоязычных учителей в школах, но без дополнительного исследования нельзя утверждать, что эти связи носят причинно-следственный характер.

7. Если бы Вам была предоставлена возможность внести изменения в содержание курса физики / математики, то что бы Вы предприняли в первую очередь.

Актуальность реализации внутри- и межпредметных связей представлена примерно в 57%. Примерно в 28% подтверждаются выводы по вопросу 5.2 о предположении, что есть социальный запрос на изучение физики как базисной науки.

8. Если бы Вам была предоставлена возможность внести изменения в методiku преподавания физики / математики, то что бы Вы предприняли в первую очередь.

Нет противоречия в ответах. Подтверждаются выводы по анализу вопроса 7 об актуальности внутри- и межпредметных связей, о предположении, что есть социальный запрос на изучение физики как базисной науки, формирующей методологические и мировоззренческие основы развития обучаемых.

9. Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин

Нет противоречия в ответах. Подтверждаются выводы по анализу вопроса 8 о разработке и внедрении элементов внутри- и межпредметных связей, о предположении, что есть социальный запрос на формирование единства научной картины мира как основы развития обучаемых.

10. Отрадите, пожалуйста, индекс Вашей личной удовлетворенности содержанием учебных программ по физике / математике:

1	2	3	4	5
Неудовлетворен	Скорее неудовлетворен, чем удовлетворен	Затрудняюсь с ответом	Скорее удовлетворен, чем неудовлетворен	Удовлетворен

*Обоснуйте, пожалуйста, выбранный Вами ответ*

Среднее значение индекса приближается к значению «4» – «скорее удовлетворен, чем неудовлетворен». Причины удовлетворенности в общем виде: содержание программ не уступает мировым стандартам, возможность оптимальной работы системы «учитель-ученик». Причины неудовлетворенности в обобщенном виде: недостаточность базовой подготовки учеников начальной школы, преобладание «технизма» в промежуточной школе над логикой доказательности, неравномерность учебной нагрузки ученика в процессе его обучения от начальных до высших классов.

11. Ваши замечания, предложения и пожелания по совершенствованию системы преподавания физики / математики в Израиле.

Действенные внутри- и межпредметные связи с единых концептуальных позиций (в частности, с позиции единства научной картины мира), единство системы подготовки «школа-университет» (система «школа-университет» как управляемая при наличии прямой и обратной связей, т. е. контура обратной связи), совершенствование системы повышения квалификации и переквалификации как открытой системы.

12. Полагаете ли Вы, что есть темы учебной программы по физике / математике, наиболее трудные в изложении: «Да»; «Нет».

12.1. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – укажите, пожалуйста, эти темы.

12.2. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Нет» – обоснуйте, пожалуйста.

Примерно для 36% нет трудных тем. Обоснование – профессиональный уровень подготовки педагога определяет успешность его действий. Примерно для 64% есть трудные в изложении темы: показательная функция, отрицательные, комплексные числа, элементы электродинамики, колебательные процессы, гармонические колебания, решение уравнений, комбинаторика, аналитическая геометрия.

13. Считаете ли Вы, что есть темы учебной программы по физике / математике, наиболее трудные в усвоении их учениками: «Да»; «Нет».

*13.1. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – укажите, пожалуйста, эти темы.*

*13.2. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Нет» – обоснуйте, пожалуйста.*

Примерно для 30% нет трудных тем. Обоснование – мотивация к обучению. Примерно для 70% есть трудные для восприятия темы: показательная функция, отрицательные, комплексные числа, векторы, элементы электродинамики, колебательные контуры, колебательные процессы, гармонические колебания, решение уравнений, комбинаторика, геометрия, тригонометрия, стереометрия, ряды, прогрессии, аналитическая геометрия. Подтверждаются выводы по анализу вопроса 10, что позволяет предположить, что в рамках начальной школы у обучаемых не развито абстрактное мышление для восприятия подавляющего большинства выше перечисленных тем.

*14. Основные трудности, испытываемые Вами в процессе преподавательской деятельности*

Слабая подготовка учеников начальной школы, большие классы, отсутствие действенных внутри- и межпредметных связей дисциплин, недостаточность количества часов; отсутствие мотивации к обучению, различия языковые, различия в менталитетах, излишняя прагматичность и недисциплинированность учеников (часть респондентов усматривают в этом источник испытываемого ими чувства дискомфорта); политизированность системы образования, отсутствие действенной прямой и обратной связи «школа- университет».

Можно полагать, что испытываемые педагогами трудности в совокупности своей не противоречат полученным выше выводам и сводятся к обозначенной выше проблеме, решение которой возможно при использовании элементов системного анализа и синтеза.

*15. Укажите, пожалуйста, Ваши личные данные.*

Из опрошенных: учителей математики – 59%; учителей физики – 27%; физико-математиков – 14%.

Из них: 66% мужчин; 34% женщин.

Средний возраст: 50 лет.

Образование: высшее – 100%, из них 35% человек имеют ученую степень доктора (Ph.D) – эта степень соответствует степени кандидата наук.

Педагогический стаж (в среднем): до репатриации – 15 лет, после репатриации – 12 лет, общий – 27.

Через сколько лет после репатриации приступили к работе (в среднем): через 1,5 года.

Курсы обучения (повышения квалификации) в Израиле: подготовка и переподготовка на право преподавания, повышение квалификации.

### *Выводы и предположения*

Первичные результаты проведенного исследования позволяют говорить о неоднозначном восприятии респондентами системы израильского образования и, естественно, различном видении путей ее совершенствования (как оговаривалось выше, в данной части результатов исследования речь идет о русскоязычных учителях физики и математики, работающих в израильских школах; другая часть результатов исследования относится к восприятию системы израильского образования ивритоговорящими учителями и преподавателями физики и математики, русско- и ивритоговорящими учениками и студентами, что позволит в целом рассмотреть систему отношений «учитель-ученик», «школа-университет» и соотнести полученные результаты).

Интегрируя ответы респондентов, которые зачастую развивались и дополнялись в процессе интервью, можно выделить три основные составляющие восприятия ими израильской системы образования и говорить о правомерности выдвинутой гипотезы, содержательная сторона которой показана ранее – различные аспекты по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла сводятся к проблеме, решение которой связано с рассмотрением как минимум трех сторон (для удобства восприятия и отображения информации мы сознательно придерживаемся единой формы ее представления и в этом разделе, и в последующих):

1. Методологической, что можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров. В этом и в последующих примерах имена респондентов изменены.

**Случай Шломи.** Ему 55 лет, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1989 года. В России работал учителем в школе, в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 16 лет, в Израиле – 11. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 год после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы проявлял некоторую нервозность, не единожды меняя направление беседы; в его комментариях неоднократно звучали ностальгические нотки.

Анализ анкеты-опросника Шломи показал следующее. В частности, его ответ на вопрос 1.3. «Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования» звучит так: «Практически неограниченная возможность самостоятельного выбора, свобода выбора

как у учеников, так и у учителей». Ответ Шломи на вопрос 3 «Ваше отношение к методике преподавания математики/физики» звучит так: «...отсутствие жесткого систематического контроля на всех уровнях приводит к удручающим результатам...».

Вопрос 3 развивает базовые положения вопроса 1. Поэтому, анализируя этот случай и ему подобные, можно предположить наличие противоречия между тем, как воспринимается *форма и содержание* системы образования Израиля. Содержание и форма целого (системы образования Израиля) являются философскими категориями, во взаимосвязи которых содержание представляет собой единство всех составляющих целого, а форма – способ существования и выражения содержания.

При этом можно предположить, как указывалось выше, что значительная часть респондентов не воспринимает израильскую систему образования в своей целостности, в единстве своей *формы и содержания*, не рассматривает ее с единых методологических позиций. Поэтому зачастую респонденты не усматривают в своих ответах противоречия между принятием формы (например, свободы выбора) и непринятием содержания (например, отсутствие жесткого контроля) системы образования Израиля. На наш взгляд, это серьезная проблема, требующая своего незамедлительного решения. Такая особенность восприятия может стать (если уже не стала) источником «внутреннего напряжения», изменяющего изнутри как систему образования, так и самих респондентов. В общем случае можно задаться вопросом: какое влияние они оказывают на израильскую систему образования – деформирующее эту систему или модернизирующее ее.

Актуальность данного вопроса бесспорна. Общеизвестна проблема глобального кризиса образования и необходимости поиска новых путей развития национальных систем образования в современном мире.

Кроме этого, методологическая сторона проблемы может быть связана с необходимостью методологического обоснования внутри- и межпредметных связей дисциплин естественнонаучного цикла. Если просмотреть ответы на вопросы анкеты-опросника 5, 7, 8, 9, 11, можно убедиться в актуальности указанной проблемы. Респонденты подчеркивают ведущее начало дисциплин естественнонаучного цикла, в частности, физики, в системе формирования философских и научных представлений о мире. При этом респонденты неоднократно высказывали сожаление по поводу того, что изучение физики в израильской школе не носит приоритетного характера (по сравнению с математикой). Анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника, можно проиллюстрировать и данное положение. Ниже показан один из примеров.

**Случай Любы.** Ей 53 года, образование высшее, физик, в Израиле с 1994 года. В России работала учителем в школе, в настоящее время она учительница израильской школы. Педагогический стаж в России – 17 лет, в Израиле – 5. Приступила к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы настойчиво и четко формулировала утверждения о необходимости научно-обоснованных как внутри-, так и межпредметных связей математики и физики.

Анализ анкеты-опросника Любы показал следующее. В частности, ответ на вопрос 7 «Если бы Вам была предоставлена возможность внести изменения в содержание курса математики / физики, то что бы Вы предприняли в первую очередь» звучал так: «...математика должна предварять физическое восприятие, так, начиная с математики, необходимо связывать воедино комплексные числа, векторы, гармонические колебания с тем, чтобы, например, физическое восприятие учениками явления резонанса было более успешным, цельным, научным».

Один из ее ответов на вопрос 9 «Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин» представлен так: «...данная проблема не просто актуальна. Мы совершаем непростительную ошибку, только проговаривая ее, не уделяя ей серьезного внимания, не занимаясь научным обоснованием...». Другой из ответов на этот же вопрос звучит так: «...найти в самом деле эффективные связи между предметами – дело не простое, но жизненно важное. Дело в том, что физика является естественнонаучной основой мировоззрения. Интересно, кто может оспорить это утверждение? Разве могут наши питомцы успешно формироваться без такой базы? – Это все равно, что птице лететь с одним крылом...».

2. Психолого-педагогической и культурологической, причем в этой части исследования рассматривается *психолого-педагогическая составляющая по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов.*

Данная составляющая может рассматриваться с самых разных позиций, и это само по себе представляет неоспоримый интерес. В частности, если рассматривать ее с позиции психолого-культурологической, можно сделать следующие предположения (их развитие показано в разделе 5.2.). В восприятии респондентами обеих систем образования можно усмотреть действие механизмов психологической защиты, которые, как известно, искажают восприятие реальности, что прослеживается в полученных нами ответах.

Например, в одной части анкеты-опросника респонденты отмечают существенные различия между глубиной рассмотрения материала по

физике и математике в школах Израиля и тем, что имело место в их прошлом педагогическом опыте. В другой же части анкеты-опросника они указывают на отсутствие принципиальных отличий в знаниях выпускников. Ниже показан один из примеров.

**Случай Моше.** Ему 47 лет, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1992 года. В России работал учителем в школе, лектором в вузе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 12 лет, в Израиле – 7. Приступил к работе в израильской школе примерно через 2 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы настойчиво проводил сравнительные параллели по принципу «здесь» и «там», акцентируя внимание на том, что «там» изучение материала школьниками было более глубоким и продуктивным.

Анализ анкеты-опросника Моше показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 2 «Ваше отношение к содержанию курса математики / физики» звучал так: «...восприятие и отображение учебного материала школьником было более осознанным и глубоким...». В то же время, в другой части анкеты-опросника – вопрос 6, Моше отмечает, что: «... глубоких, значимых различий в уровне знаний по физике и математике между выпускниками израильских и советских школ нет...».

Проведенный нами анализ объема израильских и российских программ не выявил между ними принципиальных различий в объеме программ по математике и физике для старших классов израильских (на 5 единиц по степени трудности) и российских школ. Объемы программ подобны и приближаются к мировым стандартам, что нашло свое отражение и в ответах на вопрос 10.

Можно предположить, что механизмы психологической защиты редуцируют степень внутреннего дискомфорта из-за указанного выше противоречия между принятием респондентами формы израильской системы образования и неприятием ее содержания.

3. Организационно – методической, которая, в частности, может быть связана, как было сказано выше, с решением актуальных задач как внутреннего развития школы, так и системы отношений «школа-университет», что нашло свое отражение в ответах на вопросы 7, 8, 9, 14. Ниже показан один из примеров.

**Случай Оры.** Ей 34 года, образование высшее, физик, в Израиле с 1995 года. В России работала учителем в школе, в настоящее время она учительница израильской школы. Педагогический стаж в России – 3 года, в Израиле – 6 лет. Приступила к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы постоянно и очень эмоционально акцентировала внимание

на испытываемых ею трудностях: «...непродуманное расписание занятий – углубленное изучение физики ставится на 7–8 урок! Это просто преступление по отношению и к ученикам, и к учителю, и, в конце концов – к предмету! Что такое бифуркация, кто такой Капра ...».

Анализ анкеты-опросника Оры показал следующее. В частности, один из ответов на вопрос 9 «Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин» представлен так: «...без математического обеспечения – методически грамотного – нечего делать на уроках физики, разве что размахивать руками вместо серьезного анализа физических процессов, поэтому-то нашим ученикам не хватает мировоззренческой базы, в избытке лишь прагматизм да формальное умение... С такими качествами не только в университете, в повседневной жизни трудно по-настоящему преуспеть... – менталитет!».

Как показано выше, исследование направлено на анализ того, какие факторы влияют на процесс преподавания дисциплин естественнонаучного цикла в условиях мультикультурного государства, каковым является современный Израиль.

Согласно проведенному исследованию можно полагать, что у русскоязычных учителей различные аспекты совершенствования преподавания физики и математики сводятся к проблеме, решение которой связано с рассмотрением как минимум трех сторон: методологической, психолого-педагогической, организационно-методической.

Каждая из этих трех составляющих может быть рассмотрена с различных позиций и может быть соотнесена как с формой, так и с содержанием системы образования в целом в свете процессов, происходящих в мировой образовательной системе.

Решение указанной проблемы по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла считаем возможным, в частности, при условии использования системного подхода – элементов системного анализа и синтеза, представленных и в этой работе, и в работе [117] с единых концептуальных позиций.

Так как основная задача части вопросов разработанной анкеты и проведенных интервью – определить характер субъективного восприятия русскоязычными учителями израильской системы образования с последующим сопоставлением с ее объективными характеристиками, в дальнейшем планируется рассмотрение дополнительного ряда позиций согласно полученным результатам исследования. Особый интерес представляют аспекты, связанные с внутри- и межпредметными связями, мотивацией обучения.

В нижеследующих разделах сознательно единообразно *развиваются положения*, представленные в разделе 5.1. :

- в разделе 5.2. «Согласование систем образования: психологический аспект» рассматривается психолого-педагогическая составляющая по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов (с психолого-культурологической позиции);
- в разделе 5.3. «Согласование систем образования: к вопросу о соотношении формы и содержания» рассматривается методологическая составляющая по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов.

Данная составляющая рассматривается с позиции соотнесения формы и содержания целого – системы образования, аспект диссипативной, саморазвивающейся, открытой системы.

При этом различия между системами образования можно рассматривать как одну из составляющих достаточно широкой проблемы межкультурных различий.

## **5.2. Согласование систем образования: психологический аспект**

Миграционные процессы, которыми охвачен современный мир, сделали актуальным вопрос согласования национальных систем образования. Как известно, осуществляемые под эгидой ЮНЕСКО, ЕПВО усилия в этой области связаны, в частности, с выработкой международных стандартов и критериев образования, его формы и содержания, требований, предъявляемых к выпускникам независимо от страны их проживания.

Не отрицая актуальности и значимости предпринимаемых усилий по формированию элементов мировой образовательной системы, нам бы хотелось обратить внимание на психологический аспект данной проблемы.

Известно, что миграционные процессы приводят к миграции специалистов самого различного профиля. Среди таких специалистов немало представителей и системы образования, заинтересованных в своей реализации как профессионалов. В процессе своего становления на новом месте им приходится решать ряд вопросов, связанных не только с поиском своего места в новой системе образования, в новой системе отношений, но и с адаптацией к новым условиям.

От того, какова степень их, профессионалов, успешности, способности адаптироваться к новым условиям, критически пересмотреть прежнюю систему ценностей в своей профессиональной деятельности, зависит и степень их интегрированности в новую систему образования и, следовательно, успешность по ряду параметров самой этой системы в целом.

Система образования Израиля, мультикультурного государства, принимающего репатриантов из более чем ста стран мира, характерна рядом особенностей. В частности, как уже упоминалось, будучи в основном построена по западному образцу, система образования Израиля отражает и еврейский характер государства, и позиции лидеров сионистского движения, основателей и руководителей государства.

Массовая репатриация в Израиль за последние примерно два десятилетия привела к тому, что за это время в страну прибыло более одного миллиона репатриантов, представляющих различные профессиональные, возрастные и социальные слои населения. На протяжении всех последних лет основу репатриации в Израиль составляет репатриация из стран бывшего Советского Союза (около 900.000 человек).

Часть новых граждан Израиля (около 5%) до репатриации работала в системе образования СССР/СНГ/России. Не все из них смогли продолжить в Израиле работу по специальности. Часть репатриантов изменила характер своей деятельности, и он в настоящее время не связан с образованием. Часть продолжила работу в этой области, однако вне рамок формальной системы израильского образования.

За последние годы усилиями репатриантов в Израиле создана широко разветвленная сеть неформального (дополнительного) образования, которая по ряду показателей начинает конкурировать с государственными учебными заведениями. Большинство работающих в системе неформального образования (до 90%) – бывшие советские/российские учителя, преподаватели вузов, других учебных заведений. В то же время в израильских школах сформировалась достаточно представительная прослойка учителей из числа репатриантов.

Вопрос об их адаптации уже становился объектом исследования в Израиле. Однако многие подобные исследования, выполненные в начале 90-х годов, были направлены на изучение тех типичных проблем, с которыми сталкиваются учителя-репатрианты при вхождении в израильскую систему образования. Одним из результатов исследований в этой области стала разработка учебных курсов и программ, направленных на переподготовку учителей из числа репатриантов с целью получения ими права на преподавание в школах Израиля. В меньшей степени изучен вопрос о том, что происходит с этими учителями через 10...15 лет работы.

В настоящее время, как говорилось выше, свыше 6% израильских педагогов – репатрианты из СССР/СНГ/России, прибывшие в Израиль. Практически в каждой школе Израиля работают русскоязычные репатрианты.

Данное обстоятельство и позволяет перевести в плоскость конкретных исследований ряд вопросов, в частности:

1. Система образования, существовавшая в бывшем Советском Союзе (по некоторым факторам и продолжающая существовать на постсоветском пространстве), и система образования в Израиле по ряду позиций принципиальным образом отличаются друг от друга, поскольку базируются на различных методологических фундаментах, в основе их лежат различные системы ценностей и приоритетов (при этом мы не ведем речь о том, какая из систем лучше или хуже).

В связи с этим возникает вопрос о том, насколько может быть успешен (и если может – то какой ценой) педагог, сформировавшийся как профессионал в рамках одной системы и продолжающий свою деятельность в рамках другой системы, принципиальным образом отличающейся от первой, и кто он: «свой в своей стране», «свой в чужой стране», «чужой в своей стране», «чужой в чужой стране».

2. Несмотря на то, что у многих русскоязычных учителей стаж работы в школах Израиля порядка 10 лет и более, можно ли говорить о том, что они как профессионалы полностью интегрировались в систему израильского образования и воспринимают себя как часть этой системы. Либо, несмотря на значительный опыт педагогической деятельности в Израиле, они воспринимают себя, например, «чужими среди своих», будучи не в силах отрешиться от тех установок на педагогический процесс и на собственную роль в этом процессе, которые были сформированы в прошлом, до репатриации.

3. В том случае, если русскоязычные учителя до сих пор являются носителями той системы ценностей, которая была ими усвоена в странах исхода, какое влияние они оказывают на систему израильского образования – деформирующее эту систему или модернизирующее ее.

Данный вопрос тем более актуален, поскольку одна из проблем, доставшихся нам от прошлого века – проблема глобального кризиса образования, в частности, израильского, и необходимости его трансформации в соответствии с требованиями времени.

В рамках работы по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла, как отмечалось в разделе «О согласовании систем образования», направленной на анализ того, какие факторы могут оказывать влияние на преподавания дисциплин в условиях мультикультурного государства, каковым является современный Израиль, была выдвинута гипотеза – различные аспекты по совершенствованию преподавания дисциплин сводятся к проблеме, решение которой связано с рассмотрением как минимум трех сторон: *методологической, психолого-педагогической, организационно-методической*. Объектом ис-

следования является выборка русско- и ивритоговорящих учителей и преподавателей физики и математики израильских школ и университетов, а также выборка русско- и ивритоговорящих учащихся старших классов и студентов.

Как уже отмечалось, проведенное исследование было локализовано выборкой русскоязычных учителей физики и математики, работающих в старших классах школ г. Беэр-Шевы. Мы остановили свой выбор на учителях физики и математики старших классов по ряду причин, отмеченных в разделе «О согласовании систем образования» и которые уместно напомнить и в этом разделе, выделив еще одну:

Во-первых, этим предметам (в первую очередь – математике) в старших классах израильской школы уделяется приоритетное внимание, а также в силу их методологического и мировоззренческого значения в развитии обучаемых.

Во-вторых, среди учителей физики и математики процент русскоязычных педагогов значительно выше, чем среди учителей по другим предметам.

В-третьих, содержательная сторона педагогической деятельности учителей физики и математики не претерпела существенных изменений после репатриации – законы физики и правила математики одинаковы, что в России, что в Израиле. Как показал проведенный нами анализ, не существует принципиальных различий в объеме программ по физике и математике для старших классов израильских и (пост)советских школ. В настоящее время как в России, так и в Израиле объем программ приближается к общемировым стандартам.

В-четвертых, учебный процесс в старших классах израильской школы мало отличается от привычной для советских (российских) учителей классно-урочной формы обучения.

Выборка была сформирована таким образом, чтобы в нее вошли те учителя, чей педагогический опыт до репатриации был сопоставим с педагогическим опытом после репатриации. Ниже рассматриваются результаты исследования, локализованные выборкой русскоязычных учителей физики и математики.

Первичные результаты проведенного исследования подтвердили выдвинутое предположение о том, что различные аспекты совершенствования преподавания дисциплин естественнонаучного цикла сводятся к проблеме, решение которой связано, как говорилось выше, с рассмотрением как минимум трех факторов: методологического; психолого-педагогического; организационно-методического и при условии использования системного подхода [117]. Каждая из этих трех составляющих

может быть соотнесена как с формой, так и с содержанием целого – системы образования.

Основная задача части вопросов разработанной анкеты (см. Приложение), как подчеркивалось выше – определить характер субъективного восприятия русскоязычными учителями израильской системы образования с последующим сопоставлением с ее объективными характеристиками.

Ниже рассматривается *психолого-педагогическая составляющая по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов*. Данная составляющая рассматривается с позиции психолого-культурологической, развивая положения, представленные в разделе 5.1.

#### Предварительные результаты, выводы и предположения.

Для удобства восприятия и отображения информации мы сознательно придерживаемся единой формы и содержания ее представления (шесть пунктов), преломляя результаты, выводы и предположения через призму соответствующей позиции и в этом разделе, и в разделах 5.1, 5.3.

1. Израильская система образования не воспринимается большинством опрошенных в целостности своей формы и содержания. Нет достаточного понимания того, что одно обуславливает другое и то, что воспринимается как недостатки (например, низкая дисциплина на уроках, отсутствие четкой системы контроля) является продолжением ее достоинств (например, свободы выбора, значительного числа степеней свободы как у учеников, так и у учителей; демократичности отношений в системе «учитель–ученик»).

Данное положение можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров. В этом и в последующих примерах имена респондентов изменены.

**Случай Арье.** Ему 52 года, образование высшее, физик, в Израиле с 1989 года. В России работал учителем в школе, в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 12 лет, в Израиле – 11. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы повышения квалификации. В процессе беседы постоянно сетовал на отсутствие дисциплины в израильских школах, на излишний прагматизм учеников, на зачастую низкий профессиональный уровень учителей.

Анализ анкеты-опросника Арье показал следующее. В частности, его ответ на вопрос 1.3. «Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования» звучит так: «Дифференциро-

ванность обучения, свобода выбора на всех уровнях системы обучения как для учителя, так и для ученика». Ответ Арье на вопрос 3 «Ваше отношение к методике преподавания математики/физики» звучит так: «...отсутствие четко обозначенных рамок программ обучения, практически полная их аморфность в совокупности с разболтанностью учеников и незаинтересованностью педагога в результате при почти повсеместной бесконтрольности и тех и других – причина, на мой взгляд, как низких знаний учащихся, так и, как следствие, низкого процента получения выпускниками багрута (аттестата зрелости)...».

Вопрос 3 развивает базовые положения вопроса 1. Поэтому, анализируя этот случай и ему подобные, можно предположить наличие противоречия между тем, как воспринимается форма и содержание системы образования Израиля. Известно, что содержание и форма целого – системы образования Израиля – являются философскими категориями, во взаимосвязи которых содержание представляет собой единство всех составляющих целого, а форма – способ существования и выражения содержания. Выше было показано, что эта неготовность восприятия значительной частью респондентов израильской системы образования с единых методологических позиций является, на наш взгляд, достаточно серьезной проблемой, требующей своего скорейшего решения. Такая особенность восприятия зачастую может стать источником «внутреннего напряжения», дискомфорта, деформирующего как систему образования, так и самих респондентов.

2. В восприятии израильской системы образования преобладают оценочные суждения на фоне ее сравнения с прежней (советской, постсоветской) системой образования (типа «там...» – «здесь...», «тогда...» – «сейчас...»). То обстоятельство, что эти системы по многим показателям в принципе невозможно сравнивать, практически не осознается. Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров.

**Случай Якова.** Ему 55 лет, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1992 года. В России работал учителем в школе, лектором в вузе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 22 лет, в Израиле – 7. Приступил к работе в израильской школе через 2 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы сравнительные параллели по принципу «здесь» и «там» звучали достаточно регулярно. Например, Яков подчеркивал, что отсутствие дневников у учеников «здесь» по образу и подобию тех, что были «там», дезориентирует и расслабляет как ученика, так и учителя.

Анализ анкеты-опросника Якова показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 2 «Ваше отношение к содержанию курса математики / физики» звучал так: «...содержательная сторона программы курса математики представлена практически без элементов концентричности, а часто и без необходимой доказательности, что в России было фактически невозможным – все надо было обосновывать, а не сводить к “натаскиванию”, как здесь ... чистый бихевиоризм ...».

3. Система образования в странах исхода воспринимается зачастую с тех позиций, которые были сформированы в период, предшествующий репатриации, то есть порядка не менее десятилетней давности. Респонденты не всегда осведомлены в достаточной степени о тех изменениях, которые произошли за последнее время в системе образования на постсоветском пространстве. В качестве инноваций в израильское образование предлагаются те идеи, которые были актуальны для (пост)советской педагогики 10...15 лет назад. Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров.

**Случай Виктора.** Ему 44 года, образование высшее, математик, в Израиле с 1992 года. В России работал учителем в школе, лектором в вузе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 10 лет, в Израиле – 8. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы, в целом оценивая состояние образования на уровне мировой образовательной системы, Виктор, рассматривая возможные пути выхода из состояния кризиса образовательной системы, предлагал использовать в полной мере опыт российских педагогов. Например, Виктор убежден, что созидательный опыт российских педагогов высокого профессионального уровня должен быть в полной мере востребован и оценен.

Анализ анкеты-опросника Виктора показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 4 «Считаете ли Вы, что опыт преподавания математики/физики, накопленный в других странах, был бы полезен для Израиля» звучал так: «...оптимальные результаты обучения всегда можно получить, используя, например, методику Шаталова...».

4. Восприятие советской/постсоветской системы образования носит выборочный и достаточно идеализированный характер, при котором в ней, зачастую, выделяются лишь те стороны, которых, по представлению респондентов, недостает в израильской системе образования. Данная тенденция в ответах носит устойчивый характер, независимо от того, идет ли речь о существующих в обеих системах приоритетах

и ценностях или о содержании учебных программ. Иллюстрацией к сказанному может служить приведенный ниже один из примеров.

**Случай Михаэля.** Ему 65 лет, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1983 года. В России работал учителем в школе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 22 лет, в Израиле – 17. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы достаточно активно и последовательно проявлял свое убеждение в том, российская система образования по всем критериям является наилучшей из возможных.

Анализ анкеты-опросника Михаэля показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 11 «Ваши замечания, предложения и пожелания по совершенствованию системы преподавания математики / физики в Израиле» звучал так: «...прусско-российская система образования зарекомендовала себя наилучшим образом в мировом масштабе как по параметрам обучения, так и по его результатам...».

5. В восприятии респондентами обеих систем образования зачастую можно усмотреть действие механизмов психологической защиты, например, механизмов рационализации, известных в психологии как «кислый виноград» и «сладкий лимон»<sup>\*</sup>. В том случае, когда речь идет об израильской системе образования, имеет место тенденция усматривать в ней недостатки и слабые стороны. Когда же речь заходит о той системе, в которой респонденты работали до репатриации, основной акцент делается на ее достоинствах (по типу «там...» – «здесь...», «тогда...» – «сейчас...»).

Известно, что механизмы психологической защиты искажают восприятие реальности, что и прослеживается в полученных нами ответах.

Так респонденты отмечают существенные различия между глубиной рассмотрения материала по физике и математике в школах Израиля и тем, что имело место в их прошлом педагогическом опыте. В то же время, в другой части опросника респонденты отмечают, что принципиальных различий в уровне знаний по физике и математике между выпускниками израильских и советских школ нет – все определяется системой отношений «учитель-ученик». Однако, как отмечалось выше, проведенный анализ объема израильских и российских программ не выявил между ними принципиальных различий в объеме программ по математике и физике для старших классов израильских (на 5 единиц) и российских школ. Объемы программ подобны и приближаются к мировым стандартам. Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника.

---

<sup>\*</sup> Грановская Р.М. Элементы практической психологии. – СПб.: Свет, 2000. – 647 с.

Представим один из примеров.

**Случай Яира.** Ему 47 лет, образование высшее, математик, в Израиле с 1990 года. В России работал учителем в школе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 12 лет, в Израиле – 10. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы регулярно приводил свои доказательства того, что пагубная формализация обучения «здесь» является полной противоположностью развития эвристического мышления «там».

Анализ анкеты-опросника Яира показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 3 «Ваше отношение к методике преподавания математики / физики» звучал так: «...методическое обеспечение здесь недостаточно, широкий круг вопросов излагается поверхностно, бездоказательно... Поэтому и знания у учеников носят формальный оттенок: если он знает схему решения задачи, он ее решит, не знает – не решит. Там, в России, было иначе: ученика учили прежде всего думать, поэтому и знания его были более основательные...».

В то же время, в другой части анкеты-опросника, в вопросе 6 «На Ваш взгляд, отличается ли уровень знаний по математике / физике выпускников израильской школы от той, где Вы работали до репатриации» Яир отмечает, что: «... принципиальных различий в уровне знаний по математике между выпускниками израильских и советских школ не вижу...».

На вопрос 10 «Отразите, пожалуйста, индекс Вашей личной удовлетворенности содержанием учебных программ по математике / физике Яир ответил, отметив в анкете-опроснике пункт 4 «скорее удовлетворен, чем неудовлетворен». Обосновал он выбранный им ответ так: «...удовлетворен программами для старших классов, они серьезные, содержательные, основательные; над программами для средних, начальных классов надо хорошо поработать...»

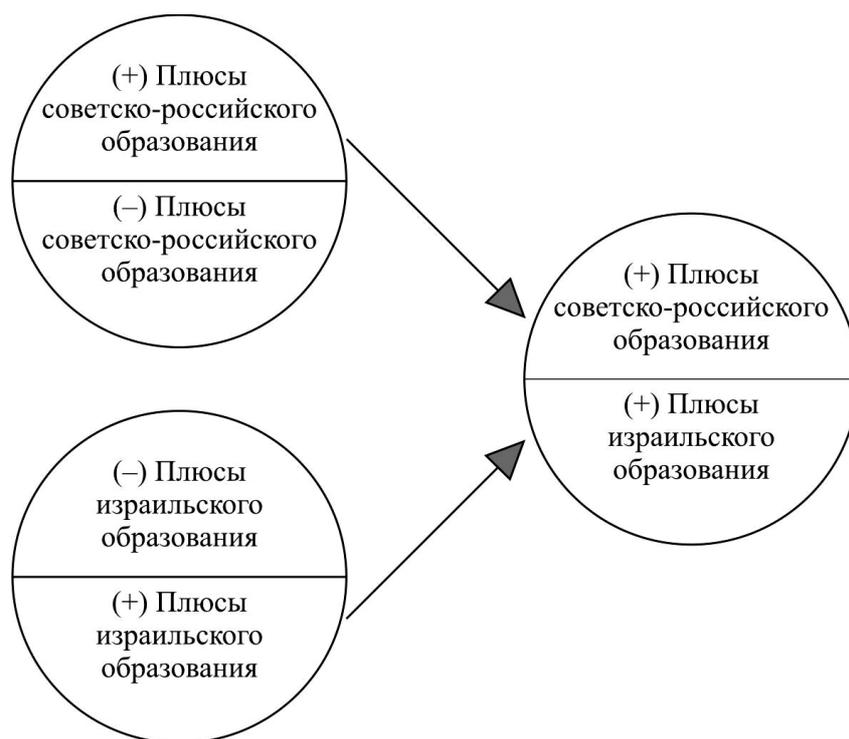
Как упоминалось выше, проведенный анализ объема израильских и российских программ не выявил между ними базовых различий, они подобны и приближаются к мировым стандартам, что нашло свое отражение и в ответах респондентов на вопрос 10.

Можно предположить, что усматриваемые респондентами различия объясняются действием у них малоосознаваемых установок на израильскую систему образования, которые носят достаточно устойчивый характер (напомним, что речь идет о людях, в большинстве своем имеющих стаж работы в израильской школе порядка 10 лет).

6. Многие респонденты видят решение проблем израильской школы в соединении достоинств израильской системы образования

(они, в первую очередь, касаются формы – например, демократичности, возможности выбора, большей свободы для творчества у учителей) с достоинствами советской/российской системы образования (например, государственные стандарты базового образования, отлаженная методика преподавания, наличие четкой системы контроля, высокий профессиональный уровень учителей). Это еще и еще раз возвращает нас к мысли о том, что система образования (неважно какая – израильская или российская) не воспринимается респондентами в своей целостности с точки зрения ее формы и содержания. Не всегда есть достаточное представление о том, что речь идет о различных системах образования, не допускающих произвольного переноса элементов одной системы в другую и не позволяющих произвольным образом наполнять прежнюю форму новым содержанием.

Таким образом, развивая отмеченные в пункте 1 положения о наличии противоречия между восприятием формы и содержания целого (системы образования), можно сказать, что многие респонденты видят способ создания идеальной системы образования за счет сочетания лучших сторон обеих систем образования – израильской и российской:



Идеальная система образования как сочетание достоинств систем образования в Израиле и в России (СССР/СНГ)

При анализе полученных результатов нельзя сбрасывать со счетов еще одно обстоятельство, которое в ряде случаев может стать решаю-

щим в понимании того, что происходит при попытке согласования двух систем.

Различия между системами образования являются частью более широкой проблемы межкультурных различий, которую с неизбежностью приходится решать в Израиле каждому репатрианту. Им необходимо определиться как в своем отношении к той культуре, которой они принадлежали до репатриации, так и к той, в которую они погрузились после репатриации.

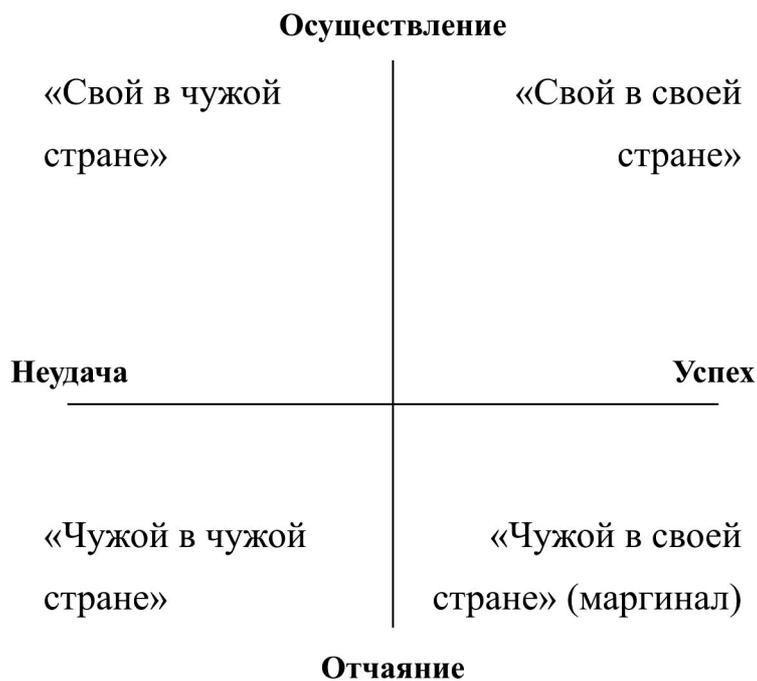
Одна из особенностей репатриации начала 90-х годов (напомним, что опрошенные учителя относятся, в основном, именно к этой категории) заключалась в том, что центральным мотивом репатриации было неприятие советских реалий 70 ... 80 годов (период «застоя» и последовавший за ним хаос «перестройки»).

Как следствие, многие репатрианты декларировали готовность отказаться после приезда в Израиль от той системы ценностей, которая была типичной для Советского Союза тех лет. При этом для многих из них недостаточность реальной информации об Израиле стала причиной множества мифов о будущей жизни в этой стране. После репатриации произошел болезненный процесс освобождения от мифов и, как следствие, неприятие многих сторон израильской жизни. Поэтому типичным для части репатриантов начала 90-х годов стало состояние маргинальности – они ушли от реалий жизни в Советском Союзе и не пришли к реалиям жизни в Израиле (или не приняли их); зачастую это состояние ими не осознается.

Центральной психологической проблемой в подобной ситуации становится проблема самоидентификации, связанная с ответом на сакраментальный вопрос «Кто Я?». Данная проблема может решаться как на личностном уровне, так и в плоскости профессиональной деятельности. В этом смысле можно прибегнуть к двухфакторной схеме, предложенной в свое время В.Франклом\*, которая используется нами для выявления различных установок репатриантов на себя и Израиль:

---

\* Франкл В. Человек в поисках смысла. – М.: Прогресс, 1990. – 368 с



Основная проблема маргиналов – противоречие между внешними признаками успеха (есть работа, соответствующий социальный статус, материальное положение и т. п.) и отсутствием уверенности в завтрашнем дне, удовлетворения от своего дела, ощущением некоторого отчаяния и потери себя (комплекс состояний, названный В.Франклом «экзистенциальным вакуумом»).

В этом случае человек даже через 10 лет работы в израильской школе не может дать самому себе ответ на вопрос кто он: израильский учитель, которому в свое время пришлось работать в советской школе, или советский учитель, который сейчас работает в израильской школе.

Он мечется от одной позиции к другой, осуществляя бесплодные попытки «скрестить» демократию и жесткий контроль за успеваемостью, свободу выбора и обязательность изучения тех или предметов, свободу творчества и ожидание четких методических указаний.

В результате можно предположить существование у определенной части русскоязычных учителей внутреннего конфликта между стремлением хорошо делать свое дело и сомнениями в том, насколько хорошо само дело, которое приходится делать.

Разумеется, делаемые нами выводы и предположения носят предварительный характер и нуждаются в более строгом обосновании и проверке. В то же время, если они найдут свое подтверждение в ходе дальнейшего исследования, мы будем рассматривать их как факт наличия ряда психологических проблем у определенной части русскоязычных учителей из числа репатриантов 90-х годов.

Можно предположить, что аналогичные тенденции наблюдаются и в других странах, принимающих репатриантов (эмигрантов) из бывшего Советского Союза (например, в Германии, куда репатриировалась значительная часть советских немцев).

В современных условиях развития мировой цивилизации происходит интеграция усилий многих как национальных, так и международных образовательных организаций. Актуальной задачей является выработка единой стратегии в области образования. Проблемы, с которыми сталкивается образование в различных странах вследствие необходимости привести его содержание, формы, виды, продолжительность в соответствие с темпами и характером социальных изменений в мире, особенно актуальны для Израиля, принимающего выходцев из почти 120 стран мира.

### **5.3. Согласование систем образования: к вопросу о соотношении формы и содержания**

Проблемы, с которыми сталкивается образование в различных странах вследствие усиливающихся интегративных процессов в современном мире, формирования мировой образовательной системы, бесспорно актуальны, в частности, и для Израиля.

Очевидно и то, что ни одна страна не может рассматривать себя вне рамок мировой экономики, глобального рынка труда и мирового информационного пространства и происходящих в них изменениях, что оказывает непосредственное влияние на состояние и развитие национальной системы образования.

В силу особенностей своего становления израильская система образования по ряду показателей является менее инерционной и консервативной по сравнению с системами образования других стран, что делает ее наиболее восприимчивой к осуществляемым в этой области преобразованиям.

В то же время концепция Израиля как мультикультурного государства существенным образом затрудняет решение проблем образования, поскольку формирование современной системы образования, одинаково удовлетворяющей выходцев из 120 стран мира, является трудноразрешимой задачей.

Решение этих проблем позволит, на наш взгляд, интегрировать в израильскую систему образования лучшее из потенциала педагогики этих стран и будет способствовать возрастанию привлекательности израильского образования, уменьшению «утечки мозгов», росту интеллектуальной независимости в процессе становления мировой образовательной системы XXI века, вступающего на уровень постнеклассической науки.

В настоящее время в школах Израиля, как известно, работает более 6% учителей-репатриантов, приехавших в страну за последние примерно два десятилетия из СССР/СНГ/России. Многие из них в новых для себя условиях деятельности сохраняют приверженность ранее используемым методам преподавания, стремятся в той или иной степени использовать потенциал советско-российской педагогики. Постоянно увеличивающаяся прослойка русскоязычных учителей в израильских школах и то влияние, которое они оказывают на израильскую систему образования, приводят к возникновению ряда вопросов, которые до настоящего времени остаются малоизученными.

В частности, в том случае, как подчеркивалось выше, если русскоязычные учителя до сих пор являются носителями той системы ценностей, которая была ими усвоена в странах исхода, то какое влияние они оказывают на систему израильского образования – деформирующее эту систему или модернизирующее ее.

В рамках работы по совершенствованию преподавания дисциплин естественнонаучного цикла, базирующейся на результатах работы [117] и направленной на анализ того, какие факторы могут оказывать влияние на совершенствование преподавания этих дисциплин в условиях мультикультурного государства, каковым и является современный Израиль была выдвинута и подтверждена гипотеза, что в совокупности своей различные аспекты по совершенствованию преподавания сводятся к проблеме, решение которой связано с рассмотрением как минимум трех сторон, о чем говорилось и в предыдущих разделах: *методологической, психолого-педагогической, организационно-методической*; каждая из этих трех составляющих может быть соотнесена как с формой, так и с содержанием целого – системы образования. Решение проблемы считаем возможным при условии использования системного подхода – элементов системного анализа и синтеза.

Предварительные результаты, выводы и предположения, представленные выше, где рассматривается *психолого-педагогическая составляющая по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов*, причем данная составляющая рассматривается с позиции психолого-культурологической, ниже рассматриваются с позиции *методологической составляющей по отношению к анализу субъективных данных ответов респондентов*.

Данная составляющая рассматривается, развивая положения, представленные в разделе 5.1., с позиции соотнесения формы и содержания целого – системы образования, аспект диссипативной, саморазвивающейся системы.

Напоминаем, что основная задача части вопросов разработанной анкеты (см. Приложение) – определить характер субъективного восприятия русскоязычными учителями израильской системы образования с последующим сопоставлением с ее объективными характеристиками.

Еще раз подчеркиваем, что для удобства восприятия и отображения информации мы сознательно придерживаемся единой формы и содержания (в развитии) ее представления, преломляя результаты, выводы и предположения через призму соответствующей позиции и в этом разделе, и в предыдущих.

1. Система образования Израиля зачастую не воспринимается большинством респондентов в целостности своей формы и содержания: как говорилось выше, нет достаточного понимания того, что одно обуславливает другое, и то, что воспринимается как недостатки, например, низкая дисциплина на уроках – является продолжением ее достоинств, например, свободы выбора. Данное положение можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров. В этом и в последующих примерах имена респондентов изменены.

**Случай Арнольда.** Ему 50 лет, образование высшее, математик, в Израиле с 1990 года. В России работал учителем в школе, преподавателем в техникуме, в настоящее время он учитель израильской школы.

Педагогический стаж в России – 12 лет, в Израиле – 10. Приступил к работе в израильской школе примерно через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы повышения квалификации. В процессе беседы акцентировал внимание на том, что вседозволенность, неуправляемость учеников, их амбициозность являются постоянной помехой в процессе обучения как для учителя, так и для самих учащихся. Арнольд подчеркивал, что основы такого поведения зачастую являются следствием недостаточного профессионализма учителей начальных классов.

Анализ анкеты-опросника Арнольда показал следующее. В частности, его ответ на вопрос 1.3. «Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования» представлен так: «...ступенчатость в обучении, самостоятельный выбор учениками изучаемых предметов, а учителями методики их преподавания...».

Ответ Арнольда на вопрос 3 «Ваше отношение к методике преподавания математики/физики» звучит так: «...методическая сторона в основном отдана на откуп самим учителям практически без какого-либо серьезного систематического контроля и четких, обоснованных рекомендаций извне, поэтому и результаты получаем неутешительные...».

Вопрос 3 развивает базовые положения вопроса 1. Поэтому, анализируя этот случай и ему подобные, можно предположить наличие противоречия между тем, как воспринимается *форма и содержание* системы образования Израиля.

Неготовность восприятия значительной частью респондентов израильской системы образования с единых методологических позиций является, на наш взгляд, серьезной проблемой, требующей как можно более скорейшего решения. Такая особенность восприятия может стать, возможно, уже стала источником «внутреннего напряжения», деформирующего изнутри как систему образования, так и самих респондентов (см. в разделе 5.2 двухфакторную схему «осуществление – отчаяние», «успех – неудача», предложенную в В.Франклом\* и которая используется нами для выявления различных установок репатриантов на себя и Израиль).

2. В восприятии израильской системы образования преобладают оценочные суждения на фоне ее сравнения с прежней системой образования (например, типа «там...» – «здесь...»). То обстоятельство, что эти системы по многим показателям в принципе невозможно сравнивать, практически не осознается. Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров.

**Случай Лены.** Ей 43 года, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1989 года. В России работала учителем в школе; в настоящее время она учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 7 лет, в Израиле – 11. Приступила к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы Лена неоднократно возвращалась к мысли о том, что отношение и к ученику (особенно сильному), и к учителю, к учительскому труду, к его заботам «здесь» в основном почти безразличное по сравнению с тем, что было «там».

Анализ анкеты-опросника Лены показал следующее. В частности, один из ее ответов на вопрос 5 «Считаете ли Вы, что подготовка учащихся по математике / физике является одной из приоритетных задач израильской школы» звучал так: «...слабый ли был ученик, сильный ли, мы там занимались с каждым, не щадили ни сил, ни времени, давали и тем, и другим дополнительные уроки. Бесплатно, не то, как здесь... другой менталитет».

3. Система образования в странах исхода воспринимается преимущественно с тех позиций, которые были сформированы в период, предшествующий репатриации (т. е. порядка не менее 10 лет тому назад). Респонденты не всегда осведомлены в достаточной степени о тех изменениях, которые произошли за последнее десятилетие в системе образования на постсоветском пространстве. В качестве инноваций

---

\* Франкл В. Человек в поисках смысла. – М.: Прогресс, 1990. – 368 с

в израильское образование предлагаются те идеи, которые были актуальны для (пост)советской педагогики 10...15 лет назад. Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Ниже показан один из примеров.

**Случай Бориса.** Ему 54 года, образование высшее, физико-математическое, в Израиле с 1993 года. В России работал учителем в школе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 15 лет, в Израиле – почти 8. Приступил к работе в израильской школе примерно через 2 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы Борис последовательно развивал идею формирования личности ученика в процессе его обучения в школе. Борис подчеркивал важность целостного видения учеником научной картины мира для формирования его мировоззрения.

Анализ анкеты-опросника Бориса показал следующее. Например, один из его ответов на вопрос 9 «Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин» выглядел так: «...если бы израильские учителя хотя бы частично были знакомы с тем, как эта проблема решалась в советской школе, работать в этом направлении было бы гораздо легче».

4. Восприятие советской/российской системы образования носит выборочный и достаточно идеализированный характер, при котором в ней, зачастую, выделяются лишь те стороны, которых, по представлению респондентов, недостает в израильской системе образования. Данная тенденция в ответах, как уже отмечалось выше, носит устойчивый характер, независимо от того, идет ли речь о существующих в обеих системах приоритетах и ценностях или о содержании учебных программ. Иллюстрацией к сказанному может служить приведенный ниже один из примеров.

**Случай Даниэля.** Ему 60 лет, образование высшее, математик, в Израиле с 1989 года. В России работал учителем в школе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – 23 года, в Израиле – 11. Приступил к работе в израильской школе через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы неоднократно обращал внимание на то, насколько была уважаемой профессия учителя в России по сравнению с тем, что Даниэль видит в Израиле.

Анализ анкеты-опросника Даниэля показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 14 «Основные трудности, испытываемые Вами в процессе преподавательской деятельности» звучал так: «...не в почете наш учительский труд, далеко не уважаемая про-

фессия! Пришлось отрешиться от своей российской привычки к проявлению признаков уважения со стороны учеников – при твоём появлении в классе они не встают со своих мест, продолжают заниматься своими делами...»

5. В восприятии обеих систем образования можно усмотреть действие механизмов психологической защиты, в частности, механизмов рационализации, известных в психологии как «кислый виноград» и «сладкий лимон»<sup>\*</sup>. В том случае, когда речь идет об израильской системе образования, имеет место тенденция усматривать в ней недостатки и слабые стороны. Когда же речь заходит о той системе, в которой респонденты работали до репатриации, основной акцент делается на ее достоинствах. Как известно, механизмы психологической защиты искажают восприятие реальности, что и прослеживается в полученных нами ответах.

Можно, как указывалось выше, предположить, что усматриваемые респондентами различия объясняются действием у них малоосознаваемых установок на израильскую систему образования, которые носят достаточно устойчивый характер (напомним, что речь идет о людях, имеющих стаж работы в израильской школе порядка 10 лет). Данное положение также можно проиллюстрировать, анализируя интервью и ответы на вопросы анкеты-опросника. Представим один из примеров.

**Случай Моти.** Ему 39 лет, образование высшее, физик, в Израиле с 1994 года. В России работал учителем в школе; в настоящее время он учитель израильской школы. Педагогический стаж в России – более 6 лет, в Израиле – почти 7. Приступил к работе в израильской школе примерно через 1,5 года после своего приезда, пройдя курсы переквалификации. В процессе беседы характерным для него было то, что он постоянно возвращался к мысли о необходимости междисциплинарных исследований, о разработке и внедрении во все этапы школьного обучения научно обоснованных предметных связей. При этом Моти ссылался на свой прошлый опыт преподавания, при котором проблема внутри- и межпредметных связей успешно решалась с помощью разного рода учебников и учебных пособий.

Анализ анкеты-опросника Моти показал следующее. В частности, один из его ответов на вопрос 9 «Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин» звучал так: «...допускаю, что каждый последующий, переизданный учебник для учебного предмета может отличаться от предыдущего, это естественно. Но то, что символы,

---

<sup>\*</sup> Грановская Р.М. Элементы практической психологии. – СПб.: Свет, 2000. – 647 с.

обозначения варьируют от учебника к учебнику, убежден, это естественно. Это относительно одного и того же предмета. По отношению же к различным предметам и говорить нечего, удивляет то, насколько они автономны и разобщены...».

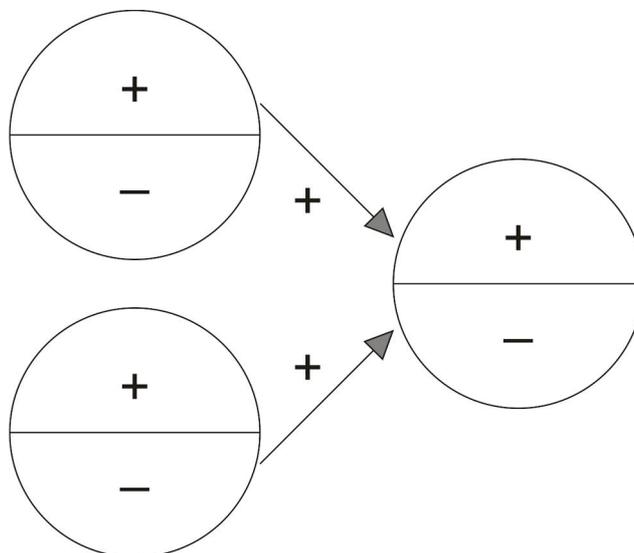
В то же время, в другой части анкеты-опросника, в вопросе 11 «Ваши замечания, предложения и пожелания по совершенствованию системы преподавания математики / физики» Моти утверждает, что: «...необходимо разрабатывать, внедрять и использовать предметные связи, используя, например, опыт предметных связей базовых российских учебников ...использовать соответствующие дефиниции».

Проведенный нами анализ российских базовых учебников по физике, используемых в настоящее время в процессе обучения, не выявил в них действенных научно обоснованных внутри- и межпредметных связей. В частности, при рассмотрении гармонического колебания допускается введение обозначения лишь фазового сдвига. В то же время при рассмотрении явления резонанса принципиально необходимо понимание как фазового сдвига между гармоническими колебаниями, так и их начальных фаз (как на уровне качественного или количественного анализа, так и на уровне анализа с помощью векторных диаграмм).

6. Многие респонденты видят решение проблем израильской школы в соединении достоинств израильской системы образования (они, в первую очередь, касаются формы – например, демократичности, возможности выбора, большей свободы для творчества у учителей) с достоинствами советской системы образования (например, государственные стандарты базового образования, отлаженная методика преподавания, наличие четкой системы контроля, высокий профессиональный уровень учителей). Это в который раз возвращает нас к мысли о том, что система образования не воспринимается респондентами в своей целостности с точки зрения ее формы и содержания. Не всегда есть достаточное представление о том, что речь идет о различных системах образования, не допускающих произвольного переноса элементов одной системы в другую и не позволяющих произвольным образом наполнять прежнюю форму новым содержанием.

Таким образом, развивая отмеченные в пункте 1 положения о наличии противоречия между восприятием формы и содержания целого (системы образования), можно сказать, что многие респонденты видят способ создания идеальной системы образования за счет сочетания лучших сторон обеих систем образования – израильской и российской. При этом можно предположить, что наличие противоречия между восприятием формы (например, свободы выбора) и содержания (например,

отсутствием контроля) целого (системы образования Израиля) в конечном счете разрешится возникновением новой формы, адекватной развившемуся содержанию:



Возникновение новой формы (непересекающиеся множества)

Вынашиваемые многими респондентами пути совершенствования израильской системы образования зачастую вступают в противоречие с идеями, развиваемыми И. Пригожиным<sup>\*</sup>. В соответствии с подходом Пригожина, любая система может быть описана как мерой хаоса, так и мерой порядка. При этом изменение показателей порядка / хаоса приводит к тому, что уменьшение меры хаоса может обернуться уменьшением меры порядка и наоборот. В этом смысле создать на практике идеальную систему образования в том виде, в котором ее видят респонденты (например, сочетание демократичности и свободы выбора с жесткой дисциплиной и контролем) оказывается невозможным. Иногда, согласно идеям Пригожина, отдельная флуктуация может быть причиной изменения системы в целом. В этот момент (момент бифуркации) принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие системы – хаотическом или более упорядоченном.

С одной стороны, израильская система образования, как оговаривалось выше, по ряду показателей является и менее инерционной, и менее консервативной по сравнению с системами образования других стран, что и делает ее наиболее восприимчивой к осуществляемым в этой об-

<sup>\*</sup> Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.

ласти преобразованиям. В рассматриваемом случае неизбежные изменения в системе могут происходить либо стихийно, либо без учета традиционных для Израиля приоритетов в этой области. Следствием такого спонтанного, неуправляемого процесса может быть новая система образования, не вполне удовлетворяющая современным взглядам на систему как диссипативную, саморазвивающуюся, открытую.

С другой стороны, общепризнанным является и то, что в условиях современного быстроменяющегося мира чрезмерно инерционная и традиционно консервативная система образования оказывается не в состоянии адекватно соответствовать изменениям, происходящим в мире. Зачастую такая система рассматривается исследователями как один из тормозящих факторов дальнейшего прогресса общества. Поэтому возникает естественный вопрос о необходимости становления такой системы образования, которая сможет выступать в качестве одного из ведущих, движущих факторов прогрессивного развития общества.

Таким образом возникает трудноразрешимая на сегодняшний день проблема, связанная с определением меры подвижности/инерционности системы образования. В первом случае любое воздействие на систему может привести к началу неуправляемого процесса ее изменения. Во втором случае система образования начинает выступать в роли тормоза на пути развития общества.

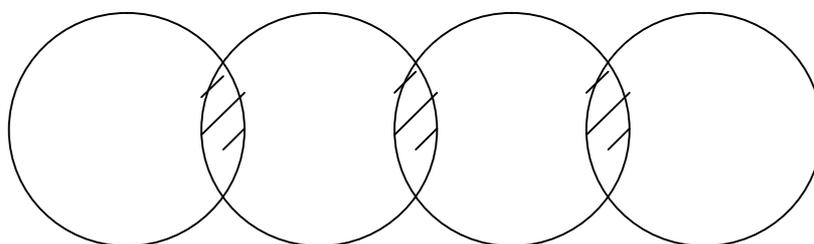
Допустимо признать, что общепризнанных критериев формирования систем (в частности, систем образования) в настоящее время не существует. В то же время, в основном после работ И. Пригожина, критерии формирования систем можно связать со степенью упорядоченности и сложности саморазвивающихся систем. В этом случае возможна попытка решения указанной проблемы при использовании системного подхода, элементов системного анализа и синтеза.

Системный подход занимает в настоящее время одно из ведущих мест в научном познании. В системном подходе обычно выделяют два альтернативных направления – системный анализ и системный синтез. В первом случае решается задача определения организации системы, исходя из характеристик ее взаимодействия с окружением. Во втором – задача определения характеристик взаимодействия, исходя из организации системы.

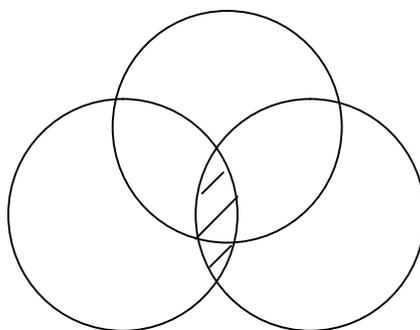
Решение задачи системного синтеза связано с поиском системообразующего фактора, позволяющего объединить отдельные элементы в систему. При этом выделяют внешние и внутренние системообразующие факторы, а в качестве одного из внутренних системообразующих факторов рассматривают взаимодополнение системы. Взаимодополне-

ние как системообразующий фактор означает, что между различными элементами системы устанавливается связь на основе некоторых общих признаков, присущих каждому из них. Если, например, имеем множество систем, то области их пересечения образуют области взаимодополнения элементов системы; взаимодополнение используется как системообразующий фактор (гл.2; [117]).

Множества могут пересекаться двояко: с нарушением условия транзитивности, с сохранением условия транзитивности:



Пересечение множеств с нарушением условия транзитивности



Пересечение множеств с сохранением условия транзитивности

В первом случае в качестве признаков общности, связывающих между собой отдельные системы, выступают признаки, которые могут быть отнесены к категории особенного.

Например, построение «идеальной» системы образования связывается с тем, что из одной национальной системы (например, израильской), заимствуется демократичность взаимоотношений в системе «учи-

тель-ученик», из другой (например, советско-российской) – четкие методические указания по каждому предмету, из третьей (например, английской) идея тьюторства и т. д. К примеру, таким признаком общности может являться понятие свободы выбора (в частности, для систем образования) или понятие электромагнитного поля, изучаемого как в курсе физики, так и в дисциплинах радиотехнического профиля (для систем внутри- и межпредметных связей).

Установление связей по признакам особенного в каждой отдельной системе означает, что происходит образование новой системы из отдельно взятых, в которой каждый последующий элемент системы связывается с предыдущим каждый раз новым видом связей. Так связующим звеном между физикой и теорией электрических цепей является понятие электромагнитного поля; теория электрических цепей связывается с курсом радиоприемных устройств общим для обеих дисциплин понятием преобразования сигнала и т. д.

Установление такого рода связей на основе локальных (особенных) признаков приводит к тому, что такие связи выступают не более чем частный прием, направленный на повышение эффективности определенного порядка.

Такой подход к установлению связей – например, при согласовании систем образования – вступает в *противоречие с одним из основных принципов системного подхода*: если каждую часть системы заставить функционировать с максимальной эффективностью, система как целое еще не будет в результате этого функционировать с максимальной эффективностью.

Второй случай пересечения множеств означает, что реализация новой системы происходит на основе некоторых признаков общности, которые могут быть отнесены к категории всеобщего. Эти признаки остаются неизменными, инвариантными при переходе от одной системы к другой.

Реализация практических задач на основе признаков всеобщего затрудняется отсутствием универсального методологического подхода, позволяющего одним для всех систем образом представить их содержание в категориях взаимосвязи единичного, особенного и всеобщего.

В качестве одного из подходов к решению данной проблемы может служить идея базисов системных описаний. Сущность метода базисов заключается в том, что множество элементов описания, составляющих содержание какой-либо системы (в частности, системы образования), соотносится с множеством элементов базиса. Множество элементов

описания оказывается в этом случае упорядоченным по каким-либо признакам, что дает возможность для:

- соотнесения между собой описаний одного и того же объекта в различных системах;
- обнаружения признаков общности объектов различной природы.

При этом требуется решение вопроса о том, что использовать в качестве элементов базиса. Данный базис должен носить универсальный характер, позволяющий использовать его для всех систем, входящих в формирующуюся систему.

Для поиска необходимых элементов базиса системных описаний можно обратиться к таким атрибутам материальных процессов, как инвариантность и симметрия. В методологии научного познания этим понятиям отводится одно из центральных мест.

В частности, Е. Вигнер [26] отмечал, что принципы инвариантности и симметрии оказываются в таком же отношении к законам природы, как последние к единичным явлениям.

Если вернуться к проблеме согласования систем образования, нетрудно видеть, что для ее успешного решения на основе положений системного подхода элементы искомого базиса должны обладать аналогичным свойством – находиться в таком же отношении к отдельным системам (в частности, системам образования), как последние к единичным явлениям, рассматриваемым в каждой из них.

То обстоятельство, что идеи инвариантности и симметрии получили первоначальное развитие в физике и математике, позволяет в качестве первого шага на пути согласования национальных систем образования рассмотреть дидактико-педагогические эквиваленты этих понятий для целей совершенствования преподавания физики и математики.

Предпринятые нами первые шаги в этом направлении [105] и последующие, в частности, [117], выявили существенный методологический потенциал такого подхода, позволяющего объединять различные системы на основе общего для каждой из них фундамента.

Такой подход мы считаем достаточно перспективным как для решения проблемы совершенствования преподавания дисциплин естественнонаучного цикла (в частности, физики и математики: математика и физика зачастую рассматриваются как фундаментальные для системы научного знания), так и для успешного решения проблемы согласования систем образования на макроуровне в рамках мировой образовательной системы в целом, а не только на уровне связей отдельных систем образования.

В 1999 19 июня в Итальянском г. Болонья, древнейшем университетском центре Европы, была подписана Болонская декларация. В Болонской декларации сформулированы цели, ведущие к гармонизации национальных систем образования стран Европы. «Болонским процессом» (БП) называют процесс создания странами Европы единого Европейского пространства высшего образования (ЕПВО), основные цели которого обозначены до 2010 г. К настоящему времени БП объединяет порядка пятидесяти стран.

БП предполагает решение ряда задач, способствующих становлению ЕПВО. В частности: введение сравнимых квалификаций в области высшего образования; переход на двухступенчатую систему высшего образования; отражение учебной программы в приложении к диплому, образец которого разработан Европейской Комиссией, Советом Европы и ЮНЕСКО-СЕПЕС; взаимное признание квалификаций и соответствующих документов в области высшего образования; обеспечение автономности вузов. Становление третьего уровня – аспирантуры в общей системе высшего образования, развитие системы непрерывного образования, («обучение в течение жизни») позволяет развивать единое общеевропейское образовательное и исследовательское пространство (Европейское пространство научных исследований).

Российская Федерация присоединилась к Болонскому процессу 19 сентября 2003 г. на Берлинской Конференции министров образования стран Европы (Berlin: «Realising the European Higher Education Area». Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education in Berlin on 19 September 2003. URL: <http://www.bologna-bergen2005>).

Болонский процесс предусматривает переход на двухуровневую систему высшего образования: *undergraduate* и *graduate*, доступ ко второму циклу – при условии успешного завершения первого цикла, длящегося минимум 3 года; присуждаемая степень после первого цикла также должна быть релевантной Европейскому рынку труда в качестве соответствующего уровня квалификации; второй цикл должен приводить к магистерской и/или докторской степени как во многих Европейских странах – обучение студентов четыре года на бакалавра, два года в магистратуре. 24 октября 2007 года президент России Владимир Путин подписал закон о введении двухуровневой системы в стране. 28 апреля 2009 г. в Бельгийском г. Левене министры образования из 46 стран, в том числе министр образования России Андрей Фурсенко, обсуждали на конференции «Болонский процесс-2009» следующий этап развития БП до 2020 г.

«Европейская Территория Высшего Образования» – Совместная Декларация Европейских Министров Образования («The European Higher Education Area» Joint Declaration of the European Ministers of Education) утверждает следующее: «Convinced that the establishment of the European area of higher education requires constant support, supervision and adaptation to the continuously evolving needs, we decide to meet again within two years in order to assess the progress achieved and the new steps to be taken». – «Убежденные в том, что создание Европейской территории высшего образования требует постоянной поддержки, надзора и адаптации к постоянно меняющимся нуждам (потребностям), мы решили встречаться в течение 2 лет для того, чтобы оценить достигнутый прогресс и предпринять новые шаги».

Очевидно то, что в современных условиях развития мировой цивилизации происходит интеграция усилий многих как национальных, так и международных образовательных организаций. Несомненно, что актуальной задачей является выработка единой стратегии в области образования, что типичные проблемы, с которыми сталкивается образование в различных странах, зачастую являются следствием необходимости привести его содержание, формы, виды, продолжительность в соответствие с темпами и характером социальных изменений в современном мире.

Несомненно и то, что новые шаги предпринимаются и будут предприняты и в формулировании, и в достижении целей, ведущих к гармонизации национальных систем образования не только стран Европы, но и в рамках мировой образовательной системы в целом. Целесообразными при этом являются, на наш взгляд, попытки выработки единой стратегии с единых концептуальных позиций, в частности, с позиции концепции инвариантности.

Мы предполагаем, что наше исследование, проведенное с этих позиций, позволит выявить некоторые дискуссионные проблемы и тенденции с целью сделать их объектом комплексного международного изучения и анализа, в котором могли бы принять участие представители систем образования всех заинтересованных в согласовании этих систем стран.

**Проект исследования  
преподавание математики и физики в учебных заведениях Израиля:  
межпредметный и межкультурный аспекты**

(Разработан проф. Н.И. Резник)

**Актуальность исследования определяется:**

- мультикультурным характером современного Израиля, что требует своего учета в деятельности всех социальных институтов государства, одним из которых является система образования;
- обостряющимся противоречием между постоянно возрастающим объемом знаний, которые предстоит усваивать в школе, в университете, в дальнейшей профессиональной деятельности, и ограниченными возможностями учебного процесса, который локализован во времени и пространстве;
- требованиями повышения уровня методологической, мировоззренческой и профессиональной подготовки специалистов, преодоления разобщенности системы научного знания в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;
- необходимостью решения проблемы фундаментализации и гуманитаризации образования, требующими разработки и внедрения современных методик преподавания дисциплин естественнонаучного цикла, в частности, математики и физики, как фундаментальных для системы научного знания;
- необходимостью преодоления разобщенности в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла за счет усиления внутри- и межпредметных связей на основе современных методологических концепций, обобщающих систему научного знания, в частности, концепции инвариантности.

**Объектом исследования** является процесс преподавания математики и физики в учебных заведениях Израиля, рассматриваемый на уровне как объективных, так и субъективных показателей и характеристик.

**Предмет исследования** – системы «учитель-учебный предмет-ученик», «школа-университет», рассматриваемые в мультикультурном контексте и в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе; инварианты научного и профессионального знания, лежащие в основе обучения и выступающие в роли системообразующих факторов, связывающих этапы школьной и университетской подготовки (в частности, в области электроники).

**Цель исследования:**

- выявление факторов, способных привести к совершенствованию системы преподавания математики и физики;
- поиск, обоснование и внедрение новых педагогических технологий (методов и методик исследования), базирующихся на системе внутри- и междисциплинарных инвариантов, позволяющих разработать критерии оптимального объема и содержания учебной информации по различным дисциплинам;

- выявление характера и степени влияния на процесс преподавания фактора межкультурных различий на примере изучения педагогического опыта работы русскоязычных учителей физики и математики, работающих в израильских школах;
- выявление характера и степени влияния на процесс усвоения учебного материала по физике и математике фактора межкультурных различий на примере изучения особенностей восприятия учебного материала русскоязычными учениками-репатриантами;
- разработка серии учебно-методических и справочных пособий, позволяющих связать в единый учебно-методический комплекс на основе современных научно-методологических концепций изучение математики, физики, электроники и других технологических дисциплин; разработка многофункциональных учебно-лабораторных и учебно-исследовательских установок и комплексов.

**Гипотеза исследования** – возможно повышение эффективности функционирования систем «учитель–ученик», «школа–университет» за счет:

- выявления системообразующих факторов, связывающих этапы школьной, университетской и постуниверситетской подготовки специалистов в систему непрерывного образования в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;
- привнесения в учебный процесс дидактических эквивалентов современных научно-методологических и философских концепций, опирающихся, в частности, на идеи И.Пригожина и на основные положения теоретико-инвариантного подхода;
- более полного учета фактора межкультурных различий как по отношению к работающим в школе учителям, так и по отношению к учащимся, усиления и формирования в ходе учебного процесса межкультурной и межэтнической терпимости и толерантности.

**Методы и виды деятельности** связаны с рассмотрением трех основных сторон решаемой проблемы:

*методологической*, связанной с соотнесением формы и содержания целого (системы образования), с поиском системообразующих факторов, формулированием концепции, миссии и приоритетов этой системы в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;

*психолого-педагогической*, связанной с комплексным анализом системы отношений «учитель-учебный предмет-ученик» в условиях мультикультурного характера страны, требующего как учета фактора межкультурных различий по отношению к ученикам и по отношению к учителям, так и большей степени межкультурной и межэтнической терпимости и толерантности;

*организационно-методической*, связанной с решением актуальных задач как внутреннего развития школы, так и системы отношений «школа-университет», выявление системообразующих факторов, связывающих этапы школьной, уни-

верситетской и постуниверситетской подготовки специалистов в систему непрерывного образования.

*Методы и виды деятельности включают в себя:*

- изучение научно-педагогической и научно-методической литературы по проблеме исследования; литературы по методологии научного познания и философским проблемам физики, математики и научного знания;
- научно-методический анализ содержания учебного процесса в израильской школе, анализ учебных программ и учебных курсов по математике, физике и другим смежным дисциплинам;
- анализ и обобщение передового международного педагогического опыта в области преподавания физики и математики, соотнесение его с опытом израильской школы;
- обобщение результатов прошлых лет обучения по математике, физике в контексте социальных изменений, происходящих в израильском обществе и в израильской школе;
- встречи и беседы с учителями и учащимися, проведение опросов и анкетирования;
- выявление и обобщение влияния русскоязычных учителей-репатриантов на уровень и качество знаний учащихся, на израильскую школу и систему образования в целом;
- включение рассматриваемых вопросов в межкультурный контекст, увязывание их с процессами межкультурной интеграции и адаптации репатриантов в израильское общество;
- выявление основных факторов межкультурных различий, оказывающих свое влияние на методику преподавания математики, физики;
- выявление основных факторов межкультурных различий, оказывающих свое влияние на усвоение учебного материала по математике и физике;
- разработка учебно-методических комплексов по математике, физике и другим дисциплинам технологического цикла, экспериментальное преподавание;
- обсуждение результатов исследования, подготовка отчетов и публикаций, выступления на научных семинарах и конференциях.

**Новизна исследования** заключается в том, что:

- предлагаются дидактические эквиваленты современных научно-методологических и философских концепций, позволяющие систематизировать и обобщать научное знание и устанавливать внутри- и межпредметные связи на основе концепции взаимосвязи научной, естественнонаучной и физической картин мира, определяющей содержание концепции инвариантности;
- предлагается универсальный подход к методологически единообразному представлению содержания различных учебных дисциплин, определяется система инвариантов их внутри- и межпредметных связей, позволяющая оптимально строить систему непрерывного образования, облегчающую неизбежные процессы обновления знаний и переучивания, вводящую элементы опережающего обучения в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;

- анализируется методический опыт русскоязычных учителей математики и физики и то влияние, которое они оказывают на израильскую систему образования; выявляется влияние фактора межкультурных различий как на процесс преподавания физики и математики, так и на усвоение учащимися программного материала.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в том, что оно позволяет:

- обосновать и определить методологическое содержание системы внутри- и межпредметных связей как важного средства повышения уровня фундаментализации и гуманитаризации образования, совершенствования научно-методологической подготовки специалистов, формирования их научного мировоззрения в процессе изучения дисциплин естественнонаучного цикла в условиях мультикультурного государства в контексте процессов, происходящих в мировой образовательной системе;
- обосновать перенос основных положений теоретико-инвариантного подхода, как одного из важнейших методологических принципов современной физики, в систему взаимосвязанного изучения дисциплин естественнонаучного цикла; найти основные дидактические эквиваленты теоретико-инвариантного подхода;
- на основе концепции инвариантности сформулировать требования к принципам отбора, обобщения и систематизации учебного материала и реализации в учебном процессе системы внутри- и межпредметных связей дисциплин естественнонаучного цикла.

**Практическая значимость** исследования определяется разработкой новых педагогических технологий и конкретных методик преподавания дисциплин естественнонаучного цикла; возможностями установления между ними более научно строгих и действенных связей; повышением эффективности функционирования системы образования в условиях мультикультурного государства.

**Результаты исследования позволяют:**

- избежать дублирования учебного материала в различных учебных дисциплинах;
- сократить время подготовки специалиста в университете по таким фундаментальным дисциплинам как математика и физика;
- обеспечить единый подход к представлению содержания различных дисциплин.

Разработанные конкретные методики могут найти применение в системе «школа-университет», в колледжах, ведущих, например, подготовку специалистов в области электроники; на факультетах, курсах и семинарах подготовки и повышения квалификации преподавателей, а также для реализации научного содержания учебных программ дисциплин естественнонаучного цикла в учебном процессе.

*Дальнейшие исследования*, выходящие за рамки данного проекта, могут представлять собой, несомненно, дальнейший анализ проблемы внутри- и межпредметных связей, осуществляемый в направлении фундаментализации и *гуманитаризации* образования. Проведенное нами исследование открывает перспективы для дальнейшей работы на основе концепции инвариантности.

В частности, на основе концепции инвариантности предполагаем продолжить решение вопросов гуманизации, гуманитаризации высшего технического образования. Концепция инвариантности позволяет обнаруживать структуры, сохраняющие свою инвариантность при переходе, например, из области искусства (живопись, литература, музыка) к вопросам профессиональной подготовки.

Несомненно актуальной является проблема гуманизации, гуманитаризации среднего образования, решение которой предполагаем возможным и на основе концепции инвариантности.

Проблемы, с которыми сталкивается образование в различных странах вследствие необходимости привести его содержание, формы, виды, продолжительность в соответствие с темпами и характером социальных изменений в мире, несомненны. В современных условиях развития мировой цивилизации происходит интеграция усилий многих как национальных, так и международных образовательных организаций. Актуальной задачей является выработка единой стратегии в области образования. При этом особо важным является, на наш взгляд, попытки выработки единой стратегии *с единых концептуальных позиций*, например, с позиции концепции инвариантности

Если вернуться к мысли о выходе образования в современном мире на транснациональный и надгосударственный уровень, то мы предполагаем, что наше исследование, проведенное с позиции концепции инвариантности, позволит выявить здесь некоторые не лежащие на поверхности дискуссионные проблемы и тенденции с целью сделать их объектом комплексного международного изучения и анализа, в котором могли бы принять участие представители систем образования всех заинтересованных в согласовании этих систем стран.

## Текст анкеты-опросника (а)

система «Учитель-Ученик»

(Разработка, интервью, анализ – проф. Н.И. Резник)

Уважаемый Учитель!

Просим Вас принять участие в анонимном опросе, направленном на совершенствование методики преподавания физики и математики в учебных заведениях Израиля.

*Вопрос 1. Ваше отношение к системам образования в Израиле и в той стране, в которой Вы работали ранее (до репатриации).*

*1.1. Каковы основные, на Ваш взгляд, отличия израильской системы образования от той, в которой Вы работали ранее.*

*1.2. Каковы, на Ваш взгляд, основные признаки сходства.*

*1.3. Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования.*

*1.4. Какие Вы видите в ней недостатки.*

*1.5. На Ваш взгляд, какие учебные дисциплины являются приоритетными в израильской системе образования.*

*1.6. Какие учебные дисциплины являются (являлись) приоритетными в той системе образования, в которой Вы работали ранее.*

*1.7. Укажите, пожалуйста, те учебные дисциплины, которые, на Ваш взгляд, лишены должного внимания либо вообще отсутствуют в израильской системе образования.*

*Вопрос 2. Ваше отношение к содержанию курса физики / математики.*

*2.1. Отличается ли, на Ваш взгляд, содержание курса физики / математики от того, с которым Вы работали ранее. «Да»; «Нет».*

*Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите, в чем Вы видите основные отличия.*

*2.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите в чем Вы видите основное сходство.*

*Вопрос 3. Ваше отношение к методике преподавания физики / математики.*

*3.1. На Ваш взгляд, уделяется ли в израильской школе достаточное внимание методике преподавания физики / математики. «Да»; «Нет».*

3.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», сформулируйте основные, на Ваш взгляд, достижения в методической подготовке израильских учителей по физике / математике.

3.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», сформулируйте основные, на Ваш взгляд, пробелы в методической подготовке израильских учителей по физике / математике.

Вопрос 4. Считаете ли Вы, что опыт преподавания физики / математики, накопленный в других странах, был бы полезен для Израиля. «Да»; «Нет».

4.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», что конкретно, на ваш взгляд, из опыта преподавания физики / математики может быть внедрено в израильские школы уже сегодня.

4.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», обоснуйте, пожалуйста, такой вывод.

Вопрос 5. Считаете ли Вы, что подготовка учащихся по физике / математике является одной из приоритетных задач израильской школы. «Да»; «Нет».

5.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.

5.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.

Вопрос 6. На Ваш взгляд, отличается ли уровень знаний по физике / математике выпускников израильской школы от той, где Вы работали до репатриации: «Да»; «Нет».

6.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

6.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

Вопрос 7. Если бы Вам была предоставлена возможность внести изменения в содержание курса физики / математики, то что бы Вы предприняли в первую очередь.

Вопрос 8. Если бы Вам была предоставлена возможность внести изменения в методiku преподавания физики / математики, то что бы Вы предприняли в первую очередь.

Вопрос 9. Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин:

9.1. Считаете ли Вы актуальной проблему взаимосвязи различных учебных дисциплин, «Да»; «Нет».

9.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», считаете ли Вы, что этой проблеме уделяется достаточное внимание. «Да»; «Нет».

9.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», предложите, пожалуйста, пути решения этой проблемы на примере связи физики / математики с другими науками.

9.4. Предложите, пожалуйста, Ваше решение проблемы взаимосвязи учебных дисциплин на примере взаимосвязи физики и математики.

9.5. Полагаете ли Вы, что взаимосвязь учебных дисциплин (межпредметные связи), в частности, физики и математики, способствуют формированию научных понятий, фундаментализации образования. «Да»; «Нет».

9.6. На Ваш взгляд, способствуют ли межпредметные связи, в частности, физики и математики, решению проблемы активизации обучаемых, мотивации их деятельности, гуманитаризации образования.

Вопрос 10. Отрадите, пожалуйста, индекс Вашей личной удовлетворенности содержанием учебных программ по физике / математике:

1	2	3	4	5
Неудовлетворен	Скорее неудовлетворен, чем удовлетворен	Затрудняюсь с ответом	Скорее удовлетворен, чем неудовлетворен	Удовлетворен

Обоснуйте, пожалуйста, выбранный Вами ответ

Вопрос 11. Ваши замечания, предложения и пожелания по совершенствованию системы преподавания физики / математики в Израиле.

Вопрос 12. Полагаете ли Вы, что есть темы учебной программы по физике / математике, наиболее трудные в изложении. «Да»; «Нет».

12.1. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – укажите, пожалуйста, эти темы.

12.2. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Нет» – обоснуйте, пожалуйста.

Вопрос 13. Считаете ли Вы, что есть темы учебной программы по физике / математике, наиболее трудные в усвоении их учениками. «Да»; «Нет».

13.1. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – укажите, пожалуйста, эти темы.

13.2. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Нет» – обоснуйте, пожалуйста.

Вопрос 14. Основные трудности, испытываемые Вами в процессе преподавательской деятельности.

*Вопрос 15. Укажите, пожалуйста, Ваши личные данные.*

*15.1. Пол М / Ж*

*15.2. Возраст*

*15.3. Образование :*

*Профессия по образованию*

*Дата репатриации*

*Страна исхода*

*Педагогический стаж до репатриации*

*Тип учебного заведения*

*Характер деятельности*

*15.10. Педагогический стаж после репатриации*

*15.11. Тип учебного заведения*

*15.12. Характер деятельности*

*15.13. Через сколько лет после репатриации приступили к преподавательской деятельности*

*15.14. Какие и когда прошли курсы обучения (повышения квалификации) в Израиле*

*Большое спасибо Вам за сотрудничество.*

*Желаем Вам всего доброго!*

## Текст анкеты-опросника (б)

*система «Учитель-Ученик»*

(Разработано проф. Н.И. Резник)

Уважаемый Ученик!

Просим Вас принять участие

в анонимном опросе, направленном на совершенствование преподавания физики и математики в учебных заведениях Израиля

1. Ваше отношение к системам образования в Израиле и в той стране, в которой Вы учились ранее (до репатриации):

1.1. В каком классе Вы учились на момент репатриации

1.2. Были ли у Вас какие-либо ожидания накануне репатриации, связанные с израильской школой.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

1.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», оправдались ли Ваши ожидания.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

1.4. Если на предыдущий вопрос вы ответили «Да», то в чем именно эти ожидания оправдались.

1.5. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», то в чем именно Вы оказались разочарованным после репатриации.

1.6. Отличается ли, на Ваш взгляд, израильская система образования от той, в которой Вы учились раньше.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

1.7. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», то в чем Вы видите основные отличия.

1.8. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите, пожалуйста, в чем Вы видите основные признаки сходства.

1.9. Какими, на Ваш взгляд, достоинствами обладает израильская система образования.

1.10. Какие Вы видите в ней недостатки.

1.11. Имела ли достоинства та система образования, в которой Вы обучались до репатриации.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

1.12. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», в чем, на Ваш взгляд, заключались ее достоинства.

1.13. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», в чем, на Ваш взгляд, заключались ее недостатки?

1.14. Если бы у Вас была возможность создать систему образования, в наибольшей степени соответствующую Вашим ожиданиям, какой бы была эта система.

1.15. На Ваш взгляд, каким учебным дисциплинам уделяется наибольшее внимание в израильской школе.

1.16. Каким учебным дисциплинам уделялось наибольшее внимание в той системе образования, в которой Вы учились раньше.

1.17. Укажите, пожалуйста, те учебные дисциплины, которые, на Ваш взгляд, лишены должного внимания, либо вообще отсутствуют в израильской системе образования.

2. Ваше отношение к изучению физики / математики:

Изучали ли Вы физику или математику до репатриации.

«Да»;

«Нет».

2.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», видите ли Вы различия в том, как Вас обучали физике / математике до репатриации и как это происходит сейчас.

«Да»;

«Нет»;

«Затрудняюсь с ответом».

2.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», в чем именно Вы видите эти различия.

2.4. Устраивает ли Вас то, как в Вашей школе изучается физика/математика.

«Да»;

«Нет»;

«Затрудняюсь с ответом».

2.5. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», что конкретно Вас не устраивает.

2.6. Что бы Вы могли предложить, чтобы улучшить существующее положение.

2.7. Преподают ли в Вашей школе физику или математику русскоязычные учителя из числа репатриантов.

«Да, физику»;

«Да, математику»;

«Да, физику и математику»;

«Нет».

2.8. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», видите ли Вы какие-либо отличия между тем, как преподают свой предмет русскоязычные учителя и те, которые говорят только на иврите.

«Да»;

«Нет»;

«Затрудняюсь с ответом».

2.9. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», в чем именно проявляются эти отличия.

2.10. Насколько для Вас сейчас важна высокая успеваемость по физике и по математике.

Физика	Математика
0 – Совсем нет	0 – Совсем нет
1 – Слегка	1 – Слегка
2 – Умеренно	2 – Умеренно
3 – Значительно	3 – Значительно
4 – Чрезвычайно	4 – Чрезвычайно

2.11. Есть ли причины, мешающие Вам показывать более высокие результаты по этим предметам.

«Да»; «Нет».

2.12. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», в чем эти причины заключаются.

3. Ваше отношение к методике преподавания физики и математики:

3.1. Нравится ли Вам то, как преподают Вам эти предметы.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

3.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», что Вам лично нравится больше всего в методике преподавания физики / математики.

3.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», что Вам лично меньше всего нравится в методике преподавания физики / математики.

4. Вспоминаете ли Вы иногда учителей физики/математики, которые были у Вас до репатриации.

«Да»; «Нет».

4.1. На Ваш взгляд, было ли в опыте преподавания этих учителей физики / математики то, чего сегодня не хватает Вашим израильским учителям.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

4.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», что конкретно, на Ваш взгляд, из их опыта преподавания физики и математики можно внедрить в израильские школы уже сегодня.

4.3. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», постарайтесь, пожалуйста, обосновать такой вывод.

5. Считаете ли Вы, что подготовка учащихся по физике и математике является одной из приоритетных задач израильской школы.

«Да, по физике»; «Да, по математике»; «Да, по физике и по математике»;  
«Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

5.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.

5.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины этого.

6. На Ваш взгляд, отличается ли уровень знаний по физике и по математике выпускников израильской школы от той, где Вы учились до репатриации.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

6.1. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

6.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Нет», укажите основные, на Ваш взгляд, причины и признаки.

7. Если бы Вы были учителем, какие изменения в содержание курсов физики и математики Вы внесли бы в первую очередь.

8. Если бы Вы были учителем, какие изменения в методику преподавания физики и математики Вы внесли бы в первую очередь.

9. Ваше отношение к проблеме взаимосвязи различных учебных дисциплин (т. е. каждый из учебных предметов должен быть сам по себе – *автономен* – или же между ними должна быть *связь*, преемственность, например, математика готовит математическую базу для восприятия физики).

9.1. Считаете ли Вы актуальной проблему взаимосвязи различных учебных дисциплин (или межпредметные связи).

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

9.2. Если на предыдущий вопрос Вы ответили «Да», считаете ли Вы, что этой проблеме уделяется достаточное внимание.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

9.3. Если на предыдущий вопрос вы ответили «Нет», предложите, пожалуйста, пути решения этой проблемы на примере связи физики / математики с другими учебными предметами.

9.4. Предложите, пожалуйста, Ваше решение проблемы взаимосвязи учебных дисциплин на примере взаимосвязи физики и математики.

9.5. Полагаете ли Вы, что взаимосвязь учебных дисциплин (или межпредметные связи), в частности, физики и математики, способствуют формированию научных понятий, фундаментализации образования – пониманию основ изучаемых предметов.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

9.6. На Ваш взгляд, способствуют ли межпредметные связи, в частности, физики и математики, решению проблемы активизации и мотивации обучения – тому, что позволяет быстро и надежно воспринимать изучаемый материал.

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

10. Отрадите, пожалуйста, индекс Вашей личной удовлетворенности тем, как преподается в Вашей школе физика/математика:

5	4	3	2	1
Неудовлетворен	Скорее неудовлетворен, чем удовлетворен	Затрудняюсь с ответом	Скорее удовлетворен, чем неудовлетворен	Удовлетворен

11. Ваши замечания, предложения и пожелания по совершенствованию системы преподавания физики/математики в Израиле.

12. Из тех тем и разделов физики и математики, которые Вы уже изучили, какие были для Вас наиболее сложными для понимания и усвоения.

13. Считаете ли Вы, что есть темы учебной программы по физике / математике, наиболее трудные для учителя в изложении их ученикам – просто Ваше мнение:

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

13.1. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – укажите, пожалуйста, эти темы.

13.2. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Нет» – обоснуйте, пожалуйста.

13.3. Если бы Вы были учителем, какие темы из программы по физике и математике Вы бы особенно охотно излагали своим ученикам.

13.4. Какие темы из учебной программы по физике и математике доставляют Вам особенное удовольствие при их изучении.

14. Основные трудности, испытываемые Вами в процессе учебы:

14.1. Как Вы думаете, какие трудности испытывают учителя в процессе своей преподавательской деятельности.

14.2. Если бы учителем были Вы, какие бы Вы испытывали трудности в работе с учениками и как бы их преодолевали.

14.3. Отрадите, пожалуйста, индекс Вашей личной удовлетворенности Вашими взаимоотношениями с израильскими сверстниками:

1 Удовлетворен	2 Скорее удовлетворен, чем неудовлетворен	3 Скорее неудовлетво- рен, чем удовлетворен	4 Затрудняюсь с ответом
5 Не заинтересован в общении с ними	6 Предпочитаю общаться с русскоязычными	7 Неудовлетворен	

Обоснуйте, пожалуйста, выбранный Вами ответ

15. Укажите, пожалуйста, Ваши личные данные:

15.1. Пол М / Ж

15.2. Возраст

15.3. Класс

15.4 Реально ли для Вас получение «багрута».

«Да»; «Нет»; «Затрудняюсь с ответом».

Обоснуйте, пожалуйста, выбранный Вами ответ

15.5. Из какой страны прибыли Вы (или Ваши родители).

15.6. Знакома ли Вам иная система образования (кроме Израильской), учились ли Вы в ней.

«Да»; «Нет».

15.7. Если Вы на предыдущий вопрос ответили «Да» – сколько лет и в какой школе (государственная или частная, обычная или со специальным уклоном) учились

15.8. Кроме школы, какие кружки, занятия Вы посещаете.

15.9. Круг Ваших интересов ближе к области: «гуманитарной»; «технической» – *подчеркните*.

15.10. Ваши планы на будущее:

«Вуз»; «Армия»; «Работа»; «Затрудняюсь с ответом»;

либо то, что Вы считаете возможным ответить на этот вопрос:

15.11. Характер Вашей будущей деятельности

Большое спасибо Вам за сотрудничество!

Желаем Вам всего доброго.

Удачи!

שאלה מס' 1

Элементы контент-анализа (content-analysis)

(Разработка, анализ – проф.Н.И. Резник)

מ/פ	פ - מ		פ	
	מס'	רוסית	עברית	רוסית
1.1	רוסית	Уровень обученности обучающихся	הדרגתיות בלימודי	Отсутствие контроля на всех уровнях; скачкообразность обучения
1.2	רוסית	Процесс обучения	בניית התהליך הלימודי	Объективные законы процесса обучения
1.3	רוסית	Уровни обучения	רמות לימוד	Дифференцированность, уровни обучения
1.4	רוסית	Неупорядоченность преподавания ряда тем, отсутствие связей	היעדר סדר בהגדרת אברי המספר	Отсутствие внутри- и межпредметных связей, неответственность между программами (гармонические коллокации т. д.)
1.5	רוסית	Математика, англ. язык, математика, английский	מתמטיקה, אנגלית, ממש	Математика, англ. язык, тангах
1.6	רוסית	Математика, физика	מתמטיקה, פיזיקה	Все дисциплины программы
1.7	רוסית	Формализованная физика	פיזיקה מפורמלית	פיזיקה כפיזיקה לוגיקה ומינורו

ניתוח התוכן

2 - 2	2 - 2
3	4
Практически отсутствует связь учебной нагрузки студента с его возрастом	Потребительская позиция целевых ориентации
возраст первокурсника, программа процесса обучения	Организационные принципы на основе действующей Комиссии
Дифференцированность, возможность выбора у студентов, учителей	Возможность выбора у студентов, их независимость и открытость
Низкий уровень подготовки преподавателей; неадекватная квалификация и уровень преподавателей	Изысканная субъективная позиция подходов учителей к процессу обучения, практическая ответственность государственного контроля, резервная политическая ответственность школ
Математика, англ. язык	Математика, англ. язык
Математика, физика, гуманитарные науки	Практически все дисциплины программы
Информационная технология	Естественнонаучные дисциплины
Информационная технология	Информационная технология

	2	2
	3	6
<p>Шкала оценивания знаний учаownika: неравномерность распределения учебной нагрузки на учаownika в процессе обучения</p> <p>Мотивация обучения как определяющий фактор успешности обучения</p> <p>Демократичность отношений в системе учитель-ученик</p>	<p>Отсутствие государственных стандартов образования</p> <p>Ориентация на конечный продукт - сдать государственные экзамены, поступить в вуз</p> <p>Большой спектр выбора у учащихся</p>	
<p>«Глобализация» образования</p> <p>Национальная идентичность учаownika как следствие неадекватной мотивации обучения: в результате практической подопечности в области воспитания материала среднего школьного образования</p>	<p>Декларативный характер применения элементов развивающего обучения</p>	
Математика, английский язык	Математика, физика, химия, биология, ИК (программирование)	
Математика, физика, химия	Математика, физика, химия, гуманитарные дисциплины	
Физика, химия	Физика, география, история	
Физика, химия	Физика, география, история	

	2		2
	1		8
	И з б и р а т е л ь н о с т ь в о б у ч е н и и и с о о т в е т - с т в ю щ а я е й н а п р а в л е н н о с т ь		З а т р у д н я ю с ь с о т в е т о м
	О К л а д н а п р и н ц и п а л ь н о с т ь		п р а к т и ч е с к и е з а д а н и я
	М е т о д о л о г и я , М е т о д ы о б у ч е н и я		С о д е р ж а т е л ь н а я с т о р о н а п р о г р а м м с т р у к т у - р а к у р с а , п о с л е д о в а т е л ь н о с т ь и з л о ж е н и я т е м
	Г л о б а л ь н ы е ц е л и , п е д а г о г и ч е с к и е		п р а к т и ч е с к и е з а д а н и я
	Д и ф ф е р е н ц и р о в а н н о с т ь о б у ч е н и я , в о з - м о ж н о с т ь в ы б о р а		Л е х н и ч е с к а я о б е с п е ч е н н о с т ь л а б о р а т о р и я , ш и р о к о е и с п о л ь з о в а н и е П К
	П р а к т и ч е с к и е з а д а н и я , п р о б л е м н ы е з а д а н и я		С а м о с т о я т е л ь н о е р е ш е н и е з а д а н и я
	О т с у т с т в и я м о т и в а ц и и к о б у ч е н и ю : н е - р а д и з о в а н н о с т ь з а д о ж е н н о г о в у ч е н и - к а х П о т е н ц и а л а		Л и н е й н о с т ь п о с т р о е н и я п р о г р а м м ы ( о д н е е ц е л е с о о б р а з н а с п и р а л ь н а я ) ; Н е у д е л я е т с я в н и м а н и е м е ж д р е д м е т н ы м с в я з я м
	Л о г и ч е с к и е з а д а н и я , п р о б л е м н ы е з а д а н и я		Л о г и ч е с к и е з а д а н и я , п р о б л е м н ы е з а д а н и я
	М а т е м а т и к а , а н г л . я з ы к , т а н а х и с т о р и я		М а т е м а т и к а , а н г л . я з ы к , Ф и з и к а
	П р а к т и ч е с к и е з а д а н и я , п р о б л е м н ы е з а д а н и я		П р а к т и ч е с к и е з а д а н и я , п р о б л е м н ы е з а д а н и я
	П р а к т и ч е с к и в с е д и с ц и п л и н ы : у к а ж д и т е - л ь н о с т ь о б о б р а з о в а н и я с в о и , п р и о р и т е - т н о с т ь з а д а н и я		М а т е м а т и к а
	Ф и з и к а к а к к а м и р о в о з з р е н ч е с к а я д и с - ц и п л и н а ( о с о б е н н о в р а з з д е л е М е х а н и к а , э л е м е н т а р н а я Ф и з и к а )		Н е и с п о л ь з у е т с я в п о л н о й м е р е о а з о в ы й П о - т е н ц и а л Ф и з и к и
	Г л о б а л ь н ы е ц е л и , п е д а г о г и ч е с к и е		п р а к т и ч е с к и е з а д а н и я

2	2
3	10
Необязательность среднего образования	Необязательность среднего образования
הכנת הלימודים התיכוניים	הכנת הלימודים התיכוניים
Декларативный характер деятельности в сфере разрешения спорных систем организации	Объективные законы развития систем
התעשיית הלימודים, הלימודים התיכוניים	התעשיית הלימודים התיכוניים
Дифференцированность обучения, возможность выбора	Уровни обучения
ההתמחות, הלימודים התיכוניים	היבטים הלימודיים
Неравномерность учебной нагрузки; декларативный характер развития; Шего об обучении	Низкий профессиональный уровень преподавателейского состава
הפרק, הלימודים התיכוניים, הלימודים התיכוניים	הפרק הלימודי התיכוניים
История, танцах, английский, литература	Математика, английский
היסטוריה, תנועה, אנגלית, ספרות	מתמטיקה, אנגלית
практически все дисциплины	Математика, физика, русский язык
העיסוק בכל הדיסציפלינות	מתמטיקה, פיזיקה, רוסית
асtronomия	Физика
האסטרונומיה	פיזיקה

	2	2	2
Открытость к изменениям: менее инерционна, менее консервативна, Ступенчатость в обучении	Ступенчатость в обучении, возможность выбора как у учителя, так и у учеников		
Разнобшенность предметов	Отсутствие межпредметных связей		
Дифференцированность возможностей выбора как у ученика, так и у учителя	Число степеней свободы как у учителя, так и у ученика		
Полигизированность системы образования (защитная модель)	Изогочная автономность школы		
Математика, английский	Математика, английский - как обязательные		
Математика, английский, физика, гуманитарные дисциплины	Физика, математика, гуманитарные		
Дисциплины естественной науки в средней школе - физика, химия, биология, география	Физика, химия, география		
Частью в руках специалистов	Физика, химия, география		

2	2
13	14
Ступенчатость в обучении	Дифференцированность в обучении
תלמידים מיוחדים	תלמידים מיוחדים
Законы обучения	Обучение как таковое
תורת הלמידה	לימודים כפי שהם
Относительная свобода, личностно-ориентированный подход	Демократичность отношений
חופש יחסי, אישי ופדגוגי	דמוקרטיזם חינוכי
Школа как государство в государстве, ориентация на слаботого учащегося	Отсутствие контроля и оценивания на всех уровнях
תלמידים חלשים, מדינת המדינה	העדר בקרה ובחינה בכל הערכות
Математика, английский	Математика, английский, компьютеры
תלמידים, מתמטיקה	מחשבים, תלמידים, מתמטיקה
Физика, математика	Физика, математика, английский
פיזיקה, מתמטיקה	פיזיקה, מתמטיקה, אנגלית
Илишняя формализация танакха	Учить учителя
תאגידות מיותרות	ללמד מורים

## שאלה 2

2.3		2.2		2.1		מס'	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
		העדר חשיבה יוריסטית	Отсутствие эвристического мышления	כן	да	1	מ-פ
אותם נושאים עיקריים	Основные темы те же	שימוש רחב בעזרים גרפיים (מכניקה)	Широкое использование графического материала (механика)	כן, לא	Да, нет	2	פ
		מידת התעמקות במספר נושאים	Глубина рассмотрения ряда тем	כן	да	3	מ-פ
		הצגת התוכן בדרכים שונות; שימוש במחשב בבתי ספר שונים	Использование компьютера; содержательная сторона представлена в разных школах по-разному	כן	да	4	מ-פ
תכנים, סדר הנושאים	Содержани последовательность тем	העדר בסיס מינימלי הכרחי	Нет обязательного базового минимума	כן, לא	Да; нет	5	מ
מקצוע בשלמותו	Предмет в целом	הבדלים מהותיים בתכנים ובסדר הנושאים בבתי ספר שונים	Содержание, последовательность тем в разных школах имеют существенные отличия	כן, לא	Да; нет	6	מ
		אופי מחקרי עם שימוש במחשב	Исследовательский характер с использованием компьютера	כן	да	7	מ
		אספקה טכנית	Техническое обеспечение	כן	да	8	פ
		מידת עומק הלמידה של החומר בבית הספר י'... (ב' י' א)	Глубина изучения учебного материала в школе (юд алеф ... юд бэт)	כן	да	9	פ
		למעשה אין בסיס סטנדרטי	Практически нет государственного стандарта базового образования	כן	да	10	מ
		מידת עומק הלמידה של החומר בבית הספר י'... (ב' י' א)	Глубина изучения учебного материала в школе (юд алеф ... юд бэт)	כן	да	11	מ
		עקרון מעגליים לבניית תכניות לימוד – רק בזמן אחרון	Принцип концентричности в построении программы обучения стал вводиться фактически только в последнее время	כן	да	12	פ
		תיאורים; למעשה אין בסיס סטנדרטי משתנים למעשה מספר לספר, משנה לשנה	Условные обозначения периодически (от учебника к учебнику) меняются, что, естественно, вносит хаос в восприятие ученика	כן	да	13	פ
		העדר קשרים פנים מקצועיים וכן – מקצועיים	Отсутствие внутри- и межпредметных связей	כן	да	14	מ

## שאלה 3

3.3		3.2		3.1		מס' /מ/פ	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
העדר מסגרת ברורה של ת"א, ספרי לימוד, הכשרה לא מספקת של מורים – אחראים על חסרונות בהכשרתם המתודולוגית	Отсутствие четких рамок программ, базовых учебников, низкая квалификация учителей – в основном определяют пробелы в методической их подготовке			לא	нет	1	מ/פ
אין בקרה ומעקב מתודולוגי	Нет методического контроля			לא	нет	2	פ
אופי פורמלי של קורסי השתלמות	Формальный характер курсов повышения квалификации			לא	нет	3	מ/פ
		שימוש בפוטנציאל מתודולוגי מדינות אחרות	Использование методического потенциала других странах	כן	да	4	מ/פ
		מאפיינים אישיים של מורה משפיעים על יכולתו לנצל באופן יעיל מגוון קורסים מוצעים, נוכחות בשיעורי העמיתים וכו'	Личностные характеристики учителя определяют его способность эффективно использовать множество предлагаемых курсов, взаимопосещений и т. п.	כן	Да	5	מ
העדר מעקב מתודולוגי עקבי, העדר התנסויות פרקטיות, העדר שיעורי הדגמה לפי מתודות שונות	Отсутствие систематического методического контроля, практической стажировки, проведения показательных уроков по разным методикам			לא	нет	6	מ
		שפע ספרותי, עיתונות	Изобилие разнообразной литературы, периодики	כן	да	7	מ
העדר כמעט מוחלט של ספרות מתודית	Практически нет			לא	нет	8	פ

למורים מתחילים ועולים חדשים	методической литературы для начинающих преподавателей и репатриантов						
העדר המלצות מוגדרות לשימוש בספרות מתודית	Нет четких рекомендаций использования методической литературы	מגוון רחב לבחירה, מגוון עיתונים	Широкий спектр выбора, богатая периодика,	כן, לא	Да; нет	9	פ
		עצמאות בבחירה	Самостоятельность выбора	כן	да	10	מ
		עצמאות יחסית בבחירה	Относительная самостоятельность выбора	כן	да	11	מ
		מאפיינים אישיים של מורה משפיעים על יכולתו לעבוד עם ספרים	Способность учителя работать с литературой	כן	да	12	פ
		מגוון גדול בבחירה ספרותי, עיתונות	Разнообразие литературы, периодики	כן	да	13	פ
		בחירה עשיר ספרותי, עיתונות	Богатый выбор литературы, периодики	כן	да	14	מ

7  
4  
1

#### שאלה 4

4.2		4.1		4		מס'	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
		תכנון קפדני, מעקב ובקרה בכל הרמות	четкое планирование, жесткий контроль на всех уровнях	כן	да	1	מ-פ
		שיטת העברה שיעורים מסוגים שונים	Методика проведения различных видов занятий	כן	да	2	פ
		המלצות ישומיות להעברת כל סוגי השיעורים לפי נושאים מוגדרים	Конкретные рекомендации по проведению всех видов занятий по конкретным темам	כן	да	3	מ-פ
		תכנון, בקרה, שימוש בניסיונם המתודי של מורים דוברי רוסית	Планирование, контроль, действенное использование методического опыта русскоязычных педагогов	כן	да	4	מ-פ

		הכנסת מרכיבים של הלימוד המקדים, מרכיבים של למידה ; שלילת שיטת ההכנה לקראת הבגרות בלבד; מקדמת שימוש רחב באמצעי המחשה	Введение элементов опережающего обучения, элементов развивающего обучения; исключение бытующего «натаскивания»; активное использование наглядности в обучении	כן	Да	5	מ
		שימוש בשיטה של שאטאלוב (למשל, בהוראה ולמידה של גיאומטריה), העברת סמינרים, שימוש רחב בביקורים בשיעורי עמיתים, העברת ניסיון העבודה	Использование системы Шаталова (в частности, при изучении и преподавании геометрии), проведение семинаров, широкое использование практики взаимопосещений, обмена опытом работы	כן	да	6	מ
		בקרה שיטתית של; פיתוח ותרגול ידיעות ומיומנויות תלמידים	Целенаправленная отработка знаний, умений, навыков; систематический контроль обучаемых	כן	да	7	מ
		פיתוח ויישום שיטת קשרים פנים- ובין-מקצועיים	Разработка и внедрение системы внутри- и межпредметных связей	כן	да	8	פ
		תכנון ושימוש בדמן למידה ולמוד בקרה בכל הרמות	Планирование, введение календарных планов и планов занятий для учителей, дневников для учеников	כן	да	9	פ
		תכנון, תמיכה מתודת מקצועית בשימוש במתודות שונות ותכניות, ניתוח השוואתי שלהן	Планирование, профессиональная методическая поддержка при использовании различных методик, программ, их сравнительно-сопоставительного анализа	כן	да	10	מ
		השכלה אקדמית, רמה מקצועית גבוהה של חלק מהעלייה הרוסית העלתה רמת ההשכלה בישראל, יש צורך ללמוד את ניסיונם של העולים הללו	Академическое образование, высокий профессионализм определенной части «русской алии» подняли уровень образования в Израиле, их опыт необходимо изучать	כן	да	11	מ
		קשרי גומלין בין פיזיקה ומתמטיקה לא רק ברמת היוזמה הפרטית, אלא גם ברמת החומר הנלמד לפי תל	Взаимосвязь физики и математики не только на уровне личной инициативы, но и на уровне программного материала	כן	да	12	פ
		קשרים פנים- ובין-מקצועיים הקיימים, ניסיונם של מורים דוברי רוסית	Действенные внутри- и межпредметные связи, опыт русскоязычных преподавателей	כן	да	13	פ
		קשרי גומלין בין מקצועות לימוד שונות כתנאי הכרחי	Взаимосвязь учебных дисциплин как предмет первой необходимости	כן	да	14	מ

## שאלה 5

5.2		5.1		5		מס'	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
גובש במהלך היסטוריה כתוצאה מהענקת משמעות שגויה למושג «אדם חופשי»	Сложилось исторически из-за ложного толкования понятия свободной личности			לא	нет	1	מ-פ
פיזיקה לא נלמדת כמקצוע באופן מלאה (עם תלמיד לא בוחר – הוא לא לומד אחרי כיתה ט' או כיתה י')	Физика не изучается как целостный предмет (если ученик ее не выбирает, то после класса тэт, а в некоторых школах после класса он вообще ее не учит) юд			לא	нет	2	פ
		ישנה העדפת המתמטיקה שבולטת מאוד, של לא, יחד עם זאת אי לימוד פיזיקה – הפיזיקה שולל מתלמיד מרכיבי בסיס להשקפת העולם	Приоритетность математики очевидна, физики – нет, к сожалению, при этом, не изучая физику, ученик лишается определенных мировоззренческих начал	כן	да	3	מ-פ
		מבט טכנולוגי על המציאות (כסיבה) מאפשר לדבר על קיום תנאים מקדימים המכשירים את העדפת המתמטיקה על פני פיזיקה	Технологический взгляд на реальность – как причина – позволяет говорить о преобладании приоритетных начал у математики по сравнению с физикой	כן	да	4	מפ
		התפתחות החשיבה (לפי לומנוסוב: «...מסדרת את השכל...»)	Развитие мышления (по Ломоносову – «... ум в порядок приводит ...»)	כן	Да	5	מ
		מתמטיקה כאינדיקטור להתפתחות החשיבה האנליטית, «אינטליגנציה»	Математика как показатель уровня развития аналитического мышления, «интеллигентности»	כן	да	6	מ
מתקשה עם התשובה	Затрудняюсь с ответом			לא	нет	7	מ
		יישומיות, דרישות המוסדות להשכלה הגבוהה	Утилитарность, требования ВУЗов	כן	да	8	פ

		רק לפיתוח י"א, י"ב – בגלל דרישות הברגות	– только для этих классов из-за требований баггута	כן	да	9	פ
		העדפת המתמטיקה רק בכיתות הגבוהות בעקבות אופייה היישומי	Приоритетность математики только в старших классах в силу понимания ее прикладного характера	כן	да	10	מ
		מקצוע בסיסי, בסיס להבנת מקצועות הנדסה	Базисный предмет, основа восприятия инженерных дисциплин	כן	да	11	מ
		כי זו דלת פתוחה בכל המוסדות להשכלה גבוהה	Так как это открытая дверь фактически во все вузы	כן	да	12	פ
		בסיס להשקפת העולם	Мировоззренческая база	כן	да	13	פ
		כלי לכל מדע	Инструмент для любой науки	כן	да	14	מ

## שאלה 6

6.2		6.1		6		מס'	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
		עליונות תרגול מכני עלפני הבנה אמיתית מורידה באופו ניכר איכות הידע של תלמידים, מצמצמת גבולות ליישום הידע	Преобладание техницизма над истинным пониманием резко снижает качество знания ученика, сужает границы применимости знания	כן	да	1	מ-פ
		רמת השליטה בחומר בממוצע יותר נמוכה, אבל אצל הלומדים פיזיקה ל-5 יחידות – רמתם גבוהה יותר	Уровень знания в среднем более низкий, но у избравших физику на 5 единиц – более высокий	לא	нет	2	פ
בחטיבת ביניים בלי ספק נמוך	В промежуточной школе безусловно ниже	בכיתות גבוהות ניתן להשוואה יותר גבוהה, הכל נקבע ע"י האינטראקציה «מורה-תלמיד», ניסיון המורה (בפרט, ניסיונם של מורים דוברי רוסית בעלי קווליפיקציה גבוהה)	В старших класса сравним и выше, все определяется взаимодействием системы «учитель – ученик», опытом педагога, в частности, опытом высококвалифицированной части русскоязычных педагогов	כן, לא	Да, нет	3	מ/פ
		תיכון בתנאי לימוד ל-5 יחידות יותר מוגבר, ל-3 – הרבה יותר חלש, יש צורך בניצול ניסיונם של מורים דוברי רוסית בעלי קווליפיקציה גבוהה, בבית ספר יסודי ובחטיבת ביניים	Тихон при условии обучения на 5 единиц зачастую мощнее, на 3 единицы – много слабее, целесообразно более широкое использование опыта	כן	да	4	מ/פ

			высококвалифицированных русскоязычных педагогов в начальной и средней школе				
		שיטת הלימוד לקראת הבגרויות גורם לירידה ברמת הידע של בוגרי התיכון, אשר לא מתורגלים לחשוב, להשוות, להעריך	Традиционное «натаскивание» на багрут заметно снижает уровень знаний выпускников, не приученных размышлять, соотносить, думать	כן	Да	5	מ
		העדר כמעט מוחלט של תל סטנדרטית בסיסית, תכני לימוד שונים בבתי ספר שונים	Практически нет базового образовательного стандарта, содержательная сторона обучения разная в разных школах	כן	да	6	מ
		יכולות אישיות של המורה כמכריעות, שימוש בניסיונו של בית הספר «הרוסי»	Определяющим являются личные возможности педагога, активное заимствование опыта «русской школы»	כן	да	7	מ
		דרישות המוסדות להשכלה הגבוהה, שאיפות, רצונות ויכולות של כל תלמיד ותלמיד	требования ВУЗов, стремление, желание и возможности каждого конкретного ученика	כן	да	8	פ
		מתקשה עם התשובה	Затрудняюсь с ответом	כן	да	9	פ
		לא מגובשים ברמה מספקת בסיסי השקפת העולם וחשיבה אווריסטית של תלמידים, הכרחי תיאום בין מערכות לימוד	Не формируются на должном уровне мировоззренческие основы и эвристическое мышление наших школьников, необходимо согласование систем обучения	כן	да	10	מ
		מאפיינים אישיים של המורה כמכריעים	Определяющим являются личные свойства педагога	כן	да	11	מ
		רמת העומק בכיתות הגבוהות כי נכנסים לשם רק מי שרוצה ללמוד ויכול ללמוד, לכן לעבוד אתם – רק תענוג	Глубиной в старших классах, так как туда попадают только отборные, желающие учиться и те, кто может учиться, поэтому работать – одно удовольствие	כן	да	12	פ
		בכיתות גבוהות בר השוואה ויותר גבוהה	В старших класса сравним и выше	כן	да	13	פ
		מתקשה עם התשובה	Затрудняюсь с ответом	כן	да	14	מ

## שאלות 7,8

8		7		מס'	מ/פ
עברית	רוסית	עברית	רוסית		
הייתי משיב מתמטיקאים ופיזיקאים ביחד לאיחוד המאמץ ולקביעת פעולות משותפות	Посадил бы рядом математиков и физиков для выработки совместных действий и объединения усилий	מרכיבי לוגיקה, הערכת הדגש מטכניציום ללוגיקת הפתרון	Элементы логики, смещение приоритетов с техницизма на логику решения	1	מ-פ
תל מעגלית (כיתות ז' - ט', ברמה יותר מעמיקה בל-א-ב), באופן כללי הייתה משנה אופן העבודה מהיבט מתודי	Концентрическая программа обучения (классы зэт ... тэт, затем более углубленно в классах юд ... юд бэт); в целом изменила бы методику работы	התאמת התכניות בפיזיקה ומתמטיקה (למשל בלמידת חוק שבירת האור תלמידים צריכים לדעת פונקציות טריגונומטריות)	Соотнесение программ по физике и по математике (например, при изучении преломления света ученики должны знать тригонометрические функции)	2	פ
את העבודה המתודית בבית ספר יש לעשות יותר ממוקדת ומבוקרת	Методическую работу в школе сделать более предметной, конкретной, контролируемой	קשרים פנים- ובין מקצועיים	Внутри- и межпредметные связи	3	מ-פ
במקצוע «מדעים» להכניס יותר פיזיקה	В предмет מדעים ввести больше физики	סטנדרט ארצי לחוכן הכרוז מינימלי של מקצועות בכלל ושל פיזיקה בפרט	Государственные стандарты обязательного содержания минимума дисциплин, в частности, физики	4	מ-פ
סכמות מבניות של מקצועות מתחום מדעי החיים ומדעים מדויקים	Структурные схемы дисциплин естественнонаучного цикла	קשרים בין-מקצועיים, מרכיבי הלוגיקה	Междисциплинарные связи, элементы логики	5	מ
אופי יישומי של כל נושא, מטרות מוגדרות, שילוב הוראה פרונטלית עם שיטות עבודה אחרות (זוגות, קבוצות, משחקים)	Прикладной характер каждой темы, четкие целевые установки, сочетание фронтального подхода со множеством других (пары, группы, игровые ситуации)	להתבסס על הצד התוכני של תכניות אוניברסיטאיות	базироваться на содержательной стороне университетских программ	6	מ

<p>בסיס מתודי מספק בהחלט, הבעיה – בפרופסיונליות המורה</p>	<p>Методическая база совершенно достаточна, проблема – в профессионализме педагога</p>	<p>להפסיק הדרגתיות בלימוד, להכניס מרכיבים קונצנטיים (מעגליים), להתחיל ללמד מתמטיקה באופן «רציני» בגיל צעיר יותר</p>	<p>Исключить ступенчатость в обучении, ввести элементы концентричности, начать обучать математике «серьезно» в более раннем возрасте</p>	7	מ
<p>להוציא לאור הנחיות מתודיות למורים בנושא קשרים בין-מקצועיים של פיזיקה ומתמטיקה; להגדיר יותר מדויק את הסילבוס</p>	<p>Издать соответствующие методические пособия по межпредметным связям физики и математики; определить более точно «силабус» – программу требуемого материала</p>	<p>«להתאים» את המתמטיקה לפיזיקה</p>	<p>«подогнать» математику под физику</p>	8	פ
<p>הייתי משנה סדר הוראת מספר נושאים בהתחשב לרמתם המתמטית של תלמידים</p>	<p>Изменил бы последовательность изложения ряда тем с учетом математической подготовки учеников</p>	<p>יותר פיזיקה במובנה המהותי, יותר מטלות איכותיות ומטלות גרפיות</p>	<p>Больше физики в ее истинном понимании, качественных и графических задач</p>	9	פ
<p>פיזיקה ומתמטיקה כבסיס מתודי וכבסיס להשקפת העולם, כמדעי בסיס</p>	<p>Физика и математика – как методологическая и мировоззренческая основа, как базисные науки</p>	<p>פיזיקה ומתמטיקה כמקצועות חובה</p>	<p>Физика и математика во взаимосвязи – как обязательные предметы</p>	10	מ
<p>אין התאמה בין מתמטיקה ופיזיקה – לא מסופק הבסיס המתמטי ולכן יש צורך בשינוי מהותי של התכניות בהתייחס להתאמה ביניהן</p>	<p>Нет соответствия между математикой и физикой – нет обеспечения математической базой, следовательно, необходимо коренным образом менять программы с точки зрения их соответствия</p>	<p>סדר לימוד מקצועות: יותר מוקדם הגדסת מרחב אוקלידית (סטאראומטריה), ווקטורים</p>	<p>Порядок преподавания предметов: в более ранние сроки стереометрия; векторы</p>	11	מ

אופי בין-מקצועי של תכני המקצועות	Плановый междисциплинарный характер содержания дисциплин	גיאומטריה, פלנימטריה – יותר מוקדם (כיתה ו'), ולא בכיתות י' – י"א, תאורמת פיפאגור לא מוכרת לתלמידים בהרבה מקרים, גם טרמודינאמיקה אשר נלמדת רק לבגרות, באופן כללי פיזיקה כמדע, כמקצוע מצריכה יותר תשומת לב	Геометрия, планиметрия – раньше (6 класс – вав), а нв в классах юд, юд алеф, теорема Пифагора зачастую неизвестна ученикам, также и термодинамика, которую учат только на багрут, вообще физика как наука, как предмет требует большего внимания	12	פ
כלי מתמטי אמור להכין הבנה פיזיקאית	Математический аппарат должен готовить физическое восприятие	לקשר ליחידה אחת מספרים מרוכבים, ווקטורים, תנודות הרמוניות, החל ממתמטיקה	Связывать воедино комплексные числа, векторы, гармонические колебания, начиная с математики	13	פ
המתודה אינה בעלת אופי סיסטמטי	Методика не имеет системного характера	פריסת החומר הלימודי באופן אחיד, פריסת התכנים בהתאם לאורך שנות הלימוד	Равномерность учебной нагрузки, соответствующее распределение материала по всем годам обучения	14	מ

שאלה 9

מחמטקאי (מ) (פ) פיזיקאי	מס'	9.1		9.2		9.3		9.4		9.5		9.6	
		רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית
מ - פ	1	Да	כן	нет	ל	Комплексы проекты сис- Подъёма метрода, кон- кретных системации	פרויקטים, מערכות, קונקרטיזציה כשיטה	Комплексы числа, векторы, Гармонические функции в их взаимных физике	מספרים, וקטורים, פונקציות, פיזיקה	Да	כן	нет	ל
פ	2	Да	כן	нет	ל	История развития физики, история развития науки, физическая и научная картина мира	היסטוריה, התפתחות, הפיזיקה, היסטוריה, מדע,	Веданы соответствующие программы по физ- ике и математике – решены задачи по гармоническим функциям, соответствующие свойствам функций	פיתוח, מתמטיקה, פיזיקה, היסטוריה, התפתחות	Да	כן	нет	ל
		Да	כן	нет	ל				Да	כן	нет	ל	
		Да	כן	нет	ל				Да	כן	нет	ל	

5 - 2	5 - 2	2
3	4	5
да	да	да
12	12	12
нет	нет	нет
н/д	н/д	н/д
Моделирование математическое	Крупные диалектные единицы (стихотворения, песни, сказки, легенды, рассказы, и т.д.)	Прикладной характер исследования (отработка навыков)
(הולדת) תולדות תורה	לש (תורה) דברי תורה דברי תורה, דברי תורה, דברי תורה	, תורה תורה תורה תורה תורה
Построение математических моделей процессов	Видение диалектных единиц системы фонетической математика	Научный поиск связующих элементов
הולדת תולדות תורה	תורה תורה תורה תורה תורה	תורה תורה תורה תורה תורה
да	да	да
12	12	12
да	да	да
12	12	12



5	2	2	
9	10	11	
да	да	да	
כן	כן	כן	
нет	нет	нет	
אף	אף	אף	
Повышение про- фессорской педаго- гической деятельности	Введение предмета «Кон- цепция «Возвращение к истокам»	Специалисты в области ин- тер- дисциплинарных исследований работают согласованно	
העלאת המודעות	הקמת «מרכז חינוכי»	הקמת «מרכז חינוכי»	
Творческий поиск	Раздел «Уддияמא» - Физический для Точный для Таким образом, «Комплексный»	Создание фунда- ментальной исследования художественных данных	
הפנתי יצירתית של המורה	נושא «אלימות» בשאלות «האם יש לנו אחריות?»	הקמת «מרכז חינוכי» (הקמת «מרכז חינוכי»)	
да	да	да	
כן	כן	כן	
да	да	да	
כן	כן	כן	

5	5	6
12	13	14
да	да	да
ן	ן	ן
нет	нет	нет
ל	ל	ל
Математика - инструмент для будущего ученого и студента	Больше читать и думать	Несоблюдимое сочетание для будущего профессора
מתמטיקה היא כלי למתן הכלים הנדרשים	יותר לראות ולשקוב	הכרחי שיתבצע פעולה כזו במסגרת מחקר
Без математики человек бессилен. В частности, без понятия предела невозможно доказать теорему. Поэтому важно иметь хорошие знания математики на уровне программы. Этого не хватает.	Использовать доказательства в учебнике «Учебник для учащихся»	Затрудняюсь с ответом
ללא מתמטיקה, אדם חסר יכולת. בפרט, ללא מושג הגבול, אי-אפשר להוכיח משפטים. לכן, חשוב מאוד שיש ידע טוב במתמטיקה ברמת הלימודים. זה חסר.	להשתמש בתוכנית הלימודים, «ספר»	מתקשה עם השוואה
да	да	да
ן	ן	ן
да	да	да
ן	ן	ן

11		10		מס'	פ/מ
עברית	רוסית	עברית	רוסית		
מספרים מרוכבים, וקטורים, תגודות הרמוניות אינם מהווים יחידה אחת (לא נקשרים אחד לשני), כמעט ולא נקשרים עם פיזיקה (במיוחד מספרים מרוכבים). צורך ברור בקשרים פנים-ובין- מקצועיים ממשיים	Комплексные числа, векторы, гармонические колебания не связаны воедино, вообще почти не связаны с физикой (комплексные числа в особенности); потребность в действенных внутри- и межпредметных связях очевидна	3	3	1	מ-פ
יש צורך להכין בסיס מתמטי לנושאים כגון פתרון משוואות, ניתוח השפעה הרמונית, פונקציות טריגונומטריות ונושאים אחרים – מנקודת מבט של קשרים בין פיזיקה ומתמטיקה; הוכנסו היבטים היסטוריים של התפתחות הפיזיקה	должны быть обеспечены математической подготовкой такие темы, как, например, решение уравнений, анализ гармонического воздействия, тригонометрические функции и другие темы – с позиции связей между математикой и физикой; введены элементы истории развития физики	2, ז-ט'; 5, יא-יב פתרון משוואות, ניתוח השפעה הרמונית, פונקציות טריגונומטריות – נושאים אלו ואחרים לא מבוססים מבחינה מתמטית	решение уравнений, анализ гармонического воздействия, тригонометрические функции – эти и другие темы не обеспечены математикой	2	פ
המלצות מתודיות ברורות, מעקב	Четкие методические рекомендации, контроль	2	2	3	מ-פ
העלאת רמת הפרופסיונליות, קורסי השתלמות והסבה מקצועית	Повышение профессионального мастерства, качественные курсы повышения квалификации и переквалификации	4	4	4	מ-פ
להימנע מאלגוריתמיזציה, מפורמליזציה מיותרת בפתרון משלות, לא להרשות הכנה לקראת הבגרויות בלבד	Избегать алгоритмизации, избыточной формализации в решении задач, не допускать откровенного «натаскивания» на багрут	4	4	5	מ

המשכיות, יורשות בלימוד המתמטיקה, פריסה אחידה של עומס לימודי החל מגיל הצעיר ועד האוניברסיטה – שיטת ההכנה צריכה להיות אחידה	Последовательность, преемственность в изучении математики, равномерность нагрузки учащихся, начиная с раннего возраста и кончая университетским – система подготовки должна быть единой	2 מאפיין עיקרי של בית הספר היסודי בכל שלא מודגש פיתוח מיומנויות בחטיבת ביניים-הטכניציות; הוכחה בכיתות גבוהות-עומס יתר הן; שולט מבחינה כמותית והן מבחינה איכותית	2 характерная особенность начальной школы – почти не формируются навыки доказательности; для средней школы – характерно преобладание «технизма»; высшие классы – чрезмерная загруженность (с количественной и качественной сторон)	6	מ
שינויים בתכני הקורס לפי שנות הלימוד עם מבחנים בהתאם במהלך הלימודים	Перераспределение содержания курсов по годам с соответствующими экзаменами в процессе обучения	4 נושאים מסוימים, למשל קומבינטוריקה, באופן חלקי איבדו את האקטואליות שלהם	4 некоторые разделы, например, комбинаторика, частично утратили свою актуальность	7	מ
לפתח אצל תלמידים מיומנויות מתמטיות בעלות אופי יישומי	Развивать у учеников математические навыки прикладного порядка	4 אין בהרות מספקת עבור המורים בבניית החומר לפי תכניות לימוד	4 нет достаточной ясности для учителей в построении программного материала	8	פ
ללמד מינימום בסיסי והכרחי במקצוע פיזיקה עם מבחן בסוף	Ввести обязательный базовый минимум изучения физики, завершающийся экзаменом	4 את הצד התוכני של התכניות (יש הרבה) יש לבדוק תוך התייחסות לאחידותן ולבסיס הכרחי מינימלי	4 содержательную сторону программ (а их не одна) стоит пересмотреть с точки зрения их единства, обязательного базового минимума	9	פ
העלאת רמת הפרופסיונליות ותכונות האישיות של המורה	Повышение профессиональных и личностных качеств педагога	4 מוטיבציה ובקרה ישנן בד"כ רק בכיתות הגבוהות	4 Мотивация и контроль зачастую присутствуют лишь в старших классах	10	מ

העלאת רמת הפרופסיונליזם של המורה, אופי לא פורמלי של מערכת ההשתלמות, מעונינות הומרית של מרצים מאוניברסיטאות לעבוד בבית ספר	Повышение профессиональных качеств педагога, неформальный характер системы повышения квалификации, материальная заинтересованность вузовских преподавателей для работы в школе	5 המורה החושב, בעל אוריאנטציה מדעית יכול לנצל באופן אופטימלי את התכניות, אשר תכניהן ברמת הסטנדרטים העולמיים	5 думающий, научно ориентированный педагог имеет возможность оптимально работать с программами, содержание которых не уступает мировым стандартам	11	מ
להיות פרופסיונל, לאהוב את העבודה, את הילדים	Быть профессионалом, любить свое дело, любить детей	5 איש מקצוע השולט במקצועו יכול לקבל תענוג אמיתי	5 профессионал, владеющий своим предметом, может получить истинное удовольствие	12	פ
לשכלל מערכת השתלמויות	Совершенствовать систему повышения квалификации	3	3	13	מ
מערכת השתלמויות צריכה להיות מכוונת לא רק אל מרכיבים חינוכיים של ההכשרה אלא גם מרכיבים פסיכולוגי-חינוכיים	Система подготовки специалистов и система повышения квалификации должны включать не только педагогические, но и психолого-педагогические элементы их подготовки	3	3	14	מ

שאלה 12

12.2		12.1		12		מס'	פ/מ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
		«נושא עדין אך קשה» E «מערכת באופן אובייקטיבי (חזקות ולוגריתמים)	Система E (модель леса – введение понятия показательной функции), тема изящна, но объективно сложна	כן	да	1	מ - פ

		תנודות הרמוניות, פתרון משוואות	Гармонические колебания, решение уравнений	כן	да	2	פ
		פתרון משוואות, אלקטרודינמיקה	Решение уравнений, электродинамика	כן	да	3	מ-פ
		<b>מרוכבים מספרים</b>	Комплексные числа	כן	да	4	מ-פ
הכל נקבע על ידי הכשרה מקצועית	Все определяется профессиональной подготовкой			לא	нет	5	מ
		קומבינטוריקה	комбинаторика	כן	да	6	מ
		הנדסה אנליטית (גיאומטריה אנליטית)	Аналитическая геометрия	כן	да	7	מ
		תהליך תנודתי	Колебательный процесс	כן	да	8	פ
ידע, ידיעות, מיומנויות של המורה עצמו מגדירות את הצלחתו	Знания, умения, навыки самого педагога определяют его успешность			לא	нет	9	פ
אם למורה יש «דימוי שלם» של המקצוע אותו הוא מלמד	Если у преподавателя есть «образ целого» того предмета, который он излагает			לא	нет	10	מ
הכשרתו של המורה, גישה פילוסופית, מבוססת מדעית	Квалификация преподавателя, философский, научно-обоснованный подход			לא	нет	11	מ
מנסה לפצות הן חוסר דמיון והן חסכים בהכשרתם המתמטית של תלמידים	Стараюсь компенсировать и недостаток воображения, и нехватку математической подготовки учеников			לא	нет	12	פ

		מרכיבי אלקטרו דינמיקה	Элементы электродинамики	כן	да	13	פ
		מספרים מרוכבים שליליים	Отрицательные, комплексные числа	כן	да	14	מ

### שאלה 13

13.2		13.1		13		מ' ס'	פ/מ
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		
		«קשיים בהבנת E «מערכת גיאומטריה, טריגונומטריה – מרכיבים של דמיון ותפיסה מרחביים לא מפותחים אצל תלמידים	«система E», плохо усваивается геометрия, тригонометрия – элементы пространственного воображения и представления у учащихся не развиты	כן	да	1	מ – פ
		תנודות הרמוניות, תהליכים תנודתיים	Гармонические колебания. Колебательные процессы	כן	да	2	פ
		מרכיבי אלקטרו דינמיקה, שרטוטים תנודתיים	элементы электродинамики, колебательные контуры	כן	да	3	מ – פ
		מרוכבים, פתרון מספרים משוואות, ווקטורים	Комплексные числа, решение уравнений, векторы	כן	да	4	מ – פ
נוכח מוטיבציה ללמידה	При наличии мотивации к обучению			לא	нет	5	מ
		קומבינטוריקה, הנדסת מרחב אוקלידית (סטאראומטריה)	Комбинаторика, стереометрия	כן	да	6	מ

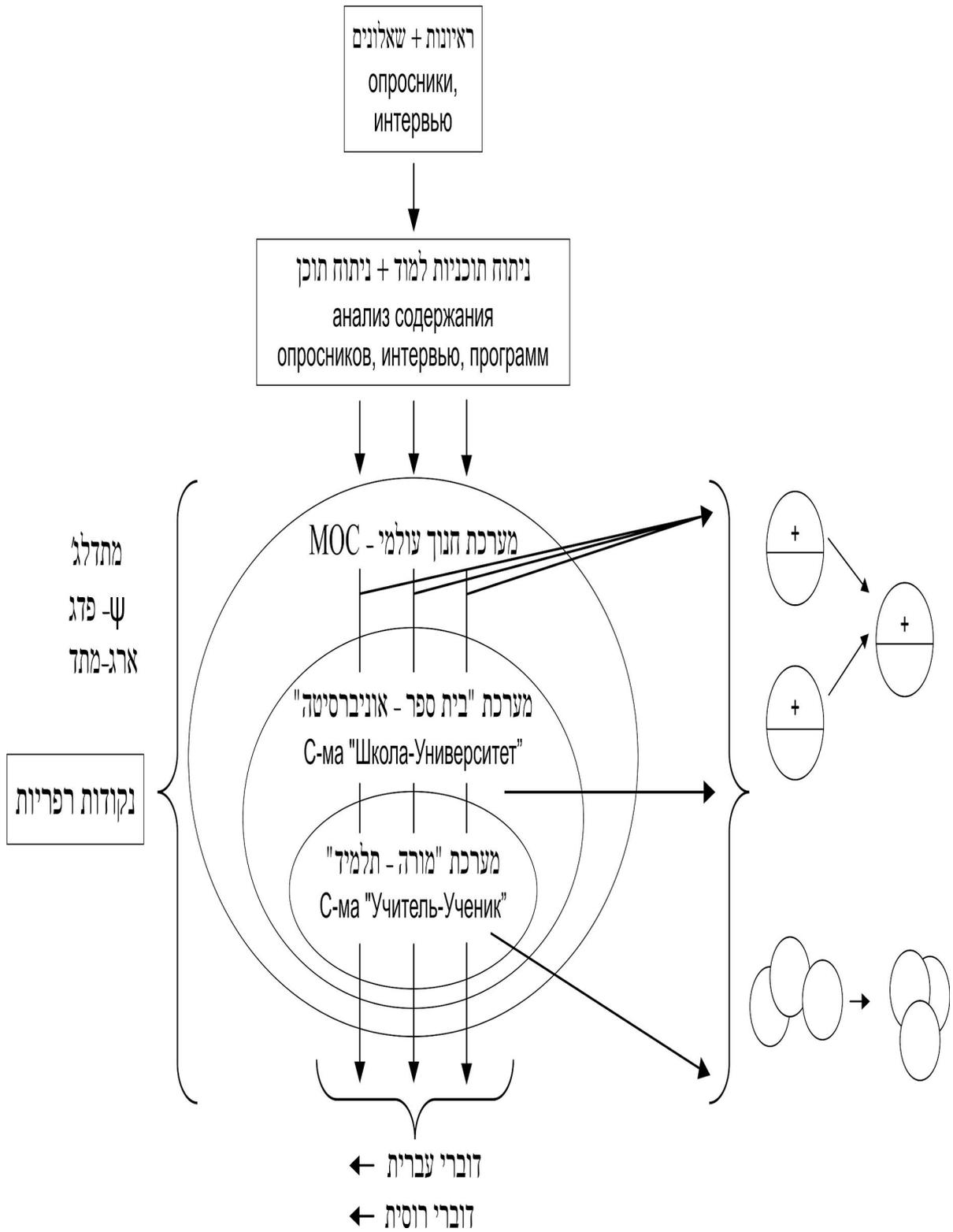
		סדרות (במיוחד גיאומטרית בעקבות קשיים אלגבראיים), הנדסה אנליטית (גיאומטריה אנאליטית)	Прогрессии (особенно геометрические ввиду алгебраических трудностей), аналитическая геометрия	כן	да	7	מ
		מרכיבי אלקטרודינמיקה, תהליכים (פרוצסים) תנודתיים	элементы электродинамики, колебательные процессы	כן	да	8	פ
		בכיתות ז'-ט' אין חלוקה לרמות, יש הרבה נושאים כאלה	В классах тэт ... зайн, пока они не разделены на уровни, таких тем множество	כן	да	9	פ
בתנאי שהמורה אינו «מעביר» (טרנסלאטור) אלא גורם למוטיבציה מצד התלמידים	При условии того, что преподаватель не транслятор, а мотиватор			לא	нет	10	מ
		גיאומטריה, סדרות – במסגרת בית הספר היסודי לא מפותחת השיבה אבסטרקטית	Геометрия, ряды, прогрессии – не развито абстрактное мышление в рамках начальной школы	כן	да	11	מ
אם התלמיד מעוניין	Если ученик заинтересован			לא	нет	12	פ
תלמיד המוכן היטב, הלומד באופן מתמיד תמיד יודע מה הוא לא יודע, שואל ומקבל תשובה	Хорошо подготовленный ученик, регулярно занимающийся – всегда знает то, что он не знает, спрашивает и получает ответ			לא	нет	13	פ
		מספרים שליליים, פתרון משוואות	Отрицательные числа, решение уравнений	כן	да	14	מ

## שאלה 14

עברית	רוסית	מס'	פ/מ
העדר מוטיבציה, פרגמיזם יותר של תלמידים, שלילת נורמות התנהגות	Отсутствие мотивации, излишняя прагматичность учеников, неприятие норм поведения	1	מ-פ
העדר משמעת בקרב מורים ותלמידים	недисциплинированность учителей и учеников	2	פ
יחס צרכני כלפי בית ספר	потребительское отношение к школе	3	מ-פ
מנטאליות	ментальность	4	מ-פ
העדר יכולת ללמוד גורמת להעדר רצון ללמוד אצל התלמידים	Неумение, поэтому нежелание учащихся учиться	5	מ
העדר הנחיות מתודיות בנושא קשרים פנים-ובין-מקצועיים	Отсутствие методических пособий по внутри- и межпредметным связям	6	מ
שפתיים, במספר שעות מועט המוקצה ללימוד מתמטיקה	Языковые; недостаток количества часов, выделяемых на изучение математики	7	מ
התלמידים אינם בעלי בסיס מתמטי הנדרש ללימוד פיזיקה	Недостаточная математическая подготовка учеников для изучения физики	8	פ
העדר כמעט מוחלט של ההלימה בין תכני התכניות במתמטיקה ופיזיקה	Практически полное отсутствие соотношения содержания программ по физике и математике	9	פ
העדר מוטיבציה	Отсутствие мотивации	10	מ
העדר: -כיתות גדולות; -הכנה חלשה של התלמידים במסגרת בית הספר היסודי-פוליטיזציה של ההשכלה (בעשר; משוב «בית ספר-מוסד להשכלה גבוהה» שנים האחרונות אוריאנטציה של מערכת החינוך השתנתה כשש פעמים)	- большие классы; - слабая подготовка учеников в рамках начальной школы; - нет обратной связи «школа – вуз»; - политизированность образования (за последние лет 10 около 6 раз менялась направленность системы образования)	11	מ
העדר: -רמת ההכשרה הנמוכה של מורים לפיזיקה; -זמן מועט ללימוד פיזיקה-לימוד כימיה באופן שטחי; הספקה (מכשירים) מתמטית	- мало времени на изучение физики; - низкая квалификация преподавателей физики; - нет математического обеспечения; - поверхностное изучение химии	12	פ
שפתיים, מנטאליות	языковые, ментальность	13	פ
סטראוטיפים בחשיבה, מנטאליות	стереотипы мышления, ментальность	14	מ

15.13/ 15.14		15.12/ 15.9		15.8/ 15.11		15.7 / 15.10	15.6		15.5	15.4/15.3		15.2/15.1		מספר שאלון	מתמטיקאי (מ), פיזיקאי (פ)
עברית	רוסית	עברית	רוסית	עברית	רוסית		עברית	רוסית		עברית	רוסית	עברית	רוסית		
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות	1 / курсы переквалификации	מורה / מורה	Учитель / Учитель	בית הספר / בית הספר	Школа / Школа	16 / 11	רוסיה	Россия	1989	Ph.D / מ-פ	Ph.D / Физ-мат	55 ג / 55	M / 55	1	מ-פ
1.7 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1.7 / курсы: для учителей-репатриантов, повышения квалификации (каждый год)	מורה / מורה	Учитель / учитель	בית הספר / בית הספר	Школа / школа	30 / 10	אוקראינה	Украина	1990	M.S/ פ	Высшее/ физик	65	Ж / 65	2	פ
2 / קורס למורים עולים	2 / курсы подготовки для учителей-репатриантов	מורה, מרצה / מורה	Учитель, Лектор / Учитель	בית הספר, אוניברסיטה / בית הספר	Школа, ВУЗ / Школа	13 / 7	בלרוסיה	Белоруссия	1992	Ph.D / מ-פ	Ph.D / Физ-мат	45 ג / 45	M / 45	3	מ-פ
1.5 / קורס עולים השתלמויות	1.5 / курсы переквалификации	מורה / מורה	Учитель / учитель	בית הספר / בית הספר	Школа / школа	20 / 5.5	רוסיה	Россия	1994	M.S/ מ-פ	Высшее/ Физ-мат	46	M / 46	4	מ-פ
1 / קורס למורים עולים (מתמטיקה)	/ 1 годовой курс подготовки для учителей-репатриантов математиков	מורה / מורה	Учитель / учитель	בית הספר / בית הספר	Школа / школа	30 / 11	רוסיה	Россия	1990	M.S/ מ	Высшее/ мат	65	M / 65	5	מ
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1 / курсы на право преподавания, курсы повышения квалификации (каждый год)	מורה / מורה	Учитель / учитель	בית הספר / בית הספר	Школа / школа	2 / 12	אזרבייג'ן	Азербайджан	1991	M.S/ מ	Высшее/ мат	36	M / 36	6	מ
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1 / курсы: для учителей-репатриантов, повышения квалификации (каждый год)	מורה, מרצה / מורה, מרצה	Учитель, Лектор / Учитель, лектор	בית הספר, אוניברסיטה, בית הספר, אוניברסיטה	Школа, ВУЗ / Школа, ВУЗ	23 / 11	אוקראינה	Украина	1990	Ph.D / מ	Ph.D / мат	56	M / 56	7	מ

1 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1 / курсы: для учи- телей- репатриан- тов, повышения квалификации (каждый год)	מורה / מורה	Учитель / учи- тель	בית הספר / בית הספר	Школа / шко- ла	1 / 28	לטוה	Литва	1971	M.S/ פ	Высшее/ физик	55	Ж / 55	8	פ
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1 / курсы: для учи- телей- репатриан- тов, повышения квалификации (каждый год)	מורה / מורה	Учитель / учи- тель	בית הספר / בית הספר	Школа / шко- ла	6 / 21	ווה מולדו	Молдавия	1979	M.S/ פ	Высшее/ физик	52	M / 52	9	פ
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות	1 / курсы переква- лификации	מרצה / מורה, מרצה	лектор / Учитель, лектор	אוניברסיטה/ בית הספר, אוניברסיטה	ВУЗ / Школа, ВУЗ	17 / 11	רוסיה	Россия	1990	Ph.D / מ	Ph.D / mat	55	M / 55	10	מ
1.7 / קורס למורים עולים והשתלמויות	1 / курсы переква- лификации	מרצה / מורה, מרצה	лектор / Учитель, лектор	אוניברסיטה/ בית הספר, אוניברסיטה	ВУЗ / Школа, ВУЗ	20 / 11	רוסיה	Россия	1990	Ph.D / מ	Ph.D / mat	61	M / 61	11	מ
1.7 / קורס למורים עולים והשתלמויות (כל שנה)	1 / курсы повыше- ния квалификации (каждый год)	מורה / מורה	Учитель / учи- тель	בית הספר / בית הספר	Школа / шко- ла	15 / 10	רוסיה	Россия	1990	M.S/ פ	Высшее/ физик	50	Ж / 50	12	פ
1 / קורס למורים עולים והשתלמויות	1 / курсы переква- лификации	מורה / מורה	Учитель / Учи- тель	בית הספר / בית הספר	Школа / шко- ла	20 / 5	רוסיה	Россия	1994	M.S/ פ	Высшее/ физик	55	Ж / 55	13	פ
1 / קורסים	1 / курсы	מורה / מורה	Учитель / Учи- тель	בית הספר / בית הספר	Школа / шко- ла	1 / 5	אסיה תיכון	Средняя Азия	1992	M.S/ מ	Высшее/ mat	39	M / 39	14	מ



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – 2 изд. – Т. 20. – 827 с.
2. Материалы «круглого стола».  
Молодежь в современном мире: проблемы и суждения // Вопросы философии. – 1990. – № 5. – С. 12–33.  
Философия образования: состояние, проблемы, перспективы // Вопросы философии. – 1995. – № 11. – С. 3–34.  
Высшее образование и судьбы России // Alma Mater. – 1993. – № 1. – С. 11–14.
3. Материалы сб. науч. тр. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике / Свердлов. инж.-пед. ин-т. – Свердловск, 1991, вып. 2. – 182 с.
4. Международные тенденции: Международное сотрудничество высшей школы: направления развития и совершенствования. – Л.: 1988. – 119 с.  
Высшее техническое образование: мировые тенденции развития, образовательные программы, качество подготовки специалистов, инженерная педагогика / Приходько В.М., Мануйлов В.Ф., Лукин В.Н., Смирнов С.А., Шленов Ю.В., Федоров И.В., Вражнова М.Н. – Под редакцией Жураковского В.М. – М., 1998. – 304 с.  
Системы качества в образовании: Сборник переводов с английского / Под общ. ред. Ю.П. Адлера. – М.: МИСИС, 2000. – Ч. 1. – Вып.1. – 144 с.  
Формирование общеевропейского пространства высшего образования. Задачи для Российской высшей школы / М.В.Ларионова и др.; М-во образования и науки РФ, Гос. Ун-т – Высшая школа экономики. – М.: ГУВШЭ, 2004. – 524 с.
5. Методика научно-обоснованного определения содержания обучения по специальности на основе новых квалификационных требований. Часть 2. Исследование и оптимизация логической и содержательной структуры обучения. Раздел 2. Количественные характеристики учебного процесса, сквозная программа обучения, концепция непрерывности использования знаний в обучении: Метод. указания / В.А. Роменец, И.Б. Моргунов, Т.В. Нерсесов. – М.: Исслед. центр по пробл. упр. качеством подготовки специалистов, 1992. – 86 с.

6. Модернизация воспитательной деятельности в вузах: мониторинг и рекомендации / В.С. Кагерманьян [и др.]. – М., 2004. – 64 с. – (Система воспитания в высшей школе: аналитические обзоры по основным направлениям развития высшего образования / НИИВО; вып. 5).
7. Мониторинг непрерывного образования: инструмент управления и социологические аспекты / Науч. рук. А.Е. Карпухина; Сер. «Мониторинг. Образование. Кадры». М.: МАКС Пресс, 2006. – 340 с.
8. Аверьянов А.Н. Системное познание мира. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.
9. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. – М.: Прогресс, 1985. – 328 с.
10. Андреева Г.М. Социальная психология. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 416 с.
11. Анциферова Л.И. Системный подход в психологии личности // Сб.: Принцип системности в психологических исследованиях. – М.: Наука, 1990. – С. 61–77.
12. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
13. Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление. – М.: Политиздат, 1981. – 432 с.
14. Бабанский Ю.К. Взаимосвязь закономерностей, принципов обучения и способов его оптимизации // Советская педагогика. – 1982. – № 11. – С. 30–38.
15. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований. – М.: Педагогика, 1982. – 192 с.
16. Баркан В.Ф., Жданов В.К. Радиоприемные устройства. – М.: Советское радио, 1978. – 464 с.
17. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 1983. – 536 с.
18. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1986. – 544 с.
19. Беспалько В.П. Природосообразная педагогика. – М.: Народ. образование, 2008. – 512 с.
20. Бершадская М.Д. Высшее образование стран мира в контексте международных показателей. (Аналитический обзор). // Alma-mater. – 2008. – № 11. – С. 49–52.
21. Бех Н.Ф., Буре М.А., Даняев А.С. Теория радиоэлектронных цепей и сигналов. – Л. : Изд-во высш. военно-морск. уч-ща радиоэлектроники, 1983. – 335 с.
22. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1976. – 270 с.

23. Большаков И.А., Гуткин Л.С., Левин Б.Р., Стратонович Р.Л. Математические основы современной радиоэлектроники. – М.: Советское радио, 1968. – 206 с.
24. Веккер Л.М. Психические процессы. Т. 1. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. – 334 с.
25. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе. Контекстный подход. – М.: Высш. школа, 1991. – 205 с.
26. Вигнер Е. Этюды о симметрии. – М.: Мир, 1971. – 318 с.
27. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном мире и машине. – М.: Советское радио, 1968. – 326 с.
28. Вопросы практической психодиагностики и консультирования в вузе / Под ред. Н.Н. Обозова. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 153 с.
29. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследование мышления в советской психологии. – М.: Наука, 1966. – С. 236... 277.
30. Гальперин П.Я. Введение в психологию. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 150 с.
31. Ганзен В. А. Системные описания в психологии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 175 с.
32. Гейзенберг В. Шаги за горизонт. – М.: Прогресс, 1987. – 368 с.
33. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.
34. Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 264 с.
35. Гоноровский И.С., Демин Н.П. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1994. – 485 с.
36. Готтсданкер Р. Основы психологического эксперимента. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 464 с.
37. Готт В.С., Урсул А.Д., Семенюк Э.П. О единстве научного знания. – М.: Знание, 1977. – 64 с.
38. Грабарь М.И., Краснянская К.М. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
39. Грановская Р. М. Элементы практической психологии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. – 560 с.
40. Гроссман С., Тернет Дж. Математика для биологов. – М.: Высшая школа, 1983. – 383 с.
41. Гутнер Л. М. Измерение в структуре теоретических отношений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 103 с.
42. Гуманитарная подготовка студентов негуманитарных вузов и специалистов гуманитарного профиля: Материалы Всерос. конф. / Миннауки, высш. шк. и техн. пол. РФ, Рос. гос. гуманит. ун-т. – М., 1992. – 401 с.

43. Дзегеленок И.И., Селезнева Н.А. Направления информатизации в управлении качеством образования // Серия материалов Всероссийской школы-семинара «информационные технологии в управлении качеством образования и развитии образовательного пространства» / Под общей редакцией Селезневой Н.А., Дзегеленка И.И. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2000. – 30 с.
44. Довлатова С.А. Развивающиеся страны: образование и занятость: Моногр. – М.: Вост. лит., 1993. – 195 с.
45. Ефименко В.Ф., Макогина Е.И., Турунтаева И.В. Роль методологии познания в гуманизации профессионального образования // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Повышение качества непрерывного профессионального образования» – Красноярск, 2006. – 395 с. – С. 97–98.
46. Ефименко В.Ф. Методологические функции концепции физической картины мира // Физика. Методология. Мировоззрение. – Владивосток: Изд-во ДВ гос. ун-та, 1985. – С. 3–23.
47. Ефименко В.Ф., Резник Н.И., Резник А.Д. Межпредметные связи: методологические функции // Вестн. высш. шк. – 1988. – № 9. – С. 33–36.
48. Жбанов Ю.П. Непрерывное образование: каким ему быть? // Совер. высш. школа. – 1991. – № 4. – С. 19–33.
49. Журавлев Ю.И., Гуревич И.Б. Распознавание образов и анализ изображений // Искусственный интеллект. Модели и методы: справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.
50. Зверев И.Д. Взаимная связь учебных предметов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.
51. Зверев И.Д., Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. – М.: Педагогика, 1981. – 160 с.
52. Звягин А.Н. Об едином подходе к формированию у студентов понятий «метод обучения» и «форма организации учебных занятий» в курсах школьной дидактики и методики физики // Межпредметные связи как необходимое условие повышения качества подготовки учителя физики в педагогическом вузе. – Челябинск: Изд-во Челябинск. гос. пед. ин-та, 1981. – С. – 22–26.
53. Зиновьев С.И. Учебный процесс в советской высшей школе. – М.: Высшая школа, 1975. – 316 с.
54. Извозчиков В.А., Шапкин В.В. На основе физической картины мира // Вестн. высш. шк. – 1981. – № 3. – С. 19–21.

55. Кабанова-Меллер Е.Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. – 376 с.
56. Канатова Р.Ф. Использование метода аналогий в преподавании физики // Методы научного познания в обучении физике. – М.: Изд-во МОПИ, 1986. – С. 125–134.
57. Качество образования. Достижения. Проблемы // Материалы IV Международной научно-методической конференции / Под общ. ред. А.С. Вострикова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 443 с.
58. Кедров Б.М. Принцип историзма в его приложении к системному анализу развития науки // Системные исследования. Ежегодник. – 1974. – М.: Наука, 1974. – С. 5–18.
59. Комплексная социально-психологическая методика изучения личности инженера. Учебное пособие. – Л.: ЛГУ, 1991. – 178 с.
60. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. – М.: Учпедгиз, 1955. – 651 с.
61. Косов А.М., Федоров А.А., Житницкий М.И. Психолого-педагогические основы системы управления качеством обучения и формирования профпригодности. – Л.: Изд-во Высш. военно-морск. Краснознамен. уч-ща, 1982. – 202 с.
62. Коршунов С.В. Подходы к проектированию образовательных стандартов в системе многоуровневого инженерного образования: Материалы к шестому заседанию методологического семинара. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – 88 с.
63. Кузьмин В.П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. – М.: Политиздат, 1976. – 247 с.
64. Кузьмина Н.В. Методы исследования педагогической деятельности. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1970. – 114 с.
65. Кулагин Б. В. Основы профессиональной психодиагностики. – Л.: Медицина, 1984. – 216 с.
66. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
67. Куписевич Ч. Основы общей дидактики. – М.: Высшая школа, 1986. – 368 с.
68. Лапшин Б.А., Резник А.Д., Резник Н.И. К вопросу об использовании в учебном процессе эффекта переноса навыков // XXU111 научно-техническая конференция. Тезисы докладов. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1984. – С. 20–23.
69. Лебедев О.А. О физико-химической подготовке специалистов в области электротехники и радиоэлектроники // Вестн. высш. шк. – 1986. – № 3. – С. 23–26.

70. Ленинская теория отражения как методология научного познания. – Минск: Изд-во Минск. гос. ун-та, 1985. – 302 с.
71. Льюис М. История физики. – М.: Мир, 1970. – 464 с.
72. Максимова В.Н. Межпредметные связи в учебно-воспитательном процессе современной школы. – М.: Просвещение, 1987. – 160 с.
73. Малькова З.А. Современная школа США. – М.: Педагогика, 1971. – 367 с.
74. Малькова З.А., Вульфсон Б.Л. Современная школа и педагогика в капиталистических странах. – М.: Просвещение, 1975. – 263 с.
75. Материалистическая диалектика и частные науки. – Л.: Наука, 1976. – 267 с.
76. Матханов П. Н. Основы анализа электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1972. – 336 с.
77. Меерсон А.М. О некоторых возможностях оптимизации результатов многомерного корреляционного анализа в психологических исследованиях // Психология и математика. – М.: Наука, 1976. – С. 172–189.
78. Межпредметные связи как необходимое условие повышения качества подготовки учителя физики в педагогическом вузе. – Челябинск: Изд-во Челябинск. гос. пед. ин-та, 1980. – 161 с.
80. Межпредметные связи курса физики в средней школе. – М.: Просвещение, 1987. – 191 с.
81. Межпредметные связи – это необходимо // Вестн. высш. шк. – 1981. – № 3. – С. 19–32.
82. Методика обучения физике в школах СССР и ГДР / Под ред. В.Г. Зубова, В.Г. Разумовского, М. Вюнншмана, К. Либерса. – М.: Просвещение, 1978. – 223 с.
83. Методологические принципы физики: История и современность. – М.: Наука, 1975. – 512 с.
84. Методологические проблемы развития педагогической науки. – М.: Педагогика, 1985. – 240 с.
85. Микешина Л.А. Стиль научного мышления (философско-методологические и педагогические аспекты) // Вестн. высш. шк. – 1986. – №5. – С. 21–25.
86. Миллер Дж. Магическое число семь, плюс или минус два: О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию // Инженерная психология. – М.: Прогресс, 1964. – С. 192–225.
87. Молибог А.Г. Вопросы научной организации педагогического труда в высшей школе. – М.: Высшая школа, 1971. – 296 с.
88. Мэрион Дж. Физика и физический мир. – М.: Мир, 1975. – 623 с.

89. Никандров Н.Д. Современная высшая школа капиталистических стран. – М.: Высшая школа, 1978. – 279 с.
90. Научно-исследовательские работы: «Разработка системы межпредметных связей физики, высшей математики и радиоэлектроники для повышения эффективности профессиональной подготовки обучаемых», «Организация самостоятельной работы курсантов на основе создания инвариантных учебных комплексов», «Концепция инвариантности в системе преподавания дисциплин естественнонаучного цикла» (НИР-2, НИР «Самоподготовка», НИР «Экран», руководитель Н. И. Резник). – Владивосток, ТОВВМУ им. С.О. Макарова.
91. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие для студ. пед. вузов и системы повышения квал. пед. кадров / Под ред. Е.С. Полат. Издательский центр Академия, 2002. – 272 с.
92. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1984. – 816 с.
93. Образовательный стандарт высшей школы: сегодня и завтра. Монография / под ред. д-ра пед.наук, проф. В.И.Байденко, д-ра тех.наук, проф. Н.А.Селезневой. Изд.2-е. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002. – 206с.
94. Основы педагогики и психологии высшей школы /Под ред. А.В. Петровского. – М.: Высшая школа, 1986. – 303 с.
95. Павлов И.П. Избранные произведения. – М.: Госполитиздат, 1951. – 582 с.
96. Панафидин А.П. Сборник задач по общему курсу физики. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1983. – 205 с.
97. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с.
98. Педагогика / Под ред. Ю.К. Бабанского. – М.: Просвещение, 1983. – 608 с.
99. Педагогический словарь. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960. – Т. 1. – 774 с.
100. Педагогика и психология высшей школы. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 544 с.
101. Политехнический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – 608 с.
102. Психодиагностика: теория и практика. – М.: Прогресс, 1986. – 205 с.
103. Психологический словарь. – М.: Педагогика, 1983. – 448 с.

104. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие, реализация. – М.: Когито-Центр. 2002. – 396 с.
105. Резник Н.И. Принцип инвариантности в межпредметных связях. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1986. – 44 с.
106. Резник Н.И. Концепция инвариантности в системе преподавания дисциплин естественнонаучного цикла: Автореф. дис. ... докт. педагог.наук. Изд-во ЧГПИ, Челябинск, 1996.
107. Резник Н.И. Физика для теории радиоэлектронных цепей и сигналов. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1986. – 92 с.
108. Резник Н.И. Колебательные контуры. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. военно-морск. уч-ща, 1996. – 117 с.
109. Резник Н.И. Концепция инвариантности: методологические аспекты // Региональная межвузовская научно-методическая конференция. Тезисы докладов. – Владивосток: Изд-во ДВ техн. ун-та, 1996. – С. 19–22.
110. Резник Н.И. Гармонические колебания. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1993. – 72 с.
111. Резник Н.И. Методологические аспекты систематизации учебного материала на основе принципа инвариантности // Региональная межвузовская научно-методическая конференция. Материалы конференции. – Владивосток: Изд-во ДВ техн. ин-та, 1994. – С. 17–25.
112. Резник Н.И. Принцип инвариантности: методологические аспекты // Международная научно-практическая конференция. Тезисы докладов. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1995. – С. 10–12.
113. Резник Н.И., Ацеулов С.Б. Экспериментальная установка для исследования автогенератора // Бюро изобретений ТОФ. Информационный бюллетень № 4. – Владивосток: 1985. – С. 9–10.
114. Резник Н.И., Свирепова Л.В. Математика для теории радиоэлектронных цепей и сигналов. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1984. – 75 с.
115. Резник Н.И., Старков Ю.В. Экспериментальная установка для исследования амплитудно-манипулированного сигнала // Бюро изобретений ТОФ. Информационный бюллетень № 4. – Владивосток: 1985. – С. 11–12.
116. Резник Н.И. Концепция инвариантности в системе преподавания дисциплин естественнонаучного цикла. Монография. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанск. высш. военно-морск. уч-ща, 1996. – 125 с.

117. Резник Н.И. Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты. Монография.– Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. – 206 с.
118. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х т.-М.: Наука, 1986–1988. – Т. 1 – 432 с.; Т. 2 – 496 с.; Т. 3 – 317 с.
119. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. – 504 с.
120. Сборник задач по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». -М.: Советское радио, 1972. – 192 с.
121. Свирская Л.М. Повышение научного уровня курса электронной теории вещества при изучении явления сверхпроводимости // XXIУ Зональное совещание. Тезисы докладов. – Ч. 1. – Курган: Изд-во Курган. гос. пед. ин-та, 1989. – С. 15–16.
122. Скаткин М.Н.. Проблемы современной дидактики. – М.: Педагогика, 1984. – 96 с.
123. Словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1982. – 608 с.
124. Словарь радиолюбителя. – Л.: Энергия, 1979. – 400 с.
125. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 1600 с.
126. Стивенс С. Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология / Под ред. С. Стивенса. – Т. 1. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1960. – С. 19–89.
127. Талызина Н. Ф. Совершенствование обучения в высшей школе // Советская педагогика. – 1973. – № 7. – С. 71–82.
128. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. – М.: Академия, 2001. – 288 с.
129. Талызина Н.Ф. Практикум по педагогической психологии. – М.: Академия, 2002. – 192 с.
130. Толковый физический словарь: Основные термины. – М.: Русский язык, 1987. – 232 с.
131. Тьюхин В.С. Отражение, система, кибернетика, – М.: Наука, 1972. – 256 с.
132. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач. – М.: Просвещение, 2001. – 206 с.
133. Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 176 с.
134. Управление качеством образования: Практикоориентированная монография и методическое пособие / Под ред. М.М. Поташника. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 448 с.
135. Ушинский К. Д. Собрание сочинений. – Т. 8. – М-Л.: Изд-во АПН РСФСР, 1950. – 776 с.

136. Учебные программы по дисциплинам: «Высшая математика», «Теория радиоэлектронных цепей», по специальным дисциплинам для высших военно-морских учебных заведений (машинописные).
137. Учебная программа по физике для высших военно-морских учебных заведений (машинописная).
138. Федорец Г.Ф. На разных уровнях // Вестн. высш. шк. – 1981. – № 3. – С. 27–29.
139. Федорова В.Н., Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи. – М.: Педагогика, 1972. – 152 с.
140. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Электродинамика // Фейнмановские лекции по физике. – Вып. 6. – М.: Мир, 1977. – 347 с.
141. Физический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 928 с.
142. Философия и интеграция науки. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
143. Философия и мировоззренческие проблемы современной науки. – М.: Наука, 1981. – 381 с.
144. Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 840 с.
145. Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: Прогресс, 1987. – 495 с.
146. Формирование научного мировоззрения учащихся / Под ред. Моносова Э.И., Правдика Р., Роговой Р.М. – М.: Педагогика, 1985. – 232 с.
147. Фресс П., Пиаже Ж. Экспериментальная психология. – Вып. У. – М.: Прогресс, 1975. – 284 с.
148. Фридман Л.М., Волков К.Н. Психологическая наука – учителю. – М.: Просвещение, 1985. – 224 с.
149. Холлендер М., Вулф Д. Непараметрические методы статистики / Пер. с англ.; под ред. Д. С. Шмерлинга. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 516 с.
150. Хуторской А.В. Дидактическая Эвристика. М.: Педагогика, 2004. – 526с.
151. Чертов А.Г., Воробьев А.А., Федоров М.Ф. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1973. – 512 с.
152. Шебес М.Р. Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах. – М.: Высшая школа, 1973. – 656 с.
153. Шпаковская Л.Л. Политика высшего образования в Европе и России. – СПб. : Норма, 2007. – 328 с.
154. Ямпольская З.А., Семгина И.А. Математика и инженерные курсы // Вестн. высш. шк. – 1981. – № 3. – С. 21–23.
155. Alley J. Physics in Undergraduate Engineering Education Report of a Survey // Am. J. of Physics, 1997. – V. 40. – № 8. – P. 1063–1069.

156. Hall E.T., Hall M.R. Understanding Cultural Differences. – Intercultural Press, 1990.
157. Lifelong Learning in Europe: Helsinki, 1997–2001.
158. Reznik N.I. Conception of invariance in the system of teaching the disciplines of natural sciences cycle // Information and teaching: problems, achievements and perspectives. Proceedings of scientific seminar. Jerusalem: «Itron» Association, 1999, Pp. 21–32.
159. Reznik N.I. To The Issue of Educational Humanitarization from the Point of View of intra- and inter-subject connections, based on the conception of invariance // Scientific issues of scientists and specialists. Issue IV. Israel: Scientists of the south association. 2005. Pp. 128–143.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА\*

Berlin: "Realising the European Higher Education Area". Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education in Berlin on 19 September 2003. URL: <http://www.bologna-bergen2005>

Bologna: The European Higher Education Area. The Bologna Declaration of 19 June 1999. Joint declaration of the European Ministers of Education. URL: [http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main\\_doc/990719BOLOGNA\\_DECLARATION.PDF](http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/990719BOLOGNA_DECLARATION.PDF) (3.5.2006).

Common European Framework of Reference, 1993, Draft 1.

Communiqué of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education in Prague on May 19th 2001 <http://www.bologna-bergen2005>.

Qualifications: Bologna Working Group on Qualifications Frameworks: A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area, published by the Ministry of Science, Technology and Innovation, Copenhagen, February 2005. URL: [http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main\\_doc/050218\\_QF\\_EHEA.pdf](http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050218_QF_EHEA.pdf) (3.5.2006)

Quality Assurance and Accreditation: A Glossary of Basic Terms and Definitions. UNESCO-SEPES, Bucharest, 2004 .

Standards: The European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA): Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, Helsinki, 2005. URL: [http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main\\_doc/050221\\_ENQA\\_report.pdf](http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050221_ENQA_report.pdf) (3.5.2006)

Болонья: европейская Область Высшего образования. Болонская Декларация от 19 июня 1999. Совместное заявление европейских Министров просвещения.

---

\* Представлены ряд материалов по Болонскому процессу, по национальной образовательной политике России.

URL: <http://www.bologna-bergen2005>.

Глоссарий терминов рынка труда, разработки стандартов, образовательных программ и учебных планов. ETF (European Training Foundation), 1997. – 160 С.

Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. – М. – 2002.

Закон Российской Федерации об образовании. – От 25 июля 2002 г.

Законы Российской Федерации, кодексы, указы. Полная база законодательства РФ в режиме online. Ежедневные обновления Garant-Park.RU.

Концепция модернизации Российского образования на период до 2010 г.: Приложение к приказу Министерства образования России от 11.02. 2002. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru>.

Национальная доктрина образования в Российской Федерации (от 04.10.2000). – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru>.

Новое законодательство России об обороне, армии и военной службе. – М.: Юрлитинформ, 2000.

О реализации положений Болонской декларации в системе высшего профессионального образования Российской Федерации / Официальные документы Министерства образования и науки Российской Федерации. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – 34с.

Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении) Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 5 апреля 2001 г. N 264 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2001. – N 16. – Ст. 1595.

Об утверждении Федеральной программы развития образования: Федер. закон РФ от 10 апреля 2000 г. N 51-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2000. – N 16. – Ст. 1639.

Обзор национальной образовательной политики. Высшее образование и исследования в Российской Федерации. ОЕСД, 2000. – 200.

## УКАЗАТЕЛИ

### Предметный указатель

#### А

адаптация....23, 131, 177, 194, 195, 219, 222  
алгоритмы:  
– инвариантные ..... 84, 124, 141, 170, 173  
– обработки ..... 148, 149, 150  
алия..... 177, 245  
артефакты..... 153, 159  
аспекты проблемы  
взаимосвязей ..... 10, 36  
– методологические .... 10, 41, 178, 189, 197, 221  
– организационно-методические.....  
... 10, 41, 44, 48, 50, 77, 81, 178, 192, 197, 221  
– психолого-педагогические .... 10, 16, 41, 48, 178, 192, 197, 221  
ассоциативная теория  
обучения ..... 16

#### Б

багрут..... 186, 199, 234, 247, 248, 251  
бифуркация ..... 193, 213  
бихевиоризм..... 17, 200  
Болонская декларация ..... 218  
Болонский процесс ... 12, 175, 194, 218, 277

#### В

«ваза и профили» ..... 119  
«ваза Тантала»..... 34  
валидность..... 117, 133, 142, 160, 180, 182

– внешняя..... 156, 157, 160, 163, 164, 167  
– внутренняя ..... 156, 157, 159, 160, 182  
вероятность..... 27, 66, 107  
воинский коллектив ..... 114, 115, 137, 170

#### Г

геометрия..... 57, 60, 66, 107, 188  
– Лобачевского ..... 120  
– Евклида ..... 120  
гипотеза ..... 126, 139, 154, 168, 178, 196  
– альтернативная ..... 152  
– нулевая..... 152  
– о равенстве или различии  
законов распределения ..... 127  
– о свойствах тех или иных  
числовых параметров..... 126  
– о стохастической зависимости  
двух и более факторов ..... 127  
– о типах вероятностных законов  
распределения ..... 126  
– экспериментальная..... 155, 156  
группа ..... 57, 58, 61, 84, 152, 154, 163  
– гомогенная ..... 129  
– контрольная ..... 129, 135, 138, 162, 169  
– неэквивалентная .... 159, 167, 168  
– экспериментальная..... 129, 162, 169  
гуманизация..... 11, 123, 124, 174, 224

## Д

дефиниция ..... 50, 212  
дидактика ..... 13, 40, 51, 86, 138, 142, 168  
– И.Гербарта ..... 14, 17  
– Дж. Дьюи ..... 14, 17  
– современная ..... 14, 15, 17, 40  
дидактические эквиваленты философского обобщения наук .... 8, 10, 13, 18, 20, 32, 53, 63, 217  
динамическое программирование ..... 107  
дифференциальные уравнения .. 22, 66, 100, 103, 104, 107, 108, 113, 146

## З

закон ..... 11, 21, 26, 41, 46, 62, 121, 173  
– Джоуля-Ленца ..... 83  
– нормальный закон распределения ..... 125  
– Ома ..... 22, 33, 71, 83, 97, 102, 109  
– Пуазейля ..... 33  
– сохранения ..... 34, 42, 59, 60, 61, 102

## И

иерархическая система ..... 44, 61, 147  
– инвариантов ..... 42, 45, 46, 145, 171  
– учебных тем ..... 145, 146, 150  
изоморфизм ..... 32, 34  
изотропность ..... 59, 60  
инварианты ..... 10, 42, 48, 83, 89, 96, 129, 171  
– в области изобразительного искусства ..... 119, 123

– курса теории радиоэлектронных цепей и сигналов ..... 45, 91, 92, 141, 154  
– социально-психологические 114, 122, 171  
– физического знания ..... 10, 21, 42, 46, 96, 97, 124, 170  
– философии ... 42, 45, 47, 105, 168  
интеграл Дюамеля ..... 71  
интенциональная сфера ..... 85, 137  
интерференция ..... 160

## К

картина мира ..... 11, 17, 28, 41, 65, 171, 186  
квантифицируемость ..... 68  
когнитивные процессы ..... 158  
комплексные числа ..... 66, 90, 93, 107, 112, 113, 188, 251, 252, 255  
контур обратной связи .... 9, 77, 88, 91, 96, 140, 173, 187  
концепция .... 20, 40, 53, 64, 78, 95, 98, 125, 179  
– ассоциативной психологии ..... 17  
– инвариантности .. 9, 25, 171, 173, 219, 223  
корреляция ..... 27, 137, 169, 186  
критерий ..... 12, 50, 77, 117, 168, 175, 194, 214  
– Ансари-Бредли ..... 154  
– Зигеля-Тьюки ..... 154  
– значимости ..... 147  
– ранговых сумм Уилкоксона . 142, 145, 152, 154, 169  
– t – критерий Стьюдента.. 142, 167  
– Фишера ..... 126, 136, 169  
– «хи-квадрат» (критерий Пирсона) ..... 11, 126, 135, 136, 142, 145, 151, 154, 169

**Л**  
линейное программирование .. 107

**М**  
маргинальность ..... 205  
математическая статистика 11, 151, 152  
математический фетишизм ..... 126  
математическое:  
– моделирование ..... 92, 107  
– ожидание ..... 27  
матрицы Равенна ..... 117  
«Мать и дитя» ..... 120  
мемистор ..... 76  
мемристор ..... 76  
менталитет ..... 188, 193, 209  
метод.... 19, 32, 34, 52, 84, 151, 153  
– анализа цепей ..... 66, 71, 102  
– аналогий ... 32, 70, 101, 102, 104, 108, 170  
– базисов системных описаний . 55  
– конкретных ситуаций 48, 94, 252  
– контурных токов ..... 71, 97  
– корреляционный ..... 125  
– непараметрический ..... 154  
– статистический ..... 154, 155  
– узловых напряжений ..... 71, 97  
– эквивалентного генератора 71, 97  
– экспериментальный ..... 155, 168  
методика Ч. Осгуда ..... 139  
механизм психологической защиты ..... 192, 201, 211  
миграционные процессы .. 12, 176, 194  
мировые константы ..... 21, 60  
модель ..... 10, 20, 37, 52  
– информационная ..... 115  
– математическая . 84, 93, 101, 145  
мотивация ..... 9, 78, 124, 137, 150, 169, 184, 188, 193, 237, 238, 257

мультикультурное государство 12, 87, 175, 195, 206, 220, 223

**Н**  
Натуральные логарифмы .... 90, 93, 112  
научная картина мира ..... 7, 17, 19, 28, 31, 41, 186, 210  
невербальный интеллект . 115, 116  
непрерывное образование... 12, 16, 40, 67, 87, 91, 95, 151, 174, 218, 219, 222  
нормальный закон ..... 125  
ностальгия ..... 189  
Ньютоновская механика ..... 62, 65

**О**  
обновление государственного образовательного стандарта ... 11, 44, 118, 218, 219, 277, 278  
операторы квазиоптимальные 145  
опросник Айзенка ..... 122, 138

**П**  
пентабазис ..... 64, 65, 66, 68, 70, 87, 172  
переменная:  
– зависимая ..... 156, 162, 163  
– независимая ... 156, 157, 159, 166  
перенос знаний ..... 21, 22, 67, 87, 111, 170, 173  
пересечение множеств:  
– непересекающиеся множества ..... 213  
– с нарушением условия транзитивности ..... 54, 55, 215  
– с сохранением условия транзитивности ..... 54, 55, 215  
план:  
– «нестинг» ..... 165  
– Соломона ..... 164

понятие ...11, 13, 18, 19, 26, 30, 41, 53, 151  
 – красоты ..... 121, 122, 123  
 – простоты ..... 122  
 правила Кирхгофа... 22, 23, 36, 49, 60, 76, 83, 91, 96, 98, 102, 109, 129, 172  
 преобразования ..... 41, 54, 57, 58  
 – Галилея ..... 62  
 – Лапласа ..... 71  
 – Лоренца ..... 62  
 – сигнала ..... 54, 216  
 принцип ..... 27, 38, 54, 60, 62, 70  
 – гносеологический ..... 19  
 – инвариантности .... 32, 41, 46, 60, 85, 217  
 – максимума Понтрягина ..... 107  
 – методологический ..... 13, 43, 47, 123  
 – простоты ..... 122, 123  
 – симметрии ..... 32, 43, 46, 59, 60, 217  
 – системного подхода ... 20, 44, 52, 54, 217  
 пролонгированное наблюдение ..... 170  
 пространственные представления . 113, 115, 116, 118  
 пространство ..... 12, 19, 30, 66, 70, 86, 180  
 – гильбертово ..... 69  
 – семантическое ..... 69  
 психологическая защита ..... 192, 201, 211  
 психология деятельности .. 17, 105

**Р**

рандомизация ... 161, 162, 164, 182  
 распределения Лапласа ..... 142  
 регрессия ..... 158  
 резонанс ..... 23, 24, 109, 132, 133

рейтинг ..... 85, 137, 144, 169  
 репатриация ..... 177, 180, 195, 201  
 репрезентативность эксперимента ..... 159, 160, 182  
 реферат ..... 79, 80, 81, 82, 99, 108  
 робастная статистика ..... 142, 154, 155  
 ряд Фурье ..... 22, 66, 93, 107, 113, 130

## С

самоидентификация ..... 201, 204  
 связи ... 11, 15, 26, 51, 63, 77, 88, 99  
 – внутри- и межпредметные общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин .... 45, 67, 87, 128, 168, 169, 172, 186, 222, 226  
 – корреляционные ..... 126  
 – межпредметные ..... 13, 51, 78, 124, 171  
 – причинно-следственные ..... 126, 186  
 семантический дифференциал 139  
 сензитивный период ..... 9, 173  
 сигнал ..... 60, 66, 72, 141, 148, 149, 150  
 силабус ..... 250  
 синтез.. 36, 52, 53, 67, 85, 110, 214  
 – внутридисциплинарный ..... 19  
 – междисциплинарный ..... 19, 44  
 система... 8, 27, 38, 53, 60, 74, 103, 177  
 – дидактическая ..... 14, 15, 17, 20  
 – диссипативная ..... 179, 194, 207, 214  
 – Коперника ..... 122  
 – Птолемея ..... 121  
 – система Е ..... 259, 261  
 системообразующий фактор.... 41, 42, 49, 83, 89, 95, 180, 215, 220, 222

- внешний..... 54
- внутренний ..... 54, 55, 214
- случайная величина ..... 27, 127
- согласование систем образования..... 12, 174, 181, 194, 206, 217, 277, 278
- психологический аспект ..... 194
- о соотношении формы и содержания ..... 206
- спектр .... 37, 38, 40, 72, 75, 84, 108
- субстрат ... 64, 65, 68, 69, 70, 92, 98
  
- Т**
- теоремы Нетер ..... 59
- теория .. 10, 23, 40, 57, 60, 155, 173
- вероятностей ..... 66, 107
- графов ..... 66, 107
- игр ..... 107
- информации... 63, 66, 75, 88, 107
- колебаний ..... 78, 88
- массового обслуживания ..... 66, 107
- поэтапного формирования умственных действий ..... 37, 39, 42, 90
- радиоэлектронных цепей и сигналов .... 23, 70, 71, 88, 91, 110, 138
- управления ..... 44, 75, 87, 88
- толерантность ..... 179, 221
- транзитивность..... 54, 55, 56, 215
- трансферирование..... 20, 91, 92
- ТРИЗы..... 253
- «Троица» ..... 120
- Т – шкала ..... 136
- тьюторство ..... 216
  
- У**
- Уравнения ..... 66, 93, 100, 103, 121, 187,
- Кеплера..... 122
- Максвелла..... 42, 60, 83, 96
- наблюдения..... 149
- условия:
- наблюдения..... 149
- релевантные..... 126
- формирования научных понятий ..... 30, 35, 40
- уровни:
- значимости..... 152, 153, 169
- инвариантности ..... 60, 61
- мотивации..... 78, 85, 124, 150
- простых представлений 134, 135
- обобщения научного знания
  - конкретнонаучный ..... 42
  - общенаучный..... 42, 43
  - философский ..... 42, 43
- утилизация содержания ..... 16, 22, 23, 37, 90, 95, 172, 248
- учебная программа..... 17, 35, 48, 77, 90, 145, 147, 150, 181, 201, 210
  
- Ф**
- «фигура-фон» ..... 119
- фигуры Лиссажу..... 108
- физическая картина мира .... 28, 29
- форма ..... 30, 84, 86, 96, 100, 213
- заданий... 140, 144, 145, 158, 170
- и содержание системы образования..... 185, 190, 192, 199, 203, 206, 208
- ответов
  - выбора из нескольких предложенных..... 142, 143
  - свободная ..... 140, 143, 145, 170
- фундаментализация и гуманитаризация образования ..... 7, 44, 118, 123, 170, 174, 177, 224
- функциональная схема..... 73, 108, 150
- функция ортонормальная ..... 146

## **Х**

- характер:  
– гетерохронный ..... 114  
– социогенный ..... 117  
характеристики ..... 7, 115, 122, 180, 193  
– временные ..... 62, 64, 66, 77, 172  
– информационные ..... 64, 77, 172  
– квантомеханические ..... 59  
– передаточные ..... 73, 146  
– пространственные ..... 61, 64, 77, 172  
– энергетические ..... 63, 64, 66, 77, 172  
холистическая позиция ..... 11, 40  
хронотоп ..... 160

## **Ч**

- частотный коэффициент  
передачи ..... 73  
число «степеней свободы» ..... 161, 183, 198

## **Ш**

- шенноновский смысл ..... 69

## **Э**

- эквивалентная схема ..... 37, 73, 97, 101  
экзистенциальный вакуум ..... 205  
экологическая позиция ..... 11, 40  
экспериментальные схемы:  
– доэкспериментальные ... 161, 162  
– квазиэкспериментальные .... 161, 162, 165  
электрические аналогии ..... 33  
элементы ..... 61, 73, 87, 103, 146  
– идеализированные ..... 70, 73, 96, 172  
– специализации ..... 9, 76, 79, 83, 85, 91, 95, 98, 99, 106, 124, 169, 172, 173  
эрлангенская программа ..... 57  
эффект:  
– Пигмалиона ..... 153  
– плацебо ..... 153  
– тестирования ..... 158, 159, 167  
– Хоторн эффект ..... 153, 160

## Именной указатель

### А

Айзенк ..... 122, 138  
Амит М. .... 175  
Анофрикова С.В. .... 105

### Б

Бесчастнов А.Р. .... 80  
Бобкова М.А. .... 105  
Бочаров Г. .... 123

### В

Ван Гог В. .... 119  
Верхарн ..... 7  
Вигнер Е. .... 41, 56, 217  
Widrow В. .... 76  
Высоцкий В. .... 155

### Г

Галилей ..... 26, 62  
Гербарт И.Ф. .... 14, 17  
Гильберт ..... 69  
Годфруа Ж. .... 153  
Голубков С.В. .... 80  
Готтсданкер Р. .... 155, 160  
Грабарь М.И. .... 126  
Грановская Р.М. .... 201, 211  
Гутнер Л. .... 41

### Д

Дали С. .... 120  
Декарт ..... 9  
Джоуль ..... 83  
Дружинин В.Н. .... 155  
Дюамель ..... 71  
Дьюи Дж. .... 17

### Е

Евклид ..... 120

### И

Интенкамп К. .... 141, 143

### К

Казаков Н.Е. .... 181  
Капра Ф. .... 10  
Кедров Б.М. .... 18  
Кеплер ..... 122  
Кирхгоф ..... 22, 33, 49, 60, 76, 83,  
91, 93, 141  
Кирюшкина Д.М. .... 25  
Клейн Ф. .... 57  
Коменский Я.А. .... 14  
Коперник ..... 122  
Корнилова Т.В. .... 155, 162  
Краснянская К.А. .... 126  
Крючков В.А. .... 120  
Кун Т. .... 41  
Кэмпбелл Д. .... 155, 157, 162,  
165, 167

### Л

Лаплас ..... 71, 142  
Леман ..... 142, 154  
Ленц ..... 83  
Леон Чуа (Leon Chua) ..... 76  
Лиссажу Ж. .... 108  
Лобачевский ..... 120  
Ломоносов ..... 246  
Лоренц ..... 62

### М

Максвелл Дж. .... 33, 42, 66, 83,  
96, 122  
Максимова В.Н. .... 25  
Маркс К. .... 118

<b>Н</b>		<b>Стэнли Уильямс (R. Stanley Williams)</b> .....	76
Нетер Эмми .....	59		
Ньютон .....	26, 62, 65		
<b>О</b>		<b>Т</b>	
Ожегов С.И. ....	38	Талызина Н.Ф. ....	10, 74
Ом .....	22, 33, 71, 83, 97, 109	Теплов Б.М. ....	115
Осгуд Ч. ....	139	Тютчев Ф. ....	113, 118
<b>П</b>		<b>У</b>	
Павлов И.П. ....	16	Усова А.В. ....	25, 76
Песталоцци .....	14	Ушинский К.Д. ....	14, 21
Петрова И.И. ....	32, 51	<b>Ф</b>	
Петровский А.В. ....	22, 75	Фарадей М. ....	33
Пирс Дж. ....	141	Федорова В.Н. ....	25, 76
Пифагор .....	251	Франкл В. ....	204, 205
Планк .....	60	Фурсенко А. ....	218
Платон .....	141	Фурье .....	22, 66, 93, 107, 130
Поленов .....	121	<b>Х</b>	
Понтягин .....	107	Ходжес .....	142, 154
Пригожин И. ....	213, 214, 221	Хогарт У .....	120, 121
Птолемей .....	121	Нoff М.Е. ....	76
Путин В. ....	218	<b>Ч</b>	
<b>Р</b>		Черненко В.В. ....	155
Равен .....	117	<b>Ш</b>	
Раушенбах Б.В. ....	120	Шаталов В.Ф. ....	200, 245
Репин И.Ф. ....	121	Шеннон .....	69
Резник А. ....	175	<b>Щ</b>	
Рубинштейн С.Я. ....	126	Щетинин М. ....	253
Рублев А. ....	120	<b>Э</b>	
Рунион Р. ....	152	Эйнштейн .....	26
Рутберг Б.Н. ....	182	Энгельс Ф. ....	26, 118
<b>С</b>			
Сезанн Поль .....	121		
Сократ .....	141		
Стенгерс И. ....	213		

## РАЗДЕЛ 2. ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ И ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

### ВВЕДЕНИЕ

В современной мировой образовательной практике понятие компетентности представляется в качестве «узлового», а компетентностный подход является одним из оснований обновления образования. Понятие компетентность, во-первых, объединяет в себе интеллектуальную и навыковую составляющую образования; во-вторых, в это понятие заложена идеология интерпретации содержания образования, формируемого «от результата» («стандарт на выходе»); в-третьих, компетентность обладает интегративной природой, включающей в себя ряд однородных умений и знаний, относящихся к профессиональной, информационной, правовой и другим сферам деятельности.

Для системы образования реализация данных идей означает тенденцию, утверждающую ценность и достоинство человека, личностно-ориентированную технологию обучения и воспитания, нацеленную на раскрытие индивидуальных способностей каждого студента, самовоспитание личности [3, 90, 118, 119].

Развитие компетентности студента становится одной из основных задач любого учебного заведения, между тем анализ литературы показывает, что пока не выработано единого мнения о проблеме компетентности. Особый интерес представляет исследование ключевых компетенций как результативно-целевой основы компетентностного подхода в образовании. Большинство работ, посвященных проблеме компетентностного подхода в образовании, направлено на решение задач обновления содержания учебного процесса (учебных планов, рабочих программ и т. д.), при этом проблема оценки уровня компетентности студентов должным образом не стандартизована, что является очень важным при количественном определении уровня обладания студентом требуемыми компетенциями.

Основой данной работы явились теоретические и методологические положения по вопросам качества образовательного процесса и компетентности его участников, нашедшие отражение в трудах В.И. Байденко, Ю.Г. Татура, И.А. Зимней, Ю.П. Адлера, В.М. Полонского, М.М. Поташника, Н.А. Селезневой, Г.Б. Скок, А.И. Субетто, С.А. Пиявского М.Г.Минина, М.Б. Чельшковой, А.И. Чучалина, В.З. Ямпольского, а также теоретические и методологические положения о системном подходе (Л.С. Выготский, В.А. Дмитриенко, Б.Ф. Ломов, Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко, А.И. Уемов, В.Д. Шадриков).

# ГЛАВА 1

## СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ

### 1.1. Компетентностный подход к образованию и модели компетенций / компетентностей

На данном этапе развития высшего образования на смену категории «профессионализм» как главной производственной ценности, приходит категория «компетентность». Профессионализм – это наличие у специалистов профессиональных знаний и умений, обеспечивающих качество его деятельности по данной специальности. «Компетентность» – более широкое понятие. Включая в себя качество профессионализма, компетентность предполагает обладание надпрофессиональными знаниями и умениями (например, основами экономической теории, психологии, современными средствами массовой коммуникации, иностранными языками и др.).

Основные направления качественного обновления образования определены в ряде федеральных документов, в частности в «Национальной доктрине образования» (утверждена Правительством РФ 05.10.2000 г.) и «Основных направлениях социально-экономической политики Правительства Российской Федерации», раздел «Модернизация образования» (Постановление Правительства РФ от 30.06.2000 г.). В них отмечается, что сегодня образованию нужно такое обновление, которое приведет к новому качеству образовательных результатов. При этом речь идет не о революционных изменениях, которые потрясли бы всю систему образования в ближайшее время, а о последовательности шагов, в которой есть место эксперименту, отработке идей и технологий. Эти процессы опираются на использование и развитие образовательной системы.

Модернизация общества опирается на модернизацию образования, в качестве главного результата которой рассматривается готовность и способность молодых людей нести личную ответственность за собственное и социальное благополучие. Важными целями образования становятся:

- развитие самостоятельности и способности к самоорганизации;
- умение отстаивать свои права;
- готовность к сотрудничеству, развитие способности к созидательной деятельности;
- формирование терпимости к чужому мнению, умения вести диалог, находить содержательные компромиссы.

В развернутом виде эти цели образования были определены Советом Европы в программе развития для образования до 2010 года в виде восьми ключевых компетенций [117]:

- **коммуникация на родном языке** (способность выражать и интерпретировать мысли и чувства, излагать факты в устной и письменной форме, успешно взаимодействовать в различных социальных контекстах – на работе, дома, в свободное время);
- **коммуникация на иностранном языке** (навыки, аналогичные навыкам коммуникации на родном языке, но уровень владения ими может отличаться для каждого из четырёх видов речевой деятельности – чтения, письменной речи, говорения, аудирования, и для разных языков);
- **математические навыки, базовые навыки в естественных науках и технике** (способность использовать в повседневной жизни элементарные навыки вычислений, использовать знания и практические навыки в области науки и техники для решения практических задач);
- **навыки в области информационно-коммуникационных технологий** – использования мультимедийных технологий для извлечения, хранения, создания, презентации, классификации информации и обмена информацией;
- **навыки непрерывного обучения** – способность организовать и регулировать собственное обучение, умение эффективно распоряжаться временем, решать проблемы, приобретать, оценивать и усваивать новые знания, применять их в различных условиях – на работе, дома, в образовательных учреждениях;
- **навыки межличностного общения и правовая компетенция** (способности, необходимые для активного участия в общественной жизни и разрешения конфликтов в общении на межличностном, групповом или общественном уровне);
- **предпринимательские способности** – в активном и пассивном вариантах: стремление производить изменения самому и способность приветствовать, поддерживать инновационные процессы, привнесённые извне, и адаптироваться к ним. Предпринимательские способности включают ответственность за результаты собственных действий как позитивные, так и негативные, наличие стратегического мышления, умения постановки целей и их достижение и устремлённость к успеху;
- **культурная компетенция** – способность оценить популярную культуру и социальные обычаи в целом, способность ценить литературу, искусство, музыку и другие формы творчества.

Для кого и для чего нужны ключевые компетенции? Формирование компетенции выражает ожидания и цели образовательной деятельности. **Содержание образования**, в том числе технического, представляет собой педагогически адаптированный социальный опыт, тождественный по структуре человеческой культуре, включающей следующие структурные элементы: осуществление известных способов деятельности – в форме умения действовать по образцу; творческая деятельность – в форме умения принимать эффективные решения в проблемных ситуациях; осуществление эмоционально-ценностных отношений – в форме личностных ориентаций; познавательная деятельности, фиксируется в форме ее результатов – знаний.

По мнению В.И. Байденко [9], модель выпускника вуза, основанная на компетентностном подходе, позволит, во-первых, более четко и обоснованно, на междисциплинарной основе выделять крупные блоки (модули) в образовательной программе подготовки специалистов и, во-вторых, вести сравнение различных образовательных программ именно по ним, а не по отдельным дисциплинам. На рис. 1.1 приведена концептуальная модель государственных образовательных стандартов в компетентностном формате, в которой выделены следующие основные моменты.

1. Компетенции формируются в социальных и деятельностных «полях» (методиках, форматах) тех или иных компонентов (как правило, в междисциплинарной логике) и за счет использования соответствующих образовательных технологий и организационно-методических решений.

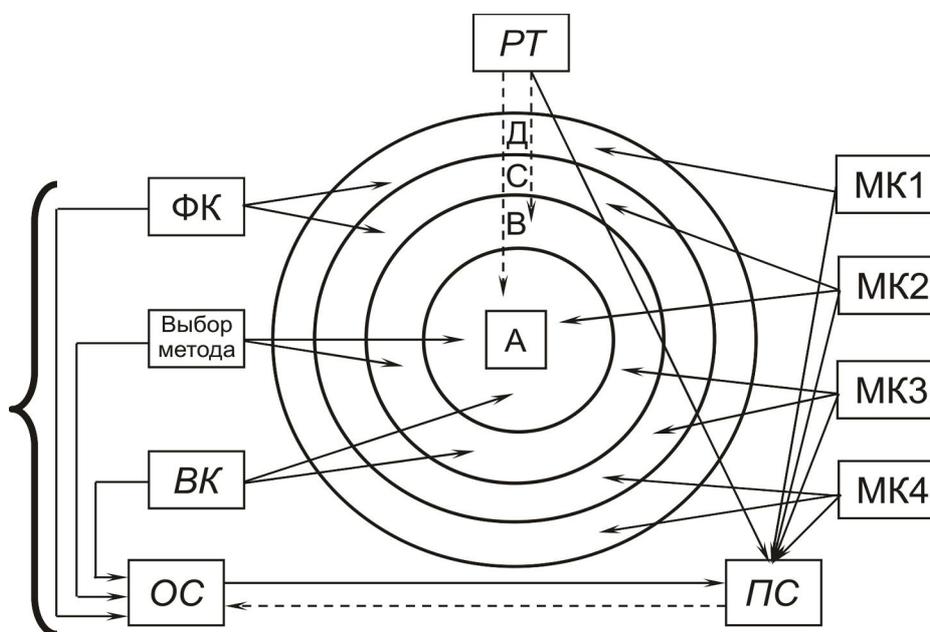


Рис. 1.1. Схема взаимосвязи рынков труда, компонентов ГОС ВПО и моделей компетенций [9]

Обозначения:

МК1, МК2, МК3, МК4 – европейские модели компетенций;

ФК – федеральный компонент ГОС ВПО;

НРК – национально-региональный компонент ГОС ВПО;

ВК – вузовский компонент ГОС ВПО;

ОС – образовательный стандарт;

ПС – профессиональный стандарт;

А – узкоспециализированные компетенции

В – специализированные компетенции

С – общепрофессиональные компетенции

Д – ключевые (переносимые) компетенции;

РТ – рынок труда.

} содержательные «поля»  
для «выращивания»  
соответствующих  
компетенций;

2. **Переносимые (ключевые) и общепрофессиональные** компетенции более автономны по отношению к рынкам труда. Национально-региональный (региональный) и вузовский компоненты наиболее «чувствительны» к сигналам рынка труда, допускают оперативное реагирование на запросы работодателей посредством систематического обновления ГОС ВПО (компетенция вуза).

3. ГОС ВПО, образовательные программы должны проектироваться с учетом процессов глобализации профессий и профессионалов, а также параметров профессий, регулируемых со стороны Евросоюза.

4. **Ключевые (переносимые)** компетенции по определению (по сути) как правило, не формируются только в терминах ЗУН; они имеют свою «собирательную» терминологическую специфику (например, коммуникативные навыки и способности; творчество; способность к критическому мышлению; адаптируемость; способность работать в команде; способность работать самостоятельно; самосознание и самооценка). Компетенции имеют два типа: **универсальные** (инструментальные; межличностные, систематические), а также компетенции определенной предметной области (знания и навыки). Компетенции, ориентированные на предмет, – знания и навыки (связанные с предметом навыки). Это соответствующие методы и технические приемы, свойственные различным предметным областям (химический анализ, анализ древних рукописей, выборочные методы и т. п.).

5. Компетенции могут менять свое доминирующее положение. В зависимости от специальности компетенции «переливаются» друг в друга, «перемещаются», «смещаются».

В европейской практике профессионального образования различают четыре модели компетенций (МК1 – МК4) (рис. 1.1), отличающихся различными подходами к планированию, организации и предоставлению высшего профессионального образования, и, в особенности,

к оценке и признанию достижений студента и оценке возможностей его трудоустройства на рынке труда.

**Модель компетенции, основанная на параметрах личности (МК1)** лежит в основе подходов (прежде всего в образовании), придающих особое значение развитию моральных, духовных и личных качеств человека. Она может привести к заключению, что каждому человеку «природой уготовано» свое место в жизни и в профессиональной сфере. Например, выделяют параметр «академические способности» как основу компетенции, относящейся к исследовательской деятельности. Процессы образования и обучения в этом случае будут связаны с выявлением тех, кто обладает данным качеством, и «отсевом», переориентацией тех, кто им не обладает. Используемые образовательные программы / учебные планы и модели оценки будут нацелены на отбор и поощрение тех, кто обладает академическими способностями. Первая модель во многом оказывает влияние на традиционное высшее образование и на традиционные подходы к подготовке руководящих кадров.

**Модель компетенции решения задач (МК2)** до недавнего времени была преобладающей при подготовке, скажем, инженеров-прикладников в большинстве западных стран, особенно в «доводке» их на рабочем месте и развитии умений, требуемых для осуществления трудовой деятельности на конкретном рабочем месте. Она обращает особое внимание на освоение человеком стандартных (алгоритмизированных) процедур и операций (посредством изучения процесса труда, методов работы и др.). В основу образовательной программы положен анализ задач и процессов, а также оценка трудностей, с которыми может сталкиваться человек при освоении задач, которые требуется решать на рабочем месте. Образовательная программа и методы оценки позволяют человеку осваивать четко определенный набор умений, практиковаться в их использовании и осуществлять деятельность на их базе, а также решать конкретные задачи. Сильная сторона этого подхода в том, что он позволяет резко сократить время обучения выполнению конкретных задач, связанных с данным рабочим местом. А слабая – в том, что образовательная программа может стать чересчур узкой. Осваивая только ограниченный набор учений и знаний, человек может столкнуться с трудностями в будущем при необходимости адаптации к изменениям методов и форм труда или технологий и сможет предложить на рынке труда лишь ограниченный набор умений (компетенций).

**Модель компетенции для производительной деятельности (МК3)** подчеркивает важность достижения результатов и является весьма распространенным подходом к компетенции в специальностях и профессиях, где деятельность измеряется по результатам, например, продажи, управ-

ления проектом или производством. Образовательная программа основана на оценке мотивации и стратегий, используемых для достижения целей. Оценка основана на том, что люди делают, а не на том, что они знают, а также на эффективности достижения целей, а не долговечности результатов. Особое значение придается прагматическому подходу к содержанию образовательной программы. В результате люди могут получить обширные, но поверхностные знания в своей профессиональной области и обладать некоторыми очень хорошо развитыми навыками (компетенциями), но им может не доставать других, необходимых для адаптации к изменениям или для смены мест работы, специальности или профессии.

**Согласно модели управления деятельностью (МК4)**, деятельность является функцией социального контекста человека, в котором существует некий порядок требований и ожиданий относительно человека на рабочем месте, которые могут быть взаимосогласованы. Образовательные программы/учебные планы основаны на анализе и согласовании важных ожиданий, которые люди должны оправдать при выполнении своих трудовых обязанностей. Такие ожидания «базируются» на требованиях, предъявляемых работодателями, характере выполняемой работы, моделях взаимодействия с другими, законодательной основе, имеющей отношение к выполняемой деятельности, и на других социальных факторах. В соответствии с данной точкой зрения внимание уделяется как широте охвата, так и глубине содержания учебных планов и программ, с тем, чтобы люди могли отвечать полному набору требований, предъявляемых при найме на работу, независимо от того, где они будут работать.

На наш взгляд, модель компетентности студентов и выпускников технического университета должна интегрировать в себе идеи всех четырех моделей. Причем модели МК1 и МК4 будут связаны с формированием ключевых компетенций, а МК2 и МК3 – со специальными (т. е. связанными с определенной предметной областью) компетенциями.

В документах, материалах ЮНЕСКО очерчивается круг компетенций, которые уже должны рассматриваться всеми как желаемый результат образования. В докладе международной комиссии по образованию для XXI века «Образование: сокровище» Жак Делор, сформулировав «четыре столпа», на которых основывается образование: научиться познавать, научиться делать, научиться жить вместе, научиться жить», определил по сути основные глобальные компетентности. Так, согласно Жак Делору, одна из них гласит – «научиться делать, с тем, чтобы приобрести не только профессиональную квалификацию, но и в более широком смысле компетентность, которая дает возможность справляться с различными многочисленными ситуациями и работать в группе». Можно привести еще несколько определений компетенций [9, 36, 57, 105].

На сегодняшний день нет единого определения компетенций и компетентностей. Существует два варианта толкования соотношения понятий «компетенция» и «компетентность»: они либо отождествляются, либо дифференцируются. В рамках отождествления этих понятий авторы (Л.Н. Болотов, В.С. Леднев, Н.Д. Никандров, М.В. Рыжаков) подчеркивают именно практическую направленность компетенций – «Компетенция является, таким образом, сферой отношений, существующих между знанием и действием в человеческой практике», а «Компетентностный подход предполагает значительное усиление практической направленности образования»[56]. Эта же позиция неразграничения понятий компетенция/компетентность характерна и для большинства зарубежных исследователей.

Таким образом, в литературе часто понятия компетенция и компетентность используются в одном и том же смысле; нет четкого определения, что такое компетентностная модель. В диссертации под **компетенцией** понимается некоторая формальная системная характеристика, отражающая структуру знания, опыта, и умения. **Компетентность** содержит конкретные общесистемные признаки знания, опыта и умения. При этом **компетентностная модель** рассматривается как некоторая информационная система, отражающая структуру образовательного процесса, обеспечивающую адекватный контроль и оценку получаемых знаний и приобретаемого опыта.

В работе, где нет необходимости, не акцентируется внимание на имеющихся формальных отличиях в определениях компетенции и компетентности и часто в тексте используются одновременно (**компетенция/компетентность**). Это важно при системном анализе образовательного процесса с использованием компетентностного подхода.

Среди работ по проблеме компетенции/компетентности прежде всего следует отметить исследования как зарубежных (Н. Хомский, Р. Уайт, Дж. Равен), так и отечественных авторов (И.А. Зимняя, А.Г. Татур, А.И. Суббето, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, В.Н. Куницина, Г.Э. Белицкая, Л.И. Берестова, В.И. Байденко, А.В. Хуторской, Н.А. Гришанова и др.), в том числе акмеологические исследования А.К. Марковой, А.А. Деркача, В.Г. Зазыкина.

В работе Дж. Равена [92], дается развернутое толкование компетентности. Это такое явление, которое «состоит из большого числа компонентов, многие из которых относительно независимы друг от друга, ... некоторые компоненты относятся скорее к когнитивной сфере, а другие – к эмоциональной, ... эти компоненты могут заменять друг друга в качестве составляющих эффективного поведения». При этом, как подчеркивает

Дж. Равен, «виды компетентности» суть «мотивированные способности». Полный список содержит 37 видов компетентностей [56]. В этом списке дано дифференцированное рассмотрение видов компетентности, в котором широко представлены такие категории, как «готовность», «способность», «отношение», «самоконтроль».

Вслед за Дж. Равеном другие исследователи и в мире, и в России для **разных видов деятельности** выделяют **различные виды компетентности**.

Так, И.А. Зимней [141] была предпринята попытка, во-первых, выделить и теоретически обосновать основания группировки ключевых компетенций, во-вторых, определить некоторую основную, необходимую их номенклатуру и, в третьих, определить входящие в каждую из них **компоненты** или **виды компетентностей**. Ей были выделены 10 основных видов компетенций, объединенных в три группы.

**1. Компетенции, относящиеся к самому человеку как личности, субъекту деятельности, общения:**

- компетенции здоровьесбережения: знание и соблюдения норм здорового образа жизни, знание опасности курения, алкоголизма, наркомании, СПИДа; знание и соблюдения правил личной гигиены, обихода; физическая культура человека, свобода и ответственности выбора жизни;
- компетенции ценностно-смысловой ориентации в мире: ценности бытия, жизни; ценности культуры, науки; производства; истории цивилизаций, собственной страны; религии;
- компетенции интеграции: структурирование знаний, ситуативно-адекватной актуализации знаний, расширения приращения накопленных знаний;
- компетенции гражданственности: знания и соблюдения прав и обязанностей гражданина; свобода и ответственность, уверенность в себе, собственное достоинство, гражданский долг; знание и гордость за символы государства (герб, флаг, гимн);
- компетенции самосовершенствования, саморегулирования, саморазвития, личностной и предметной рефлексии; смысл жизни; профессиональное развитие; языковое и речевое развитие; овладение культурой родного языка, владение иностранным языком.

**2. Компетенции, относящиеся к социальному взаимодействию человека и социальной сферы:**

- компетенции социального взаимодействия: с обществом, общностью, коллективом, семьей, друзьями, партнерами, конфликты и их погашение, сотрудничество, толерантность, уважение и принятие другого (раса, национальность, религия, статус, роль, пол), социальная мобильность;

- компетенции в общении: устном, письменном, диалог, монолог, порождение восприятие текста; знание и соблюдение традиций, ритуала, этикета; кросс-культурное общение; деловая переписка; делопроизводство, бизнес-язык; иноязычное общение, коммуникативные задачи, уровни воздействия на реципиента.

### **3. Компетенции, относящиеся к деятельности человека:**

- компетенция познавательной деятельности: постановка и решение познавательных задач; нестандартные решения, проблемные ситуации – их создание и разрешение; продуктивное и репродуктивное познание, исследование, интеллектуальная деятельность;
- компетенции деятельности: игра, учение, труд; средства и способы деятельности: планирование, проектирование, моделирование, прогнозирование, исследовательская деятельность, ориентация в разных видах деятельности;
- компетенции информационных технологий: прием, переработка, выдача информации; преобразование информации (чтение, конспектирование), массмедийные, мультимедийные технологии, компьютерная грамотность; владение электронной Интернет – технологией.

Ю.Г. Татур в [105] на основе модели компетентности решает конкретную задачу – описать с помощью компетентностного подхода результат подготовки специалиста с высшим профессиональным образованием. Основные особенности образа молодого специалиста вуза (результат высшего образования) сформулированы им следующим образом.

Во-первых, от него требуется не просто готовность к успешной деятельности, а готовность к деятельности в современных условиях динамичных изменений как в мире технологий, так и в общественной жизни. Специалист с высшим образованием должен быть готов к созданию нового (например, конкурентоспособной продукции) в сфере своей профессиональной деятельности. Он также должен быть способен успешно действовать даже в условиях отсутствия в своей знаниевой базе готовых алгоритмов (основ ориентировочной деятельности), проявляя творческое, созидательное мышление, т. е. для современного специалиста важно уметь решать проблемы, а не задачи с готовыми ответами.

Во-вторых, достижения современной науки и техники, отраженные в образовании специалиста, позволяют ему быть не только созидателем, но и, как мы отмечали, разрушителем. Причем негативные последствия своей «успешной» деятельности человечество ощущает на себе все более отчетливо. Компетентным специалист с высшим образованием может быть назван только тогда, когда он полностью отдает себе отчет как о социальной значимости своей профессиональной деятельности, так и о возможных ее негативных последствиях для природы, общества, мира на земле.

В-третьих, общество ждет от специалиста с высшим образованием как носителя свободного духа демократических убеждений и гуманистических ценностей успешной деятельности в социальной сфере.

Ю.Г. Татура уточняет и термин «успешная деятельность», когда речь идет о деятельности специалиста с высшим образованием. Такой специалист должен соразмерять свою деятельность с перспективой развития той сферы, где он трудится.

В соответствии с [104] компетентность специалиста с высшим образованием – это проявленные им на практике стремление и способность (готовность) реализовать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной творческой (продуктивной) деятельности в профессиональной и социальной сфере, осознавая ее социальную значимость и личную ответственность за результаты этой деятельности, необходимость ее постоянного совершенствования.

В [105] приведена также таблица соотнесенности текста определения компетентности и характеристик компетенций по И.А. Зимней (табл. 11).

Таблица 1.1

*Определения и характеристики компетенций/компетентностей*

Индекс	Характеристика компетенций	Соответствующие термины в определении компетентности
А	Готовность к проявлению (мотивационный аспект)	стремление и способность (готовность) реализовать свой потенциал
Б	Владение знаниями содержания компетентности (когнитивный аспект)	проявленная на практике способность реализовать свои знания, умения, опыт для успешной творческой деятельности
В	Опыт проявления К, умения (поведенческий аспект)	
Г	Отношение к содержанию К и объекту ее приложения (ценностно-смысловой аспект)	осознавая социальную значимость и личную ответственность за результаты своей деятельности, необходимость ее постоянного совершенствования
Д	Эмоционально-волевая регуляция процесса и результата проявления компетентности	

По мнению Ю.Г. Татура, физической моделью описанного явления может быть «слоеный пирог» (образованность специалиста), в котором есть слой «теста» (скажем, знания), «слой варенья» (умения), «слой глазури» (ценностные ориентации) и т. п. Если его разре-

зять на куски (компетентности), то каждый из них будет в миниатюре повторять структуру «торта». Остается открытым вопрос: «а на сколько «кусков» должен быть разрезан «пирог», т. е. сколькими компетентностями можно описать результат подготовки специалиста с высшим образованием?» [104]. Решению этого вопроса посвящено и данное диссертационное исследование.

Ниже приводится возможный вариант описания двух видов компетентности специалиста с высшим техническим образованием из [105].

### **Компетентность в общенаучной сфере (общенаучная К)**

Понимает значение общенаучного теоретического базиса для успешной творческой инженерной деятельности, возможности современных методов познания природы. Стремиться к обеспечению научного фундамента своих профессиональных действий (соответствует характеристикам компетенций с индексами А и Г).

Имеет целостное представление о процессах и явлениях в неживой и живой природе, о взаимодействии физических, химических и биологических процессов, об экологических принципах охраны и природы (Б).

Владеет (имеет опыт применения) методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии; современными информационными технологиями (В).

Способен вскрыть естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественно-количественный анализ.

Способен самостоятельно оценить достаточность своих общенаучных знаний и при необходимости пополнить их (Д).

### **Компетентность в сфере выполнения своих социальных функций (Социальная К)**

Осознает значение своих социальных функций как гражданина своей страны, члена общества. Имеет устойчивое позитивное отношение к своим общественным обязанностям. Нацелен на совершенствование и развитие общества на принципах гуманизма, свободы и демократии (А, Г).

Имеет научное представление о социальных явлениях, основных закономерностях и формах регуляции социального поведения, знает права и свободы человека и гражданина, умеет их реализовывать в различных жизненных ситуациях (Б); знает основы педагогической деятельности, способы приобретения, хранения и передачи социального опыта (В).

Из приведенного выше обзора и анализа зарубежных (Н. Хомский, Р. Уайт, Дж. Равен) и отечественных (И.А. Зимняя, А.Г. Татур, А.И. Суббето, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, Н.А. Селезнева, А.И. Чучалин, В.Н. Куница, Г.Э. Белицкая, Л.И. Берестова, В.И. Байденко, А.В. Хуторской и др.) работ по проблеме компетенции/компетентности следует, что на сегодняшний день отсутствует единая классификация компетенций/компетентностей.

Так, А.В. Хуторской, рассматривая образовательные компетенции, дифференцирует их по тем же уровням, что и содержание образования: **ключевые** (реализуемые на метапредметном, общем для всех предметов содержании); **общепредметные** (реализуемые на содержании, интегративном для совокупности предметов, образовательной области); **предметные** (формируемые в рамках отдельных предметов). Классификация компетенций Европейской ассоциацией университетов включает в себя **инструментальные, межличностные и системные** компетенции. Существует еще ряд классификаций, однако их анализ показал, что все они в том или ином виде включают в себя две основные группы компетенций: **ключевые** и **специальные** (связанные с определенной предметной областью).

Определение и содержание **ключевых компетенций** представляют наибольший разброс мнений. При этом используются как европейская система ключевых компетенций (например классификация Европейской ассоциации университетов – ЕАУ), так и собственно российские классификации, в составе которых представлены ценностно-смысловая, общекультурная, учебно-познавательная, информационная, коммуникативная, социально-трудовая компетенции и компетенция личностного самосовершенствования.

В рамках нашего исследования мы определили **ключевые компетенции** как инвариантные к любому виду деятельности, а **специальные** – это компетенции, содержание которых обусловлено спецификой будущей профессиональной деятельности студента.

Предложенное И.А. Зимней [56] рассмотрение компетенции / компетентности в общем плане становления компетентного подхода к образованию (СВЕ) свидетельствует (и это отмечается всеми исследователями) об очень **большой сложности их измерения и оценивания**. Решение данной проблемы и является одной из основных целей диссертационного исследования. Поскольку компетентность является интегральной характеристикой (т. е. это приобретаемое в результате обучения новое качество, увязывающее знания и умения со спектром интегральных характеристик качества подготовки), ее можно рассматривать как некоторую объективную реальность об-

разовательного процесса с характерными признаками сложных систем, исследование которых предполагает решение задач, связанных с их отображением и развитием.

## **1.2. Системный подход в изучении компетентности специалиста**

В предыдущем параграфе показано, что несмотря на многочисленные теоретические и экспериментальные исследования, проблема оценки компетентности специалиста (в том числе студента и выпускника технического вуза) все еще требует дальнейшего изучения, так как в известных концепциях нет однозначного ответа на вопросы о закономерностях и механизмах формирования и развития компетентности, нет единства взглядов на структуру компетентности, имеют место значительные затруднения в объяснении механизмов формирования компетентности. Следовательно, необходим системный подход к проблеме компетентности специалиста, механизмам ее формирования и развития.

Как отмечает российский исследователь в области системного анализа Ф.П. Тарасенко, «все мы живем в одном и том же мире, подчиняемся общим законам мироздания и лишь с разных сторон вступаем во взаимодействие с ним» [102]. Однако многие «профессионалы все еще вкладывают в свой термин «системный анализ» явно выраженный профессиональный смысл, описывая проблемы своей специальности» [4, 6, 63, 70]. Каждый исследователь вкладывает в «системный подход» (СП) свое содержание, предлагает свои трактовки [99].

Анализ исследуемой системы – компетентности специалиста, показывает, что она выступает в нескольких взаимосвязанных планах:

- как некоторая относительно самостоятельная единица, обладающая качественной определенностью;
- как элемент некоторой макросистемы, в которую это явление включено и законам которой оно подчиняется;
- как интеграция микросистем, составляющих структуру системы и имеющих свои специфические закономерности, которые определенным образом проявляются в изучаемом объекте – компетентности.

При этом она обладает наиболее значимыми характеристиками системы:

- а) целостностью, т. е. несводимостью системы к сумме ее образующих частей и невыводимостью системы в целом из какой-либо ее части;
- б) структурностью, поскольку отношения и связи ее элементов упорядочены в определенную структуру, которая и обуславливает поведение системы в целом;
- в) взаимосвязью системы со средой, которая обладает определенными условиями, позволяющими считать ее закрытой (не изменяющейся) и открытой (преобразующейся);

- г) иерархичностью, поскольку каждый компонент системы является и ее элементом (подсистемой), и может включать в себя другие системы;
- д) множественностью описания.

Поскольку компетентность является интегральной характеристикой (т. е. это приобретаемое в результате обучения новое качество, увязывающее знания и умения со спектром интегральных характеристик качества подготовки), ее можно рассматривать как некоторую объективную реальность образовательного процесса с характерными признаками сложных систем, исследование которых предполагает решение задач, связанных с их отображением и развитием.

На сегодняшний день нет однозначного ответа на вопросы о закономерностях и механизмах формирования и развития компетентности, нет единства взглядов на структуру компетентности, имеют место значительные затруднения в объяснении механизмов формирования компетентности. Следовательно, необходим системный подход к проблеме компетентности специалиста, механизмах ее формирования и развития.

Важным этапом системного анализа является построение моделей состава и моделей структуры исследуемой системы. Под компетентностной моделью студента мы будем понимать модель, отражающую структуру компетенций. В общем виде, компетентностная модель имеет вид

$$\{S\} = S_1 \otimes S_2 \otimes S_3 \otimes \dots \otimes S_n,$$

где  $S_i$  – подсистема компетентности;  $n$  – количество видов компетентности;  $\otimes$  – знак обобщенного произведения (теоретико-множественного или логического соответствия).

С другой стороны, компетентностную модель можно представить в виде иерархической функциональной структуры (рис. 1.2), состоящей из подсистем, компонентов и измеряемых элементов.

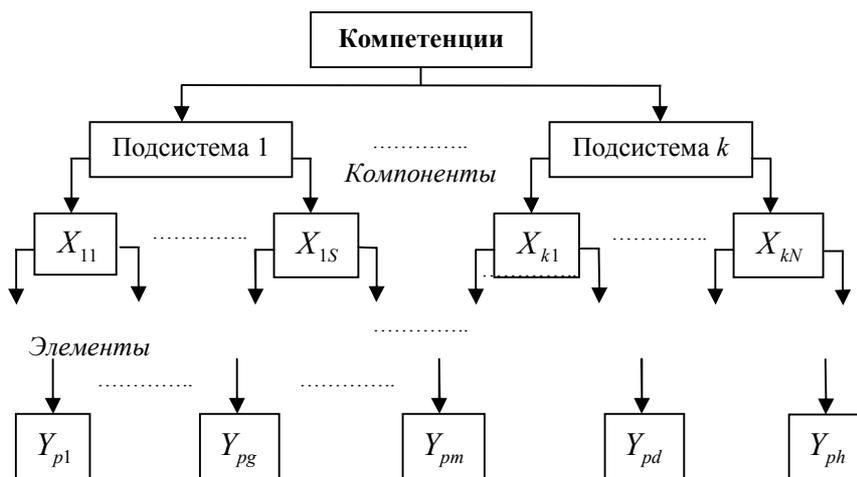


Рис. 1.2. Компетентностная модель в виде иерархической структуры

Представленная на рис. 1.2 компетентностная модель включает в себя взаимосвязанные подсистемы, компоненты и элементы.

Для решения задач оценки и исследования компетентности необходимо определить компоненты и элементы компетентностной модели студента, способы их измерения и построить математическую модель, определяющую взаимосвязь основных компонентов компетентности. Проанализируем существующие на сегодняшний день подходы к решению этой задачи.

Среди отечественных моделей компетентности особо следует выделить модель И.А. Зимней [56, 57], раскрывающую содержание ключевых компетенций, а также модели А.Г. Татура [104, 105] и В.И. Байденко [8, 9, 10], позволяющие связать содержание компетенций с содержанием ГОСов для специальностей технического университета. Особое место в исследованиях, связанных с проблемами формирования компетентности, занимают акмеологические исследования [47, 48, 65, 83]. На сегодняшний день в акмеологии определены инварианты профессионализма (профессионализм деятельности, профессионализм личности, нормативность деятельности и поведения, продуктивная «Я-концепция»), не зависящие от специфики профессиональной деятельности и близкие по своему содержанию к определению ключевых компетенций. В данной работе компетентностной модели интегрированы акмеологический подход и подходы, реализованные в отечественных и европейских моделях компетенций/компетентностей.

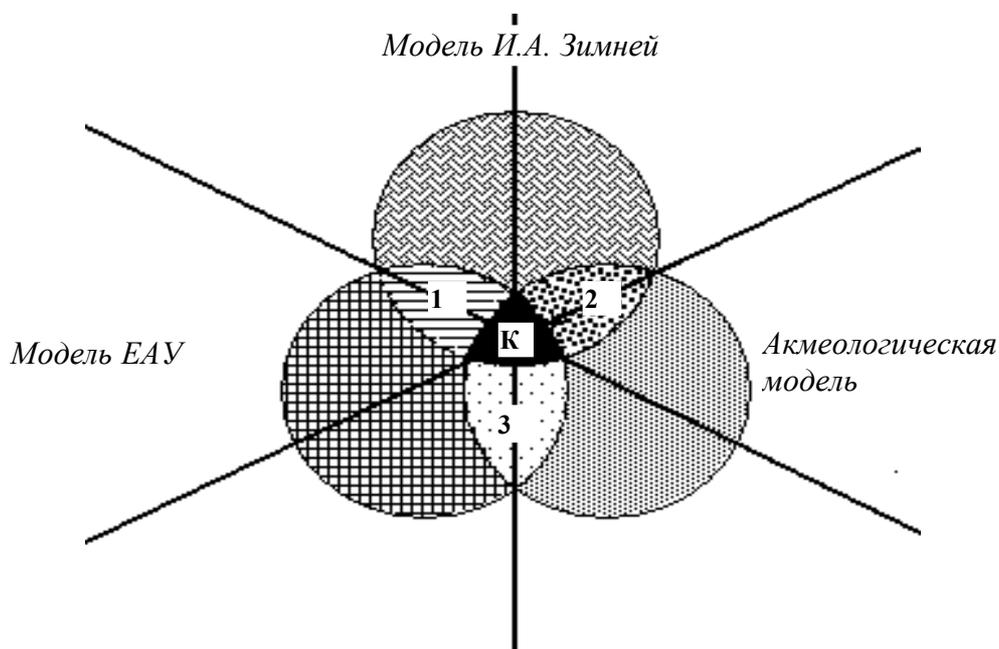


Рис. 1.3. Схема взаимодействия компетентностных моделей

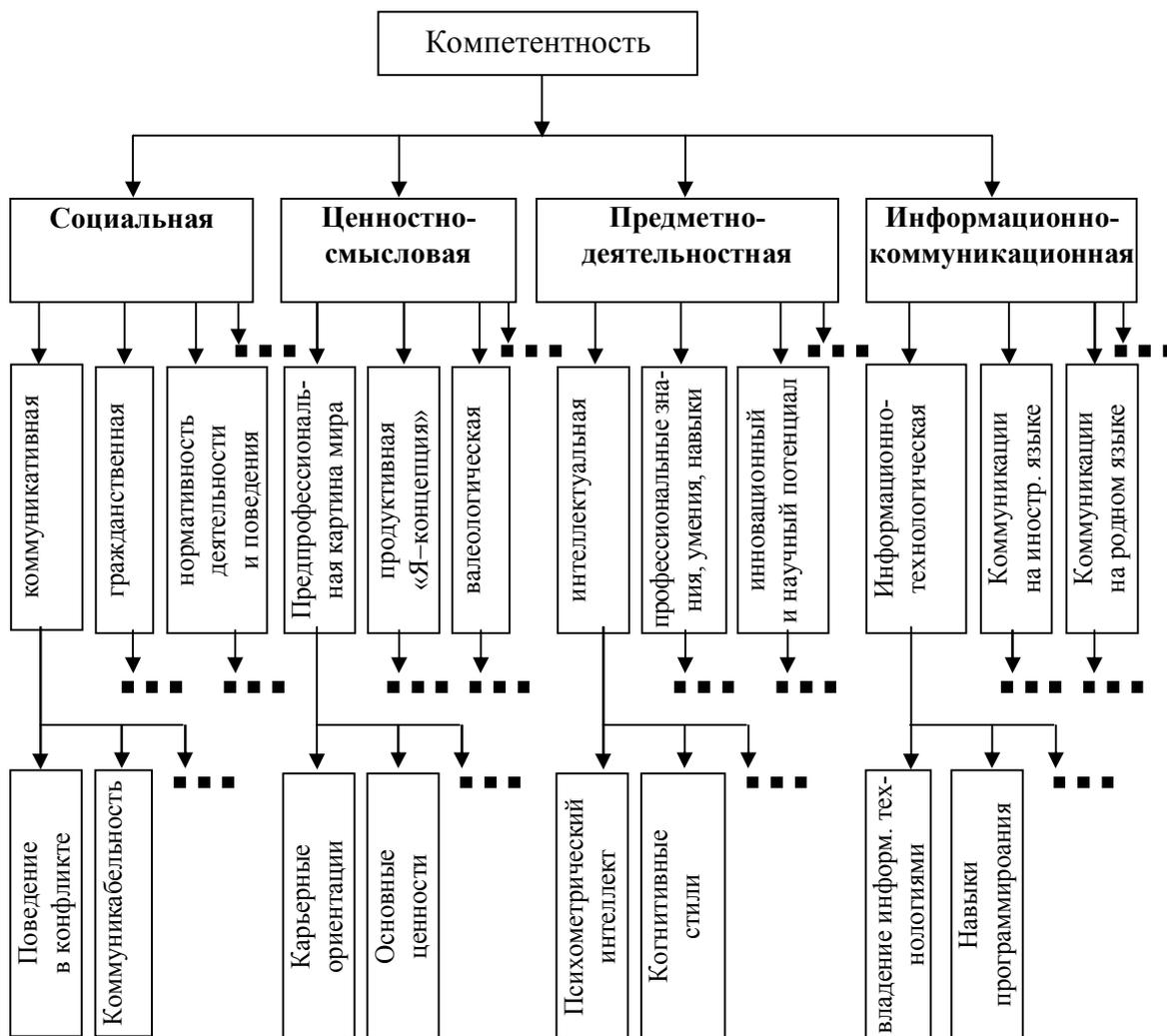


Рис. 1.4. Компетентностная модель студента

На рис. 1.3 приведена схема, отражающая взаимодействие моделей, включающих в себя ключевые (общепрофессиональные) компетенции, где выделены три основные группы: социальные (1); ценностно-смысловые (2) и информационно-технологические (3), которые в дальнейшем рассматриваются в составе компетентностной модели студента (рис. 1.4).

### 1.3. Вопросы оценки компетентности

Рассмотренные выше компетенции/компетентности в общем плане становления компетентностного подхода к образованию (СВЕ) оказываются сложными при их измерении и оценивании. Компетентность как сложное и объемное качество личности практически не поддается прямой диагностике в ходе испытаний в форме предметных или даже междисциплинарных экзаменов.

Несколько эффективней в этом отношении итоговая аттестация выпускника в форме защиты дипломного проекта или работы [105]. Вместе с тем отдельные компоненты компетентности, в первую очередь связанные со знаниями и отдельными профессиональными умениями, могут быть диагностированы.

Особую трудность в оценке компетентности выпускника вызывает то обстоятельство, что для этого необходимо иметь сведения об успешности (безуспешности) его деятельности в профессиональной сфере, с которой, как правило, он еще не сталкивался. Государственные аттестационные комиссии вынуждены выносить решение о профессиональной и социально-личностной компетентности выпускника по результатам его работы над дипломным проектом, хотя все понимают существенные различия между учебной и профессиональной деятельностью. На это указывают и многие исследователи [9, 104, 105], отмечая, что компетентностный подход к формированию образа выпускника – шаг в сторону внешних субъектов оценки и, следовательно, уход от академической оценки.

Поскольку модель специалиста-выпускника определяет, какая личность должна быть сформирована в ходе образовательного процесса, это дает возможность точно задать цели образования и следовать им при организации образовательного процесса. При выборе показателей качества учитываются требования ГОС ВПО, расширенные вузовским компонентом, рекомендации УМО, пожелания работодателей. Перечень показателей по каждой характеристике позволяет фактически разрабатывать систему показателей качества подготовки специалиста-выпускника, что позволяет создать качественную (содержательную) модель деятельности специалиста.

Построение количественной (формальной) модели включает в себя определение норм качества по каждому показателю шкалы оценки. Установление норм показателей качества – это определение минимальных значений показателей, при которых уровень подготовки выпускников удовлетворяет требованиям работодателей. Измерение определенного профессионального умения и какого-то личностного свойства состоит в присвоении некоторых чисел качественным характеристикам умения или свойства. Естественно определенные умения и личностные свойства в разной степени влияют на уровень компетентности специалиста-выпускника. Возможно введение степени важности каждого умения или личностного свойства (коэффициента весомости). Однако практика показывает, что при большом количестве оцениваемых характеристик введение весомости показателей неоправданно [69]. Например, в модели В. Леевика [12] используются наиболее информативные профессио-

нально-важные качества (ПВК), при этом оценка степени соответствия производится на основе интегрального показателя, отражающего отличия психограммы специалиста от профессиограммы, соответствующей инженерно-технической специальности.

На сегодняшний день больше всего работ посвящено оценке качества подготовки специалиста-выпускника на основе качественного и количественного сопоставления показателей качества образования (профессиональной подготовленности) с соответствующими нормами, заложенными в модель специалиста-выпускника. При этом оценивается разница между требованиями потребителей (работодателей) и показателями результативности образовательного процесса [12]. Ориентируясь на предложенную структуру, можно оценить и уровень компетентности студента.

Отметим еще два важных момента, которые следует учитывать при разработке модели компетентности [104]:

- компетентностная модель специалиста не является моделью выпускника, ибо компетентность неразрывно связана с опытом успешной деятельности, который в ходе обучения в вузе студент в должном объеме приобрести не может;
- следует редуцировать компетентностную модель специалиста для ее использования в качестве требования к выпускнику, заранее снизив требования, связанные с опытом профессиональной деятельности.

Рассмотрим более подробно существующие на сегодняшний день подходы к оценке компетентности (в том числе и отдельных ее составляющих).

**Процедуры оценки компетентности по Дж. Равену.** Согласно Дж. Равену, области компетентности людей могут быть определены путём заполнения ячеек двухмерной матрицы [91], в которой по горизонтали расположены значимые типы поведения, а по вертикали – компоненты компетентности (табл. 1.2).

Таблица 1.2

*Модель компетентности Дж. Равена*

Компоненты эффективного поведения	Значимые стили поведения		
	Достижение	Сотрудничество	Влияние
Когнитивные			
Аффективные			
Волевые			
Навыки и опыт			

Дж. Равен показал, что внутренне гетерогенные итоговые оценки (аналогичные коэффициентам множественной регрессии), которые получаются при суммировании отметок по соседним колонкам матрицы, теоретически идентичны «мотивационным» оценкам McClelland. При этом было заявлено, что исходное (основанное на отметках в ячейках матрицы) описание значимого для индивида поведения и компетентностей, проявляемых в процессе его осуществления, оказывается значительно более содержательным, чем суммарные оценки. Равен предложил формировать описательные характеристики на языке, аналогичном языку химии. По его мнению, такая модель заставила бы нас фиксировать ценности людей и компетентности, которые они спонтанно и устойчиво проявляют, вместе с соответствующими значимыми характеристиками их окружения. При этом она не была бы ограничена небольшим набором переменных, что типично для факторно-аналитических моделей. В качестве примера в [92] приводится следующее описание компетентности:

Д<sub>4</sub> В<sub>3</sub>; А<sub>4</sub> ГП<sub>2</sub>; ПОМД; РП(З).

Данную характеристику Равен интерпретирует следующим образом: аттестуемый спонтанно проявляет четыре компонента компетентности в стремлении к достижению поставленных целей (Д) и три в стремлении к влиянию (В). Отмечены четыре пункта из набора, относящегося к авторитарным (А) представлениям об обществе, и только два из набора, относящегося к активной гражданской позиции (ГП). Четыре аспекта окружения (О) отмечены как поддерживающие (П) по отношению к целям индивида (руководитель пытается поощрять стремление к достижению, но не делегирует ответственности, не стимулирует участия в жизни организации, не ставит развивающих задач для своих подчинённых). Имеется мягкое давление (МД) со стороны других людей в окружении индивида. Отмечены озабоченность собственной эффективностью руководства. Задача (З), поставленная перед индивидом, имеет незначительный развивающий потенциал (РП), это рутинная задача, которая не позволяет испытуемому расширить спектр представлений и ожиданий, необходимых для осуществления нововведений.

Дж. Равен утверждает, что предложенный им подход позволяет, во-первых, создать модель трансформационных процессов, которые, как оказалось, не разработаны ни в возрастной психологии, ни в педагогике, и, во-вторых, справиться с проблемами, которые ситуационная обусловленность поведения ставит перед общепринятыми (основанными на постоянных качествах) представлениями о «способностях».

Наиболее существенный момент в том, что сделал Равен, состоит в составлении и заполнении своеобразной «карты» областей компетент-

ности, включающей их мотивационную базу, когнитивные, аффективные и волевые компоненты. Однако на сегодняшний день не разработан хотя бы первоначальный вариант более или менее полной таблицы «человеческих элементов». Следовательно, практическая реализация модели Равена для решения задачи оценки компетентности выпускников Вузов не представляется возможной без четкого определения отдельных компонентов компетентности и разработки соответствующих алгоритмов формирования интегральной оценки компетентности.

Подход, аналогичный модели Дж. Равена, предложен И.А. Зимней [56], которая утверждает, что если представить ключевые компетенции как актуальные компетенции, то очевидно, что последние будут включать такие характеристики, как: а) готовность к проявлению компетентности (мотивационный аспект); б) владение знанием содержание компетентности (когнитивный аспект); в) опыт проявления компетентности в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях (поведенческий аспект); г) отношение к содержанию компетентности и объекту ее приложения (ценностно-смысловой аспект); д) эмоционально-волевая регуляция процесса и результата проявления компетентности.

Такая трактовка компетентностей в совокупности их характеристик может быть представлена схематически [56], где последние рассматриваются в качестве общих ориентированных критериев оценки содержания компетентности.

Практически все исследователи фиксируют сложный характер компетентности как в определении, так и в оценке. Поскольку в литературе отсутствуют данные о технологиях оценки компетентности студентов, рассмотрим существующие модели оценки в технологии итоговой государственной аттестации (ИГА) высших учебных заведений [100, 101].

Применяемые квалиметрические модели в технологии ИГА классифицируются по классам, к которым относятся: класс экспертных моделей оценки (моделей экспертизы) – модели экспертной квалиметрии, класс таксономических моделей оценки – модели таксономической квалиметрии, класс вероятностно-статических моделей оценки – модели вероятностно-статической квалиметрии, класс тестовых моделей оценки – модели тестовой квалиметрии и др. в соответствии с типологией специальных квалиметрий.

Выбор квалиметрической модели в технологии ИГА происходит в соответствии с обобщенным алгоритмом оценки качества (ОК) [101], который включает в себя: формулирование цели ОК; классификацию свойств и показателей (мер) качества; выбор метода декомпозиции качества объекта оценки; выбор оценочных показателей; выбор типа ква-

лиметрических шкал; выбор метода свертывания критериев – показателей, оценок; выбор модели оценки.

Таким образом, квалиметрическая модель оценивания включает в себя: систему оценочных показателей (оценок, мер), измеренных (представленных) в определенной квалиметрической (оценочной) шкале; модель свертывания критериев (показателей); шкалу представления итоговой (интегральной, обобщенной) оценки.

## 1.4. Формализованные процедуры оценки компетентности

### 1.4.1. Формализованное описание процедуры государственной аттестации качества подготовки выпускников вузов

Обозначим совокупность требований ГОС к качеству подготовки выпускников вузов, подлежащих оценке в процессе аттестации, символом  $T$ .  $T^\circ$  – есть пространство нормативного (или эталонного) качества подготовки студентов в вузах, в котором отражены социально-нормативные требования к знаниям (содержанию образования), профессиональным навыкам и умениям или компетенциям (потенциальному качеству деятельности будущего специалиста), морально-нравственным, гражданственным характеристикам личности выпускника. Содержательная часть требований ГОС закрепляется в основной образовательной программе (ООП) и учебно-методической базе, подкрепляющей исполнение этой программы. Ниже приведена система обозначений из [101].

Обозначим нормативное качество, отраженное в этой программе, символом  $P^\circ$ .

Выполнение ООП и ее закрепление в знаниях, умениях и навыках или компетенциях выпускника вуза проверяется **комплексом оценочных средств**, которые являются **регламентированными квалиметрическими процедурами**, охватывающими или обобщенные (или комплексные) квалификационные (контрольные) задания, или вопросы (систему вопросов в виде экзаменационного билета и эталонных ответов на них, если вопросы имеют форму тестов), или и то, и другое. Комплекс оценочных средств формирует также своеобразное нормативное качество  $\Gamma^\circ$ .

И, наконец, реальное качество подготовки выпускников вузов, проверяемое в процессе аттестации, обозначим символом  $R$ .

Таким образом, государственная аттестация качества подготовки выпускников вузов как проверка содержания образовательного процесса и качества подготовки будущих специалистов осуществляется

в «прямом произведении пространств качеств» (декартовом произведении множеств):

$$\Gamma^{\circ} \otimes \Pi^{\circ} \otimes \Gamma^{\circ} \otimes R \quad (1.1)$$

В этом случае «оценку соответствия» трактуют как сложную оценочную процедуру отображения данного «прямого произведения пространств качеств» на множество оценок с учетом принятой квалиметрической шкалы

$$\mu: \Gamma^{\circ} \otimes \Pi^{\circ} \otimes R \rightarrow \{O_1\}, \quad (1.2)$$

где  $\{O_1\}$  – дискретное множество оценок (при соответствующей логике оценки, возможно и континуальное множество оценок).

Фактически за отображением (1.2) как квалиметрической процедурой скрывается проверка «соответствий»:

$$\Gamma^{\circ} \rightarrow \Pi^{\circ} \quad (1.3)$$

$$\Pi^{\circ} \rightarrow \Gamma^{\circ}; \quad (1.4)$$

$$\Gamma^{\circ} \rightarrow R; \quad (1.5)$$

$$\Pi^{\circ} \rightarrow R; \quad (1.6)$$

$$\Gamma^{\circ} \rightarrow R. \quad (1.7)$$

ГОС ВПО выступает базовым основанием государственной аттестации выпускников вузов.

Структура второго поколения ГОС ВПО включает в себя 7 основных разделов: в первом дана общая характеристика, в остальных шести раскрываются требования и определяются сроки освоения ООП. Общая характеристика раскрывает:

- квалификацию и квалификационную характеристику;
- возможности продолжения образования выпускника.

На рис. 1.5 представлена структура квалификационной характеристики. Обратим внимание на то, что фактически квалификационная характеристика является системно-деятельностной моделью качества выпускника вуза (специалиста), которая раскрывается в категориях «область профессиональной деятельности», «объекты профессиональной деятельности», «виды профессиональной деятельности», «обобщенные задачи профессиональной деятельности» (группируются по видам профессиональной деятельности и их перечни эксплицируют последние), «квалификационные требования».

На рис. 1.6 представлена структура требований ГОС на примере ГОС ВПО по направлению подготовки для дипломированного специалиста.

Формула (1.3) означает оценку соответствия качества содержания ООП требованиям ГОС ВПО.

Формула (1.6) отражает собой процедуру оценки комплекса оценочных средств (вернее, того содержания подготовки, которое в них отражено) содержанию ООП.



Рис. 1.5. Структура квалификационной характеристики [101]

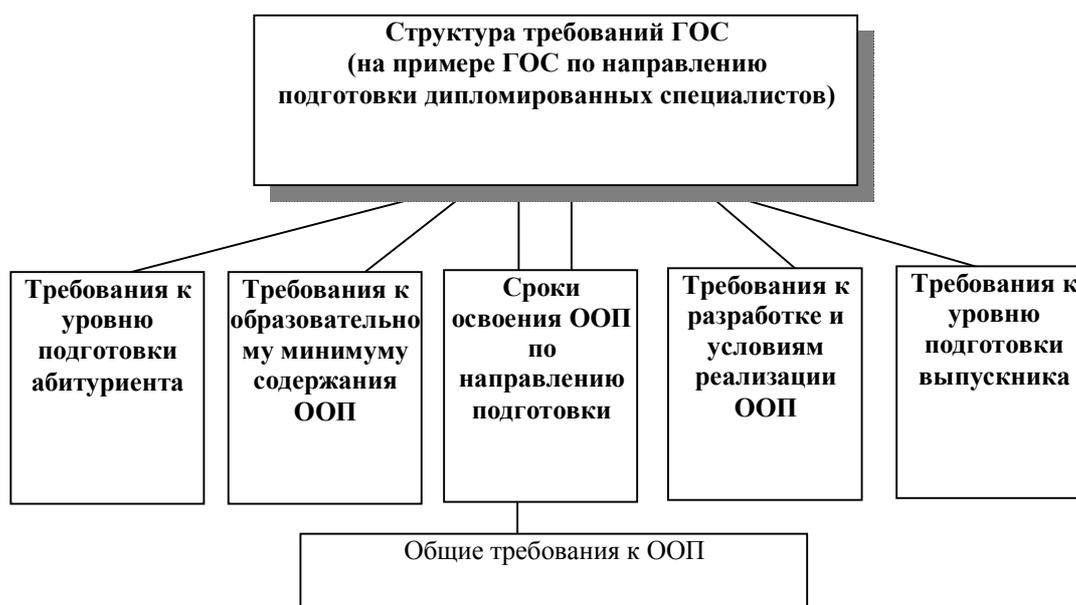


Рис. 1.6. Структура требований ГОС [101]

Формулы (1.7), (1.8) и (1.9) представляют собой процедуры оценки самих знаний, умений и навыков выпускника вуза, продемонстрированных во время процедур ИГА, т. е. качества его подготовки, требованиям отраженных в ГОС ВПО, в ООП и в комплексе оценочных средств (включая защиту выпускной квалификационной работы).

#### **1.4.2. Основные понятия и модели квалиметрии**

Синтетическая квалиметрия представлена в виде трех «страт»: общей квалиметрии, специальных квалиметрий и предметных квалиметрий [84, 100, 101].

Страта специальных квалиметрий включает в себя: экспертную квалиметрию; индексную квалиметрию; таксономическую квалиметрию (или квалиметрическую таксономию); вероятностно-статистическую квалиметрию; нечеткую квалиметрию; тестовую квалиметрию; теорию исчисления эффективности как меры качества систем и процессов.

Данные теории предлагают для квалиметрических основ ИГА выпускников вузов фонд методов и моделей оценки (экспертизы, таксономии).

Квалиметрия образования («квалиметрия человека и образования», «квалиметрия высшей школы») относится к третьей страте синтетической квалиметрии, в которой учитываются особенности закономерностей образовательной (педагогической) деятельности, а также функционирования и развития образовательных систем. Основная система понятий квалиметрии образования изложена в [84, 101].

Качество образования относится к роду системно-социального качества и эксплицируется как соответствие (адекватность) принятым доктрине, требованиям, социальным нормам (стандартам). Качество высшего профессионального образования имеет одним из своих экспликатов «качество подготовки выпускника вуза» (КВП).

«Подготовка» может трактоваться как «деятельностный срез» высшего профессионального образования, т. е. как подготовка выпускника к определенному виду (классу, типу) деятельности и решению задач (проблем) этой деятельности. При этом профессиональная подготовка дифференцируется по видам деятельности и профессиональным (квалификационным) задачам, с помощью которых эксплицируется деятельностное содержание видов деятельности. В «подготовке» скрывается еще одно семантическое значение – подготовленность выпускника вуза к выполнению профессиональных задач, для которых он получает профессиональное образование. «Профессиональная подготовленность» есть одно из «измерений» потенциального качества результата на «выходе» вуза как образовательной системы.

### 1.4.3. Унифицированная модель аттестации как модель оценки: интерпретация основных компонентов [101]

Основная 4-х компонентная модель оценки приобретает содержание унифицированной модели аттестации как формы оценочной деятельности:

$$A_T = \langle Sb_{AT}, B_{AT}, AL_{AT}, Ob_{AT} \rangle, \quad (1.8)$$

где  $A_T$  – аттестация;  $Sb_{AT}$  – субъект аттестации, т. е. тот, кто проводит аттестацию и выражает собой интересы «субъекта управления качеством» (в ИГА – интересы государства и общества, выраженные в ГОС);  $B_{AT}$  – база аттестации, т. е. база оценки в аттестации (ее «природа» выражается в ответе на вопрос: в каких документах и в каких нормативных (законодательно-правовых), проектных документах она закреплена);  $AL_{AT}$  – алгоритм (логика) аттестации как формы оценочной деятельности;  $Ob_{AT}$  – объект аттестации или «предмет» аттестации: что или кто аттестуется, в какой форме осуществляется формализация объекта (предмета) оценки.

В ИГА выпускников вузов выступают:

- **субъектом аттестации – государственная аттестационная комиссия (ГАК)**, председатель которой утверждается органом управления, в ведении которого находится вуз;
- **объектом аттестации – качество подготовки выпускников вузов (КВП)**, в котором отражается **качество усвоения** выпускником вуза полученных знаний, умений, навыков и решения профессиональных задач (в рамках компетентностного подхода – профессиональных компетенций) в соответствии с требованиями ГОС, основной образовательной программы – ООП, а также дополнительными требованиями, определенными вузом, – «модель выпускника вуза»;
- **базой аттестации – требования к минимуму содержания и профессиональной подготовке**, закреплённые в государственном образовательном стандарте, а также в целевых установках основной образовательной программы («модели выпускника вуза»), структуризованные по видам, функциям (задачам) профессиональной деятельности и по видам аттестационных испытаний;
- **алгоритмом аттестации – последовательность (структура) этапов (моделей) оценочной деятельности** в процессе ИГА выпускников вузов.

**Технология ИГА выпускников вузов** есть технологический аспект «алгоритма аттестации», который разворачивается как система вы-

бора и применения оценочных средств, шкал оценки и правил принятия решения по результатам оценивания.

**Оценочное средство** – понятие, формализующее технологию ИГА выпускников вузов и представляющее собой комплекс методических материалов, средств, обеспечивающих «оценку соответствия» в ходе государственных аттестационных испытаний (государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы) требованиям ГОС ВПО, а также дополнительным требованиям вуза, отраженным в образовательной программе (вузовской модели специалиста).

#### **1.4.4. Типы методов свертывания, используемых в моделях оценки**

Важным методологическим направлением в теории оценки качества является «**теория свертывания**».

**Отображение свертывания** является операцией, входящей в композицию мер качества (в построение обобщенной, интегральной, комплексной меры качества).

В общей квалиметрии различают два основных класса свертываний:

- **операционное свертывание критериев** (оценок, показателей) – ОСК, представляющее собой объединение (агрегирование) мер качества (мер свойств), построенных на разнородных элементах или подмножествах качества, т. е. построенных на разнородном множестве свойств (простых или сложных). Комплексные показатели качества (комплексные оценки) являются результатом ОСК. При ОСК происходит (более или менее осознанное) соизмерение мер разнородных свойств (показателей качества);
- **статистическое свертывание критериев** (оценок, показателей) – ССК, представляющее собой объединение (агрегирование) мер качества (мер свойств), построенных на однородных элементах или подмножествах качества, т. е. построенных на однородном множестве свойств (простых или сложных) или на однородном множестве качеств.

Заметим, что **различие между ОСК и ССК проходит только по основанию свойства «однородности»**. Разнородные множества превращаются в однородные с помощью операций эквивалентирования (формирования отношений эквивалентности). В результате ССК формируются обобщенные (статистические) показатели качества.

Следует обратить внимание, что одни и те же математические структуры свертывания могут применяться и при ОСК, и при ССК, получая при этом разный содержательный смысл.

В качестве основных типов свертываний [84, 100, 101] выделяются следующие:

**Тип I – СК<sub>I</sub>: сепарабельное свертывание:**

$$\varphi(\bar{\mu}) = \sum_{i=1}^n l(\lambda_i) \varphi(\mu_i), \quad (1.9)$$

где  $\bar{\mu}$  – общая или агрегированная мера качества;  $\mu_i$  – частные (свертываемые) меры качества;  $\varphi$  – производные (нелинейные) шкалирования (функциональные преобразования);  $l$  – функция весомости;  $\lambda_i$  – коэффициент весомости.

В более сложном варианте  $l(\lambda_i)$  представляется как двухпараметрическая функция  $l(\lambda_i, \theta_i)$ , в которой  $\theta_i$  – есть параметр критичности.

Если  $l$  упрощается до единичной (тождественной) функции  $E = 1$ , то сепарабельное свертывание переходит в **аддитивное свертывание**, наиболее распространенное в практике квалиметрии образования.

К частным случаям СК<sub>I</sub> относятся:

СК<sub>i</sub> ( $\mu, A$ ). В скобках символ  $\mu$  означает множество свертываемых мер, а символ  $A$  (с индексами или без индексов) – тип сложения или усреднения; символ  $A$  означает **аддитивную свертку в виде суммирования**.

$$\bar{\mu} = \sum_{i=1}^n \mu_i; \text{ б) } \bar{\mu} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \mu_i \quad (1.10)$$

Переход от формулы (1.9) к формуле (1.10) связан с превращением функций  $l$  и  $\varphi$  в единичные функции, т. е. тождественные преобразования:  $l = 1$ ,  $\varphi = 1$ . При ОСК (21) может иметь характер линейной регрессии; СК<sub>I</sub> ( $\mu, {}^1A$ ) – **арифметическое усреднение**. Данный вид является частным случаем аддитивной взвешенной свертки в формуле (1.10) при

$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ . При дополнительном условии  $\lambda_i = \frac{1}{n}$ ,  $i = \overline{1, n}$  имеет место модель

оценки в виде обычного (невзвешенного) арифметического усреднения; СК<sub>I</sub> ( $\mu, {}^0A$ ) – **геометрическое усреднение**. Сепарабельное свертывание в данном случае осуществляется на основе логарифмических (нелинейных) шкал [302]:  $\varphi = \log$ . Т. е. свертка оценок, показателей качества осуществляется по формуле:

$$\log \bar{\mu} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \log \mu_i \text{ или } \bar{\mu} = \prod_{i=1}^n \mu_i^{\lambda_i}, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1. \quad (1.11)$$

При  $\lambda_i = \frac{1}{n}$  мы получаем простейшее выражение **средней геометрической величины**:

$$\mu = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \mu_i} \quad (1.12)$$

Перебор различных типов операторов  $A$ :  $^{-1}A$  (гармоническое усреднение, средняя гармоническая величина),  $^2A$  (среднеквадратическое усреднение, средняя квадратическая величина, при ССК – этот тип свертки дает дисперсию),  $^pA$  (среднее степенное усреднение, средняя степенная величина) и т. д. – дает целый спектр видов усреднений используемых в качестве сепарабельной свертки.

**Тип II – СК<sub>II</sub>: альтернативное конъюнктивное свертывание.** Данный тип свертывания представляет собой свертку альтернативных (бивалентных) мер качества  $\{0; 1\}$  в виде **конъюнкции предикатов пригодности** («пригодно» – 1; «не пригодно» – 0):

$$\begin{aligned} \bar{\mu} &= 1, \text{ если } \forall \mu_i, \mu_i \in M^{oi}, \\ \bar{\mu} &= 0, \text{ если } \exists \mu_i, \mu_i \notin M^{oi}, \end{aligned} \quad (1.13)$$

$$M^{oi} = \text{pr}^i M^o$$

Данная формула читается так: комплексный (агрегированный) показатель качества (комплексная оценка)  $\bar{\mu}$  равен «1», если любой (« $\forall$ » – квантор «любой») частный показатель  $\mu_i$ , входящий в множество оцениваемых показателей, принадлежит допустимой области в пространстве мер качества  $M^o$  (« $\in$ » – знак принадлежности элемента множеству); и наоборот,  $\bar{\mu}$  равен «0», если существует (« $\exists$ » – квантор «существует») хотя бы один частный показатель качества (оценка), чье значение выходит за пределы допустимого множества (« $\notin$ » – знак непринадлежности элемента множеству).

$M^{oi}$  есть область допустимых мер качества  $M$  по  $i$ -му свойству – по  $i$ -й оси пространства мер качества  $M$ .

Очевидно, что эта формула в другой математической символике – символике теории предикатов может быть записана как конъюнкция бивалентных, альтернативных мер качества или предикатов над отношениями принадлежности значений мер качества (показателей, оценок) области допустимых значений:

$$\begin{aligned} \bar{\mu} = 1 &\Leftrightarrow \bigwedge_{i=1}^n \Gamma \mu_i \in M^o \Upsilon = 1, \\ \bar{\mu} = 0 &\Leftrightarrow \bigwedge \Gamma \mu_i \in M^o \Upsilon = 0. \end{aligned} \quad (1.14)$$

Конъюнкция предикатов равна 1, если все предикаты принимают значение 1 (истина) и равна 0, если хотя бы один из предикатов принял значение 0 («ложь»).

Формула (1.14) и дала название «конъюнктивное свертывание».

Свертывание второго типа может трактоваться также как «геометрическое свертывание» (средняя геометрическая величина) альтернативных величин  $\{0; 1\}$ . В этом случае:

$$СК_{II} \equiv СК_I(\mu, A),$$

где  $\mu \in \{0; 1\}$ .

**Тип III – СК<sub>III</sub>: способ последовательного достижения максимумов мер качества:**

$$\bar{\mu} = \mu_i + \sum_{j=1}^{i-1} \sup \mu_j, \quad \mu_i, \mu_j \geq 0, \quad (1.15)$$

где  $\sup$  – «супремум», математический символ взятия «верхней границы» изменчивости  $j$ -й меры качества, а  $j$  удовлетворяет условиям  $\mu_i = \sup \{ \mu_j \}$ .

Формула отражает тип свертывания максимумов показателей, достигаемых последовательно. Такой тип свертывания применяется в последовательности операций (процессов) (в теории исследования операций).

**Тип IV – СК<sub>IV</sub>: логическое свертывание мер качества альтернативного (логического) типа.**

Отличие четвертого типа свертывания от второго состоит в том, что во втором типе выстраивается свертывание количественных мер качества, которые переводятся в альтернативные на основе применения предикатов.

Логическое свертывание мер альтернативного типа подчиняется правилам:

а) логического умножения  $\bar{\mu} = \prod_{i=1}^n \mu_i, \quad \mu_i \in \{0;1\};$

б) логического суммирования  $\bar{\mu} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_i), \quad \mu_i \in \{0;1\};$

в) логического отрицания  $\bar{\mu} = 1 - \mu_{i-1}, \quad \mu_i \in \{0;1\};$

**Тип V – СК<sub>V</sub>: обобщенное логическое свертывание**

В него входят:

а) взятие минимума  $\bar{\mu} = \min_{1 \leq j \leq n} \lambda_j \mu_j, \quad \lambda_j \geq 0;$

б) взятие максимума  $\bar{\mu} = \max_{1 \leq j \leq n} \lambda_j \mu_j, \quad \lambda_j \geq 0;$

в) обобщенное отрицание  $\bar{\mu} = -\mu_j$ .

Виды свертываний по математическому смыслу являются предельными случаями сепарабельного свертывания на основе средних степенных при  $M \rightarrow \pm\infty$ . В теории средних величин доказано, что

$$\lim_{m \rightarrow -\infty} {}^m A = \min \lambda_i \mu_i \text{ и } \lim_{m \rightarrow \infty} {}^m A = \max \lambda_i \mu_i.$$

**Тип СК<sub>VI</sub> – случайное и неопределенное свертывание.**

Обобщенная мера принимает значение одной из частных мер в зависимости от того, какое значение примет неконтролируемый параметр  $\alpha$ .

**Тип СК<sub>VII</sub> – функциональное свертывание.**

Свертывание осуществляется на основе определенной известной функциональной зависимости  $\bar{\mu} = f(\mu_1, \dots, \mu_n)$ .

**Тип СК<sub>VIII</sub> – свертывание в форме удельного взвешивания:**  
 $\bar{\mu} = \mu_i / \mu_j$ .

В синтетическую квалиметрию теория свертывания была введена А.И. Субетто. Наиболее распространенными являются первый, четвертый, пятый, седьмой и восьмой типы свертывания. Различные типы комплексных балльных оценок, рейтинговые системы оценок и другие ограничиваются первым типом свертывания.

#### **1.4.5. Особенности модели «качества подготовки выпускника вуза как объекта оценки»**

Системно-деятельностная модель подготовки выпускника вуза [101], выполняя функцию социальной нормы качества высшего профессионального образования, может одновременно трактоваться как «рамочная модель качества выпускника вуза», описанная в категориях требований к этому качеству, в том числе к качеству его профессиональной подготовки, описанных на языке категорий «вид (направление) деятельности» (S), «квалификационные (профессиональные) требования (функции)» (T), «профессиональные задачи» (З).

Иными словами:

$$M(R) \overset{\Delta}{=} \{S\} \otimes \{T\} \otimes \{З\}, \quad (1.16)$$

где  $\{S\}$  – системно-деятельностная модель подготовки выпускника вуза:

$$\{S\} = S_1 \otimes S_2 \otimes S_3 \otimes \dots \otimes S_n, \quad (1.17)$$

где  $S_i$  – конкретный вид (направление) деятельности, а  $n$  – количество видов деятельности, отобранных для описания профессиональной деятельности выпускника вуза: специалиста, бакалавра, магистра;  $\{T\}$  – модель подготовки специалиста, описанная системой квалификационных требований (или функций деятельности), зафиксированных в феде-

ральном компоненте ГОС и целевых установках основной образовательной программы и в дополнительных требованиях к специализациям (в национально-региональном и вузовском компонентах ГОС):

$$\{T\} = \{T\}_1 \otimes \{T\}_2 \otimes \dots \otimes \{T\}_K, \quad (1.18)$$

где  $\{T_i\}$  – класс требований;  $K$  – число классов.

$$\{Z\} = \{Z\}_1 \otimes \{Z\}_2 \otimes \dots \otimes \{Z\}_n, \quad (1.19)$$

где  $\{Z\}_1$  – класс задач профессиональной деятельности, изоморфный по виду (направлению) профессиональной деятельности;  $\otimes$  – знак обобщенного произведения (теоретико-множественного или логического соответствия).

С одной стороны, символ соответствия  $\otimes$  эксплицируется «матрицей инцидентий» или «двудольным графом» соответствия, с другой стороны, множества  $\{S\}$ ,  $\{T\}$  и  $\{Z\}$  могут рассматриваться как оси 3-мерного дискретного пространства, плоскости которого описываются соответствующими изоморфизмами.

**Логика экспликации модели качества подготовки выпускника вуза разворачивается цепочкой отображений:**

$$\{S\} \rightarrow \{T\} \rightarrow \{Z\} \quad (1.20)$$

Предметно-дисциплинарная модель выпускника вуза: формализация

Содержательное наполнение множеств  $\{S\}$ ,  $\{T\}$ ,  $\{Z\}$  выполняется на основе «**предметно-дисциплинарной модели выпускника вуза**», закрепленной в ГОС ВПО и ООП, представляющей собой теоретико-множественное объединение 4-х классов учебных дисциплин, принятых в ГОС: класс 1: математические и естественнонаучные дисциплины – ЕН; класс 2: гуманитарно-социально-экономические дисциплины – ГСЭ; класс 3: общие профессиональные дисциплины – ОПД; класс 4: специальные дисциплины – СД.

Если обозначить «предметно-дисциплинарную модель выпускника вуза» через ПДМ(R), то тогда ее формализованный образ можно представить формулой:

$$\text{ПДМ}(R) = \{D\}_{\text{ЕН}} \otimes \{D\}_{\text{ГСЭ}} \otimes \{D\}_{\text{ОПД}} \otimes \{D\}_{\text{ЭД}}, \quad (1.21)$$

где  $D_i$  – дисциплина, входящая в одно из указанных множеств.

Общая системная модель качества подготовки специалиста: формализация

**Общая системная модель качества подготовки специалистов** формализуется таким образом в виде отношения соответствия

$M(R)$  в (1.16) и ПДМ (R) в (1.21):

$$\text{ОСМ} \overset{\Delta}{=} M(R) \otimes \text{ПДМ}(R), \quad (1.22)$$

где ОСМ – общая системная модель специалиста.

**Параметризация общей системной модели качества** подготовки специалиста, т. е. ее перевод в формализованную модель как базу ИГА, осуществляется с помощью оценочных средств (соответствующего множества задач и вопросов с эталонными ответами), которые можно рассматривать как квалиметрический обобщенный оператор, переводящий пространство качества подготовки специалистов, отраженное в ОСМ – Г, в пространство мер качества или оценок М, на основе которого и формируется итоговая интегральная шкала ИГА по отношению к аттестуемым.

Определенные направления формирования оценочных средств (ОС) представлены в виде **специфических требований ГОС ВПО: требований к условиям реализации образовательных программ и требований к уровню подготовки специалистов, описанных на языке «предикатов (уровней) усвоения»:**

<<знать>>, <<уметь>>, <<владеть>>,

которые отражают разные формы воспроизводства профессиональной деятельности.

Знания на уровне знакомства проверяются соответствующими диагностирующими материалами и методами, которые позволяют выявить готовность к репродуктивной деятельности в условиях полной определенности [90]. Существующие методы и подходы рассмотрены в п. 2.1.2.

При этом необходимо учитывать тот факт, что для оценки приобретенных компетенций как подтвержденной способности использовать знания и умения в определенном контексте практически невозможно использование каких-либо тестирующих или контролирующих материалов. Возможна лишь экспертная оценка готовности студентов применять знания и умения в процессе практической деятельности [90]. Вопросам решения данной проблемы посвящена 2 глава.

Следует отметить, что требования к компетентности специалиста часто выражаются в нечетких понятиях, например, в таких как «организаторские способности», «знание компьютерной техники» и пр. Кроме того, работодателей интересуют не только профессиональные характеристики, но и уровень (минимально допустимый или оптимальный) обладания специалистом теми или иными качествами из перечня.

Таким образом, появляется необходимость количественного измерения (определения) уровня обладания специалистом требуемыми качествами. Непосредственно измерить уровень обладания характеристиками затруднительно, поэтому вместо измерения лучше вести речь об оценке либо о вычислении показателей качества с использованием косвенных показателей. Все это обусловило необходимость

создания новых информационных технологий для оценки компетенций/компетентностей студентов (включая технологии измерения отдельных элементов).

В таблицах 1.4–1.6 представлены возможные способы измерения элементов компетентности для выделенных нами подсистем компетентностной модели.

Таблица 1.4

*Предметно-деятельностная (специальная) компетентность*

Компоненты компетентности		Способы измерения
Профессионально важные качества	Физиологические	Экспертное(медицинское) заключение Данные анамнеза Результаты лабораторных исследований Электрофизиологические сигналы Функциональные пробы Самоценка
	Психофизиологические	
	Интегративные психические свойства	Психодиагностическое тестирование
	Личностно-деловые	Экспертное оценивание Самоценка
	Мотивационная сфера Эмоционально-волевая сфера	Психодиагностическое тестирование Экспертное оценивание
Профессиональные знания, умения, навыки	Теоретические знания	Оценки (рейтинг) по учебным дисциплинам Педагогическое тестирование
	Практические знания (опыт использования)	Экспертное оценивание Педагогическое тестирование Анализ результатов деятельности
	Инновационный и научный потенциал	
Интеллектуальная компетентность	Психометрический интеллект	Психодиагностическое тестирование
	Креативность (творческие способности)	Анализ результатов деятельности
Инновационный и научный потенциал		Экспертное оценивание Анализ результатов деятельности

Таблица 1.5

*Социальная компетентность*

Компоненты компетентности		Способы измерения
Толерантность и навыки межличностного общения	Толерантность	Психодиагностическое тестирование Экспертное оценивание Анкетирование Самоценка
	Стиль поведения в конфликтных ситуациях	
Правовая компетентность	Мотивационная сфера	Психодиагностическое тестирование Экспертное оценивание
	Эмоционально-волевая сфера	
Предпринимательские способности	Теоретические знания	Оценки (рейтинг) по учебным дисциплинам
	Практические знания (опыт использования)	Экспертное оценивание Анализ результатов деятельности
	Личностные качества, способствующие успешной предпринимательской деятельности	Психодиагностическое тестирование

Как видно из таблиц 1.4–1.7, при решении задач анализа и оценки компетентности студентов на базе построенной модели возникает проблема разнотипности данных. Это связано с тем, что исходные признаки измерены в разных шкалах (номинальной, порядковой и количественных шкалах).

Таблица 1.6

*Ценностно-смысловая компетентность*

Компоненты компетентности		Способы измерения
Культурная компетентность	Теоретические знания	Оценки (рейтинг) по учебным дисциплинам (культурология и др.). Экспертное оценивание. Анкетирование. Самоценка
	Практические знания	
Сформированность ценностно-смысловой и мотивационной сферы	Предпрофессиональная картина мира. Основные ценности и мотивы, связанные с будущей профессиональной деятельностью	Психодиагностическое тестирование. Экспертное оценивание
Потребность непрерывного обучения	Личностные качества, определяющие данный компонент компетентности	Экспертное оценивание. Анализ результатов деятельности. Психодиагностическое тестирование

Таблица 1.7

*Информационно-коммуникационная компетентность*

Компоненты компетентности		Способы измерения
Информационно-технологическая компетентность	Теоретические знания Практические знания (опыт использования)	Оценки (рейтинг) по учебным дисциплинам Экспертное оценивание Анализ результатов деятельности
Коммуникация на родном языке		
Коммуникация на иностранном языке		

Поскольку над шкалами отношений и интервалов можно производить определенные математические преобразования, то их еще принято называть сильными или количественными шкалами. Шкалы порядка и наименований менее информативны и отражают качественные свойства и их обычно называют слабыми или качественными шкалами.

Существуют процедуры для случаев, когда одни признаки измерены в одной шкале, а другие – в другой. Типичным примером является обычный дисперсионный анализ, в котором факторы измеряются в номинальной шкале, а соответствующие их комбинациям отклики – в интервальной.

Тем не менее, большинство разработанных в настоящее время методов обработки экспериментальных данных рассчитано на анализ информации, представленной в количественной форме. При анализе результатов исследований в слабоструктурированных областях знаний применение аппарата математической статистики приводит к усреднению характеристик исследуемого объекта. За усреднением исчезают индивидуальные качества объектов, что приводит к снижению эффективности математического анализа. Чтобы иметь возможность применять эти методы в случае разнотипных данных, используются различные приемы их унификации.

При решении слабоструктурированных задач (к которым относится и оценка компетентности) требование жесткой эквивалентности (элемент либо принадлежит к классу, либо нет) не выполняется. Возникает необходимость рассмотрения случаев, когда элемент может одновременно принадлежать к двум и более классам. Для описания таких ситуаций разработаны два подхода.

Первый состоит в учете того, что распределения вероятностей классифицируемых переменных могут перекрываться. Принимая решение о принадлежности величины к тому или другому классу, мы рассекаем область значений переменной на четкие классы, в результате чего появляются вероятности ошибок. Второй подход основан на теории расплывчатых (нечетких) множеств. В этой теории принадлежность к классу описывается функцией принадлежности, которая характеризует степень уверенности, с которой мы относим объект к определенному классу.

Таким образом, при решении задачи оценки компетентности возникает проблема разнотипности и нечеткости показателей, характеризующих компоненты компетентности. Возможными путями решения данной проблемы является применение методов нечетких множеств и унификации данных.

Кроме того, на основе анализа данных, представленных в табл. 1.4–1.7, можно сделать вывод о том, что все методы измерения компонентов компетентности образуют 3 большие группы:

1. традиционные измерительные процедуры (измерение физиологических и психофизиологических показателей, а также определения рейтинга студентов по результатам учебной деятельности);
2. технологии тестирования (педагогическое и психодиагностическое тестирование);
3. методы экспертного оценивания (включая экзаменационные оценки и итоговый рейтинг по учебным дисциплинам).

Особенности применения данных методов и предлагаемые нами процедуры измерения и оценки компетентности представлены в главе 2.

### **Выводы по главе 1**

1. На основе анализа работ отечественных и зарубежных исследователей по проблемам компетентности (в том числе по развитию компетентностного подхода в образовании) определена специфика понятий «компетенция» и «компетентность». Выделено 2 основных класса компетенций: ключевые и специальные. Дано определение ключевых компетенций и сформулированы их отличия от специальных компетентностей.

2. Обоснована необходимость использования системного подхода и акмеологической концепции развития профессионала для решения задач исследования и оценки компетентности специалиста (в том числе студентов и выпускников технического университета).

3. На основе анализа существующих моделей компетентности специалиста с высшим образованием. Установлено, что в практике европейского профессионального образования различают 4 модели компетенций:

- МК1 – в основе лежат идеи профотбора;
- МК2 – особое внимание уделяется освоению человеком стандартных процедур и операций;
- МК3 – оценка компетентности осуществляется на основе анализа результатов производственной деятельности;
- МК4 – в основе лежат требования «потребителя» к специалисту с высшим образованием.

4. Среди отечественных моделей компетентности особо следует выделить модель Зимней, раскрывающей содержание ключевых компетенций, а также модели А.Г. Татура и В.И. Байденко, позволяющие связать содержание компетенций с содержанием ГОСов для специальностей технического университета. Сделан вывод о необходимости интегрировать подходы, реализованные как в отечественных, так и европейских моделях при разработке модели компетентности студентов и выпускников технического университета.

5. Установлено, что на сегодняшний день нет единого подхода к решению задачи оценки компетентности специалистов; большая часть методов и методик носит описательный и узконаправленный характер. Попытки введения комплексных оценок компетентности сводятся к формальному объединению отдельных характеристик компетентности в единый показатель (без достаточного математического обоснования).

6. Построена модель состава компетентности студентов как база для дальнейших исследований. Выделены основные компоненты компетентности студентов инженерно-технического профиля, сформирован набор показателей для каждого из компонентов. Сформулированы основные прикладные задачи, связанные с оценкой компетентности:

- разработка системы показателей для измерения компонентов и элементов компетентности;
- формирование норм (и эталонов) для вычисления уровня обладания различного вида компетентностями;
- разработка интегральных показателей для оценки основных четырех подсистем компетентности и уровня компетентности специалиста с высшим техническим образованием
- разработка процедур принятия решения для задач, связанных с конкурсным отбором.

7. Определены основные проблемы, методы и подходы для их решения: тестовые технологии, методы экспертного оценивания, методы мягких вычислений, методы многомерного анализа данных.

8. Выявлены особенности измерения компонентов компетентности и определены методики для их измерения при использовании сформированного набора акмеологических показателей. Установлено, что в данном случае используются различные типы измерительных шкал, для каждой из которых существуют специфические особенности обработки и анализа данных.

9. Сделан вывод о необходимости разработки методов оценки компетентности с учетом разнотипности и нечеткости показателей, входящих в состав модели компетентности. Показано, что возможными путями решения данной проблемы является применение методов нечетких множеств и унификации данных (т. е. учет особенностей обработки данных для каждой из измерительных шкал).

## ГЛАВА 2

### РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

#### 2.1. Технологии оценки компетентности на основе результатов тестирования

##### 2.1.1. Особенности педагогического и психодиагностического тестирования

Для получения научной информации об индивидуально-психологических особенностях людей создаются разные по форме, по содержанию и по психологической направленности тесты, которые в зависимости от того, как их используют, могут принести пользу или настоящий вред [92].

**Психологический тест** – (от англ. test – проверка) система тестовых заданий, позволяющих измерить уровень развития определенного психологического качества (свойства, особенности) личности.

**Психологическое тестирование** – метод психологической диагностики, использующий стандартизированные тесты, имеющие определенную шкалу значений. Различают психологическое и педагогическое тестирование. **Психологическими тестами** следует считать только тесты, направленные на измерение психических свойств.

В табл. 2.1 представлена информация об особенностях некоторых психологических тестов в соответствии с видами тестов, выделенных

А. Анастаси в [5], и определены компоненты компетентности, которые могут быть измерены с помощью данных тестов.

Таблица 2.1

*Примеры использования психодиагностических тестов  
для измерения компонентов компетентности*

Виды психологических тестов	Примеры	Представление результатов	Измерение компетентности	
			Подсистемы	Компоненты
Тесты способностей	Шкала интеллекта Амтхауэра Дифференциальные шкалы способностей	Значения различных шкал в условных единицах (баллах)	Специальная	Профессионально важные качества

Окончание табл. 2.1

Виды психологических тестов	Примеры	Представление результатов	Измерение компетентности	
			Подсистемы	Подсистемы
Тестирование личности	Опросы мнений и шкалы аттитюдов	Стандартизированные показатели и личностные профили	Ценностно-смысловая	Сформированность ценностно-смысловой сферы
	16 факторный Опросник Кеттела		Специальная	Профессионально важные качества
	Локус Контроля	Шкалы интернальности – экстернальности	Социальная	
	Опросник «Мотивационная сфера личности»	Стандартизированные показатели и личностные профили	Ценностно-смысловая	Сформированность мотивационной сферы
Методики определения стилей и типов	Индикатор типов Майерс–Бригс	16 типов личности на основе 4-х биполярных шкал	Специальная	Профессионально важные качества
	Тесты для определения когнитивных стилей: тест Уиткина; тест Кагана; тест Струпа.	Время выполнения различных заданий теста и относительные показатели этих величин	Специальная	Профессионально важные качества
Проективные методики	Тест Люшера. Тест МЦВ	Относительные показатели на основе порядка цветовых выборов	Специальная	Профессионально важные качества
	Вербальные. Рисуночные. Биографические	Преимущественно качественные характеристики; реже – формальные количественные показатели на основе субъективных оценок эксперта-психолога	Ценностно-смысловая	Сформированность ценностно-смысловой сферы
Методики психологической оценки	Семантический дифференциал	Значения трех основных факторов: (оценки; силы; активности), полученных на основе факторного анализа	Ценностно-смысловая	Сформированность ценностно-смысловой и мотивационной сферы

Более подробно вопросы, связанные с использованием различных видов психологических тестов в задачах измерения и анализа элементов и компонентов компетентности рассмотрены в п. 2.1.3.

В педагогике тесты используются для оценки уровня знаний, умений, навыков учащихся. **Педагогический тест** – это кратковременное, технически сравнительно просто обставленное испытание, проводимое в равных для всех испытуемых условиях и имеющее вид такого задания, решение которого поддается количественному учету и служит степени развития к данному моменту известной функции у данного испытуемого. Педагогический тест – это совокупность заданий возрастающей трудности специфической формы, позволяющая качественно оценить структуру и измерить уровень знаний и умений учащихся [2, 59].

По принятой в отечественной и зарубежной научной литературе [1, 5] классификации тестовых заданий выделяют 4 вида заданий.

1. Задания закрытой формы (с множественным выбором), в которых студенты выбирают правильный ответ из данного набора ответов;
2. Задания на дополнение (открытое задание), требующие при выполнении от студента самостоятельного получения ответов;
3. Задания на установление соответствия (с множественным выбором), выполнение которых связано с выявлением соответствия между элементами двух множеств.
4. Задания на установление правильной последовательности, в которых от студента требуется указать порядок действий или процессов.

**Педагогическое тестирование** – это специально разработанная научно оптимизированная аттестационная процедура, позволяющая максимально объективно оценивать уровень достижений человека и выражать эти возможности количественно в форме чисел.

В данной работе разработаны алгоритмы и их программная реализация для решения задач измерения элементов и компонентов компетентности на основе результатов педагогического и психологического тестирования [25].

### ***2.1.2. Применение тестовых методов для измерения и оценки специальной компетентности (педагогическое тестирование)***

Тестирование на основе компьютерных технологий официально признано основным средством диагностики качества знаний в проекте Федерального закона «О государственном образовательном стандарте основного общего образования». Современный уровень развития вычислительной техники и внедрение компьютеров в учебный процесс делают возможным автоматизацию тестового контроля [81, 82, 87, 116].

В настоящее время существует огромное количество компьютерных программ, разработанных для контроля знаний студентов.

**Обучающие программно-инструментальные средства**, например такие как: АДОНИС (НПФ «Росфайл», Москва); СЦЕНАРИЙ (Институт имитационных технологий, С.-Петербург); АОСМИК-РО (МИФИ, Москва); УРОК (НПФ «Дисофт», Москва).

**Универсальные контролирующие системы:** АСКО (ГМНТ «НИТ», Москва); АВТОКОНТРОЛЬ (Исследовательский центр, Москва); Autoscontrol («БИТ», Москва – Зеленоград).

**Специализированные для тестового контроля оболочки:** АИСТ (Исследовательский центр, Москва); ТЕСТ (Исследовательский центр, Москва); ТЕСТ («КИТ», Москва). Среди зарубежных систем можно отметить такие как TOOLBOOK (Asymmetric), LINKWAY (IBM), QUEST (Alien Communication), TEACHCAD (IST).

Преимуществом разработанной нами компьютерной программы контроля знаний (по сравнению с существующими аналогами) является ее целостность с системой в целом. Программа включает два блока – конструктор тестов (с возможностью построения заданий всех перечисленных выше форм) и анализатор результатов тестирования, включающий модуль статистической обработки [12].

### **Использование моделей Раша и Бирнбаума для оценки параметров педагогического теста**

Наряду с задачей автоматической генерации всех возможных форм тестовых заданий, важной задачей при конструировании педагогических тестов является оценка качества разработанных тестов.

Успех участника тестирования в решении определенного тестового задания зависит, в основном, от двух факторов: трудности задания и подготовленности испытуемого [2]. При этом только в тривиальной ситуации можно утверждать наверняка, что определенный человек решит определенное задание верно (неверно). В общем случае успех в решении имеет вероятностный характер и, следовательно, можно говорить о его количественном измерении некоторым числом  $p$ . Таким образом, вероятность того, что определенный участник тестирования верно решит определенное задание, представляет собой функцию успеха [87] двух аргументов – уровня подготовленности испытуемого  $s$  и уровня трудности данного задания  $t$

$$P = p(s,t) = p_1(\xi), \text{ где } \xi = s/t \quad (2.1)$$

Переменные  $s$  и  $t$  *латентные* параметры.

$$\lim_{\xi \rightarrow 0} p_1(\xi) = p_1(0) = 0,$$

что делает безнадежным успех абсолютно неподготовленного участника тестирования;

$$\lim_{\xi \rightarrow \infty} p_1(\xi) = 1,$$

что гарантирует успех участнику тестирования, уровень подготовленности которого во много раз превышает трудность задания;

$$p_1(1) = 0.5,$$

то есть максимальная неопределенность в предсказании результата выполнения задания должна быть в том случае, когда уровень подготовленности участника совпадает с трудностью задания,  $t = d$ .

Простейшая модель вероятности успеха, представляющая собой однородную функцию 1-го порядка, предложена датским математиком Рашем (G. Rasch) [87] и имеет вид

$$p = p(s, t) = \frac{s}{s + t} = \frac{\frac{s}{t}}{1 + \frac{s}{t}} = \frac{\xi}{1 + \xi} \quad (2.2)$$

Эта функция позволяет наглядно интерпретировать процесс выполнения задания трудности  $t$  участником тестирования с уровнем подготовленности  $s$  с помощью вероятностной модели  $\ln s = \theta$ ,  $\ln t = \delta \Rightarrow s = e^\theta$ ,  $t = e^\delta$  (2.3)

При этом функция успеха (2.3) принимает вид [87]

$$p = \frac{e^\theta}{e^\theta + e^\delta} = \frac{1}{1 + e^{\delta - \theta}} \quad (2.4)$$

и называется основной логистической моделью Раша.

Здесь  $p$  – вероятность того, что участник тестирования с уровнем подготовленности  $\theta$  правильно выполнит задание трудности  $\delta$ . Очевидно, что аргументы  $\theta$  и  $\delta \in (-\infty; \infty)$  и измеряются одной и той же шкалой с единицей измерения один логит. Вероятность успеха зависит только от одного параметра – разности  $(\theta - \delta)$ , и потому модель (2.4) является *однопараметрической* [87].

При этом

$$\lim_{(\theta - \delta) \rightarrow +\infty} p = 1, \quad (2.5)$$

$$p = 0,5, \text{ если } \theta = \delta.$$

Поскольку в известных нам компьютерных системах педагогического тестирования не предусмотрена реализация данной модели, было разработано соответствующее программное обеспечение [20].

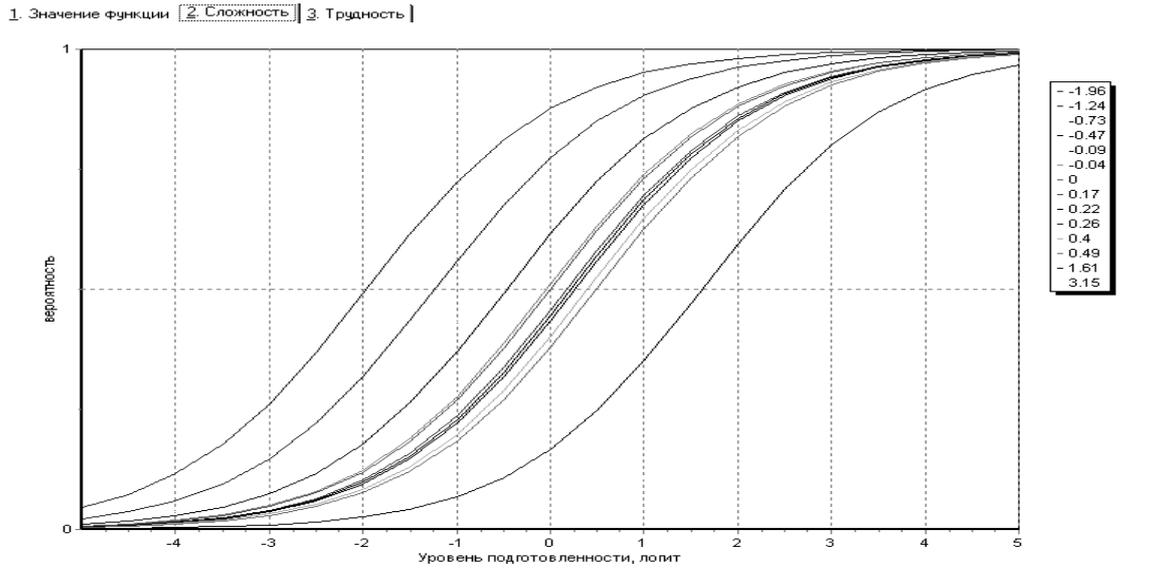


Рис. 2.1. Характеристические кривые трудности заданий теста по модели Раша

На рис. 2.1. представлен результат обработки тестирования по дисциплине «социология» студентов IV курса факультета автоматики и вычислительной техники Томского политехнического университета (АВТФ ТПУ) с использованием модели Раша. Тест содержит 13 заданий  $X_i$ .

Характеристические кривые демонстрируют вероятность правильного ответа на задание определенного уровня сложности  $\delta$  испытуемым с уровнем подготовки  $\theta$ . По построенным графикам определяется трудность задания. В данном случае наиболее трудным по отношению к остальным оказалось задание, имеющее уровень трудности 2.15, а самым легким – с уровнем трудности  $-1.96$ .

Формулу Раша (2.4) для условной вероятности правильного выполнения  $j$ -го задания теста испытуемыми с различными значениями  $\theta$  в случае двухпараметрической модели А. Бирнбаума [87] можно переписать в виде

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-a_j(\theta_i - \delta_j)}}, \quad (2.6)$$

где кроме прежних обозначений вводится новое  $a_j$  для 2-го параметра  $j$ -го задания теста.

При геометрической интерпретации 1-й параметр  $\delta_j$  можно рассматривать как характеристику положения кривой  $j$ -го задания относительно оси  $\theta$ . Вторым параметр  $a_j$  связан с крутизной кривой задания в точке ее перегиба. А именно значение  $a_j$  прямо пропорционально тан-

генсу угла наклона касательной к характеристической кривой задания теста в точке  $\theta = \delta_j$ . Это означает, что более крутые кривые соответствуют большим значениям  $a_j$ , соответственно для пологих кривых  $a_j \rightarrow 0$ . Таким образом, значения  $a_j$ , близкие к нулю, соответствуют случаю, когда испытуемые с разными уровнями подготовки правильно отвечают на  $j$ -е задание с приблизительно равной вероятностью, что, естественно, противоречит ожидаемым прогнозам разработчика теста. Эти задания оказываются бесполезными при дифференциации испытуемых группы по оцениваемому параметру, так как они не несут информации об индивидуальных различиях учащихся.

Еще более бесполезны задания с отрицательными значениями  $a_j$ , на них отвечают правильно с большой вероятностью испытуемые с низким уровнем подготовки, а для знающих учеников с большими значениями  $\theta$  вероятность правильного ответа стремится к нулю. Число заданий в тесте должно сокращаться в первую очередь за счет устранения таких неудачных заданий даже в том случае, когда другие их характеристики устраивают разработчика теста. Как правило, такое сокращение приводит к повышению надежности и валидности теста.

Проведенный анализ выявляет роль параметра  $a_j$  при дифференциации испытуемых. Соответственно параметр  $a_j$  получил название дифференцирующей способности  $j$ -го задания теста. Формула для оценки параметра дифференцирующей способности заданий имеет вид [87].

$$a_j = \frac{r_{bis_j}}{\sqrt{1 - (r_{bis_j})^2}} \quad (2.7)$$

где  $r_{bis}$  – бисериальный коэффициент корреляции  $j$ -го задания (определяется в соответствии с [2]).

Теоретически значения параметра  $a_j$  могут изменяться в интервале  $(-\infty, +\infty)$ , но практически далеко не все эти задания можно включать в тест. Анализ характеристических кривых заданий одинаковой трудности, но разной крутизны позволяет отобрать лучшие задания и определить разумные границы интервала для значений параметра  $a_j$ .

Отбор заданий с большими значениями  $a_j$  является одним из важных принципов при конструировании нормативно-ориентированного теста. Минимизация длины теста за счет удаления части лишних заданий равной трудности строится на сравнительном анализе крутизны характеристических кривых с одинаковой точкой перегиба. Процесс минимизации позволяет выделить одно наиболее эффективное задание с наибольшим значением параметра  $a_j$ . На практике рекомендуется, как правило, оставлять задания со значениями  $a_j$ ,

лежащими в интервале (0,5; 2,5) [87]. Значение  $a_j = 1$  соответствует однопараметрической модели Г. Раша.

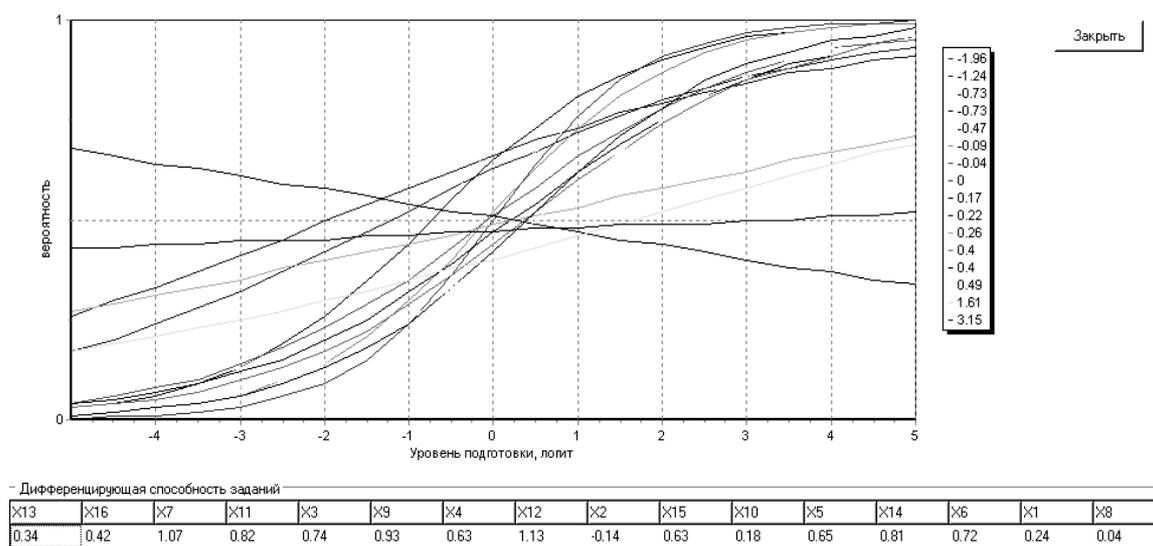


Рис. 2.2. Характеристические кривые трудности заданий теста по модели Бирнбаума

На рис. 2.2. представлены результаты обработки данных тестирования студентов по модели Бирнбаума.

Применение модели Бирнбаума для анализа трудности заданий в данном случае позволяет сделать следующие выводы.

Большинство заданий теста имеют высокую дифференцирующую способность, однако они неравномерно расположены относительно оси подготовленности  $\theta$  (что свидетельствует об их однородности относительно показателя трудности и нарушает постулат о том, что тест – система заданий нарастающей сложности). Следовательно, необходимо некоторые задания исключить из теста. Предполагается исключить самые легкие и самые сложные задания, а также задания, имеющие идентичный показатель трудности. Для этого необходимо определить дифференцирующую способность каждого задания.

Построение модели Бирнбаума позволяет решить задачу определения дифференцирующей способности заданий теста. В данном эксперименте одинаковую трудность имеют задания X11 и X7; X14 и X5. Рекомендуется исключить из теста: задания X11 (т. к.  $a_{X11} < a_{X7}$ ) и X5 (т. к.  $a_{X5} < a_{X14}$ ); задание X2 ( $a_{X2} < 0$ ); задания X8 ( $a_{X8} = 0.04$ ); X10 ( $a_{X10} = 0.18$ ); X1 ( $a_{X1} = 0.24$ ); X13 ( $a_{X13} = 0.34$ ).

Таким образом, необходимо разработать новые тестовые задания и включить их в тест.

Система тестирования, основанная на логистических моделях Раша и Бирнбаума, обладает важными достоинствами, среди которых, прежде всего, необходимо отметить следующие.

1. Превращение измерений, сделанных в дихотомических и порядковых шкалах в линейные измерения, в результате качественные данные анализируются с помощью количественных методов. Это позволяет использовать широкий спектр статистических процедур.

2. Оценка трудности тестовых заданий не зависит от выборки испытуемых, на которых была получена, и аналогично оценка уровня знаний испытуемых не зависит от используемого набора тестовых заданий.

3. Пропуск данных для некоторых комбинаций (испытуемый – тестовое задание) не является критическим.

Сама система тестирования достаточно проста, по сравнению с другими аналогичными системами она характеризуется наименьшим числом параметров – только один параметр уровня знаний для каждого испытуемого и только один параметр трудности для каждого задания.

Модели опираются на четкие и конструктивные понятия «трудность задания» и «уровень знаний». Так, одно задание считается более трудным, чем другое, если вероятность правильного ответа на первое задание меньше, чем на второе, независимо от того, кто их выполняет. Аналогично, более подготовленный студент имеет большую вероятность правильно ответить на все задания, чем менее подготовленный.

Благодаря простой структуре модели существуют удобные вычислительные процедуры для многоаспектной проверки адекватности модели: для всего набора тестовых результатов, для каждого испытуемого, для каждого задания и для каждого конкретного ответа. Следует отметить, что основным достоинством расчета функции успеха по моделям Раша и Бирнбаума является возможность проводить параметризацию педагогического теста и оценивать его эффективность.

### **Алгоритм оценки параллельности тестовых заданий**

При решении задачи контроля остаточных знаний наряду с оценкой качества тестовых заданий возникает еще одна проблема (оценка параллельности вариантов теста), связанная с необходимостью разработки равноценных вариантов заданий. Был разработан алгоритм [77], включающий 3 различных критерия и состоящий из следующих этапов.

1. Расчет стандартных значений уровня трудности заданий с использованием специализированного программного обеспечения LogitModels [20].

2. Систематизация результатов стандартных значений уровня трудности в виде матриц средних значений уровня трудности по заданиям тестов или по вариантам теста.

3. Проверка параллельности вариантов теста по критериям:

1) коэффициент вариации средних стандартных значений уровня трудности вариантов, где критерием параллельности вариантов является значение коэффициента вариации  $Cv < 25\%$ ; 2) корреляционный анализ средних стандартных значений уровня трудности заданий и средних стандартных значений уровня трудности вариантов, где сравнительным критерием является коэффициент корреляции  $r_j \rightarrow 1$ , что говорит о сильной положительной связи вариантов; 4) анализ результатов кластеризации.

В [20] продемонстрирована эффективность предложенного алгоритма на примере анализа тестовых заданий по высшей математике для студентов первого курса.

Применение данной методики на этапе разработки контрольно-измерительных материалов для оценки знаний студентов позволит повысить объективность этой оценки.



Рис. 2.3. Структурная схема алгоритма оценки параллельности вариантов теста

### **2.1.3. Применение психодиагностического тестирования для измерения и оценки компонентов компетентности**

Вернемся к модели компетентности, представленной в главе 1. Необходимость применения методов психодиагностического тестирования для измерения элементов компетентности возникает при анализе любой из выделенных подсистем. Например, для подсистемы «Специальная компетентность» – это профессионально важные (ПВК) и профессионально значимые (ПЗК) качества.

При работе с психодиагностическими тестами необходимо учитывать специфику как их проведения, так и обработки и анализа результатов тестирования. Эти особенности обусловлены типом психодиагностической методики. Остановимся на этих особенностях более подробно.

На сегодняшний день существует несколько классификаций психологических методик. Чаще всего выделяют четыре основных типа [5]: тесты, опросники и анкеты, проективные тесты; психофизиологические методики.

Этой классификации мы будем придерживаться в дальнейшем изложении, хотя она и не охватывает всех типов методик.

**Тесты – краткое, стандартизированное, обычно ограниченное во времени психологическое испытание, предназначенное для установления в сравниваемых величинах межиндивидуальных различий.** Их применяют главным образом для изучения познавательных процессов, восприятия, мышления, памяти и т. п.

**Опросники и анкеты обычно предназначены для описания и оценки человеком самого себя.** Опросники используются для диагностики черт психики, о которых нельзя узнать с помощью тестирования (в социальной психологии, изучается мотивации человека, его установки и прочее).

**Анкета – это вопросник, содержание которого и способ ответа на вопрос чаще всего заранее планируются.** По форме **опросники** могут быть **открытыми** (предполагаются ответы в свободной форме) и **закрытыми** (ответы: да, нет, не знаю или иного типа).

**Методики проективной техники** иногда называют тестами, имея в виду широкое понимание слова «тест» (испытание, проба). **Проективные методики не адресуются познавательной стороне психики и предназначены для диагностики личности.** В них испытуемым предлагается реагировать на неопределенную (многозначную) ситуацию, например, дать толкование фигур или пятен неопределенных очертаний (тест Роршаха), интерпретировать содержание сюжетной картинки (тест тематической апперцепции – ТАТ), нарисовать челове-

ка или животное и т. д. Предполагается, что характер ответов испытуемого и его реакции выявляют особенности его личности, которые дают проекцию в его ответах.

**Проективный тест** – совокупность методик целостного изучения личности, основанного на психологической интерпретации результатов проекции; тесты, служащие для определения личностных особенностей посредством фиксации реакций на неопределённые и многозначные ситуации. Проективные тесты не ориентированы на оценку и в этом смысле не могут считаться стандартизованными. Ответы испытуемых не оцениваются как правильные или неправильные, а показатели – как высокие или низкие. Тесты направлены на иное: они выявляют качественные особенности личности, не оцениваемые по каким-либо критериям.

Ответы на задания проективных тестов допускают очень широкий диапазон значений, поэтому очень большую роль при интерпретации играют качественные заключения психолога, который рассматривает ответы как проекции на неопределённые ситуации устойчивых особенностей испытуемого.

Субъективность интерпретации – одна из проблем проективного тестирования. В работе на основе проективных методик оценивается ряд компонентов компетентности. При этом проблема субъективности интерпретации результатов тестирования решается за счет использования разработанных компьютерных психодиагностических программ [12, 13, 15, 23].

**Психофизиологические методики** выявляют формально-динамические особенности психики и поведения человека. Согласно сложившимся в современной дифференциальной психофизиологии представлениям (теории Б.М. Теплова, В.Д. Небылицына и др.), индивидуальная выраженность динамических характеристик психической деятельности (быстрота, темп, выносливость, работоспособность и т. д.) определяются основными свойствами нервной системы.

Особенность психофизиологических методик – доступность их применения и в учебной деятельности, и на производстве, возможность компьютеризации некоторых методик.

Для измерения элементов компетентности, входящих в состав нашей модели, необходимо использование всех четырех типов методик. В качестве примера приведем схему психодиагностического тестирования для оценки профпригодности выпускников физико-технического факультета ТПУ [39] (рис. 2.4). Примем данную схему в качестве основы для определения элементов подсистемы «Специальная компетентность» для выпускников любой специальности инженерно-технического профиля.

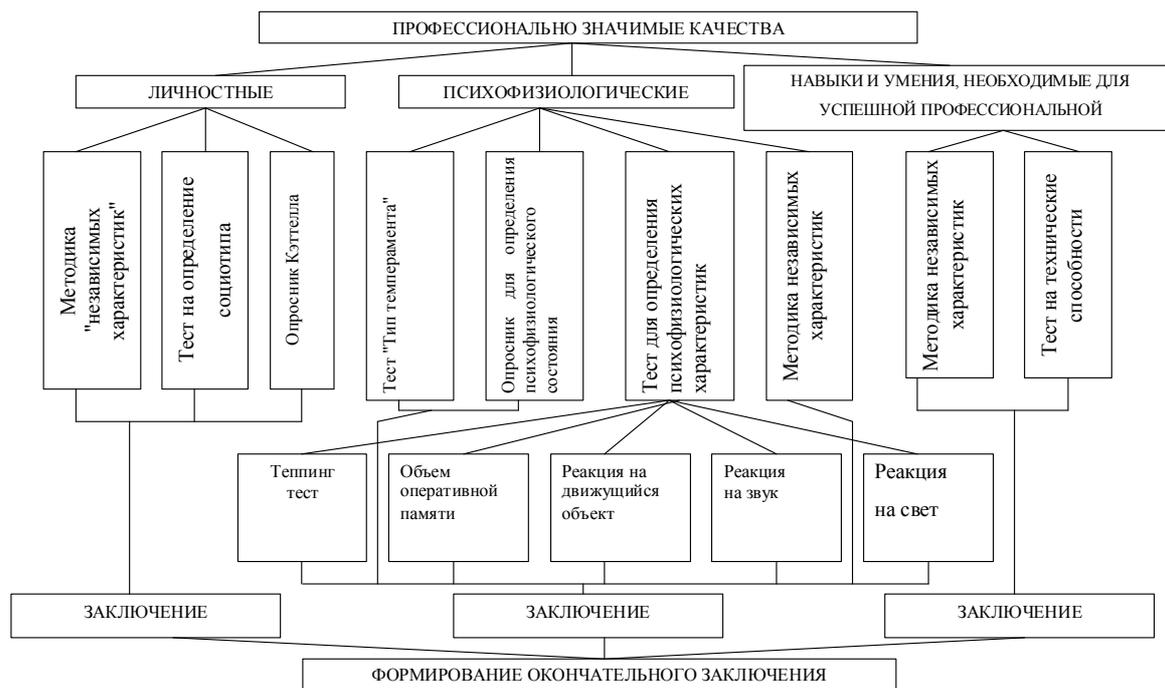


Рис. 2.4. Обобщенная схема психодиагностического тестирования

Многолетний опыт работы с различными типами психологических тестов на базе лаборатории компьютерной психодиагностики ТПУ [12] позволил сделать следующие выводы:

- при разработке алгоритмов анализа и обработки результатов психологического тестирования необходимо учитывать тип шкалы (номинальная, ранговая, интервальная или отношений) в которой измерены результаты теста;
- при разработке компьютерных версий необходимо на первом этапе разработать алгоритмы для стандартизации процедуры обработки результатов тестирования и алгоритмы для представления психодиагностического заключения не только в вербальной форме, но и в виде некоторых формальных показателей (номинальных или ранговых переменных).

### Семантический дифференциал

Следует отметить, существование еще целой серии методик, основанных на методах многомерного шкалирования. Одна из наиболее широко распространённых методик такого типа – так называемый семантический дифференциал Ч. Осгуда [5]. Это, по сути не одна методика, целая технология для исследования личностных установок и эмоциональных отношений человека к определённому кругу объектов.

Обычный «семантический дифференциал» (СД) – это несколько семибалльных шкал, нанесённых горизонтально на один бланк. Резуль-

татом тестирования является семантический профиль прошкалированного объекта. При обработке результатов СД возможны два подхода: либо анализировать только профили, либо строить так называемое «семантическое пространство».

Для построения «семантического пространства» производится объединение шкальных оценок по родственным шкалам, входящим в одну и ту же координату (фактор) семантического пространства. Как показали многочисленные факторноаналитические исследования зарубежных и отечественных психологов [7, 46], большинство оценочных шкал объединяются в три сводные оценочные шкалы: «хороший – плохой», «сильный – слабый», «активный – пассивный».

Сходство профилей – это близость определённых точек в семантическом пространстве, её буквально можно увидеть (визуализировать), как можно видеть из примера, приведенного на рис. 2.5. В приведённом примере самой близкой к «идеальной» из всех рассматриваемых профессий для испытуемого оказалась профессия «менеджера». Далее остаётся выяснить, имеются ли у испытуемого реальные профессионально важные качества для того, чтобы претендовать на овладение этими профессиями.



Рис. 2.5. Двумерное семантическое пространство в результате шкалирования профессий по «семантическому дифференциалу»

### Тест конструкторов

Более разнообразные и гибкие техники шкалирования по сравнению с СД собраны под единым названием «ТЕСТ КОНСТРУКТОВ» [60], главная специфика которого – выявление «личностных конструкторов».

тов», то есть персональных шкал, предложенных (сконструированных) самим испытуемым. Первичные данные теста конструкторов имеют вид таблицы (она также называется матрицей, или решёткой): по строкам – конструкторы, по столбцам – объекты, в клетках таблицы – оценки, данные испытуемым. С помощью факторного анализа из каждой такой матрицы можно выделить факторы – конструкторы, объединённые между собой по смысловому сходству.

Для того чтобы построить семантическое пространство по результатам тестов конструкторов, необходимо воспользоваться определёнными компьютерными программами [41].

В [12] представлены результаты исследования компонентов ценностно-смысловой компетентности студентов на основе методов семантического дифференциала и репертуарных решеток.

#### **2.1.4. Выбор психодиагностических методик для оценки и измерения компонентов подсистемы «Профессионально – деятельностная компетентность»**

Как было отмечено в главе 1, состав компонентов подсистемы «Профессионально-деятельностная компетентность» (в отличие от трех остальных подсистем) зависит от специфики будущей профессиональной деятельности студентов. В связи с этим, при выборе инструментария для измерения и оценки элементов и компонентов этой подсистемы целесообразно использовать опыт решения подобных задач, например, задачи психологического отбора.

Психологический отбор обычно проводится для специальностей, предъявляющих реальные требования именно к психическим особенностям людей (например, жёсткие требования к моторным функциям или развитости образного мышления и т. д.) и представляет собой, как правило, процедуру тестологического обследования, в результате которого строится психологический профиль кандидата, отражающий уровень развития определённых профессионально важных индивидуальных или личностных качеств поступающего на работу. Среди специальностей Томского политехнического университета к таким специальностям относятся, например, многие специальности физико-технического и химико-технологического факультетов.

На основе анализа тестовых данных выявляются психологические показания, способствующие или препятствующие быстрому профессиональному развитию личности.

В зависимости от конкретной задачи требования психологического отбора могут повышаться или снижаться. Существует так называемый отбор по максимуму (максимум требований к кандидату), когда значительный конкурс или профессия предъявляют особые требования к психоло-

гической сфере кандидата, и отбор по минимуму, когда нет конкурса (недобор) или профессиональные требования умеренны и для освоения профессии (специальности, должности) требуется лишь нормальное развитие психических свойств, качеств и отсутствие личностных дефектов.

Скажем, кстати, что в настоящее время общепризнано деление профессий на два типа (по К.М. Гуревичу): с абсолютной и относительной профессиональной пригодностью.

Профессии первого типа – с абсолютной пригодностью – предъявляют работнику ряд жёстких требований, которым могут удовлетворять люди, обладающие специальными индивидуальными особенностями. В таких профессиях отсутствие или недостаточная выраженность у исполнителя некоторых профессионально значимых индивидуальных свойств и качеств не могут быть скомпенсированы полностью за счёт хорошего развития других свойств и качеств. Для профессий первого типа необходим специальный профессиональный отбор кандидатов и последующее их обучение.

Профессии второго типа – с относительной профессиональной пригодностью – предъявляют требования, с которыми может справиться каждый человек. Для профессий второго типа профессиональный отбор необязателен: профессионально значимые качества могут быть развиты в ходе обучения и в последующей практической работе.

Среди специальностей Томского политехнического университета имеются профессии как первого, так и второго типа.

Структура психологического профессионального отбора включает: выяснение целесообразности создания системы профотбора кандидатов; чёткое определение конкретных задач профессионального отбора; психологическое исследование деятельности в целях определения профессиональных требований к кандидату; разработку и экспериментальную проверку критериев профессиональной пригодности лиц, прошедших психологическое обследование, и ряд других.

В психологическом отборе методом оценки профессиональной пригодности является психодиагностика.

Наиболее широкое распространение психодиагностические методы нашли в профессиональном отборе и распределении персонала в различных видах трудовой деятельности, протекающей в сложных условиях и требующей от индивида длительного физического и нервного напряжения. Не затрагивая технологию и содержание профессиографической характеристики специалистов инженерно-технического профиля, обратим внимание лишь на ряд моментов, которые обосновывают необходимость профессионального психологического отбора на интересующие нас специальности или должности и подтверждают сложность проблемы.

В [109] предлагается автоматизированная система психодиагностических методов, применяемая при психологическом отборе кадров. Причём психологическое обследование с помощью предлагаемых методов может оказать существенную помощь при принятии решения на любом этапе профессионального отбора: на этапе медицинского отбора с помощью патопсихологических методов можно обнаружить соматическую или психическую патологию и уже целенаправленно провести углублённое обследование с помощью специальных медицинских методов для установления патологии; на этапе психологического отбора можно достаточно быстро определить психологические противопоказания к профессии; на этапе конкурсно-экзаменационного отбора установить интеллектуально – мотивационную готовность к обучению.

Приведенная выше процедура была принята за основу при разработке технологии оценки компонентов предметно-деятельностной компетентности на основе методов психологического тестирования.

На основе анализа результатов проведенных исследований, а также работ отечественных и зарубежных авторов был сформирован психодиагностический инструментарий (для измерения компонентов как для подсистемы «Профессионально-деятельностной компетентности», так и для других подсистем, выделенных в принятой компетентностной модели (пример – в табл. 2.2).

Таблица 2.2

*Измерение интегративных психических свойств личности*

Психические свойства личности	Психодиагностическая методика	Измеряемая (анализируемая) величина	Тип измерительной шкалы
Импульсивность-рефлексивность	Тест Кагана	Время первого ответа Количество ошибок	Шкала отношений
Гибкость-ригидность	Тест Струппа	Время чтения текстовой карты	
Интерферируемость		Время чтения цветовой карты Время чтения конфликтной карты Соотношение временных показателей	
Синтетичность – аналитичность	Тест Колги	Количество выделяемых испытуемым групп объектов	
Полезависимость-полнезависимость	Тест Уиткина	Соотношение и время поиска фигур в 1-й и 2-й части теста	
Обучаемость			

Локус контроля		Тестовый балл	Интервальная
Тип темперамента	Тест Айзенка	Тестовый балл	
	Экспресс опросник	Тип темперамента	Номинальная
Экстраверсия-интроверсия	Тест Кейрси	Тестовый балл	Интервальная
Логика-этика			
Рациональность – иррациональность			
Интуиция – сенсорика			

На рис. 2.6. приведена схема программного комплекса для компьютерного психологического тестирования, который может быть использован не только для определения компонентов и элементов компетентности студентов, но и для широкого круга задач компьютерной психодиагностики.

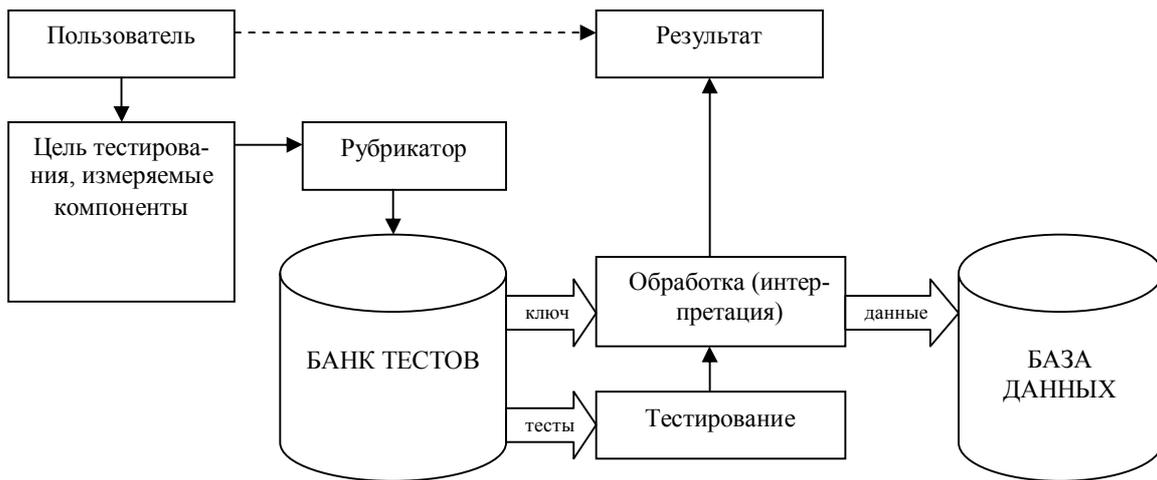


Рис. 2.6. Схема компьютерного психологического тестирования для определения компонентов и элементов компетентности

### 2.1.5. Разработка компьютерных версий проективных методик

Как показано выше, в качестве элементов интеллектуальной компетентности могут быть использованы показатели теста Торренса. Трудоемкость обработки результатов тестирования по данному тесту обусловила необходимость разработки компьютерной программы для их обработки и анализа.

Основываясь на понимании функционирования интеллекта как интегрального процесса, и учитывая влияние различных форм понятийного мышления на некоторые характеристики сенсорно-перцептивной сферы

для компьютерной реализации нами был использован модифицированный вариант методики Торренса, предложенный М.А. Холодной [111]. В отличие от стандартного варианта методики [148] модифицированный вариант предоставляет более широкие возможности для оценки творческих способностей и особенностей познавательной деятельности студентов. Например, имеется возможность исследовать особенности «эффекта когнитивной интегрированности», и «продуктивность познавательной деятельности в условиях работы с перцептивными стимулами» [111, 112].

Согласно описанию М.А. Холодной, процедура проведения обследования аналогична стандартному варианту методики Торренса в плане предъявления инструкции, сохранены графические стимулы. Многократное предъявление стимула до полного отказа испытуемого находить новые варианты завершения и названия стимула стимулировало обследуемого постоянно преодолевать ригидность мышления и выдвигать разнообразные идеи. Модифицированный вариант объединяет диагностику интеллектуальных особенностей в вербальной и наглядно-образной сфере. Как и многие другие проективные методики, тест Торренса основан на интерпретации графических стимулов, преобразованных испытуемым.

Для оценки особенностей познавательной деятельности в рамках этого теста используются перечисленные ниже показатели:

- Количество рисунков (преобразованных графических стимулов) – KR.
- Категориальная гибкость (или количество используемых категорий) – KK.
- Оригинальность (или творческая активность) – OR.
- Степень преобразования стимула (или перцептивная активность) – PS.
- Конструктивная активность КА.

Основная сложность при обработке результатов теста Торренса состоит в интерпретации и оценке каждого из преобразованных графических стимулов.

Задание значений показателей KR, PS, КА, KK и OR осуществляется с помощью диалоговых окон, вид которых представлен на рис. 2.7–2.9.

Значения показателя OR зависят от частоты встречаемости подобных рисунков в аналогичной выборке испытуемых. Был составлен атлас типичных рисунков (рис. 2.10–2.14) и получены данные о частоте их встречаемости у абитуриентов и студентов технического университета [12, 15].

ПОКАЗАТЕЛИ KR, PS

КОЛИЧЕСТВО РИСУНКОВ, KR

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТИМУЛА, PS

КОНСТРУКТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ, КА

<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

ИНФОРМАЦИЯ      СОХРАНИТЬ ДАННЫЕ

НАЗАД      ДАЛЕЕ

Рис. 2.7. Вид диалогового окна для задания значений показателей KR, PS, КА

КАТЕГОРИИ

1. Человек
2. Животное
3. Растение
4. Природные явления
5. Транспортные средства
6. Жилища
7. Инструменты, приборы
8. Предметы домашнего обихода
9. Одежда
10. Обувь
11. Пища
12. Спорт
13. Средства информации, сигналы
14. Учеба
15. Технические сооружения
16. Космические объекты
17. Геометрические фигуры
18. Мебель
19. Посуда
20. Музыка
21. Учреждения
22. Строительные сооружения
23. Емкости
24. Игры (игрушки и т.д.)
25. Машина, механизм
26. Анатомия человека
27. Оружие
28. Источники света
29. Микроструктура объекта
30. Материалы (дерево, бетон и др.)
31. Канцелярские принадлежности
32. Физические явления
33. Изображения
34. Медицина
35. Фантастические существа
36. Знаки, символы, цифры
37. Модели, планы, графики
38. Человеческие ощущения (грусть, страх и т.д.)
39. Технические средства
40. Денежные знаки
41. Места лишения свободы
42. Абстрактные понятия
43. Предметы охоты.

КОЛИЧЕСТВО КАТЕГОРИЙ, КК

К какой категории принадлежит рисунок ?

1.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
2.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
3.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
4.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
5.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

СОХРАНИТЬ ДАННЫЕ

ИНФОРМАЦИЯ

ИНФОРМАЦИЯ О ПОКАЗАТЕЛЕ

НАЗАД      ДАЛЕЕ

Рис. 2.8. Вид диалогового окна для определения значений показателя КК



Рис. 2.9. Вид диалогового окна для определения значений показателя OR

Разработанная компьютерная система предназначена для автоматизированной обработки результатов теста Торренса, с последующим сохранением результатов тестирования в базе данных.

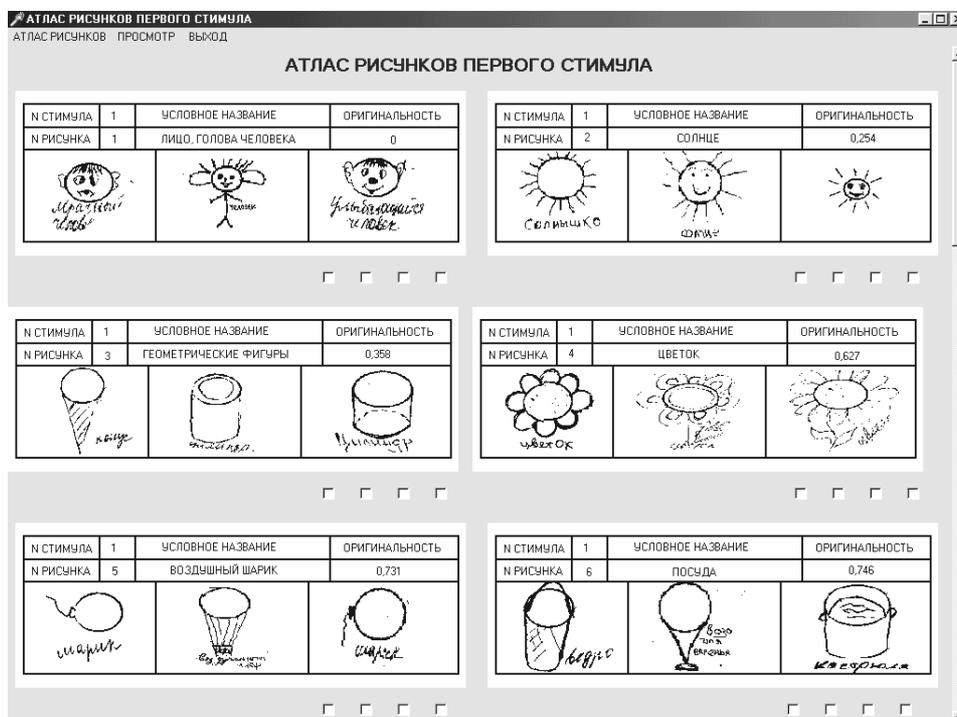


Рис. 2.10. Примеры рисунков для первого стимула

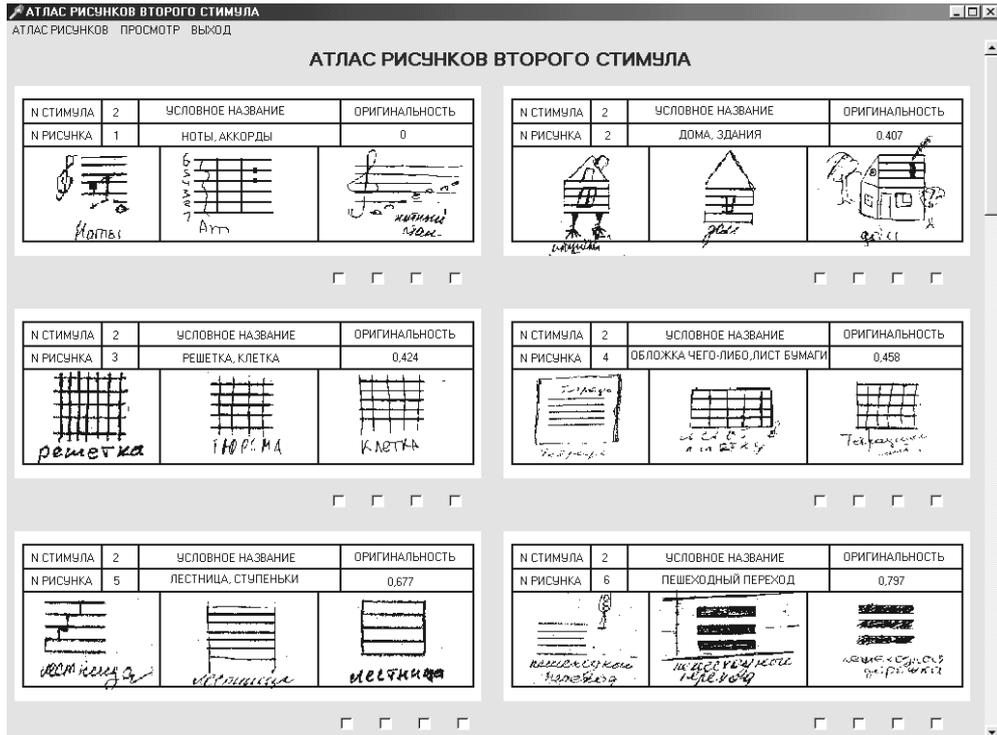


Рис. 2.11. Примеры рисунков для второго стимула

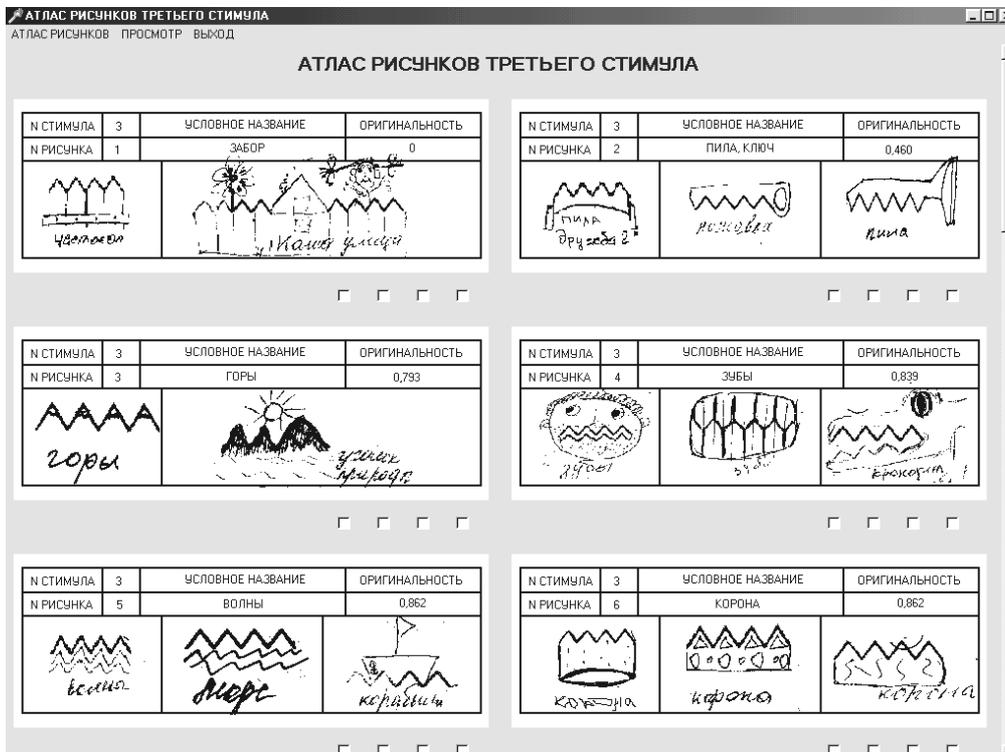


Рис. 2.12. Примеры рисунков для третьего стимула

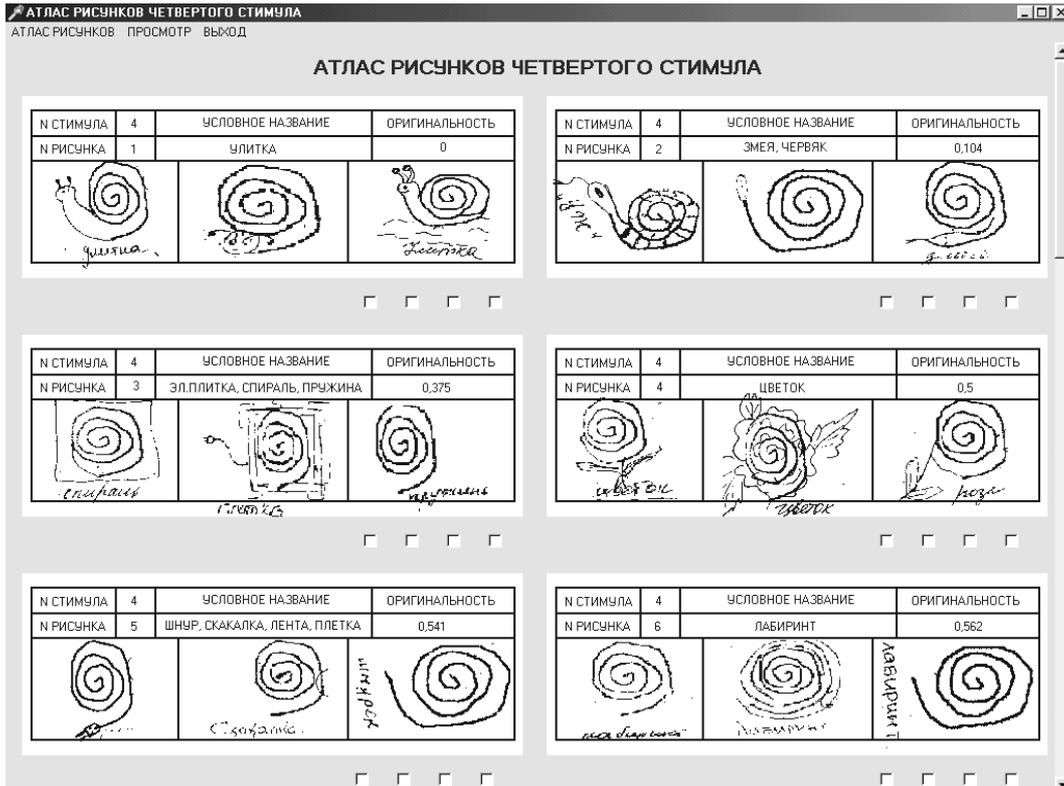


Рис. 2.13. Примеры рисунков для четвертого стимула

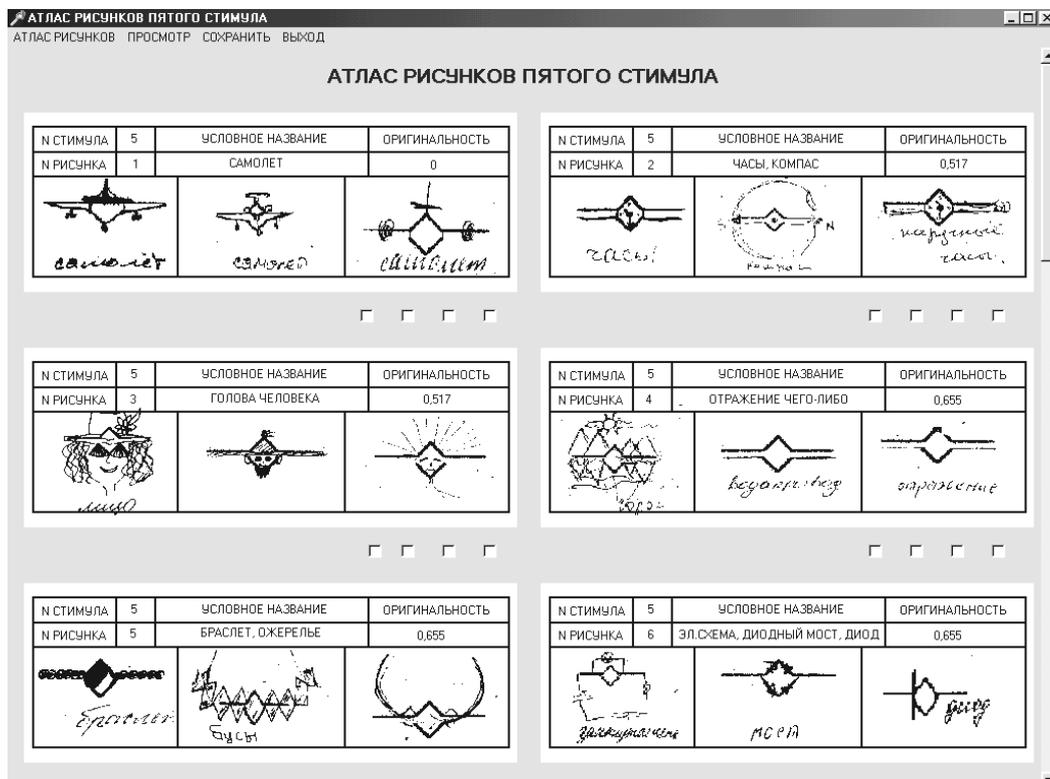


Рис. 2.14. Примеры рисунков для пятого стимула

Структура программного обеспечения системы приведена на рис. 2.15.

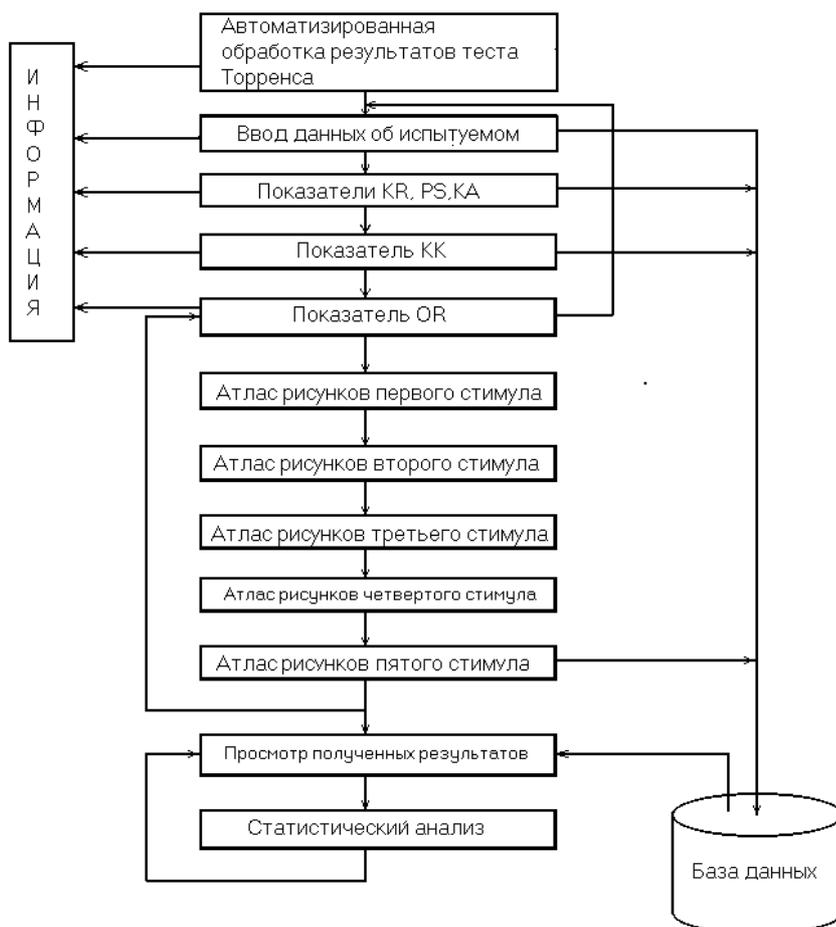


Рис. 2.15. Структурная схема программного обеспечения

Программа соответствует современным стандартам, основными критериями которых являются: удобный пользовательский интерфейс; надежность в хранении данных; модифицируемость блоков программы.

Разработанный программный продукт представляет собой стандартное Windows-приложение, отвечающее всем современным требованиям программного продукта для операционных систем Windows 95/98/NT. Программа написана в среде Delphi 3.0 с использованием BDE (Borland Database Engine). Базы данных используются в стандарте Paradox 7.0.

Структура компьютерной системы TORRENS позволяет использовать ее не только в составе информационной системы оценки компетентности студентов, но и в автономном режиме для решения следующих задач:

1) исследования развития одаренности учащихся; 2) индивидуализации обучения в соответствии с потребностями одаренных учащихся

и его организации в особых формах; 3) оценки эффективности программ и способов обучения, учебных материалов и пособий: тест позволяет следить за изменениями самих способностей, а не только за конечными результатами; 4) поиска и выявления школьников и студентов со скрытым творческим потенциалом, не обнаруживаемым другими тестами.

## **2.2. Применение экспертно-статистического подхода для решения задач анализ и оценки компетентности**

### **2.2.1. Разработка алгоритмов обработки и анализа результатов экспертного оценивания. Основные понятия теории экспертного оценивания**

Как известно, экспертиза представляет собой мощное средство переработки слабо формализованных данных, которое позволяет выделить наиболее обоснованные утверждения специалистов-экспертов и использовать их, в конечном счете, для подготовки различных решений [97].

Одним из существенных условий повышения надежности экспертных оценок социальных объектов является научно обоснованный отбор и формирование экспертной группы. Так, было выявлено, что точность групповой оценки экспертов зависит от численности экспертной группы: уменьшение числа экспертов ведет к снижению точности оценок, так как оценка каждого эксперта приобретает больший вес, увеличивается роль субъективного фактора. Однако при большом количестве участников экспертизы усложняется обработка их суждений, становится сложным выявить согласованность их мнений.

При разработке оценочных средств для измерения компонентов и элементов компетентности на основе экспертного оценивания использовались 3 группы экспертных оценок (в соответствии с классификацией [97]): точечные, ранговые и качественные.

В основном применялись преимущественно ранговые экспертные оценки. Основными задачами статистической обработки индивидуальных ранжировок, как и экспертных оценок других видов, являются выявление среди группы экспертов «еретиков» (экспертов, предлагающих оригинальные оценки, отличающиеся от оценок основной части экспертов) и «школ» (групп экспертов, оценки которых хорошо согласованы между собой и плохо согласованы с оценками других экспертов или групп экспертов), определение показателя обобщенного мнения и характеристика согласованности оценок, на основе которых определено обобщенное мнение. Для оценки согласованности ранговых экспертных оценок брались ранговые коэффициенты корреляции [53, 97] или частоты максимально возможных оценок, полученных некоторым качеством.

Основными характеристиками при групповом экспертном оценивании являются [120]: обобщенное мнение группы экспертов, компетентность экспертов, степень согласованности мнений экспертов.

На рис. 2.16 представлена технология анализа и обработки результатов экспертного оценивания в задачах оценки компетентности студентов и выпускников университета [12]. В качестве экспертов могут выступать студенты, выпускники вуза, потенциальные работодатели и преподаватели. Заполнение анкет экспертами может осуществляться как традиционным способом, так и посредством сети Internet. В последнем случае результаты анкетирования автоматически заносятся в базу данных и обрабатываются.

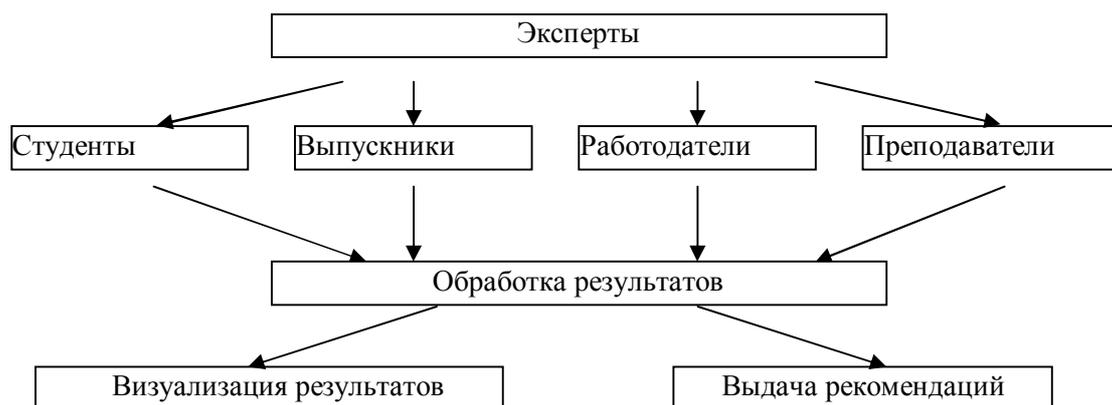


Рис. 2.16. Технология анализа результатов экспертного оценивания

**Показатели обобщенного мнения экспертов.** В качестве показателей обобщенного мнения экспертов в случае, если каждое из свойств (качеств) оценивается отдельно, используют одну из мер центральной тенденции (мода, медиана или среднее). Каждая из мер центральной тенденции обладает характеристиками, которые делают ее ценной в определенных условиях [42].

В случае, если экспертные оценки представлены в номинальной шкале, то в качестве меры центральной тенденции используется мода.

Оценки важности выражены в баллах и могут принимать значения от 0 до 10. Введем следующие обозначения исходных данных:

$m$  – количество экспертов,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $n$  – количество качеств, предложенных для оценки,  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $m_j$  – количество экспертов, оценивших  $j$ -е качество;  $m_j^1$  – количество максимально возможных оценок, полученных  $j$ -м качеством;  $C_{ij}$  – оценка относительной важности (в баллах)  $i$ -м экспертом  $j$ -го качества;  $M_j$  – среднее арифметическое значение величины оценки определенного направления исследования (в баллах), которое определяется по формуле

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^{m_j} C_{ij} . \quad (2.8)$$

Среднее арифметическое значение  $M_j$  определяется для каждого из качества и может принимать значения в пределах от 0 до 10 баллов. Нижний предел соответствует случаю, когда все эксперты дали минимально возможную оценку важности, а верхний предел – случаю, когда все эксперты дали максимально возможную оценку важности данному качеству.

Одним из показателей обобщенного мнения экспертов является частота  $K_j^l$  максимально возможных оценок (10 баллов), полученных  $j$ -м качеством

$$K_j^l = \frac{m_j^l}{m_j}. \quad (2.9)$$

Частота  $K_j^l$  максимально возможных оценок определяется для каждого из  $j$  качеств и может принимать значения в пределах от 0 до 1. Нижний предел соответствует случаю, когда среди оценок, полученных  $j$ -м качеством, отсутствуют максимально возможные оценки, а верхний – случаю, когда все оценки, полученные  $j$ -м качеством, являются максимально возможными. Важность развития  $j$ -ого качества возрастает при изменении  $K_j^l$  от 0 до 1. Показатель  $K_j^l$  следует рассматривать как дополнительный к показателю важности  $M_j$ .  $K_j^l$  характеризует важность  $j$ -го качества с точки зрения количества присужденных ему «первых мест».

**Коэффициент компетентности экспертов** [121]. Компетентность эксперта определяется структурой аргументов, послуживших ему основанием для ответа, а также степенью его знакомства с рассматриваемым вопросом. Структура аргументов, послуживших ему основанием для произведенной им оценки, учитывается коэффициентом аргументированности  $K_a$ . Этот коэффициент определяется путем оценки источников аргументации и учета степени влияния источника и суммирования соответствующих численных значений. Значениям  $K_a = 1$  соответствует высокая степень влияния источника на мнение эксперта,  $K_a = 0,8$  – средняя степень влияния,  $K_a = 0,5$  – низкая степень влияния.

Степень знакомства эксперта с обсуждаемой проблемой учитывается коэффициентом знакомства  $K_z$ , который определяется путем нормирования значения соответствующей оценки, проставленной экспертом, т. е. умножением ее на 0,1. Эксперт отмечает степень своего знакомства на шкале, имеющий вид, приведенный в табл. 2.3.

Таблица 2.3

*Шкала степени знакомства экспертов с проблемой*

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Степень знакомства	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Коэффициент компетентности  $K_K$  определяется как среднее арифметическое коэффициентов степени знакомства и аргументированности:

$$K_K = \frac{K_a + K_3}{2}. \quad (2.10)$$

**Показатели степени согласованности мнений экспертов.** Коэффициент вариации определяется для каждого качества и характеризует степень согласованности мнений экспертов об относительной важности  $j$ -го качества. Чем меньше значение  $V_j$ , тем выше степень согласованности мнений экспертов об относительной важности  $j$ -го качества.

Коэффициент вариации  $V_j$  оценок, полученных  $j$ -м качеством, определяется следующим образом:

вычисляется дисперсия  $D_j$ , оценок, данных  $j$ -у качеству

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m_j} (C_{ij} - M_j)^2; \quad (2.11)$$

определяется среднеквадратическое отклонение  $\sigma_j$  оценок, полученных  $j$ -м качеством:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}; \quad (2.12)$$

определяется коэффициент вариации оценок, полученных  $j$ -м качеством:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}. \quad (2.13)$$

Для характеристики степени согласованности двух любых ранжировок, назначенных двумя индивидуумами определенному количеству объектов по степени выраженности некоторого качества, в математической статистике используется ранговый коэффициент корреляции. Этот показатель целесообразно применить и для определения степени согласованности мнений экспертов.

Чаще всего используют коэффициент корреляции рангов К. Спирмена:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (2.14)$$

где  $d_i = R_X - R_Y$  - разность между рангами сопряженных значений признаков  $X$  и  $Y$ ;  $n$  - число парных членов ряда, или объем выборки.

Для характеристики согласованности группы индивидуальных ранжировок наиболее часто применяют коэффициент конкордации

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2 (n^3 - n)}, \quad (2.15)$$

где  $S_i$  – сумма рангов, полученных данным объектом во всех ранжировках;  $\bar{S}$  – средняя сумма рангов, полученная одним объектом;  $m$  – число экспертов;  $n$  – число ранжируемых объектов.

Коэффициент конкордации меняется в пределах от 0 (полная несогласованность) до 1 (полная согласованность). Согласованность группы считают высокой при  $W \geq 0,8$ . Но чаще  $W$  применяется для поиска экспертов, предложивших ранжировки, наиболее отличающиеся от групповых («еретиков»).

При этом  $W$  вычисляют для всей группы экспертов в целом, а затем – для группы, из которой один эксперт исключен. Если при этом  $W$  повышается, то это означает, что исключенная ранжировка «разрыхляла» группу. Исключая поочередно каждого эксперта, находим эксперта, ранжировка которого наиболее сильно разрыхляла группу и, следовательно, в наибольшей степени отличалась от групповых оценок. Для оценки согласованности мнений экспертов в случае, когда экспертные оценки измерены в номинальной шкале, нами предлагается исследовать коэффициент взаимной сопряженности

$$K^2 = \frac{\chi^2}{N \cdot \sqrt{(n_x - 1) \cdot (n_y - 1)}} = \frac{\phi^2}{\sqrt{(n_x - 1) \cdot (n_y - 1)}},$$

где  $K$  – коэффициент взаимной сопряженности Чупрова [79],

$\phi^2 = \left( \sum_{i=1}^n \frac{f_{xy}^2}{\sum f_x \cdot \sum f_y} \right) - 1$  – величина, в которой  $f_{xy}$  обозначает частоты в клетках многопольной корреляционной таблицы, а  $\sum f_x$  и  $\sum f_y$  – суммы частот по строкам и столбцам той же таблицы,  $n_x$  и  $n_y$  – численность групп по строкам и столбцам многопольной таблицы,  $N$  – объем выборки. Нулевую гипотезу отвергают, если  $\chi_{\phi}^2 = N\phi^2 \geq \chi_{st}^2$  для принятого уровня значимости и заданного числа степеней свободы.

Таким образом, использование того или иного показателя обобщенного мнения обусловлено типом измерительной шкалы имеющихся экспертных оценок. На рис. 2.17 представлена технология обработки и анализа результатов экспертного оценивания в соответствии с типом измерительной шкалы [22, 29].

### **2.2.2. Решение задач определения компонентов и элементов компетентности на основе обобщенного экспертного оценивания**

Для определения компонентов и элементов компетентностной модели студента технического университета, представленной в главе 1, наряду с анализом литературных данных был использован и разработанный алгоритм формирования обобщенных экспертных оценок (рис. 2.17). Продемонстрируем применение данного подхода на примере двух задач.

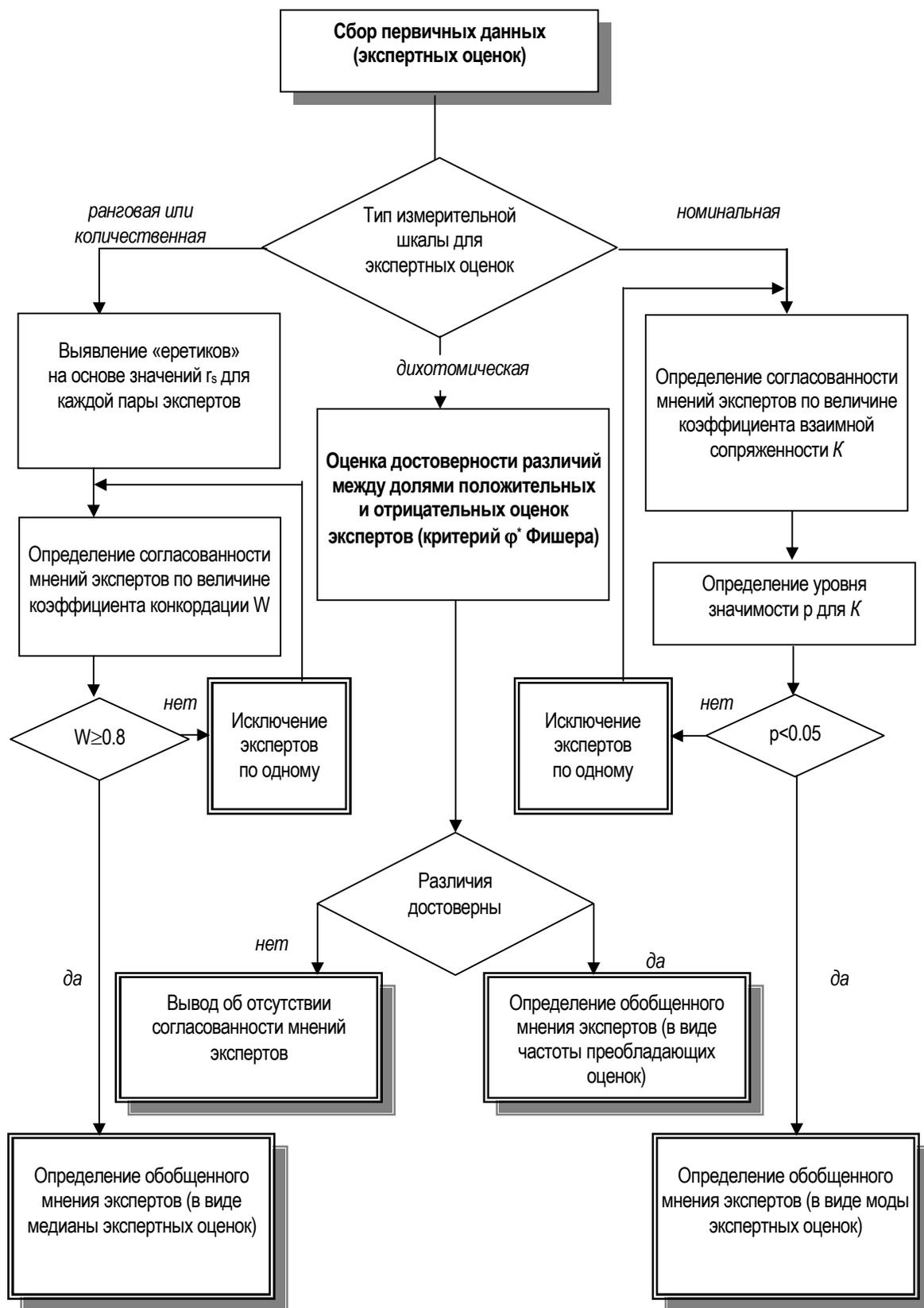


Рис. 2.17. Технология обработки и анализа результатов экспертного оценивания

### 2.2.3. Определение психологических и личностных качеств, необходимых для формирования специальной компетентности

Решалась задача выявления компонентов специальной компетентности (профессионально важных качеств) для студентов специальностей АВТФ Томского политехнического университета. С целью получения экспериментального материала было проведено анкетирование экспертов (преподавателей факультета) [58].

Экспертные анкеты были составлены таким образом, чтобы обеспечить получение: 1) количественно определенных ответов на предлагаемые эксперту вопросы; 2) формализованных сведений о характере источников аргументации, а также о степени влияния каждого из источников на ответ эксперта; 3) количественно определенной оценки степени знакомства эксперта с областью, к которой относится предлагаемый ему вопрос.

Преподавателям было предложено оценить 32 личностных качества, входящих в состав ПВК для инженерно-технических специальностей. Полученные результаты представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

*Оценки экспертов и показатели обобщенного мнения, степени согласованности мнений экспертов*

	Профессионально важные качества	Медиана	Доля макс. возм. оценок	Коэффициент конкордации
1	гибкость мышления	7,5	0,343	0,145
2	пространственное воображение	6,5	0,143	0,239
3	умение сосредоточиться	8	0,215	0,340
4	абстрактное мышление	7,5	0,189	0,236
5	эстетический вкус	4,5	0,000	0,115
6	коммуникабельность	7,5	0,220	0,143
7	логическое мышление	9	0,137	0,512
8	добросовестность	8,5	0,212	0,620
9	способность точно оценить ситуацию	8	0,263	0,731
10	аналитический склад ума	8	0,238	0,643
11	умение действовать по образцу	6,5	0,232	0,232
12	склонность к технике	8	0,231	0,828
13	изобретательность	8	0,189	0,623
14	способность руководить людьми	8	0,231	0,111
15	способность к математике	9	0,238	0,520

16	инициатива	6,5	0,228	0,188
17	способность решать проблем	8	0,256	0,114
18	оперирование словесными образами	5,5	0,180	0,280
19	стрессоустойчивость	6	0,000	0,394
20	способность рассуждать	7	0,156	0,227
21	хорошая память	8	0,169	0,337
22	знание иностранного языка	5,5	0,202	0,260
23	способность предвидеть	6	0,224	0,110
24	креативность	8	0,165	0,625
25	умение проектировать	8,5	0,166	0,710
26	способность к точным движениям	4	0,232	0,451
27	эмоциональная устойчивость	6	0,240	0,350
28	высокий коэффициент интеллекта	9	0,118	0,613
29	гуманистическая ориентация	7,5	0,179	0,331
30	способность к анализу	8,5	0,262	0,735
31	творческое воображение	7	0,221	0,424
32	широкий кругозор	7	0,238	0,134

Анализ полученных результатов показал, что эксперты (преподаватели) считают наиболее важными для обучения на факультете автоматике и вычислительной техники: *умение сосредоточиться; логическое мышление, добросовестность, способность точно оценить ситуацию, аналитический склад ума, склонность к технике, изобретательность, способность руководить людьми, способность к математике, способность решать проблемы; хорошую память, высокий коэффициент интеллекта, гуманистическую ориентацию, способность к анализу, креативность (творческие способности), умение проектировать.*

Кроме того, на основе факторного анализа было выделено пять факторов (латентных переменных) [59]:

- **фактор творческих способностей**, включающий в себя такие качества, как способность предвидеть, творческое решение задач, умение проектировать, широкий кругозор;
- **фактор личностных характеристик** – добросовестность, трудолюбие, эмоциональная устойчивость;
- **фактор интеллектуальных способностей** – гибкость мышления, абстрактное и логическое мышление, аналитический склад ума;
- **фактор технических способностей** – пространственное воображение, склонность к технике, изобретательность, умение проектировать;
- **фактор гуманитарных способностей** – эстетический вкус, знание иностранного языка, гуманистическая ориентация, творческое воображение.

Значение факторных нагрузок для полученных 5 факторов приведены в табл. 2.5 (до вращения матрицы факторных нагрузок) и табл. 2.6 (после вращения).

Таблица 2.5

*Матрица факторных нагрузок до вращения*

№	Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
1	Гибкость мышления	0.294	0.197	-0.303	-0.584	-0.144
2	Пространственное воображение	0.266	0.561	0.277	-0.315	0.226
3	Умение сосредоточиться	0.405	-0.199	0.051	-0.483	0.284
4	Абстрактное мышление	0.313	0.011	-0.473	-0.166	0.379
5	Эстетический вкус	0.480	0.317	0.198	-0.182	-0.456
6	Коммуникабельность	0.099	-0.450	0.119	-0.364	-0.300
7	Логическое мышление	0.399	0.054	-0.399	-0.356	0.072
8	Добросовестность	0.444	-0.402	0.298	0.144	-0.027
9	Способность точно оценить ситуацию	0.268	-0.457	0.303	-0.220	0.076
10	Аналитический ум	0.355	-0.017	-0.278	-0.353	-0.110
11	Умение действовать по образцу	0.249	-0.104	0.418	0.080	-0.049
12	Склонность к технике	0.187	0.266	0.489	0.094	0.507
13	Изобретательность	0.550	0.529	0.305	-0.029	0.229
14	Способность руководить людьми	0.424	-0.168	0.396	0.066	-0.172
15	Способность к математике	0.500	0.185	-0.513	0.159	0.246
16	Инициатива, активность	0.572	-0.189	-0.117	0.378	0.173
17	Способность решать проблемы	0.384	-0.333	-0.127	-0.160	0.378
18	Оперирование словесными образами	0.442	0.217	0.099	-0.471	0.127
19	Стрессоустойчивость	0.380	-0.492	0.006	0.236	0.177
20	Способность рассуждать	0.378	-0.359	-0.173	-0.301	0.177
21	Хорошая память	0.412	-0.560	0.048	-0.005	0.179
22	Знание иностранного языка	0.610	0.202	0.114	0.050	-0.102
23	Способность предвидеть	0.669	-0.078	-0.125	0.293	-0.117
24	Творческое решение задач	0.671	0.275	-0.113	-0.068	-0.335
25	Умение проектировать	0.343	0.495	0.433	0.003	0.498
26	Способность к точным движениям	0.487	-0.348	0.067	-0.201	-0.060
27	Эмоциональная устойчивость	0.522	-0.570	0.277	0.050	-0.037
28	Высокий интеллект	0.647	0.125	-0.081	0.138	-0.164
29	Гуманистическая ориентация	0.455	0.146	0.244	-0.147	-0.627
30	Способность к анализу, систематизации	0.601	0.072	-0.425	0.459	-0.012
31	Творческое воображение	0.715	0.257	-0.245	0.260	-0.152
32	Широкий кругозор	0.545	0.135	0.108	0.451	-0.033

Таблица 2.6

*Матрица факторных нагрузок после вращения*

№	Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
1	Гибкость мышления	-0.029	-0.125	0.680	0.000	0.316
2	Пространственное воображение	-0.053	-0.160	0.236	0.688	0.235
3	Умение сосредоточиться	-0.090	0.421	0.525	0.242	-0.004
4	Абстрактное мышление	0.293	0.002	0.562	0.071	-0.295
5	Эстетический вкус	0.159	0.012	0.132	0.176	0.733
6	Коммуникабельность	-0.283	0.426	0.176	-0.288	0.272
7	Логическое мышление	0.202	0.012	0.639	0.003	0.060
8	Добросовестность	0.198	0.630	-0.114	0.044	0.136
9	Способность точно оценить ситуацию	-0.154	0.621	0.102	0.057	0.058
10	Аналитический ум	0.115	0.073	0.521	-0.087	0.207
11	Умение действовать по образцу	0.028	0.354	-0.201	0.207	0.217
12	Склонность к технике	0.029	0.131	-0.164	0.742	-0.126
13	Изобретательность	0.296	-0.004	0.117	0.744	0.272
14	Способность руководить людьми	0.130	0.464	-0.137	0.143	0.358
15	Способность к математике	0.660	-0.092	0.395	0.093	-0.158
16	Инициатива, активность	0.629	0.372	0.027	0.064	-0.102
17	Способность решать проблемы	0.153	0.441	0.390	0.092	-0.255
18	Оперирование словесными образами	-0.018	0.115	0.486	0.414	0.262
19	Стрессоустойчивость	0.321	0.573	-0.014	-0.074	-0.189
20	Способность рассуждать	0.073	0.423	0.479	-0.050	-0.087
21	Хорошая память	0.163	0.670	0.151	-0.056	-0.130
22	Знание иностранного языка	0.408	0.160	0.117	0.286	0.388
23	Способность предвидеть	0.655	0.298	0.080	-0.008	0.212
24	Творческое решение задач	0.474	0.019	0.308	0.099	0.571
25	Умение проектировать	0.129	0.006	-0.005	0.884	0.005
26	Способность к точным движениям	0.109	0.528	0.275	-0.026	0.198
27	Эмоциональная устойчивость	0.173	0.792	-0.010	-0.034	0.140
28	Высокий интеллект	0.555	0.148	0.158	0.107	0.347
29	Гуманистическая ориентация	0.119	0.129	0.038	0.001	0.819
30	Способность к анализу, систематизации	0.860	0.034	0.116	-0.064	0.013
31	Творческое воображение	0.761	0.008	0.188	0.105	0.320
32	Широкий кругозор	0.613	0.168	-0.188	0.230	0.196

Анализ матрицы факторных нагрузок для объектов (экспертов) показал, что мнения преподавателей относительно важности того или иного фактора для успешности обучения на АВТФ можно разделить на три группы (табл. 2.7).

Таблица 2.7

*Распределение мнений экспертов (преподавателей) относительно значимости того или иного фактора*

Группа	Кол-во экспертов	% от общего числа экспертов	Краткая характеристика мнения экспертов
1	32	47.76	Все 5 факторов являются одинаково важными
2	30	44.78	Наиболее важен фактор технических способностей
3	5	7.46	Наиболее важен фактор личностных качеств

Анализ оценок экспертов-преподавателей показал, что большая часть преподавателей оценили предлагаемые качества, не ориентируясь на профессиональную модель будущего специалиста. Вместе с тем полученные результаты согласуются с данными российских и зарубежных исследователей [107, 109, 110].

#### **2.2.4. Определение требований к компетентности молодых специалистов со стороны работодателей**

Конкурентноспособность молодых специалистов представляет собой степень развития комплекса используемых в процессе трудовой деятельности способностей индивидов, их квалификации и показывает, в какой мере их возрастные, профессионально-квалификационные, физиологические и социально-бытовые характеристики соответствуют условиям найма рабочей силы на рынке труда [60].

Молодые специалисты, как правило, отличаются хорошими показателями здоровья и работоспособности, мобильности, владеют новыми профессиями и специальностями, соответствующими требованиям научно-технического прогресса. Но все же на рынке труда они оказываются менее конкурентноспособными по сравнению с другими группами трудовых ресурсов. Для того чтобы понять причины низкой конкурентноспособности молодежи, необходимо рассмотреть внешние и внутренние (в том числе психологические) факторы, оказывающие влияние на ее формирование.

Перечислим внешние факторы, приведенные в [115].

1. Противоречивые требования работодателей к молодым специалистам: молодой работник со стажем не менее 3-х лет.

2. Нежелание работодателей принимать на работу выпускников вузов в силу следующих психологических причин, связанных с молодыми специалистами: слабая профессиональная ориентация; переоценка знаний, возможностей, умений и сил; нереалистичные представ-

ления о содержании, методах и приемах работы в компании, об отношениях в рамках формальных организаций; предъявление высоких претензий по части заработной платы; легкомысленное отношение к работе; непредсказуемость в поведении и развитии; мобильность и способность перейти в конкурентную компанию.

3. Нежелание работодателей нести финансовые и организационные расходы, связанные с профессиональным обучением молодых работников, предоставлять им льготы, предусмотренные КЗОТом РФ.

4. Дискриминация молодых специалистов со стороны работодателей, включающая незаконные штрафы, увольнения, работу в неблагоприятных условиях или связанную с криминалом.

Эти факторы негативно влияют на конкурентоспособность молодых специалистов, что приводит к увеличению низкостатусных групп среди молодежи.

В результате проведенных исследований были получены результаты экспертного оценивания специалистов 29 фирм [12], среди которых широко известные фирмы Томска и области: Waterloo Hydrogeologic (создание программного обеспечения), Игрэм (продажа и сервисное обслуживание компьютерной техники), ЗАО НПФ «Сибнефтекарт» (разработка программно-аппаратных комплексов), Контек (разработка и внедрение программного обеспечения), Гранит (сборка компьютеров, настройка программного обеспечения), Сибирский химический комбинат и др.

Основной целью анкетирования было выявление основных требований к специалисту в области компьютерных технологий по 3 блокам профессионально значимых качеств [12, 21, 25, 74].

1. **Общие требования** (пол; стаж работы; образование; опыт работы).

2. **Специальные требования.**

**Знание языков программирования и прикладных пакетов**

*Turbo Pascal; C++; Fortran; FoxPro; Delphi; Java, Perl; Visual C; Assembler4; Clipper; MathCad; Pcad; CorelDraw; 1C; MS Office (Word, Excel, Access, Power Point)*

**Знание системного программного обеспечения** (DOS; Windows; Linux; Novell; BEOS).

**Дополнительные знания** (**Финансы и бухгалтер; Делопроизводство; Юриспруденция; Менеджмент; Электроника; Дизайн; Маркетинг; Техника безопасности и ОБЖ**)

3. **Личностные качества.**

Исполнительность, самостоятельность в работе, коммуникабельность, творческий подход к делу, стремление к профессиональному росту, работоспособность, безупречное знание программного обеспечения и языков программирования, физическая выносливость, устойчивость

психики, дисциплинированность, инициативность, способность предлагать и внедрять новые идеи, преданность фирме.

Для определения достоверности различий долей положительных и отрицательных ответов экспертов был использован критерий  $\varphi^*$  – угловое преобразование Фишера [79].

Статистические гипотезы для данного критерия:

$H_0$ : доля положительных экспертных оценок ( $p_1$ ) не больше, чем отрицательных ( $p_2$ ).

$H_1$ : доля положительных экспертных оценок больше, чем отрицательных.

Полученные результаты приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

*Оценка достоверности различий между процентными долями положительных и отрицательных оценок экспертов*

Предмет, знание которого необходимо для молодого специалиста	Количество оценок	$p_1$	$p_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi^*$	уровень значимости $p$
Fortran	3	0.04	0.96	0.43	2.72	5.27	<0.001
Бейсик	2	0.03	0.97	0.35	2.79	5.44	<0.001
FoxPro	15	0.22	0.78	0.99	2.16	3.20	<0.001
Delphi	46	0.69	0.31	1.95	1.19	2.16	0.015
Java, Perl	34	0.51	0.49	1.59	1.56	0.09	>0.1
Visual C	42	0.63	0.37	1.83	1.31	1.47	0.071
Assembler	3	0.04	0.96	0.43	2.72	5.27	<0.001
Clipper	1	0.01	0.99	0.24	2.90	5.62	<0.001
MathCad (или подобное ПО)	1	0.01	0.99	0.24	2.90	5.62	<0.001
PCad (или подобное ПО)	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
CorelDraw (или подобное ПО)	20	0.30	0.70	1.16	1.99	2.33	0.01
1С (или подобное ПО)	45	0.67	0.33	1.92	1.22	1.99	0.023
MS Office	55	0.82	0.18	2.27	0.87	3.71	0
DOS	24	0.36	0.64	1.28	1.86	1.64	0.051
Windows	60	0.90	0.10	2.48	0.66	4.58	<0.001
Linux/Unix	34	0.51	0.49	1.59	1.56	0.09	>0.1
QNX	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Novell	24	0.36	0.64	1.28	1.86	1.64	0.051
BEOS	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Interbase	55	0.82	0.18	2.27	0.87	3,71	<0.001
Oracle	9	0.13	0.87	0.75	2.39	4.23	<0.001
SYBASE	2	0.03	0.97	0.35	2.79	5.44	<0.001
MS SQL	11	0.72	0.28	2.02	1.12	2.51	0,04

Предмет, знание которого необходимо для молодого специалиста	Количество оценок	$p_1$	$p_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi^*$	уровень значимости $p$
DB2	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Informix	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Английский	43	0.64	0.36	1.86	1.28	1.64	0.051
Немецкий	7	0.10	0.90	0.66	2.48	4.58	<0.001
Французский	2	0.03	0.97	0.35	2.79	5.44	<0.001
Китайский	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Японский	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Испанский	0	0.00	1.00	0.00	3.14	5.79	<0.001
Финансы и бухгалтер	36	0.54	0.46	1.65	1.50	0.43	>0.1
Делопроизводство	27	0.40	0.60	1.38	1.77	1.12	>0.1
Юриспруденция	6	0.09	0.91	0.61	2.53	4.75	<0.001
Менеджмент	15	0.22	0.78	0.99	2.16	3.20	<0.001
Электроника	7	0.10	0.90	0.66	2.48	4.58	<0.001
Основы дизайна	13	0.19	0.81	0.91	2.23	3.54	<0.001
Маркетинг	24	0.36	0.64	1.28	1.86	1.64	0.051
Техника безопасности и ОБЖ	54	0.81	0.19	2.23	0.91	3.54	<0.001

Для определения обобщенных профессионально значимых качеств специалиста-выпускника АВТФ с точки зрения руководителей предприятий и организаций был проведен факторный анализ, результаты которого представлены в табл. 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9

*Результаты факторного анализа для определения личностных качеств*

№ фактора	Описание
Фактор 1	Исполнительность; безупречное знание языков программирования физическая выносливость; работоспособность; устойчивость психики; творческий подход к делу; преданность фирме.
Фактор 2	Самостоятельность в работе; дисциплинированность; инициативность; Преданность фирме.
Фактор 3	Исполнительность; коммуникабельность; стремление к профессиональному росту; самостоятельность в работе.

Таблица 2.10

*Факторные нагрузки*

Характеристики	Факторные нагрузки		
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Исполнительность	1,09	0,08	1,78
Самостоятельность в работе	0,30	1,15	0,74
Коммуникабельность	-0,15	-1,05	0,99
Творческий подход к делу	0,58	0,29	0,28
Стремление к профессиональному росту	-0,74	0,06	1,33
Работоспособность	0,63	-0,15	-1,10
Безупречное знание программного обеспечения и языков программирования	1,13	-0,42	-0,91
Физическая выносливость	1,82	-1,73	-0,15
Устойчивость психики	0,53	-1,30	-0,84
Дисциплинированность	-0,73	0,96	-0,41
Инициативность, способность предлагать и внедрять новые идеи	-1,55	1,50	-0,71
Преданность фирме	0,72	,60	-0,97

Анализ значений выявленных факторов для каждого из экспертов-руководителей показал, что их можно разделить на 5 групп (см. табл. 2.11) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к молодым специалистам. В табл. 2.12 представлены медианы экспертных оценок (показатели обобщенного мнения экспертов) и коэффициенты конкордации, являющиеся показателем согласованности мнений экспертов.

Таблица 2.11

*Выявленные группы экспертов-руководителей*

Группа	% от общего числа экспертов	Описание
1	41%	Требования к качествам молодого специалиста определяются фактором 1. Эта группа руководителей «ждет» от специалиста безупречного знания своего дела, высокой работоспособности, устойчивости психики; творческого подхода к делу, преданности фирме.
2	23%	Требования к личностным качествам молодого специалиста определяются фактором 3. Для таких руководителей важно, чтобы молодой специалист стремился к профессиональному росту и был способен к самостоятельной работе.

Окончание табл. 2.11

Группа	% от общего числа экспертов	Описание
3	17%	Требования к личностным качествам молодого специалиста определяются фактором 1 и фактором 3. Сочетание этих качеств характеризуют «идеального» работника.
4	11%	Требования к личностным качествам молодого специалиста высокими положительными значениями по фактору 1 и высокими отрицательными значениями по факторам 2 и 3. Представители данной группы – это авторитарный тип руководителя.
5	8%	Эти руководители не смогли определить наиболее важные приемлемые личностные качества молодого специалиста для работы на своем предприятии.

Таблица 2.12

*Показатели обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов*

	Медиана	Коэффициент конкордации, W
Исполнительность	7	0,88
Самостоятельность в работе	5,5	0,75
Коммуникабельность	6,5	0,79
Творческий подход к делу	6,5	0,81
Стремление к профессиональному росту	5,5	0,82
Работоспособность	5,5	0,84
Безупречное знание программного обеспечения и языков программирования	5,5	0,87
Физическая выносливость	4,5	0,84
Устойчивость психики	5,5	0,90
Дисциплинированность	4,5	0,85
Инициативность, способность предлагать и внедрять новые идеи	3,5	0,81
Преданность фирме	5,5	0,85

Анализ результатов экспертного оценивания показал, что большая часть работодателей оценили предлагаемые качества, ориентируясь на профессиональную модель будущего специалиста. Прослеживается также тенденция в универсальном подходе подготовки специалиста, ориентированном на наличие личностных качеств выпускников, способствующих профессиональной самореализации.

### 2.2.5. Анализ компонентов ценностно-смысловой компетентности (отношение студентов к изучаемым дисциплинам)

В исследовании приняли участие 105 студентов IV курса факультета автоматики и вычислительной техники Томского политехнического университета. Уровень надежности и точности, который обеспечивает данная выборка, является приемлемыми, а объем выборки (105 человек) – статистически значимым.

Для получения части экспертных оценок (переменные RED, YELLOW, GREEN, MAGENTA, BLUE, BROUN, GREY, BLACK, WHITE – табл. 2.20) была использована проективная психодиагностическая методика «Метод цветowych выборов» Л.Н. Собчик [98], являющаяся модификацией теста Люшера [106].

Обработка результатов анкетирования проводилась на основе совместного использования факторного и кластерного анализа.

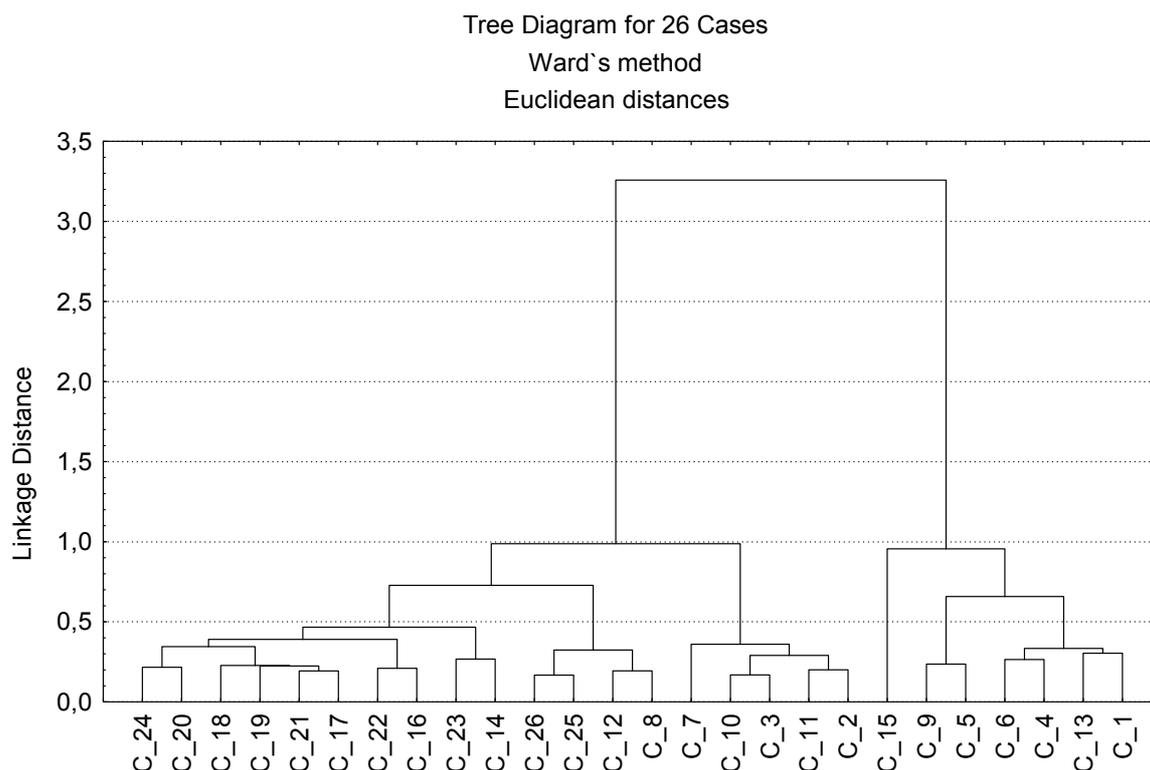


Рис. 2.18. Дендрограмма, построенная по результатам анкетирования студентов

Таблица 2.13

*Объекты кластеризации*

Учебные дисциплины	Код	Учебные дисциплины	Код
Базы данных и экспертные системы	С_1	Безопасность жизнедеятельности	С_14
Геометрия и алгебра	С_2	Иностранный язык	С_15
Дифференциальные уравнения	С_3	История	С_16
Информатика	С_4	Культурология	С_17
Информационные технологии	С_5	Политология	С_18
Компьютерная графика	С_6	Правоведение	С_19
Математический анализ	С_7	Психология и педагогика	С_20
Основы теории случайных функций	С_8	Социология	С_21
Практикум на ЭВМ	С_9	Философия	С_22
Теория вероятностей и мат. статистика	С_10	Экология	С_23
Физика	С_11	Экономика	С_24
Численные методы	С_12	Элективные курсы по истории и культурологии	С_25
Языки программирования и методы трансляций	С_13	Элективные курсы по философии	С_26

Описание признаков объектов кластеризации приведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

*Обозначения признаков объектов кластеризации*

Название переменной	Описание содержания переменной
RED	Ассоциация с красным – активность, интерес, побуждение
YELLOW	Ассоциация с желтым – безусловное восприятие, комфорт
GREEN	Ассоциация с зеленым – интерес, поиск смысла для себя, полезности
MAGENTA	Ассоциация с фиолетовым – поиск необычного в новой информации, сложное восприятие
BLUE	Ассоциация с синим – основательность, надежность, прочность
BROUN	Ассоциация с коричневым – стабильность, консерватизм, жесткость позиции, ригидность, жесткость структуры мышления
GREY	Ассоциация с серым – невыраженное отношение, неясность
BLACK	Ассоциация с черным – отрицание, отторжение
WHITE	Ассоциация с белым – невыраженное восприятие
VOPR2	Заинтересованность
VOPR3	Необходимость изменения

Название переменной	Описание содержания переменной
VOPR4	Недостаточность литературы и пособий
VOPR6	Отсутствие интереса
VOPR7	Трудность изучения
THEORY%	Недостаточно теории
PRACTIC%	Недостаточно практики
TP%	Недостаточно теории и практики
NORMA%	Дисциплина включает достаточное количество часов
VOPR9	Недостаточность наглядных пособий
VOPR10	Желание иметь раздаточный материал
VOPR11	Высокий уровень знаний
VOPR12	Низкий уровень знаний
VOPR13	Желание преподавать данную дисциплину

Как видно из структуры дендрограммы (рис. 2.18), все учебные дисциплины по исследуемым признакам можно разбить на 4 кластера. Для уточнения результата были проведена кластеризация по методу К-средних.

Нулевая гипотеза о равенстве групповых средних (в четырех выделенных кластерах) отвергается в большинстве случаев, за исключением переменных RED, YELLOW, MAGENTA, BROWN), для которых достигнутый уровень значимости оказался более 5 %.

На рис. 2.19 приведен график средних значений всех переменных по всем четырем кластерам.

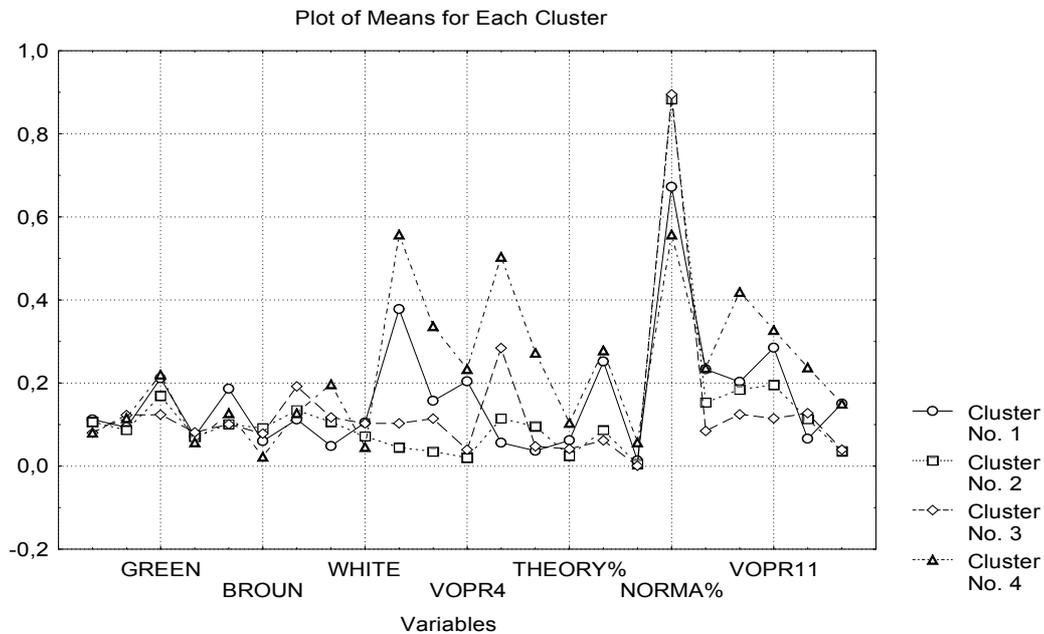


Рис. 2.19. График средних значений переменных для каждого кластера

Таблица 2.15

*Центроиды кластеров*

Переменные	Значение центроидов			
	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
Активность, интерес, побуждение	0,112	0,106	0,080	0,081
Безусловное восприятие, комфорт	0,093	0,086	0,123	0,116
Интерес, поиск смысла для себя, полезности	0,211	0,169	0,124	0,221
Поиск необычного в новой информации, сложное восприятие	0,072	0,070	0,081	0,058
Основательность, надежность, прочность	0,186	0,101	0,101	0,128
Стабильность, консерватизм, жесткость позиции, ригидность, жесткость структуры мышления	0,060	0,091	0,078	0,023
Невыраженное отношение, неясность, неопределенность, «все равно»	0,112	0,135	0,192	0,128
Отрицание, отторжение, негативное восприятие	0,048	0,106	0,117	0,198
Невыраженное восприятие	0,105	0,071	0,103	0,047
Заинтересованность	0,378	0,045	0,103	0,558
Необходимость изменения	0,157	0,035	0,114	0,337
Недостаточность литературы и пособий	0,204	0,020	0,040	0,234
Отсутствие интереса	0,056	0,115	0,285	0,504
Трудность изучения	0,037	0,096	0,048	0,273
Недостаточно теории	0,062	0,025	0,042	0,105
Недостаточно практики	0,252	0,086	0,062	0,279
Недостаточно теории и практики	0,014	0,005	0,001	0,058
Дисциплина включает достаточное количество часов	0,672	0,884	0,895	0,558
Недостаточность наглядных пособий	0,233	0,153	0,085	0,237
Желание иметь раздаточный материал	0,203	0,185	0,124	0,420
Высокий уровень знаний	0,285	0,196	0,115	0,328
Низкий уровень знаний	0,066	0,113	0,128	0,238
Желание преподавать	0,150	0,036	0,039	0,151

Таким образом, полученные кластеры можно охарактеризовать следующим образом.

**Кластер 1** включает в себя дисциплины, связанные с будущей профессией (компьютерными технологиями): базы данных и экспертные системы; информатика; информационные технологии; компьютерная графика; практикум на ЭВМ; языки программирования и методы трансляций.

Отношение студентов к этим предметам в целом характеризуется как положительное – спокойная эмоциональная окраска, частое обсуждение с друзьями, интерес, достаточно высокий уровень знаний, желание преподавать один из предметов в будущем. Наряду с этим отмечается желание изменить содержание предмета, недостаток методических пособий и литературы, раздаточного материала, недостаточное количество практических занятий, что может свидетельствовать о заинтересованности в получении как можно более глубоких знаний по данным дисциплинам.

**Кластер 2** включает в себя базовые физико-математические дисциплины: геометрия и алгебра; дифференциальные уравнения; математический анализ; основы теории случайных функций; теория вероятностей и мат. статистика; физика; численные методы

Этот кластер включает в себя предметы, относящиеся к разряду «сложных». Из-за трудного понимания возникает желание пропустить эти предметы, ассоциация предметов с мрачными или серыми цветами, иногда низкий уровень знаний по какому-либо предмету (дифференциальные уравнения, мат, статистика). Здесь, в то же время, желание увеличить количество практических и теоретических занятий, понимание необходимости изучения данных предметов.

**Кластер 3** включает гуманитарные предметы: безопасность жизнедеятельности; история; культурология; политология; правоведение; социология; философия; экология; экономика; психология и педагогика.

Отношение к этим предметам можно охарактеризовать как «поверхностное» – предметы «не основные», их можно и не учить, они «довольно легкие». Не выражено желание посещать занятия и, напротив, стремление к частым пропускам. Специфику отношения к данным предметам диктует техническая направленность обучения студентов опрашиваемых специальностей.

**Кластер 4** включает всего один предмет – иностранный язык, который действительно занимает особое место среди прочих. Наблюдается активная заинтересованность предметом наряду с резким недовольством содержанием и методами его преподавания.

Аналогичные результаты были получены методом факторного анализа (результаты представлены в табл. 2.16).

Таблица 2.16

*Факторные нагрузки*

	Переменные	Факторные нагрузки			
		Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
$X_1$	Активность, интерес, побуждение	0,158	0,108	0,781	-0,055
$X_2$	Безусловное восприятие, комфорт	0,040	-0,090	-0,509	-0,101
$X_3$	Интерес, поиск смысла для себя, полезности	0,422	-0,299	0,041	0,588
$X_4$	Поиск необычного в новой информации, сложное восприятие	-0,057	0,494	0,330	-0,432
$X_5$	Основательность, надежность, прочность	0,657	-0,377	0,196	-0,292
$X_6$	Стабильность, консерватизм, жесткость позиции, ригидность, жесткость структуры мышления	-0,510	-0,233	-0,010	0,408
$X_7$	Невыраженное отношение, неясность, неопределенность, «все равно»	-0,396	0,185	-0,625	0,060
$X_8$	Отрицание, отторжение, негативное восприятие,	-0,227	0,830	-0,092	0,048
$X_9$	Невыраженное восприятие	0,045	-0,332	-0,065	-0,721
$X_{10}$	Заинтересованность	0,975	-0,054	0,099	0,003
$X_{11}$	Необходимость изменения	0,801	0,278	-0,328	-0,070
$X_{12}$	Недостаточность литературы и пособий,	0,902	-0,208	0,092	0,020
$X_{13}$	Отсутствие интереса	0,013	0,655	-0,624	0,024
$X_{14}$	Трудность изучения	0,285	0,695	0,232	0,347
$X_{15}$	Недостаточно теории	0,763	0,209	-0,106	0,021
$X_{16}$	Недостаточно практики	0,839	-0,190	0,370	0,171
$X_{17}$	Недостаточно теории и практики	0,780	0,257	-0,047	0,267
$X_{18}$	Дисциплина включает достаточное количество часов	-0,904	0,074	-0,259	-0,167
$X_{19}$	Недостаточность наглядных пособий	0,692	-0,012	0,518	0,247
$X_{20}$	Желание иметь раздаточный материал	0,637	0,299	0,282	0,559
$X_{21}$	Высокий уровень знаний	0,638	-0,129	0,463	0,383
$X_{22}$	Низкий уровень знаний	0,084	0,868	0,030	-0,057
$X_{23}$	Желание преподавать	0,852	-0,119	0,357	0,016

**Фактор 1.** Данный фактор можно назвать фактором заинтересованности: предметы, имеющие высокие значения по данному фактору, часто обсуждаются с друзьями, есть желание изменить содержание предмета (внести что-то более интересное, новое). По данным предметам, курсам студентам не хватает аудиторных часов (слишком мало), методических и наглядных пособий, раздаточного материала, сформировались высокий уровень знаний и желание преподавать в дальнейшем эти предметы.

**Фактор 2.** Это фактор непонимания, отторжения: предметы, характеризующиеся этим фактором, ассоциируются с черным цветом, что свидетельствует о явном негативном отношении, изучение этих предметов дается трудно, наблюдается низкий уровень знаний, желание пропустить занятие.

**Фактор 3.** Это фактор удовлетворенности: предметы, характеризующиеся этим фактором, ассоциируются с яркими радужными цветами и по этим предметам «все в норме», нет особой заинтересованности, но нет и отторжения, предметы воспринимаются нейтрально.

**Фактор 4.** Это фактор неудовлетворенности: предметы, характеризующиеся этим фактором, ассоциируются как с темным цветом, так и с фиолетовым цветом, что говорит о противоречивости отношения студентов к изучаемым учебным предметам – с одной стороны, довольно высокий уровень знаний по предмету, с другой – трудное понимание предмета, его некачественное преподавание.

В результате полученные факторы могут быть использованы в качестве формализованных критериев для оценки качества содержания учебных дисциплин:

критерий  $Y_{C3}$  – для оценки степени заинтересованности студентов:

$$Y_{C3} = 0,98x_{10} + 0,8x_{11} + 0,9x_{12} + 0,76x_{15} + 0,84x_{16} + 0,78x_{17} - 0,9x_{18} + 0,69x_{19} \\ + 0,64x_{20} + 0,64x_{21} + 0,85x_{23}$$

критерий  $Y_{TB}$  – для оценки трудности восприятия содержания учебной дисциплины студентами:

$$Y_{TB} = 0,83x_8 + 0,66x_{13} + 0,70x_{14} + 0,87x_{22}$$

критерий  $Y_{Удовл.}$  – для оценки удовлетворенности содержанием учебной дисциплины:

$$Y_{Удовл.} = 0,78x_1 - 0,51x_2 - 0,63x_7 - 0,63x_{13} + 0,52x_{19} + 0,46x_{21}$$

критерий  $Y_{Неудовл.}$  – для оценки неудовлетворенности содержанием учебной дисциплины:

$$Y_{Неудовл.} = 0,59x_3 + 0,41x_6 - 0,72x_9 + 0,35x_{14} + 0,56x_{20} + 0,38x_{21}$$

Оценка эффективности найденных формализованных критериев была проведена аналогично [6]. Исследования [12, 76] подтвердили надежность предложенного алгоритма.

В табл. 2.17 представлен результат проведенного факторного анализа – коэффициенты нагрузки каждого фактора на объекты (дисциплины). Серым цветом выделены те коэффициенты, величина которых больше или близка к единице.

Таблица 2.17

*Коэффициенты факторных нагрузок*

Учебные дисциплины	Факторные нагрузки			
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Базы данных и экспертные системы	1,255	-1,632	-0,475	0,922
Геометрия и алгебра	-0,755	-0,573	0,857	1,279
Дифференциальные уравнения	-0,995	0,060	0,660	1,213
Информатика	1,789	-1,314	1,094	-0,679
Информационные технологии	0,385	-1,699	-0,165	0,639
Компьютерная графика	1,253	0,093	1,993	-0,420
Математический анализ	-0,655	1,231	2,341	1,375
Основы теории случайных функций	-0,963	-0,522	0,373	-0,499
Практикум на ЭВМ	0,228	-1,192	0,739	-0,538
Теория вероятностей и мат, статистика	-0,540	0,756	0,402	0,974
Физика	-0,612	-0,246	0,628	0,678
Численные методы	-0,862	-0,442	0,291	0,481
Языки программирования и методы трансляций	2,153	-0,495	-0,147	-1,141
Безопасность жизнедеятельности	-0,399	0,055	-1,662	0,198
Иностранный язык	2,633	2,542	-1,081	1,649
История	-0,329	1,407	0,074	-1,029
Культурология	-0,438	0,296	-0,094	-1,329
Политология	-0,496	1,198	-0,300	-0,360
Правоведение	-0,351	-0,397	-1,397	0,632
Психология и педагогика	-0,042	-0,963	-1,054	0,443
Социология	-0,372	-0,054	-0,583	-0,321
Философия	0,189	1,124	0,114	-1,659
Экология	-0,318	0,432	-1,665	0,516
Экономика	-0,068	0,394	0,279	-0,358
Элективные курсы по истории и культурологии	-0,946	-0,525	-1,126	-0,460
Элективные курсы по философии	-0,745	0,367	-0,097	-2,204

Анализ результатов, приведенных в табл. 2.17, позволил на вербальном уровне сформулировать отношение студентов к изучаемым дисциплинам (см. табл. 2.18).

Таблица 2.18

*Отношение студентов к изучаемым дисциплинам*

Учебные дисциплины	Характеристика дисциплины
Базы данных и экспертные системы	Заинтересованность, удовлетворенность
Геометрия и алгебра	Больше неудовлетворенности, хотя в целом нейтрально
Дифференциальные уравнения	Заинтересованности нет, неудовлетворенность
Информатика	Заинтересованность, удовлетворенность
Информационные технологии	Заинтересованность, неудовлетворенность
Компьютерная графика	Заинтересованность, удовлетворенность
Математический анализ	Заинтересованности нет, отмечается даже отторжение, хотя, скорее всего, предмет воспринимается «как должный»
Основы теории случайных функций	Нейтральное отношение
Практикум на ЭВМ	Вполне удовлетворяет
Теория вероятностей и мат. статистика	Отторжение с неудовлетворенностью
Физика	Предмет воспринимается «как должный»
Численные методы	Предмет воспринимается «как должный»
Языки программирования и методы трансляций	Высокая степень заинтересованности
Безопасность жизнедеятельности	Заинтересованности нет, предмет воспринимается «как должный»
Иностранный язык	Высокая степень заинтересованности, но и высокая степень отторжения с неудовлетворенностью
История	Отторжение
Культурология	Предмет воспринимается «как должный» с низкой степенью отторжения
Политология	Предмет воспринимается «как должный» с низкой степенью отторжения
Правоведение	Предмет воспринимается «как должный» с низкой степенью неудовлетворения
Психология и педагогика	Предмет воспринимается «как должный» с низкой степенью отторжения
Социология	Нейтральное отношение («никакое»)
Философия	Отторжение
Экология	Отторжение с малой долей неудовлетворенности
Экономика	Предмет входит в разряд «трудных», низкая доля удовлетворенности
Элективные курсы по истории и культурологии	«Никакое» отношение
Элективные курсы по философии	«Никакое отношение» с некоторой долей отторжения,

Как видно из табл. 2.18, оцениваемые дисциплины условно разделились на 4 группы, которые можно охарактеризовать 4 признаками. Самая «благополучная» группа – это та, к которой принадлежат дисциплины, связанные с компьютерными технологиями. Особое место заняла одна дисциплина – иностранный язык. Отношение – неоднозначное: с одной стороны заинтересованность, высокий уровень знаний, а с другой – желание пропустить занятия, желание изменить содержание занятий. Это говорит о низком качестве преподавания дисциплины. Негативное отношение к предметам, имеющим физико-математическую направленность и равнодушное отношение к гуманитарным дисциплинам.

Можно сделать заключение о том, что характер образовательного процесса поверхностный, быстрый. Студент ориентирован на «быстрое» получение знаний по престижным компьютерным технологиям (при этом осознает необходимость изучения иностранного языка). Неудовлетворенность блоком фундаментальных дисциплин может свидетельствовать о низком базовом уровне по этим дисциплинам (школьная подготовка). Отсутствие интереса к гуманитарным дисциплинам может свидетельствовать о нежелании развиваться духовно. К сожалению, это подтверждает сегодняшняя действительность. Экономическое состояние страны побуждает молодых специалистов искать быстрый заработок. Этим частично объясняется нежелание продолжать учебу после второго, третьего курса у некоторых способных студентов. Полученные результаты также могут отражать уровень преподавания по каждому из выделенных блоков дисциплин на данном факультете.

## **Выводы по главе 2**

1. Дан анализ применения тестовых технологий при решении задач развития профессионализма и оценки компетентности. Выявлены особенности педагогического и психодиагностического тестирования.

2. Разработаны алгоритмы и программы оценки качества тестовых заданий (для педагогических тестов). Основным достоинством программного обеспечения является возможность расчета функции успеха по моделям Раша и Бирнбаума, что позволяет проводить параметризацию педагогического теста и оценивать его эффективность. Продемонстрирована эффективность предложенного подхода на реальных данных (решения задачи оценки остаточных знаний у студентов ТПУ).

3. Разработан алгоритм оценки параллельности тестовых заданий, основным достоинством которого является совместное использование трех различных критериев, что повышает надежность получаемых результатов.

4. Выявлены особенности представления результатов психологического тестирования в зависимости от вида теста (формализованные и неформализованные методики). Показана роль проективных методик в оценке подсистем и компонентов компетентности и необходимость разработки алгоритмического и программного обеспечения для обработки результатов различного вида психологических тестов.

5. Составлена обобщенная схема психодиагностического тестирования для измерения одного из компонентов компетентности – ПВК (профессионально-важных качеств) специалиста. Практическая реализация данного подхода продемонстрирована на следующих примерах: 1) схема психодиагностического тестирования для оценки ПВК выпускников по специальности «разделительные производства»; 2) технология профориентации и профотбора абитуриентов ТПУ.

6. Исследованы возможности оценки и анализа компонентов компетентности по результатам экспериментального исследования на базе Томского политехнического университета. Полученные результаты позволили выделить важные особенности в структуре предметно-деятельностной компетентности студентов технического университета.

7. Проанализированы существующие методы обработки и анализа результатов экспертного оценивания. Учитывая, что экспертные оценки могут быть измерены в различных шкалах, разработан алгоритм для определения обобщенного мнения экспертов с учетом типа измерительной шкалы.

Представлены результаты применения разработанного алгоритма для решения двух прикладных задач: 1) определения психологических и личностных качеств абитуриентов, необходимых для формирования компетентности; 2) определения требований к компетентности молодых специалистов со стороны работодателей.

8. Разработана технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности на основе методов многомерного анализа данных (кластерный и факторный анализ).

На основе данной технологии проведен анализ компонентов подсистемы «Ценностно-смысловая компетентность». Исследовалась такая составляющая данной подсистемы как отношение студентов к изучаемым учебным дисциплинам. Выделены 4 основных фактора: заинтересованности, трудности восприятия, удовлетворенности и неудовлетворенности. Методом кластерного анализа получены аналогичные результаты. Особое место заняла одна дисциплина – иностранный язык. Выявлена активная заинтересованность предметом наряду с резким недовольством содержанием и методами его преподавания.

## ГЛАВА 3

# РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ И ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА СТУДЕНТОВ

### 3.1. Задача формирования интегральных показателей и критериев

В настоящее время для оценки состояния объектов или процессов в различных областях знаний широко используются разного рода интегральные показатели, основное назначение которых дать комплексную оценку выбранных характеристик объекта. Такие показатели просты в применении и служат своего рода индикаторами, так как их отклонения от некоторых заданных значений свидетельствуют об изменении состояния объекта и предполагают его дальнейший анализ. Чувствительность показателя к изменениям состояния объекта на различных уровнях его иерархической структуры напрямую связана с выбором уровня декомпозиции объекта, на основе которого строятся интегральный показатель.

Любой интегральный показатель суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке будь то какой-то момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний.

Формально это положение можно записать следующим образом.

Пусть множество точек, на которых рассматривается наша оценка, есть  $Z$  набор элементов  $z_1, z_2, \dots, z_n$ :  $Z = \{z_i\}$ .

Локальная оценка  $h$ , измеряемая на каждом элементе, есть  $h(z_i)$ . Если множество  $Z$  непрерывно, то интегральная оценка может быть записана в виде интеграла  $H = \int h(Z) dZ$ .

Любой интегральный показатель суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки – это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке, будь то какой-то момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний.

Для решения поставленной задачи использовались различные методы и подходы в зависимости от особенностей решаемой задачи. В качестве базовых были использованы модели квалиметрии (Н.А. Селезнева, А.И. Субетто), методы получения интегральных

оценок состояния организма человека (Баевский Р.М., Новосельцев В.Н., Казначеев В.П., Айдаралиев А.А., Кобринский Б.А.), а также интегральных критериев профессиональной готовности (Коваленко А.В.) и профпригодности (Фрумкин А.А.).

На основе анализа основных типов методов свертывания (глава 1), используемых в моделях квалиметрии, выбраны методы, наиболее подходящие для формирования интегральных показателей и критериев оценки компетентности. Предложенные интегральные оценки можно разделить на 4 вида в соответствии с используемым типом свертки (табл. 3.1).

Таблица 3.1

*Интегральные показатели и критерии оценки компетентности*

Виды свертки	Виды интегральных показателей и критериев	Оцениваемые компоненты компетентности и решаемые задачи
Функциональное свертывание $\bar{\mu} = f(\mu_1, \dots, \mu_n)$	Формализованные критерии в виде факторных моделей	Интегральные показатели для оценки личностных и деловых качеств
Сепарабельное свертывание $\bar{\mu} = \sum l(\lambda_i)\varphi(\mu_i)$	Функции соответствия в виде свертки функций принадлежности	(предпринимательские способности, педагогические способности и т. п.)
Аддитивная свертка $\bar{\mu} = \sum \lambda_i \mu_i$	Обобщенная свертка в виде линейной регрессии	Интеллектуальный потенциал
Альтернативное конъюнктивное свертывание: свертка альтернативных бивалентных мер качества $\{0; 1\}$ в виде конъюнкции предикатов пригодности («пригодно» – 1; «не пригодно» – 0): $\bar{\mu} = 1$ , если $\{\forall \mu_i, \mu_i \in M^{oi}\}$ , $\bar{\mu} = 0$ , если $\{\exists \mu_i, \mu_i \notin M^{oi}, M^{oi} = pr^i M^o\}$	Интегральные критерии в виде продукционных моделей	Интегральные критерии профессиональной пригодности для различных специальностей технического университета

Приведенные в табл. 3.1 критерии могут быть использованы для решения прикладных задач, связанных с оценкой компетентности студентов (например, формирование рейтинга), так и входить в состав решающих правил для диагностики компетентности.

В данной главе рассмотрены предлагаемые алгоритмы формирования интегральных показателей и критериев оценки компонентов компетентности студентов **на основе теории нечетких множеств и формализованных критериев в виде факторных моделей.**

### 3.2. Формализованные критерии в виде факторных моделей

Использование факторных моделей для формирования интегральных критериев оценки личностных качеств было предложено еще С.А. Айвазяном. Данный подход был использован для формирования интегральных критериев оценки различных видов компетентности (компонентов компетентностной модели) [12].

Широкий интерес к приложению методов факторного анализа связан с тем, что эти методы позволяют решать задачу построения той или иной схемы классификации, т. е. компактного содержательного описания исследуемого явления, на основе обработки больших информационных массивов.

Основная модель факторного анализа записывается следующей системой равенств [50]:

$$x_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + \varepsilon_i; \quad i = \overline{1, p}; \quad m \leq p. \quad (3.1)$$

То есть полагается, что значения каждого признака  $x_i$  могут быть выражены суммой простых факторов  $f_j$ , количество которых меньше числа исходных признаков, и остаточным членом  $\varepsilon_i$  с дисперсией  $\sigma^2(\varepsilon_i)$ , действующей только на  $x_i$ , который называют *специфическим фактором*.

Коэффициенты  $l_{ij}$  называются *нагрузкой*  $i$ -й переменной на  $j$ -й фактор или нагрузкой  $j$ -го фактора на  $i$ -ю переменную. Максимально возможное количество факторов  $m$  при заданном числе признаков  $p$  определяется неравенством  $(p + m) \leq (p - m)^2$ , которое должно выполняться, чтобы задача не вырождалась в тривиальную. Данное неравенство получается на основании подсчета степеней свободы, имеющих в задаче [50].

Задачу факторного анализа нельзя решить однозначно. Равенство (3.1) не поддаются непосредственной проверке, так как  $p$  исходных

признаков задается через  $(p + m)$  других переменных – простых и специфических факторов. Поэтому представление корреляционной матрицы факторами можно произвести бесконечно большим числом способов. Если удалось произвести факторизацию корреляционной матрицы с помощью некоторой матрицы факторных нагрузок  $F$ , то любое линейное ортогональное преобразование  $F$  (ортогональное вращение) приведет к такой же факторизации. Ортогональное вращение факторов осуществлялось методом варимакс, поскольку этот метод позволяет упростить интерпретацию факторов, (в то время как квартимакс – переменных, а эквамекс – и факторов, и переменных одновременно).

Полученные факторы представляют собой линейные функции вида:

$$F_i = f_{i1} \cdot x_1 + f_{i2} \cdot x_2 + \dots + f_{ip} \cdot x_p \quad (3.2)$$

$$i = 1 \dots m; \quad j = 1, 2 \dots p$$

где  $m$  – количество факторов;  $p$  – количество переменных;  $f_{ij}$  – нагрузка  $i$ -го фактора на  $j$ -ую переменную;  $x_j$  – переменные.

Функцию вида (4.2) будем использовать в качестве формализованного критерия для оценки компонентов компетентности. Такой подход наиболее эффективен в случае, когда исследуемый компонент характеризуется неким выходным качеством  $Y$ , которое априори обуславливается (не обязательно однозначно) набором поддающихся учету и измерению «входных параметров»  $x_1, x_2 \dots x_p$ . Так, например, уровень педагогического мастерства  $Y$  характеризуется признаками  $x_1, x_2 \dots x_p$  которые можно «измерить» по результатам анкетирования студентов.

Рассмотрим возможности данного подхода на примере задачи формирования обобщенных критериев оценки и анализа структуры специальной компетентности выпускников технического вуза, занимающихся преподавательской деятельностью.

Сфера профессиональной деятельности выпускников технических вузов достаточно разнообразна, в том числе часть из них выбирает преподавательскую деятельность (в основном, связанную с преподаванием специальных дисциплин). Данный параграф посвящен вопросом оценки и анализа предметно-деятельностной (специальной) компетентности этой категории выпускников (включая магистрантов и аспирантов).

В проведенном исследовании в роли экспертов выступали студенты. Экспертные оценки представляли собой ответы на анкету «Преподаватель глазами студента», приведенную в [64]. В настоящее время результаты анкетирования по данной методике используются в Томском политехническом университете и в ряде других российских вузов при аттестации преподавателей (например, при оформлении документов на ученое звание). Однако способ обработки и анализа результатов анкетирования

рования является некорректным с точки зрения математической статистики. Так, например, нельзя использовать среднее значение в качестве меры центральной тенденции для показателей ранговой шкалы. Кроме того, не учитывается влияние резко выделяющихся наблюдений (мнений экспертов – «еретиков») на итоговую оценку и т. д. В связи с этим для анализа и обработки результатов анкетирования были использованы экспертно-статистические алгоритмы [74, 75, 78]. Продемонстрируем работу алгоритмов на примере обработки и анализа результатов анкетирования студентов IV и V курсов одной из кафедр факультета автоматики и вычислительной техники Томского политехнического университета. Студенты оценивали преподавателей, обеспечивающих учебные дисциплины, связанные с будущей специальностью. Всего было оценено:

4 курс 16 преподавателей (множество {P1, P3, P4 ..... P17});

5 курс 13 преподавателей (множество {P1, P2, P3 ..... P13}).

Согласно анкете, необходимо было оценить по 9-ти балльной шкале 18 качеств (оцениваемые качества представлены в табл. 3.2).

Коэффициент конкордации  $W$  для исходной группы экспертов составил  $W = 0.437$ . В результате работы алгоритма выявления «еретиков» из группы было удалено 7 еретиков. Коэффициент конкордации «улучшился», и составил  $W = 0.719$ .

В табл. 3.2 продемонстрирован результат работы алгоритма удаления экспертных оценок «еретиков» для всех 18 оцениваемых показателей.

Таблица 3.2

*Результат работы алгоритма выявления экспертов–«еретиков»*

Оцениваемое качество	До исключения «еретиков»		Количество «еретиков»	После исключения «еретиков»	
	Медиана	$W_0$		Медиана	$W_1$
1. Излагают материал ясно, доступно	6	0.437	7	6.5	0.719
2. Разъясняет сложные места	5.5	0.596	3	6	0.620
3. Выделяет главные моменты	5.5	0.611	4	6	0.798
4. Умеет вызвать и поддержать интерес аудитории к предмету	5	0.394	4	5	0.410
5. Следит за реакцией аудитории	5	0.568	6	5.5	0.662
6. Задает вопросы, побуждает к дискуссии	5.5	0.626	1	5.5	0.649
7. Соблюдает логику в изложении	6.5	0.579	1	6.5	0.597

Окончание табл. 3.2

Оцениваемое качество	До исключения «еретиков»		Количество «еретиков»	После исключения «еретиков»	
	Медиана	W <sub>0</sub>		Медиана	W <sub>1</sub>
8. Демонстрирует культуру речи, четкость дикции, нормальный темп изложения	6	0.713	1	6	0.719
9. Умеет снять напряжение и усталость аудитории	5	0.632	3	5	0.743
10. Ориентирует на использование изученного материала в будущей деятельности	4.5	0.650	10	5	0.768
11. Творческий подход и интерес к своему делу	6	0.500	5	6.5	0.542
12. Доброжелательность и такт по отношению к студенту	5	0.654	5	6	0.792
13. Терпение	6.5	0.354	6	7	0.425
14. Требовательность	6	0.587	5	7	0.663
15. Заинтересованность в успехах студентов	4.5	0.493	8	6	0.589
16. Объективность в оценке знаний	6	0.608	7	6.5	0.754
17. Уважительное отношение к студентам	6	0.564	8	7	0.654
18. Располагает к себе высокой эрудицией, манерой поведения, внешним видом	6	0.654	8	7	0.754

Результаты факторного анализа, выполненные с помощью вращения факторных осей по методу нормализованного варимакса [79], представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

*Факторные нагрузки*

	Факторы	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3	
		IV курс	V курс	IV курс	V курс	IV курс	V курс
	Переменные (признаки)						
1	Излагают материал ясно, доступно	0,87	-0,44	0,11	0,20	-0,13	0,80
2	Разъясняет сложные места	0,87	0,20	0,12	-0,30	-0,05	0,81
3	Выделяет главные моменты	0,92	0,04	0,04	0,12	-0,15	0,79
4	Умеет вызвать и поддержать интерес аудитории к предмету	0,83	0,72	-0,25	0,31	0,14	-0,12
5	Следит за реакцией аудитории	0,88	0,68	-0,24	0,22	0,23	0,16

	Факторы Переменные (признаки)	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3	
		IV курс	V курс	IV курс	V курс	IV курс	V курс
6	Задает вопросы, побуждает к дискуссии	0,78	0,69	0,02	0,14	-0,04	0,11
7	Соблюдает логику в изложении	0,89	0,18	0,06	-0,31	-0,28	0,83
8	Демонстрирует культуру речи, четкость дикции, нормальный темп изложения	0,68	0,51	-0,34	-0,25	0,35	0,35
9	Умеет снять напряжение и усталость аудитории	-0,06	0,84 с	0,93	0,16	-0,14	0,00
10	Ориентирует на использование изученного материала в будущей деятельности	0,21	0,52	-0,02	-0,33	0,86	0,45
11	Творческий подход к своему делу	0,19	0,12	0,24	0,04	0,51	0,86
12	Доброжелательность и такт по отношению к студенту	-0,28	0,13	0,73	0,83	0,19	0,02
13	Терпение	0,12	0,07	0,60	0,93	0,16	0,00
14	Требовательность	0,79	0,03	-0,39	-0,03	0,21	0,93
15	Заинтересованность в успехах студентов	0,01	0,20	0,11	0,81	0,82	0,00
16	Объективность в оценке знаний	0,39	0,04	0,07	0,23	0,62	0,73
17	Уважительное отношение к студентам	0,41	0,06	-0,32	0,93	0,61	0,00
18	Располагает к себе высокой эрудицией, манерой поведения, внешним видом	-0,41	0,08	0,54	0,77	0,35	0,16

Фактор 1. Педагогическое мастерство. Глубина знания предмета, стремление вызвать к нему интерес; заинтересованность в успехах студентов; четкость и ясность изложения материала; грамотность речи; четкость дикции; доступность, коммуникабельность (контакт с аудиторией); умение снять напряжение и усталость аудитории; побуждает к дискуссии; способность решать противоречия между формальным и личным подходами в обучении.

Фактор 2. Личностные качества. Доброжелательность, тактичность, уважительное отношение к студентам; умение выслушать и понять студента; заинтересованность в успехах студентов, объективность в оценке знаний; широта эрудиции; располагает к себе внешним видом, манерой поведения; ровность характера.

Фактор 3. Профессиональная компетентность. Глубокие необходимые знания по предмету; передает студентам знания по отработанной технологии, соответствующей его личности; ориентирует на использование изученного материала в будущей профессиональной деятельности, творческий подход и интерес к своему делу.

Таким образом, полученные факторы могут быть использованы в качестве формализованных критериев для оценки компетентности преподавателей:

- критерий  $Y_{\text{ПедМ}}$  – для оценки педагогического мастерства преподавателя:

$$Y_{\text{ПедМ}} = 0,87x_1 + 0,87x_2 + 0,92x_3 + 0,83x_4 + 0,88x_5 + 0,78x_6 + 0,89x_7 + 0,68x_8 + 0,79x_{14};$$

- критерий  $Y_{\text{ЛичК}}$  для оценки личностных качеств преподавателя:

$$Y_{\text{ЛичК}} = 0,93x_9 + 0,73x_{12} + 0,60x_{13} + 0,54x_{18};$$

- критерий  $Y_{\text{ПрофК}}$  – для оценки профессиональной компетентности преподавателя:

$$Y_{\text{ПрофК}} = 0,86x_{10} + 0,51x_{11}.$$

В табл. 3.4 приведены результаты экспериментальной проверки эффективности разработанных формализованных критериев. В столбцах слева – количественные показатели формализованных критериев для каждого преподавателя, в столбцах справа – обобщенная экспертная оценка указанных качеств. Значение коэффициента корреляции Спирмена, приведенное в нижней строке табл. 3.4 указывает на высокую ( $p < 0.01$ ) взаимосвязь оценок, полученных на основе разработанных формализованных критериев и с помощью обобщенных экспертных оценок, что свидетельствует об эффективности предложенного нами алгоритма.

Таким образом, сформированные нами формализованные критерии могут быть успешно использованы в качестве оценок специальной компетентности выпускников технического университета, занимающихся преподавательской деятельностью, а так же при оценке педагогической практике магистрантов и аспирантов.

Таблица 3.4

*Взаимосвязь разработанных формализованных критериев с результатами экспертного оценивания*

№	Преподаватель	Педагогическое мастерство			Личностные качества			Профессиональная компетентность		
		$Y_{\text{Пед}_M}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	$Y_{\text{Лич}_K}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	$Y_{\text{Проф}_K}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)
1	P1	49.93	18	15	15.62	18	21	13.45	7	5
2	P2	56.69	13	14	17.12	9	6	12.25	11	21
3	P3	45.25	21	20	18.45	2	4	10.05	21	11
4	P4	63.47	10	13	17.25	6	1	14.05	2	9
5	P5	57.45	11	16	15.62	14	18	13.25	8	10
6	P6	63.54	9	21	15.62	14	17	12.25	11	19

№	Преподаватель	Педагогическое мастерство			Личностные качества			Профессиональная компетентность		
		УПед_М	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	УЛич_К	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	УПроф_К	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)
7	P7	72.25	2	1	14.58	20	13	13.45	6	2
8	P8	56.63	15	12	18.05	4	5	12.25	11	3
9	P9	56.63	15	11	17.25	6	20	13.25	8	12
10	P10	56.69	13	4	18.05	4	2	14.25	1	8
11	P11	75.25	1	6	15.62	14	19	14.05	2	7
12	P12	45.65	19	17	16.58	10	12	12.25	11	14
13	P13	65.21	8	2	14.58	20	11	14	5	1
14	P14	68.56	3	5	16.58	10	16	12.25	11	13
15	P15	45.51	20	18	16.35	13	15	13.05	10	15
16	P16	68.56	3	7	15.45	19	14	14.05	2	4
17	P17	65.32	7	3	15.62	14	10	12.05	18	20
18	P18	65.54	5	8	19.5	1	8	11.25	19	17
19	P19	65.42	6	9	16.58	10	9	12.25	11	18
20	P20	57.45	11	10	17.25	6	3	10.45	20	16
21	P21	52.24	17	19	18.35	3	7	12.25	11	6
Коэфф. корр Спирмена		R = 0.73			R = 0.61			R = 0.58		

### 3.3. Алгоритмы и технологии принятия решений

#### 3.3.1. Задачи отбора и упорядочивания объектов образовательного процесса

Проблема отбора объектов и упорядочивания объектов в условиях образовательного процесса возникает достаточно часто. Можно перечислить ряд практических задач, связанных с этой проблемой и проблемой оценки компетенций/компетентностей:

- конкурсный отбор для обучения в аспирантуре, магистратуре;
- отбор студентов, окончивших 4 курс (бакалавров) на следующую ступень обучения (инженерная подготовка);
- конкурсный отбор молодых ученых в группу «резерва кадров»;
- формирование банка данных выпускников по имеющимся вакансиям;
- профориентация абитуриентов (выбор наиболее подходящего факультета);
- конкурсный отбор (по дополнительным критериям) среди абитуриентов, имеющих равный балл по результатам вступительных экзаменов;
- конкурсный отбор студентов для обучения на военной кафедре.

При решении задач отбора объектов исходное множество  $X$  делится на два класса: класс допустимых объектов (допустимое множество) и класс недопустимых объектов. Полезность объектов оценивается в пространстве характеризующих их признаков [80].

В случае отбора недоминируемых объектов предпочтение одному объекту перед другим отдается только в том случае, когда первый объект (доминирующий) по всем критериям не хуже второго (доминируемого) и хотя бы по одному из них лучше. Множество, состоящее из недоминируемых объектов, называется множеством Парето. Алгоритмы нахождения множества Парето и ограничения для использования данного метода достаточно подробно изложены в [80, 86, 88].

В [86] для дальнейшего упорядочивания объектов, вошедших в множество Парето, предлагается использовать аппарат теории нечетких множеств. Кроме того, результаты проведенных исследований [12, 18, 23, 27, 31, 40], а также анализ работ других авторов [11, 37, 54, 80] по проблеме отбора и упорядочивания объектов, признаками которых являются элементы и компоненты компетентности, показал, что наиболее перспективный подход – это использование нечетких моделей и алгоритмов нечеткой логики.

Для дальнейшего изложения необходимо привести ряд определений и основных положений теории нечетких множеств и нечеткой логики. Остановимся кратко на таких понятиях, как «нечеткие правила» и «нечеткий вывод».

В нечеткой логике значения любой величины представляются не числами, а словами естественного языка и называются термами. Так, значением лингвистической переменной интеллект являются термы очень высокий, высокий, средний и т. д. На рис 3.1 приведен пример определения термов для переменной коэффициент интеллект (IQ).

Для реализации лингвистической переменной необходимо определить точные физические значения ее термов. Пусть, например, переменная интеллект (IQ) может принимать любое значение из диапазона от 60 до 140 баллов по тесту Амтхауэра.

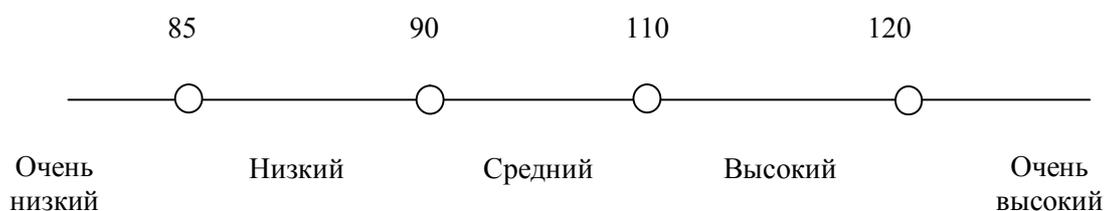


Рис. 3.1. Границы термов для переменной IQ

Согласно положениям теории нечетких множеств, каждому значению IQ из диапазона в 140 баллов может быть поставлено в соответствие некоторое число, от нуля до единицы, которое определяет степень принадлежности данного значения IQ (допустим, 100 баллов) к тому или иному терму лингвистической переменной интеллект. В нашем случае коэффициенту интеллекта в 120 баллов можно задать степень принадлежности к терму очень высокий, равную 0,85, а к терму средний 0,15. Конкретное определение степени принадлежности возможно только при работе с экспертами.

Принадлежность каждого точного значения к одному из термов лингвистической переменной определяется посредством функции принадлежности. Ее вид может быть абсолютно произвольным. Сейчас сформировалось понятие о так называемых стандартных функциях принадлежности (см. рис. 3.2).

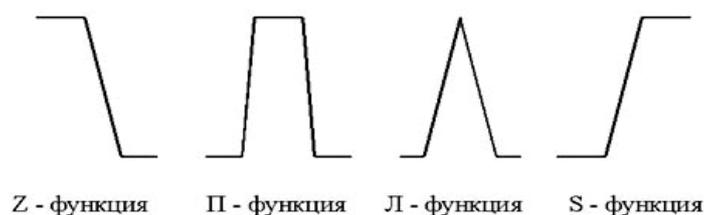


Рис. 3.2. Стандартные функции принадлежности

Стандартные функции принадлежности легко применимы к решению большинства задач. Воспользуемся для построения функций принадлежности методом на основе интервальных оценок.

Теория возможностей основывается на предположении, что имеется интервал  $[h^*, h^0]$  значений критерия  $h$ , который соответствует понятию «хороший» объект, то граничные значения интервала имеют следующую интерпретацию. Пусть  $h^a$  – результат измерения значения характеристики  $h$  для объекта  $a$ . Тогда  $h^*$  является границей идеальной области, т. е., если  $h^a \geq h^*$ , объект следует признать идеально соответствующим понятию «хороший». Возможность такого утверждения  $\mu(u) = 1$  ( $u$  – субъективное событие, заключающееся в том, что объект, с точки зрения эксперта, находится в состоянии «хороший»). Если  $h^a \leq h^0$ , ситуация интерпретируется так: возможность того, что объект «хороший»,  $\mu(u) = 0$ . очевидно, что при  $h^0 < h^a < h^*$  соответствующие возможности имеют значения  $0 < \mu(u) < 1$ .

Очевидно, что с приближением значения  $h^a$  к границе  $h^*$  возможность признания «хорошим» объектом линейно возрастает (рис. 3.3). При этом для определения функции принадлежности

$$\mu(u) = \begin{cases} 0, & h^a \leq h^0; \\ \frac{h^a - h^0}{h^* - h^0}, & h^0 < h^a < h^*; \\ 1, & h^a \geq h^*, \end{cases}$$

используется формула [71]:

В табл. 3.5 приведены пороговые значения  $h^0$  и  $h^*$  для некоторых элементов предметно-деятельностной компетентности, которые получены как основе изучения литературных источников [37, 43, 49, 109], так и на основе результатов проведенных исследований [12, 17, 27, 28].

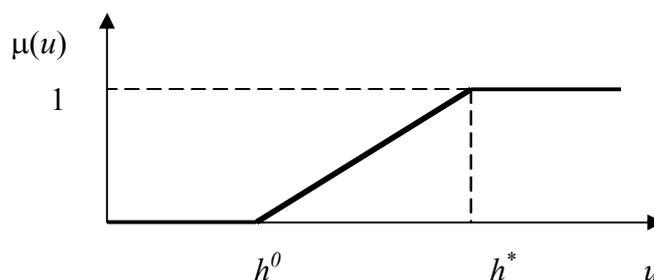


Рис. 3.3. Графическое представление функции принадлежности

Таблица 3.5

*Пороговые значения  $h^0$  и  $h^*$  психодиагностических показателей*

	Показатели психологического тестирования		АВТФ		МСФ		ГФ	
			$h^0$	$h^*$	$h^0$	$h^*$	$h^0$	$h^*$
1	Вербальный интеллект	IQ1	90	120	80	115	100	125
2	Математические способности	IQ5	100	125	90	115	80	110
3	«Технический» интеллект	IQ6	100	125	105	125	80	100
4	Комбинаторное мышление	IQ7	100	125	105	125	85	105
5	Пространственное воображение	IQ8	80	110	95	125	90	115
6	Способность к запоминанию и воспроизведению информации	IQ9	85	115	90	115	95	125
7	Коммуникативность	А	3	8	4	8	6	10
8	Логическое мышление	В	6	10	5	8	4	8
9	Креативность	М	5	9	3	7	4	8
10	Способность нестандартно решать проблемы	Q1	3	11	2	10	2	8

Примечание:  $IQ1, IQ5, IQ6, IQ7, IQ8, IQ9$  – показатели теста структуры интеллекта Амтхауэра;  $A, B, M, Q1$  – показатели 16-факторного личностного теста Кеттэла.

В п. 3.3.3 и 3.3.4 рассмотрены методы выбора альтернатив в условиях нечеткости и неопределенности и разработанные нами на их основе алгоритмы. В качестве основного критерия принятия решений используется минимаксный подход, поэтому для дальнейшего изложения необходимо остановиться на нем более подробно.

### 3.3.2. Принятие решений на основе минимаксного критерия

Принятие решения представляет собой выбор одного из некоторого множества рассматриваемых вариантов:  $E_i \in E$ . Каждым вариантом  $E_i$  однозначно определяется некоторый результат  $e_i$ . Целью – выбор варианта с наибольшим значением результата  $\max_i e_i$ . При этом считается, что оценки  $e_i$  характеризуют такие величины, как, например, выигрыш, полезность или надежность. Противоположную ситуацию исследуют точно также путем минимизации оценки или с помощью рассмотрения отрицательных величин полезности.

Таким образом, выбор наилучшего варианта производится с помощью критерия [38]:

$$E_0 = \{E_{i_0} \mid E_{i_0} \in E \wedge e_{i_0} = \max_i e_i\} \quad (3.3)$$

Это правило выбора обозначает следующее: множество  $E_0$  оптимальных вариантов состоит из тех вариантов  $E_{i_0}$ , которые принадлежат множеству  $E$  всех вариантов и оценка  $e_{i_0}$  которых максимальна среди всех оценок  $e_i$ . Максимальный результат  $\max_i e_i$  может достигаться

в множестве всех результатов многократно, поэтому выбор оптимального варианта в соответствии с критерием (3.3) не является, вообще говоря, однозначным, поскольку необходимость выбирать одно из нескольких одинаково хороших решений на практике обычно не создает дополнительных трудностей. Случай принятия решений, при котором каждому варианту решения соответствует единственное внешнее состояние, является простейшим и весьма частым. В более сложных структурах каждому допустимому варианту решения  $E_i$  вследствие различных внешних условий могут соответствовать различные внешние условия (состояния)  $F_i$  и результаты  $e_{ij}$  решений. Здесь  $e_{ij}$  понимают как полез-

ность решения, оценку соответствующую, варианту  $E_i$  и условиям  $F_i$ . Семейство решений описывается некоторой матрицей решений  $\|e_{ij}\|$ :

$$\begin{vmatrix} & F_1 & F_2 & F_3 & \dots & F_j & \dots & F_n \\ E_1 & e_{11} & e_{12} & e_{13} & \dots & e_{1j} & \dots & e_{1n} \\ E_2 & e_{21} & e_{23} & e_{23} & \dots & e_{2j} & \dots & e_{2n} \\ E_3 & e_{31} & e_{32} & e_{33} & \dots & e_{3j} & \dots & e_{3n} \\ \dots & \dots \\ E_i & e_{i1} & e_{i2} & e_{i3} & \dots & e_{ij} & \dots & e_{in} \\ \dots & \dots \\ E_m & e_{m1} & e_{m2} & e_{m3} & \dots & e_{mj} & \dots & e_{mn} \end{vmatrix}$$

Увеличение объема семейства по сравнению с рассмотренной выше ситуацией детерминированных решений связано как с недостатком информации, так и с многообразием решений.

В таком случае необходимо выбирать решение с наилучшим результатом, но так как не известно, с какими условиями можно столкнуться, то приходится принимать во внимание все оценки  $e_{ij}$ , соответствующие варианту  $E_i$ . Первоначальная задача максимизации  $\max_i e_i$  согласно критерию (3.4) должна быть заменена другой, подходящим образом учитывающей все последствия любого из вариантов решения  $E_i$  [38].

Существует множество критериев принятия решений: минимаксный критерий; критерий Байеса-Лапласа; расширенный минимаксный критерий; критерий Гурвица; критерий Сэвиджа и другие [80].

Так, например, минимаксный критерий (ММ) использует оценочную функцию, соответствующую позиции крайней осторожности. При

$$Z_{MM} = \max_i e_{ir} \text{ и } e_{ir} = \min_j e_{ij} \quad (3.4)$$

справедливо соотношение

$$E_o = \{E_{io} \mid E_{io} \in E \wedge e_{io} = \max_i \min_j e_{ij}\}, \quad (3.5)$$

где  $Z_{MM}$  оценочная функция ММ-критерия.

Правило выбора решения в соответствии с ММ-критерием можно интерпретировать следующим образом.

Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется еще одним столбцом из наименьших результатов  $e_{ir}$  каждой строки. Выбрать надлежит те варианты  $E_{io}$ , в строках которых стоят наибольшие значения  $e_{ir}$  этого столбца.

Выбранные таким образом варианты полностью исключают риск. Это означает, что принимающий решение не может столкнуться с худшим результатом, чем тот, на который он ориентируется. Какие бы условия  $F_i$  ни встречались, соответствующий результат не может оказаться ниже  $Z_{MM}$ . Это свойство заставляет считать минимаксный критерий одним из фундаментальных [80], что и обусловило выбор данного критерия для решения задач.

Следует отметить, что при реализации данного подхода необходимо было учитывать тот факт, что по своей сути обычные количественные методы анализа систем непригодны для систем, в которых участвует человек. В основе этого тезиса лежит то, что можно было бы назвать принципом несовместимости. Суть этого принципа состоит в том, что чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключаящими друг друга характеристиками. Следствие из этого принципа кратко можно выразить так: чем глубже мы анализируем реальную задачу, тем неопределеннее становится ее решение.

Принятие решения – это выбор альтернативы, которая одновременно удовлетворяет и нечетким целям, и нечетким ограничениям. В этом смысле, цели и ограничения являются симметричными относительно решения, что стирает различия между ними и позволяет представить решение как слияние нечетких целей и ограничений.

В связи с вышеизложенным, для решения задач принятия решений о компетентности студентов и выпускников технического университета были использованы модифицированные алгоритмы выбора альтернатив в условиях неопределенности (см. п. 3.2.2 и 3.2.3). Данный подход был впервые предложен Борисовым и Крумбергом [38], а затем широко использован другими исследователями [80, 12].

### **3.3.3. Алгоритм принятия решения в условиях определенности**

Принятие решения о компетентности может осуществляться на основе критериев как одинаковой, так и различной важности. Рассмотрим метод анализа альтернатив в случае, когда критериальные оценки задаются как степени соответствия альтернатив определенным критериям равной важности. В этом случае используется свертка на основе операции пересечения нечетких множеств [38].

Краткие сведения о методе. Пусть имеется множество из  $m$  альтернатив

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}.$$

Тогда для критерия  $C$  может быть рассмотрено нечеткое множество

$$C = [\mu_C(a_1)/a_1, \mu_C(a_2)/a_2, \dots, \mu_C(a_m)/a_m], \quad (3.6)$$

где  $\mu_C(a_m) \in [0,1]$  – оценка альтернативы  $a_j$  по критерию  $C$ , характеризует степень соответствия альтернативы понятию, определяемому критерием  $C$ .

Если имеется  $n$  критериев:  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , то лучшей считается альтернатива, удовлетворяющая и критерию  $C_1$ , и  $C_i$ , и  $\dots$ , и  $C_n$ . Тогда правило для выбора наилучшей альтернативы может быть записано в виде пересечения соответствующих нечетких множеств:

$$D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n. \quad (3.7)$$

Операции пересечения нечетких множеств соответствует операция  $\min$ , выполняемая над их функциями принадлежности:

$$\mu_D(a_i) = \min_{i=1, n} \mu_{C_i}(a_j), \quad j = \overline{1, m}. \quad (3.8)$$

В качестве лучшей выбирается альтернатива  $a^*$ , имеющая наибольшее значение функции принадлежности

$$\mu_D(a^*) = \max_{j=1, m} \mu_D(a_j). \quad (3.9)$$

Рассмотрим задачу выбора одного абитуриента из  $n$  кандидатов, получивших промежуточные баллы при поступлении в вуз.

Абитуриенты оцениваются по следующим качествам (компонентам профессионально-деятельностной компетентности):  $C_1$  – способности к математике,  $C_2$  – склонность к технике,  $C_3$  – пространственное воображение,  $C_4$  – добросовестность,  $C_5$  – способность к творческому решению задач.

Выявив, насколько каждый из кандидатов соответствует рассматриваемым критериям, получим следующие множества:

$$C_1 = \{\mu_{C_1}(a_1)/a_1, \dots, \mu_{C_1}(a_n)/a_n\};$$

$$C_2 = \{\mu_{C_2}(a_1)/a_1, \dots, \mu_{C_2}(a_n)/a_n\};$$

.....

$$C_5 = \{\mu_{C_5}(a_1)/a_1, \dots, \mu_{C_5}(a_n)/a_n\}.$$

Затем формируется множество, состоящее из наименьших функций принадлежности, полученных абитуриентами по рассматриваемым критериям.

Тогда, используя полученное множество, в качестве лучшего кандидата выберем того, который имеет наибольшую функцию принадлежности.

Рассмотрим алгоритм выбора наиболее подходящей специальности для абитуриента (с точки зрения сформированности у него личностных профессионально значимых качеств).

Для этого рассмотрим матрицу, элементами которой являются значения функций принадлежности для  $j$ -й альтернативы (специальности) по каждому критерию ( $i$ -му качеству – компоненту профессионально-деятельностной компетентности) ( $n$  – число критериев;  $m$  – число альтернатив). Рассмотрим вектор  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ , элементами которого являются значения функций принадлежности, которые могут быть получены на основе экспертных оценок, либо путем преобразования балльных оценок, полученных абитуриентом при психологическом тестировании.

Сформируем следующее множество  $D = \{d_{ij}\}$ , где  $d_{ij} = |a_{ij} - b_i|$ .

Тогда правило для выбора наилучшей альтернативы (специальности) из имеющихся  $m$  альтернатив будет иметь вид:

$$c_j = \max_{i=1, n} d_{ij}, \quad c^* = \min_{i=1, m} c_i.$$

Рассмотрим основы теории принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде с примерами нечеткого многокритериального анализа вариантов [95].

### **Нечеткий многокритериальный анализ вариантов**

Будем считать известными:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  – множество вариантов, которые подлежат многокритериальному анализу;  $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$  – множество количественных и качественных критериев, которыми оцениваются варианты.

Задача многокритериального анализа состоит в упорядочивании элементов множества  $X$  по критериям из множества  $G$  нечеткого множества  $\bar{G}_i$  на универсальном множестве вариантов  $X$ : Пусть  $\mu_{G_i}(x_j)$  – число в диапазоне  $[0, 1]$ , которое характеризует уровень оценки варианта  $x_j \in X$  по критерию  $G_i \in G$ : чем больше число  $\mu_{G_i}(x_j)$ , тем выше оценка варианта  $x_j$  по критерию  $G_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, k}$ . Тогда критерий  $G_i$  можно представить в виде:

$$\bar{G}_i = \left\{ \frac{\mu_{G_i}(x_1)}{x_1}, \frac{\mu_{G_i}(x_2)}{x_2}, \dots, \frac{\mu_{G_i}(x_k)}{x_k} \right\} \quad (3.10)$$

где  $\mu_{G_i}(x_j)$  – степень принадлежности элемента  $x_j$  нечеткому множеству  $\bar{G}_i$ .

Для нахождения степени принадлежности нечеткого множества воспользуемся методом построения функций принадлежности на основе парных сравнений. Для этого необходимо сформировать матрицы парных сравнений вариантов по каждому критерию. Общее количество таких матриц совпадает с количеством критериев и равняется  $n$ .

Наилучшим вариантом будем тот, который одновременно лучший по всем критериям. Нечеткое решение  $\bar{D}$  находится как пересечения частных критериев:

$$\bar{D} = \bar{G}_1 \cap \bar{G}_2 \cap \dots \cap \bar{G}_n = \left\{ \frac{\min_{i=1,n} \mu_{G_i}(x_1)}{x_1}, \frac{\min_{i=1,n} \mu_{G_i}(x_2)}{x_2}, \dots, \frac{\min_{i=1,n} \mu_{G_i}(x_k)}{x_k} \right\}. \quad (3.11)$$

Согласно с полученным нечетким множеством  $\bar{D}$ , наилучшим вариантом будем считать тот, для которого степень принадлежности является наибольшей.

При неравновесных критериях формула (3.11) принимает вид:

$$\bar{D} = \left\{ \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(x_1))^{\alpha_i}}{x_1}, \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(x_2))^{\alpha_i}}{x_2}, \dots, \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(x_k))^{\alpha_i}}{x_k} \right\}, \quad (3.12)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент относительной важности критерия  $G_i$ ,  $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$ .

Показатель степень  $\alpha_i$  в формуле (3.12) свидетельствует о концентрации нечеткого множества  $\bar{G}_i$  в соответствии с мерой важности критерия  $G_i$ . Коэффициенты относительной важности критериев могут быть определены различными методами, например, с помощью парных сравнений по шкале Саати [46].

### **Нечеткий многокритериальный анализ компетентности претендентов на вакантную должность**

В качестве примера принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде рассмотрим сравнение профессионального уровня трех выпускников технического университета  $(x_1, x_2, x_3)$ , претендующих на одну и ту же вакантную должность. Для оценки компетентности претендентов воспользуемся следующими критериями:  $G_1$  – специаль-

ные знания;  $G_2$  – социальная компетентность;  $G_3$  – коммуникативная компетентность;  $G_4$  – интеллектуальная компетентность;  $G_5$  – креативность;  $G_6$  – инновационный потенциал. При экспертном сравнении претендентов  $x_1, x_2, x_3$  по критериям  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$  были получены лингвистические высказывания, представленные в табл. 3.6

Таблица 3.6

*Парные сравнения компетентности выпускников по шкале Саати*

Критерий	Парные сравнения
$G_1$	<i>Отсутствие</i> преимущества $x_1$ над $x_2$ <i>Существенное</i> преимущество $x_3$ над $x_1$
$G_2$	<i>Почти существенное</i> преимущество $x_1$ над $x_3$ <i>Слабое</i> преимущество $x_2$ над $x_3$
$G_3$	<i>Существенное</i> преимущество $x_1$ над $x_2$ <i>Явное</i> преимущество $x_1$ над $x_3$
$G_4$	<i>Слабое</i> преимущество $x_2$ над $x_1$ <i>Почти слабое</i> преимущество $x_3$ над $x_1$
$G_5$	<i>Существенное</i> преимущество $x_1$ над $x_2$ <i>Почти явное</i> преимущество $x_1$ над $x_3$
$G_6$	<i>Почти существенное</i> преимущество $x_1$ над $x_2$ <i>Почти слабое</i> преимущество $x_3$ над $x_1$

Этим экспертным высказываниям соответствуют следующие матрицы парных сравнений  $A(G_i) = \{x_{ij}\}$ :

$$\begin{aligned}
 A(G_1) &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.2 \\ 1 & 1 & 0.2 \\ 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}, & A(G_2) &= \begin{bmatrix} 1 & 1.35 & 4 \\ 0.75 & 1 & 3 \\ 0.25 & 0.33 & 1 \end{bmatrix}, & A(G_3) &= \begin{bmatrix} 1 & 5 & 7 \\ 0.2 & 1 & 1.4 \\ 0.14 & 0.71 & 1 \end{bmatrix}, \\
 A(G_4) &= \begin{bmatrix} 1 & 0.33 & 0.5 \\ 3 & 1 & 1.5 \\ 2 & 0.67 & 1 \end{bmatrix}, & A(G_5) &= \begin{bmatrix} 1 & 5 & 6 \\ 0.2 & 1 & 1.2 \\ 0.17 & 0.83 & 1 \end{bmatrix}, & A(G_6) &= \begin{bmatrix} 1 & 4 & 0.5 \\ 0.25 & 1 & 0.13 \\ 2 & 8 & 1 \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

В этих матрицах полужирным шрифтом выделенные элементы, которые соответствуют парным сравнениям из табл. 3.3. Остальные элементы найдены в предположении о согласованности парных сравнений, т. е. с учетом того, что матрица парных сравнений является диагональной и обладает свойствами транзитивности и обратной симметричности.

Применяя формулу (3.10) к матрицам парных сравнений, получаем следующие нечеткие множества:

$$\bar{G}_1 = \left\{ \frac{0.14}{x_1}, \frac{0.14}{x_2}, \frac{0.72}{x_3} \right\}, \quad \bar{G}_2 = \left\{ \frac{0.5}{x_1}, \frac{0.38}{x_2}, \frac{0.12}{x_3} \right\}, \quad \bar{G}_3 = \left\{ \frac{0.74}{x_1}, \frac{0.15}{x_2}, \frac{0.11}{x_3} \right\},$$

$$\bar{G}_4 = \left\{ \frac{0.17}{x_1}, \frac{0.5}{x_2}, \frac{0.33}{x_3} \right\}, \quad \bar{G}_5 = \left\{ \frac{0.73}{x_1}, \frac{0.15}{x_2}, \frac{0.12}{x_3} \right\}, \quad \bar{G}_6 = \left\{ \frac{0.31}{x_1}, \frac{0.08}{x_2}, \frac{0.61}{x_3} \right\}.$$

По формуле (3.12) получаем:  $\bar{D} = \left\{ \frac{0.14}{x_1}, \frac{0.08}{x_2}, \frac{0.11}{x_3} \right\}$ , что свидетель-

ствует о существенном преимуществе претендента  $x_1$  над  $x_2$ , а также о слабом преимуществе претендента  $x_1$  над претендентом  $x_3$ .

Предположим, что критерии  $G_1, G_2 \dots G_6$  являются неравновесными. Для определения рангов критериев воспользуемся методом парных сравнений. Пусть заданы следующие лингвистические высказывания о важности критериев:

- *почти существенное* преимущество  $G_2$  над  $G_6$
- *явное* преимущество  $G_3$  над  $G_1$
- *слабое* преимущество  $G_3$  над  $G_5$
- *почти слабое* преимущество  $G_4$  над  $G_6$
- *отсутствие* преимущества  $G_5$  над  $G_6$

Этим экспертным высказываниям соответствует следующая матрица парных сравнений  $A = \{G_{ij}\}$ :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0.25 & 0.14 & 0.21 & 0.43 & 0.43 \\ 4 & 1 & 0.57 & 0.86 & 1.71 & 1.71 \\ 7 & 1.75 & 1 & 1.5 & 3 & 3 \\ 4.67 & 1.17 & 0.67 & 1 & 2 & 2 \\ 2.33 & 0.58 & 0.33 & 0.5 & 1 & 1 \\ 2.33 & 0.58 & 0.33 & 0.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Определим ранги критериев  $G_1, G_2, \dots, G_6$ :

$\alpha_1 = 0.04$ ;  $\alpha_2 = 0.19$ ;  $\alpha_3 = 0.33$ ;  $\alpha_4 = 0.22$ ;  $\alpha_5 = 0.11$ ;  $\alpha_6 = 0.11$ , что означает наибольшую важность коммуникативной компетентности ( $G_3$ ) и интеллектуальной компетентности ( $G_4$ ). По формуле (3.10) получаем нечеткие множества:

$$\bar{G}_1 = \left\{ \frac{0.14^{0.04}}{x_1}, \frac{0.14^{0.04}}{x_2}, \frac{0.72^{0.04}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.91}{x_1}, \frac{0.91}{x_2}, \frac{0.98}{x_3} \right\};$$

$$\begin{aligned}\bar{G}_2 &= \left\{ \frac{0.5^{0.19}}{x_1}, \frac{0.38^{0.19}}{x_2}, \frac{0.12^{0.19}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.88}{x_1}, \frac{0.83}{x_2}, \frac{0.68}{x_3} \right\}; \\ \bar{G}_3 &= \left\{ \frac{0.74^{0.33}}{x_1}, \frac{0.15^{0.33}}{x_2}, \frac{0.11^{0.33}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.91}{x_1}, \frac{0.53}{x_2}, \frac{0.48}{x_3} \right\}; \\ \bar{G}_4 &= \left\{ \frac{0.17^{0.22}}{x_1}, \frac{0.5^{0.22}}{x_2}, \frac{0.33^{0.22}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.68}{x_1}, \frac{0.86}{x_2}, \frac{0.79}{x_3} \right\}; \\ \bar{G}_5 &= \left\{ \frac{0.73^{0.11}}{x_1}, \frac{0.15^{0.11}}{x_2}, \frac{0.12^{0.11}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.97}{x_1}, \frac{0.81}{x_2}, \frac{0.79}{x_3} \right\}; \\ \bar{G}_6 &= \left\{ \frac{0.31^{0.11}}{x_1}, \frac{0.08^{0.11}}{x_2}, \frac{0.61^{0.11}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.88}{x_1}, \frac{0.76}{x_2}, \frac{0.95}{x_3} \right\}.\end{aligned}$$

В результате пересечения нечетких множеств  $\bar{G}_1 \div \bar{G}_6$  получаем:

$$\bar{D} = \left\{ \frac{0.68}{x_1}, \frac{0.53}{x_2}, \frac{0.48}{x_3} \right\}, \text{ что свидетельствует о существенном преимуществе выпускника } x_1 \text{ над выпускником } x_2 \text{ и } x_3, \text{ а также о слабом преимуществе выпускника } x_2 \text{ над выпускником } x_3.$$

На основе представленного алгоритма был разработан универсальный программный модуль для оценки различных компонентов компетентности специалиста.

### Выводы по главе 3

1. Предложена технология построения интегральных показателей и критериев оценки компетентности на основе тестирования и экспертного оценивания, позволяющая получать оценки, как для компонентов, так и подсистем компетентностной модели с учетом особенностей исходной информации.

2. На основе полученных критериев разработаны алгоритмы формирования рейтинга, позволяющие максимально снизить роль субъективного фактора в решении таких задач.

3. Впервые в практике оценки компетентности сформированы интегральные критерии, полученные на основе теории нечетких множеств.

4. Эффективность предложенного подхода продемонстрирована на примере задач формирования интегральных показателей для оценки основных четырех подсистем компетентности и уровня компетентности специалиста с высшим техническим образованием.

## ГЛАВА 4

# ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ, ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ

### 4.1. Виды классификационных моделей. Преобразование пространства исходных признаков

Вернемся к проблеме системных исследований компетентности. Конечный результат подобных исследований – это полученная информация об объекте исследования, которая должна быть «зафиксирована, описана, представлена в виде определенной модели». По определению, «знания вообще существуют только в форме моделей, т. е. модель есть форма существования знаний» [102]. Первым продуктом анализа системы (в нашем случае – компетентности) является перечень элементов системы, т. е. модель состава системы. Разработанная модель состава компетентности подробно описана в [14, 23, 24, 30] и в первой главе.

Настоящая глава посвящена вопросам применения в системных исследованиях компетентности различного вида классификационных моделей. По одному из определений – «классификация есть простейшая абстрактная модель разнообразия действительности» [102]. Выделяют несколько важных моментов, которые необходимо учитывать при решении задач классификации: 1) множественность возможных классификаций связана с выбором характеристики, параметра, меры различия между объектами; 2) от конкретизации оценочных понятий «слабых» и «сильных» различий зависят число различаемых классов и задание границ между ними; любая классификация есть только модель разнообразия реальности, поэтому всегда найдется объект, который нельзя однозначно отнести к тому или иному классу.

Различают два вида классификаций: искусственную и естественную.

При **искусственной классификации** разделение на классы производится исходя из поставленной цели, т. е. выделяют столько классов и с такими границами, как это диктуется целью. Например, при исследовании компетенции можно выделить как два класса (1 – студент обладает данным видом компетентности; 2 – не обладает), так и большее количество классов в соответствии с уровнями развития компетентности (1 – низкий уровень; 2 – средний; 3 – высокий). Отличительной чертой математических методов классификации (распознавания образов) является обязательное наличие так называемой обучающей выборки.

Особенности применения методов распознавания образов и кластеризации в системных исследованиях компетентности и некоторые прикладные задачи рассмотрены в п. 4.3 данной главы.

В ряде случаев недостатки однозначной классификации становятся неприемлемыми. Для решения подобных проблем используют два типа

обобщения классификации: статистическую и расплывчатую [103]. В первом случае при классификации объектов вводят понятие перекрытия распределений и связывают ошибки классификации с этим перекрытием. Одним из методов классификации, реализующих данный подход, является дискриминантный анализ (п. 4.2.2). Во втором случае неопределенность классификации описывается теорией расплывчатых (нечетких) множеств, которая основана на допущении принадлежности одного объекта одновременно к разным классам. Подробно вопросы применения теории нечетких множеств в задачах диагностики и оценки компетентности рассмотрены в п. 4.2.4.

**Естественная классификация** связана с выявлением однородных (по совокупности признаков) групп объектов (кластеров), которые могут быть определены как классы (п. 4.3).

В наших исследованиях по проблемам компетентности использованы модели как естественной (методы кластеризации) так и искусственной классификации, т. е. методы, позволяющие произвести отнесение объектов к одному из известных классов (т. е. методы классификации «с учителем»). Методы кластеризации использованы для исследования структуры компетентности и введения типологий, а методы классификации «с учителем» – для решения задач диагностики и прогнозирования компетентности.

На рис. 4.1 представлена (в виде схемы) технология диагностики уровня компетентности в зависимости от особенностей решаемой задачи.

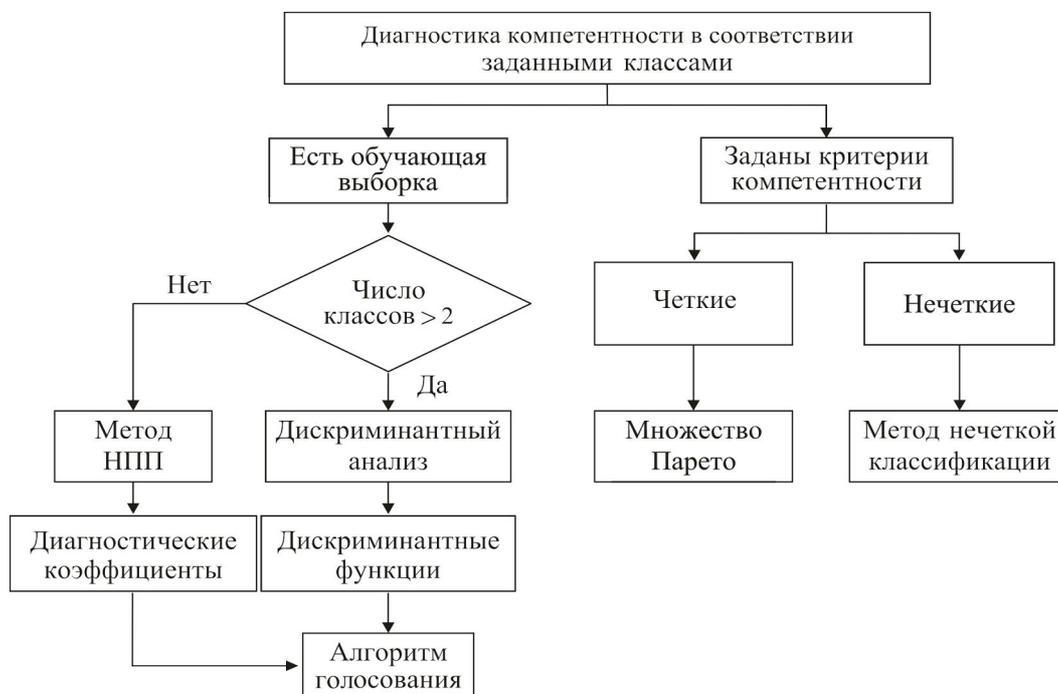


Рис. 4.1. Схема построения диагностических процедур компетентности

При использовании классификационных моделей для решения практических задач очень часто возникает проблема преобразования исходного признакового пространства в зависимости от ограничений используемого метода классификации. Так, реализация ряда методов, приведенных на рис. 4.1 требует предварительного выделения информативных диапазонов для количественных переменных (неоднородная последовательная процедура распознавания; метод нечеткой классификации).

Остановимся подробнее на существующих и разработанных здесь подходах к решению задач преобразования пространства исходных признаков.

### **Преобразование пространства исходных признаков**

Проведенный анализ методов преобразования разнотипной информации [35, 121, 122], показал, что на настоящий момент времени не существует универсального способа унификации данных. При решении ряда прикладных задач целесообразно использовать прием, основанный на сведении количественных признаков к серии бинарных. Это позволит выделить информативные интервалы, и тем самым восстановить процедуру принятия решения экспертом в исследуемой предметной области. Таким образом, необходимо решить задачу выделения информативных интервалов посредством алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации, обеспечивающего сохранность априорно имеющихся соотношений в исследуемых данных.

Предлагаемый здесь алгоритм адаптивного кодирования разнотипной информации [34, 35, 85, 122] является развитием метода адаптивного эвристического кодирования признаков [104] и позволяет наиболее эффективно:

- перейти от разнотипного представления данных к однотипному;
- улучшить результаты классификации;
- сформировать новые знания на основе имеющегося экспериментального материала.

В первом случае рассматривается задача преобразования исходного пространства признаков в новое признаковое пространство посредством неравномерного разбиения области значений каждого признака на оптимальное число информативных интервалов. Полученные интервалы сопоставляются с новыми бинарными признаками.

Во втором и третьем случае рассматривается задача извлечения диагностической информации, которая заключена в особенностях структуры экспериментальных данных.

После апробации частотно-эвристического метода кодирования признаков на задачах психодиагностики, которым свойственны относи-

тельно малые объемы выборок (не более 100–150 объектов исследования) были выявлены следующие недостатки работы данного алгоритма:

1. Резкое сокращение числа интервалов, приводило к значительной потере информации, так как высокоинформативные интервалы объединялись с малоинформативными.

2. При малом количестве объектов ( $N$ ) наблюдения получаемое разбиение, согласно вышепредставленному алгоритму (без нулевых частот в интервалах), в большинстве случаев оказывалось меньше оптимального числа равномерных интервалов, определяемого по формулам (4.1)–(4.3).

Поэтому было решено адаптировать имеющийся метод для работы с малыми выборками [35, 85]. На рис. 4.2 приводится предлагаемая схема кодирования разнотипной информации, включающая 8 этапов.

Задача адаптивного кодирования признаков рассмотрена для случая разделения двух классов  $A$  и  $B$ . На основе алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации была разработана универсальная программа UniData [35, 85], позволяющая формировать новое признаковое пространство, представленное бинарными признаками.

Основными достоинствами программы UniData являются: независимость (возможность работать с текстовыми файлами, не прибегая к дополнительной подготовке имеющейся диагностической информации); автономность (подключение к системам, которые реализуют интеллектуальный анализ данных); многовариантность (6 вариантов выделения интервалов); востребованность (унификация признакового пространства как неотъемлемая часть подготовки информации к дальнейшему анализу); уникальность (нет аналогов).



Рис. 4.2. Схема алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации

Следует отметить, что реализованный в программе UniData алгоритм адаптивного кодирования имеет и ограничения – он эффективно работает только в случае одномодальных распределений, т. е. требует предварительного анализа вида распределения.

Результаты использования программа UniData в прикладных психолого-педагогических исследованиях и в задачах, связанных с оценкой различных компонентов компетентности представлены в [12, 16, 26, 32].

Применение классификационных моделей для решения задач диагностики и прогнозирования компетентности

На основе анализа литературных источников [42, 44, 52, 120] и результатов исследований [12, 16, 19, 26, 32] для решения задач диагностики и прогнозирования компетентности были выбраны следующие методы: регрессионные модели; дискриминантный анализ; неоднородная последовательная процедура распознавания.

#### ***4.1.1. Прогнозирование развития интеллектуальной компетентности (успешности в интеллектуальных видах деятельности) на основе регрессионных моделей***

Основная цель исследования – получение модели, отражающих зависимость успешной интеллектуальной самореализации студентов технических специальностей от когнитивных [140, 141, 143] и стилевых (метакогнитивных) свойств интеллекта; определение (на основе анализа построенной модели) симптомокомплекса интеллектуальных качеств, необходимых для успешной интеллектуальной самореализации.

С позиции регрессионного анализа критериальный показатель  $Y$  рассматривается как зависимая переменная, которая выражается функцией «независимых» признаков  $x_1, x_2, x_3 \dots x_m$ . В нашем случае, в качестве зависимой переменной введена переменная  $Y$ , характеризующая наличие либо отсутствие у студентов реальных интеллектуальных достижений. Набор независимых переменных  $x_1, x_2, x_3 \dots x_m$  был сформирован на основе результатов наших предыдущих исследований и подробно описан в 3 главе (полный набор переменных и их обозначения представлены в табл. 3.1).

Все выбранные независимые переменные (за исключением переменной  $rol$ ) измерены в шкале отношений (количественные признаки). Необходимость введения переменной  $rol$  обусловлена существующими гендерными различиями в развитии интеллектуальной компетентности. Переменная  $rol$  измерена в номинальной шкале, это дихотомическая

переменная, которая принимают всего два значения: «0» для женщин и «1» для мужчин. С другой стороны переменная  $rol$  представляет собой так называемую «фиктивную» переменную, введение которых в регрессионную модель позволяет оценивать влияние значений количественных переменных и уровней качественных признаков с помощью одного уравнения регрессии.

С учетом проведенного ранее анализа взаимосвязей между переменными взаимосвязей между переменными  $x_1, x_2, x_3 \dots x_m$ , для решения поставленной задачи была выбрана линейная регрессионная модель вида

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots b_mx_m, \quad (4.1)$$

где  $b_1, b_2, b_3 \dots b_m$  — параметры уравнения, определяющего соотношение между аргументами  $x_1, x_2, x_3 \dots x_m$  и функцией  $Y$ .

Параметры  $b_1, b_2, b_3 \dots b_m$  уравнения (4.1) определялись методом наименьших квадратов [98].

**Для оценки качества регрессионной модели использованы показатели:**

- остаточная сумма квадратов  $\Delta^2 = \min \sum (y_i - a - b_i x_i)^2$ ;
- несмещенная оценка дисперсии ошибки  $s^2_{\varepsilon} = \Delta^2 / (N - m)$ ;
- оценка дисперсии прогнозируемой переменной;
- коэффициент детерминации  $R^2 = (N\sigma_y^2 - \Delta^2) / (N\sigma_y^2)$ .

Коэффициент детерминации  $R^2$  показывает долю общего разброса  $y$  относительного среднего  $y$ , объясняемую регрессией. Чем ближе значение  $R^2$  к ста процентам, тем лучше подобранная модель описывает эксперимент.

Для проверки гипотезы о равенстве коэффициентов  $b_i$  нулю используется  $F$ -отношение. Оно вычисляется как частное от деления средних квадратов относительно модели на средние квадраты ошибок. С помощью этой статистики проверяется гипотеза  $H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$ , т. е. гипотеза о том, что совокупность признаков  $x_1, x_2 \dots x_m$  не улучшают описание критериального показателя по сравнению с тривиальным описанием.

Полученные результаты приведены в табл. 4.1–4.4. Было построено 4 вида моделей: 1) общая модель без учета гендерного фактора (табл. 4.1); 2) модель развития интеллектуальной компетентности для мужчин (табл. 4.2); 3) модель развития интеллектуальной компетентности для женщин (табл. 4.3); 4) общая модель с учетом гендерного фактора (табл. 4.4).

Таблица 4.1

*Параметры регрессионной модели, построенной для общей выборки*

Наименование переменных	Значения коэффициентов	Стандартная ошибка	t-статистика	Уровень значимости
<i>const</i>	0,51	3,09	0,16	0,86
<i>T2</i>	0,02	0,05	0,38	0,70
<i>T1</i>	-0,06	0,08	-0,79	0,43
<i>Er</i>	-0,01	0,01	-1,26	0,22
<i>If</i>	-0,004	0,007	-0,57	0,57
<i>Int</i>	-0,99	2,19	-0,45	0,65
<i>Iq</i>	0,009	0,01	0,74	0,46
<i>Iqt</i>	-0,004	0,008	-0,55	0,58
<i>Iqv</i>	0,01	0,009	1,99	0,05
<i>Nk2</i>	0,72	0,39	1,83	0,08
<i>Time</i>	-0,009	0,007	-1,33	0,19
<i>Uit1</i>	-0,02	0,01	-1,33	0,19
<i>Uit2</i>	0,04	0,02	2,10	0,04

$$Y = 0,51 + 0,02t2 - 0,06t1 - 0,01er - 0,004if - 0,99int + 0,009IQ - 0,004IQt + 0,01IQv + 0,72nk2 - 0,009time - 0,02uit1 + 0,04uit2$$

Таблица 4.2

*Параметры регрессионной модели, построенной для выборки мужчин*

Наименование переменных	Значения коэффициентов	Стандартная ошибка	t-статистика	Уровень значимости
Constant	-8,61	5,94	-1,44	0,18
<i>T2</i>	-0,07	0,10	-0,71	0,49
<i>T1</i>	0,09	0,15	0,60	0,56
<i>Er</i>	-0,08	0,04	-1,86	0,09
<i>If</i>	-0,005	0,009	-0,53	0,60
<i>Int</i>	2,80	4,49	0,62	0,55
<i>Iq</i>	0,03	0,02	1,46	0,18
<i>Iqt</i>	0,03	0,02	1,73	0,12
<i>Iqv</i>	-0,01	0,01	-0,80	0,44
<i>Nk2</i>	0,62	0,63	0,99	0,35
<i>Time</i>	-0,008	0,009	-0,91	0,38
<i>Uit1</i>	-0,01	0,03	-0,46	0,65
<i>Uit2</i>	0,09	0,06	1,31	0,22

$$Y = -8,61 - 0,07t2 + 0,09t1 - 0,08er - 0,005if + 2,80int + 0,03IQ + 0,03IQt - 0,01IQv + 0,62nk2 - 0,008time - 0,01uit1 + 0,09uit2$$

Таблица 4.3

*Параметры регрессионной модели, построенной для выборки женщин*

Наименование переменных	Значения коэффициентов	Стандартная ошибка	t-статистика	Уровень значимости
Constant	-3,31	2,24	-1,47	0,14
T2	-0,01	0,03	-0,29	0,76
T1	0,009	0,05	0,17	0,86
Er	-0,01	0,01	-1,48	0,14
If	-0,0005	0,004	-0,12	0,90
Int	0,41	1,57	0,26	0,79
Iq	0,01	0,009	1,39	0,16
Iqt	0,007	0,006	1,19	0,23
Iqv	0,008	0,007	1,10	0,27
Nk2	0,42	0,25	1,64	0,10
Time	-0,002	0,004	-0,60	0,54
Uit1	-0,01	0,01	-0,81	0,41
Uit2	0,02	0,01	1,63	0,11
$Y = -3,31 - 0,01t2 + 0,009t1 - 0,01er - 0,0005if + 0,41int + 0,01IQ + 0,007IQt + 0,008IQv + 0,42nk2 - 0,002time - 0,01uit1 + 0,02uit2$				

Таблица 4.4

*Параметры регрессионной модели, построенной для общей выборки (введение в модель фиктивной переменной pol)*

Наименование переменных	Значения коэффициентов	Стандартная ошибка	t-статистика	Уровень значимости
Constant	-2,62	0,75	-3,50	0,001
Er	-0,01	0,01	-1,20	0,23
If	-0,002	0,003	-0,55	0,58
Int	-0,01	0,19	-0,06	0,95
Iq	0,01	0,009	1,59	0,11
Iqt	0,006	0,005	1,10	0,27
Iqv	0,007	0,007	0,98	0,32
Nk2	0,51	0,21	2,35	0,02
pol	-0,24	0,12	-1,95	0,05
time	-0,004	0,004	-0,97	0,33
Uit1	-0,01	0,01	-0,75	0,45
Uit2	0,02	0,01	1,89	0,06
$Y = -2,62 - 0,01er - 0,002if - 0,01int + 0,01IQ + 0,006IQt + 0,007IQv + 0,51nk2 - 0,24pol - 0,004time - 0,01uit1 + 0,02uit2$				

Таблица 4.5

*Показатели качества регрессионных модели*

	Коэффициент детерминации	F-статистика	Уровень значимости
Общая модель без учета гендерного фактора	49,86 %	3,4	0,0017
Модель развития интеллектуальной компетентности для мужчин	66,55 %	2,31	0,05
Модель развития интеллектуальной компетентности для женщин	76,36 %	2,21	0,08
Общая модель с учетом гендерного фактора	63,07 %	3,77	0,0006

Таким образом, с точки зрения показателей качества регрессионной модели, самой «плохой» оказалась общая модель без учета гендерного фактора.

Анализ полученных регрессионных моделей позволил также выявить наиболее информативные признаки, т. е. переменные, которые вносят наибольший вклад в формирование зависимой переменной Y. Во всех четырех моделях в число первых пяти наиболее информативных признаков вошли *int* (интеграция сенсорно-перцептивных и вербальных функций); *uit1* (время выполнения 1-й половины теста Уиткина); *uit2* (время выполнения 2-й половины теста Уиткина); *t1* (время чтения 1-й карты в тесте Струпа); *nk2* (имплицитная обучаемость). Все эти переменные являются характеристиками когнитивных стилей, что экспериментально подтвердило теоретические положения из [112] о том, что развитие интеллектуальной компетентности предполагает сформированность метакогнитивных процессов, в том числе способностей планировать, оценивать, контролировать, отслеживать процессы переработки информации.

**4.1.2. Прогнозирование стиля учебной деятельности  
(как компонента предметно-деятельностной компетентности)  
на основе дискриминантного анализа**

**Метод дискриминантного анализа**

Если критериальный показатель Y измерен в номинальной шкале или связь этого показателя с исходными признаками является нелинейной и носит неизвестный характер, для определения параметров диагностической модели используются методы дискриминантного анализа.

В этом случае испытуемые в соответствии с внешним критерием разбиваются на группы (классы), а эффективность диагностической модели рассматривается под углом зрения ее способности разделять диагностируемые классы [50].

Методы определения дискриминантных весовых векторов приводят к оптимальным результатам при соблюдении достаточно жестких условий нормальности распределений объектов внутри классов и равенства ковариационных матриц  $S_i$ . В практике психодиагностических исследований эти условия, как правило, не выполняются. Но отклонения реальных распределений объектов от нормального и различия ковариационных матриц, которые в отдельных случаях хорошо теоретически изучены, не являются главными причинами ограниченного применения классических формул дискриминантного анализа [108]. Здесь, как и при построении регрессионных диагностических моделей, качественный и дихотомический характер признаков, их большое количество и наличие групп связанных признаков обуславливают применение «грубых» алгоритмов нахождения дискриминантных функций. Данные алгоритмы сводятся к отбору информативных признаков с помощью эвристических процедур  $k$ -лучших признаков и последовательного уменьшения и увеличения группы признаков.

Результаты дискриминантного и регрессионного анализа для случая двух классов во многом совпадают. Различия проистекают в основном из-за применения разных критериев эффективности диагностической модели. В дискриминантном анализе интегральным показателем качества диагностической модели, сформулирован относительно вероятности ошибочной классификации (ВОК) исследуемых объектов. Для вскрытия взаимосвязи ВОК со структурой экспериментальных данных широко используются геометрические представления о разделении диагностируемых классов в пространстве признаков.

Совокупность объектов, относящихся к одному классу  $w_i$ , образует облако в  $r$ -мерном пространстве  $R_r$ , задаваемом исходными признаками. Для успешной классификации необходимо, чтобы [50]:

- а) облако из  $w_i$  в основном было сконцентрировано в некоторой области  $D_i$  пространства  $R_r$ ;
- б) в область  $D_i$  попала незначительная часть «облаков» объектов, соответствующих остальным классам.

Построение решающего правила можно рассматривать как задачу поиска  $K$  непересекающихся областей  $D_i$  ( $i=1,k$ ), удовлетворяющих условиям а) и б). Дискриминантные функции дают определение этих об-

ластей путем задания их границ в многомерном пространстве  $R_p$ . Если объект  $x$  попадает в область  $D_i$ , то будем считать, что принимается решение о принадлежности объекта к  $w_i$ .

Для случая двух классов  $w_1$  и  $w_2$  методы построения линейной дискриминантной функции опираются на два предположения.

Первое состоит в том, что области  $D_1$  и  $D_2$ , в которых концентрируются объекты из диагностируемых классов  $w_1$  и  $w_2$ , могут быть разделены  $(p-1)$ -мерной гиперплоскостью

$$y(x) + w_0 = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_p x_p + w_0 = 0. \quad (4.3)$$

Коэффициенты  $w_i$  в данном случае интерпретируются как параметры, характеризующие наклон гиперплоскости к координатным осям, а  $w_0$  называют порогом и соответствует расстоянию от гиперплоскости до начала координат. Преимущественное расположение объектов одного класса, например  $w_1$ , по одну сторону гиперплоскости выражается в том, что для них, большей частью, будет выполняться условие

$$y(x) < 0, \quad (4.4)$$

а для объектов другого класса  $w_2$  — обратное условие

$$y(x) > 0. \quad (4.5)$$

Второе предположение касается критерия качества разделения областей  $D_1$  и  $D_2$  гиперплоскостью

$$y(x) + w_0 = 0. \quad (4.6)$$

Наиболее часто предполагается, что разделение будет тем лучше, чем дальше отстоят друг от друга средние значения случайных величин

$$m_1 = E\{y(x)\}, x \in w_1. \quad (4.7)$$

и

$$m_2 = E\{y(x)\}, x \in w_2 \quad (4.8)$$

где  $E\{\bullet\}$  — оператор усреднения.

В простейшем случае полагают, что классы  $w_1$  и  $w_2$  с известными векторами средних  $\mu_1$  и  $\mu_2$  и имеют одинаковые ковариационные матрицы  $S_1 = S_2 = S$ .

Тогда вектор оптимальных весовых коэффициентов  $w$  определяется следующим образом [50]

$$W = S^{-1} (\mu_1 \mu_2), \quad (4.9)$$

где  $\mu_i$  вектор средних значений признаков для класса  $w_i$ .

Для определения величины порога  $w_0$  вводят предположение о виде законов распределения объектов. Если объекты каждого класса имеют многомерное нормальное распределение с одинаковой ковариационной матрицей  $S$  и векторами средних значений  $\mu_i$ , то пороговое значение  $w_0$ , будет

$$w_0 = \frac{1}{2} w' (\mu_1 + \mu_2) + \ln (P(w_1)/P(w_2)). \quad (4.10)$$

Верно следующее утверждение об оптимальности линейной дискриминантной функции: если объекты из  $w_i$  ( $i = 1, 2$ ) распределены согласно многомерному нормальному закону с одинаковой ковариационной матрицей, то решающее правило

$$w_x > w_0, \quad (4.11)$$

является наилучшим в смысле критерия средней вероятности ошибочной классификации.

В формулы вычисления пороговых значений (4.10) входят величины априорных вероятностей  $P(w_i)$ . Априорная вероятность  $P(w_i)$  соответствует доле объектов, относящихся к классу  $w_i$  в большой серии наблюдений, проводящейся в некоторых стационарных условиях. Обычно  $P(w_i)$  неизвестны. Поэтому при решении практических задач, не меняя дискриминантных весовых векторов, эти значения задаются на основании субъективных оценок исследователя. Также нередко полагают эти значения равными или пропорционально объемам обучающих выборок из рассматриваемых диагностических классов [51].

### **Построение решающих правил для прогнозирования стиля учебной деятельности в виде дискриминантных функций**

На основе дискриминантного анализа нами получены решающие правила для прогнозирования успешности учебной деятельности студентов (с точки зрения таких критериев как дисциплинированность, успеваемость и исполнительность).

Обучающая выборка была сформирована в ходе экспериментального исследования, в котором участвовали 93 студента второго курса Томского политехнического университета [114].

В качестве переменных  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , использовались результаты психодиагностического тестирования по опроснику ЮКШ студентов 2 курса при поступлении на военную кафедру.

Общая форма ЮКШ [71] выясняет, как индивид справляется с беспокойством и трудностями вообще (обычно) в напряженной, тревожной и неприятной ситуации.

Перечисленные в табл. 4.6 стратегии категоризированы в три стиля [71]:

- продуктивное совладание: решение проблемы, работа и достижения, позитивный фокус, духовность (S2, S3, S14, S15);
- непродуктивный копинг или несовладание: игнорирование, уход в себя, мечты о чуде, отвлечение, активный отдых, разрядка, беспокойство, самообвинение, несовладание (S4, S7, S8, S9, S11, S12, S13, S17, S18);

- социальный копинг – обращение к помощи других: поиск социальной поддержки, друзья, чувство принадлежности, общественные действия, поиск профессиональной помощи (S1, S5, S6, S10, S16).

Таким образом, стиль совладающего поведения – это тенденция человека действовать определенным и последовательным образом в специфических ситуациях, выбирая определенные паттерны социального поведения.

Таблица 4.6

*Обозначение и описание копинг-стратегий*

Название	Обозначение	Описание
Социальная поддержка	<i>S1</i>	Поиски общественной (социальной) поддержки – стремление поделиться своей проблемой с другими, заручиться их поддержкой, одобрением, советами.
Решение проблемы	<i>S2</i>	Фокусирование на решении проблемы – систематическое обдумывание проблемы с учетом других точек зрения.
Работа, достижения	<i>S3</i>	Упорная работа и достижения – добросовестное отношение к (учебе) работе и высокие достижения.
Беспокойство	<i>S4</i>	Беспокойство – беспокойство о будущем вообще, и о своем будущем в особенности.
Друзья	<i>S5</i>	Ставка на близких друзей – общение с близкими и друзьями и приобретение новых друзей.
Принадлежность	<i>S6</i>	Стремление принадлежать – интерес к тому, что думают другие и действия, нацеленные на получение их одобрения.
Чудо	<i>S7</i>	Надежда на чудо – надежды на лучшее, на то, что все само по себе уладится, что случится чудо.
Несовладание	<i>S8</i>	Несовладание – отказ от каких-либо действий по решению проблемы, болезненные состояния.
Разрядка	<i>S9</i>	Разрядка – улучшение самочувствия за счет «выпускания пара», вымещение своих неудач на других, слезы, крик, алкоголь, курение, наркотики.

Название	Обозначение	Описание
Общественные действия	<i>S10</i>	Общественные действия – поиски поддержки путем организации групповых действий для разрешения проблем; посещение собраний, действия совместно с другими людьми.
Игнорирование	<i>S11</i>	Игнорирование проблемы – сознательное блокирование проблемы, как будто ее не существует.
Самообвинение	<i>S12</i>	Самообвинение – строгое отношение к себе, ощущение ответственности за проблему.
Уход в себя	<i>S13</i>	Уход в себя – замкнутость, не посвящение других людей в свои заботы.
Духовность	<i>S14</i>	Поиски духовной опоры – молитвы о помощи и наставлении, чтение священного писания.
Позитивный фокус	<i>S15</i>	Фокусирование на позитиве – оптимистический взгляд на вещи; напоминание себе о том, что есть люди и в худшем положении; поддержание бодрости духа.
Профессиональная помощь	<i>S16</i>	Обращение за помощью к профессионалу – обсуждение своей проблемы с квалифицированным специалистом, профессионалом.
Отвлечение	<i>S17</i>	Стремление отвлечься и отдохнуть – отвлечение от проблемы, использование таких способов релаксации как чтение книг, телевизор, развлечения в обществе.
Активный отдых	<i>S18</i>	Активный отдых – занятия физкультурой и спортом.

После года обучения на военной кафедре все студенты были разбиты (кураторами – экспертами) на 3 группы: с удовлетворительным, средним и высоким уровнем успеваемости, дисциплинированности и исполнительности. На основании этих данных сформирована обучающая выборка для построения решающего правила прогнозирования успешности учебной деятельности для студентов военной кафедры.

Прогнозирование дисциплинированности по показателям копинг-стратегий приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

*Коэффициенты дискриминантных функций для классификационной переменной (дисциплинированность)*

Переменные	Диагностируемые классы		
	1	2	3
x <sub>1</sub>	58,9	58,9	58,8
x <sub>2</sub>	71,2	71,2	71,4
x <sub>3</sub>	58,0	58,2	58,0
x <sub>4</sub>	54,5	54,0	54,9
x <sub>5</sub>	53,2	53,9	53,6
x <sub>6</sub>	44,9	45,1	45,3
x <sub>7</sub>	58,5	58,4	58,6
x <sub>8</sub>	70,7	70,6	70,5
x <sub>9</sub>	55,9	56,2	56,0
x <sub>10</sub>	50,6	50,2	50,5
x <sub>11</sub>	50,1	50,2	50,5
x <sub>12</sub>	55,9	56,1	56,2
x <sub>13</sub>	63,9	64,1	63,9
x <sub>14</sub>	61,8	62,4	61,9
x <sub>15</sub>	47,3	47,6	47,4
x <sub>16</sub>	53,2	53,6	53,3
x <sub>17</sub>	55,5	55,0	55,2
x <sub>18</sub>	66,3	66,0	66,2
Константа	-4692,6	-4706,3	-4716,6

1 – «удовлетворительная» дисциплинированность; 2 – «средняя» дисциплинированность; 3 – «хорошая» дисциплинированность.

Например, дискриминантная функция, функция для 1 класса (удовлетворительная дисциплинированность) имеет вид:

$$F = -4692,6 + 58,9x_1 + 50,6x_{10} + 50,1x_{11} + 55,9x_{12} + 63,9x_{13} + 61,8x_{14} + 47,3x_{15} + 53,2x_{16} + 55,5x_{17} + 66,3x_{18} + 71,2x_2 + 58,0x_3 + 54,5x_4 + 53,2x_5 + 44,9x_6 + 58,5x_7 + 70,7x_8 + 55,9x_9.$$

В таблице 4.8 представлены сводные результаты качества распознавания полученных решающих правил для классификационной переменной «ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТЬ».

Таблица 4.8

Номер класса в обучающей выборке	Предсказанное значение классификационной переменной		
	1	2	3
1	75,00 %	16,67 %	8,33 %
2	9,09 %	81,82 %	9,09 %
3	20,00 %	10,00 %	70,00 %

1 – «удовлетворительная» дисциплинированность; 2 – «средняя» дисциплинированность; 3 – «хорошая» дисциплинированность.

Процент правильных отнесений (по дисциплинированности) для всей выборки в целом составляет 77,27 %.

В табл. 4.9 представлены сводные результаты качества распознавания полученных решающих правил для классификационной переменной «УСПЕВАЕМОСТИ».

Таблица 4.9

Номер класса в обучающей выборке	Предсказанное значение классификационной переменной		
	1	2	3
1	80,00 %	20,00 %	0,00 %
2	7,14 %	85,71 %	7,14 %
3	6,67 %	6,67 %	86,67 %

1 – «удовлетворительная» успеваемость; 2 – «средняя» успеваемость; 3 – «хорошая» успеваемость

Процент правильных отнесений для классификационной переменной «успеваемость» составил 84,09 %.

В таблице 4.10 представлены сводные результаты качества распознавания полученных решающих правил для классификационной переменной «ИСПОЛНИТЕЛЬНОСТЬ».

Таблица 4.10

Номер класса в обучающей выборке	Предсказанное значение классификационной переменной		
	1	2	3
1	81,25%	6,25%	12,50%
2	0,00%)	88,89%	11,11%
3	5,26%)	21,05%	73,68%

Процент правильных отнесений для классификационной переменной составил 79,5 %.

Полученные результаты продемонстрировали достаточно высокую эффективность полученных решающих правил для прогнозирования различных показателей учебной деятельности, поскольку процент правильных отнесений во всех случаях (дисциплинированность, успеваемость, исполнительность) превышает 75 % (табл. 4.9–4.11).

Самое высокое качество распознавания было получено для классификационной переменной «исполнительность» – 84 % (табл. 4.10). При этом эффективность полученных дискриминантных функций повышается, если мы задаем не равные априорные вероятности имеющихся классов ( $p_1 = p_2 = p_3 = 0,3333$ ), а в соответствии с объемом обучающих выборок.

### 4.1.3. Применение неоднородной последовательной процедуры распознавания для диагностики компетентности

#### Разработка алгоритма принятия решений на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания

Как было отмечено в п. 4.1, «любая классификация есть только модель разнообразия реальности, поэтому всегда найдется объект, который нельзя однозначно отнести к тому или иному классу» [102]. В регрессионных (п. 4.2.1) и дискриминантных (п. 4.2.2) моделях рассчитываются статистические ошибки, по которым оценивается качество распознавания. Несколько иной подход используется в неоднородной последовательной процедуре распознавания (НПП), предложенной Е.В. Гублером [44] для диагностики двух имеющих классов. Являясь одномерной, НПП не требует использования сложных методов многомерной статистики. Она также не требует знания законов, которым подчинены эмпирические распределения, и пригодна при любой форме распределений, т. е. является непараметрической. В результате применения НПП получают один из трех ответов: «принадлежность к классу  $A_1$ », «принадлежность к классу  $A_2$ », «имеющейся информации недостаточно для принятия решения с намеченным уровнем надежности» □ неопределенный ответ, часто свидетельствующий не только о недостатке информации, но и о наличии промежуточного состояния между классами  $A_1$  и  $A_2$  [45]. Для одного из этих решений сравнивают произведение отношений вероятностей признаков с диагностическим порогом. Необходимо учитывать, что при постановке диагноза возможны ошибки двух родов: ошибка первого рода ( $\alpha$ ) и ошибка второго рода ( $\beta$ ).

При независимых состояниях формула принятия решения содержит отношения вероятностей состояний  $A_1$  и  $A_2$ . Исходя из упрощения формулы Байеса

$$\frac{P(A_1/x_1, x_2, \dots, x_q)}{P(A_2/x_1, x_2, \dots, x_q)} = \frac{P(x_1/A_1)}{P(x_1/A_2)} \cdot \frac{P(x_2/A_1)}{P(x_2/A_2)} \dots \frac{P(x_q/A_1)}{P(x_q/A_2)}, \quad (4.12)$$

где  $q$  – количество учитываемых признаков.

Формула принятия решения при последовательной процедуре распознавания в случае независимых состояний и равенства априорных вероятностей состояний имеет следующий вид [45]:

$$\frac{\alpha}{1-\beta} < \frac{P(x_1/A_1)}{P(x_1/A_2)} \cdot \frac{P(x_2/A_1)}{P(x_2/A_2)} \dots \frac{P(x_q/A_1)}{P(x_q/A_2)} < \frac{1-\alpha}{\beta}, \quad (4.13)$$

Накопление диагностической информации продолжается, пока верно это неравенство. Когда оно становится неверным, процедура умножения отношения вероятностей симптомов прерывается и выносится решение в пользу того состояния, порог которого достигнут.

Умножение отношений вероятностей, к которому сводится процесс накопления информации при последовательной диагностической процедуре, оказалось удобным заменить сложением их логарифмов [44]:

$$DK = 10 \lg \frac{P(x_i/A_1)}{P(x_i/A_2)}. \quad (4.14)$$

Диагностический коэффициент является положительным в случае преобладания вероятности попадания в класс  $A_1$ , находящейся в числителе, и отрицательными в случае преобладания вероятности попадания в класс  $A_2$ .

Формула принятия решения при последовательной диагностической процедуре в случае использования диагностических коэффициентов приобретает вид следующего неравенства, при правильности которого процедуру не прерывают [44]:

$$10 \lg \frac{\alpha}{1-\beta} < Dk(x_1) + Dk(x_2) + \dots + Dk(x_q) < 10 \lg \frac{1-\alpha}{\beta}, \quad (4.15)$$

Как только неравенство (4.15) нарушается, т. е. когда достигнут один из порогов, процедуру прерывают и выносят одно из диагностических решений. Следует отметить, что в формулу принятия решений (4.15) исходные признаки добавляются в порядке убывания их информативности. Кроме того, они не должны коррелировать между собой.

В связи с этим, на первом этапе проводится корреляционный анализ имеющихся признаков. В зависимости от типа измерительной шкалы нами использовались: коэффициент корреляции Пирсона, ранговый коэффициент корреляции Спирмена, бисериальный коэффициент корреляции, рангово-бисериальный коэффициент корреляции, коэффициент ассоциации, коэффициент взаимной сопряженности ([79]).

На втором этапе проводится преобразование исходных признаков по схеме, представленной на рис. 4.4 и формирование матрицы признаков на основе результатов корреляционного анализа и полученных значений информативности каждого признака.

Информативность признака будет тем больше, чем больше расстояние между реализациями случайных величин. В качестве таких расстояний наибольшее распространение получила информационная мера Кульбака [45], позволяющая оценить расхождение между статистическими распределениями. Для дискретных распределений эта формула выглядит так:

$$J(x_i/A_1, x_i/A_2) = \sum_j \lg \frac{P(x_{ij}/A_1)}{P(x_{ij}/A_2)} [P(x_{ij}/A_1) - P(x_{ij}/A_2)] \quad (4.16)$$

где  $A_1, A_2$  – классы состояний;  $i$  – номер признака;  $j$  – номер диапазона  $i$ -го признака;  $P(x_{ij}/A_k)$  – вероятность попадания объекта, принадлежащего к классу  $A_k$  в диапазон  $j$  признака  $i$ .

Преимуществом критерия Кульбака является то, что (для одномерных признаков) он позволяет делать выводы о различиях эмпирических

образов без специальных ограничений на распределения случайных величин, образующих эмпирический образ.

Следует также отметить, что включаемые в формулу принятия решения признаки должны быть независимыми. На рис. 4.3 представлена разработанная в [26] схема для отбора и преобразования исходных признаков для метода НПП. Затем была разработана компьютерная программа (NPP) для построения решающих правил данным методом [12].

После запуска программы на экране появляется заставка, а затем открывается окно, которое содержит основное меню (рис. 4.4). На этом же рисунке изображена форма вывода результатов работы данной программы.

Данная подпрограмма является универсальной для работы с любым видом данных, содержащих любое количество подклассов (групп состояния), любое количество признаков. Реализованы операции редактирования и просмотра уже существующих баз данных. Данные загружаются из электронной таблицы Excel, что облегчает их ввод и редактирование. Результаты формируются в виде отчета также в электронной таблице.

Предусмотрена возможность оценки качества работы неоднородной последовательной процедуры. На основе построенного решающего можно проводить отнесение тестируемого к одному из заданных классов.



Рис. 4.3. Схема преобразования исходных признаков

Результаты применения метода НПП в задачах, связанных с диагностикой и прогнозированием различного вида компетентностей подробно представлены в работах [12, 22, 26]. Результаты решения двух прикладных задач из этой области приведены ниже.

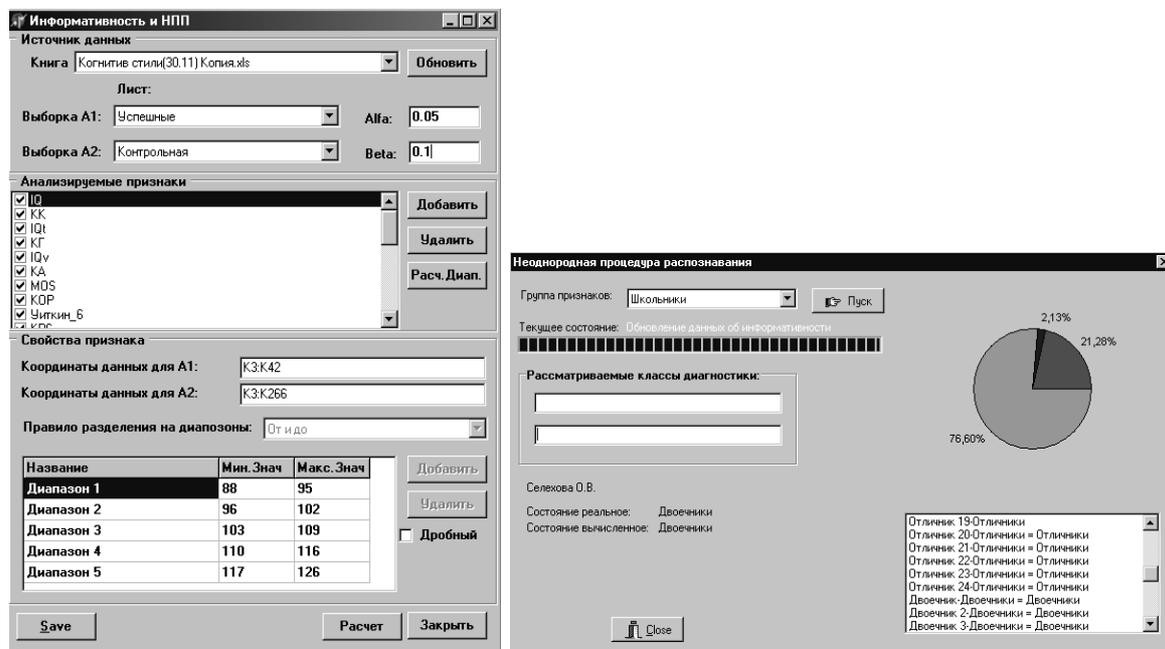


Рис. 4.4. Форма основного диалогового окна программы вычисления информативности и форма решения задачи диагностики

Проведенные исследования [27] показали, что в случае количественного типа измерительной шкалы применение разработанного нами алгоритма ААКРИ улучшает качество диагностики методом НПП. Продемонстрируем это на примере решения одной из прикладных задач.

Оценка эффективности алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации на примере решения задачи прогнозирования «срыва» адаптации студентов.

Исходные данные для решения данной задачи были получены на базе разработанной информационной системы мониторинга здоровья студентов Томского политехнического университета.

Исходная выборка состояла из 822 девушек и 1201 юноши. В качестве диагностических признаков использовались 13 физиологических показателей, которые представлены в табл. 4.11.

Таблица 4.11

*Физиологические показатели*

№	Обозначение	Наименование признака
1.	rost	Рост
2.	ves	Вес
3.	gel	Жизненная емкость легких
4.	gibk	Гибкость
5.	dkp	Динамометрия правой кисти
6.	dkl	Динамометрия левой кисти
7.	dst	Становая динамометрия
8.	adc	Систолическое артериальное давление
9.	add	Диастолическое артериальное давление
10.	pp	Пульс покоя
11.	pn	Пульс нагрузки
12.	p1	Пульс через 3 минуты после нагрузки
13.	vv	Время восстановления

Эффективность выделенных информативных интервалов оценивалась посредством построения решающих правил методом НПП. Исходная выборка была разделена на две группы:

- группа студентов, имеющих удовлетворительную адаптацию;
- группа студентов, имеющих неудовлетворительную адаптацию (т. е. «группа риска», в которую вошли студенты, имеющие академическую задолженность и студенты, отчисленные из университета по причинам, связанным с состоянием здоровья).

Исходные признаки были преобразованы в 13 «симптомов» с разбиением на интервалы, согласно диагностическим нормам, принятым в медицине (табл. 4.12), и с использованием ААКРИ (табл. 4.13).

Таблица 4.12

*Кодирование симптомов с экспертным разбиением*

Обозначение	«Симптомы»	Юноши		Девушки	
		Выраженность	код	Выраженность	код
rost	рост	До 163 см.	1	До 156 см.	1
		От 163 до 176 см	2	От 156 до 170 см	2
		От 176 до 188 см	3	От 170 до 184 см	3
		Выше 188 см	4	Выше 184 см	4
ves	вес	До 56 кг	1	До 50 кг	1
		От 56 до 80 кг	2	От 50 до 70 кг	2
		От 80 до 103 кг	3	От 70 до 88 кг	3
		Выше 103 кг	4	Выше 88 кг	4

Окончание табл. 4.12

Обозначение	«Симптомы»	Юноши		Девушки	
		Выраженность	код	Выраженность	код
gel	Жизненная емкость легких	До 2833	1	До 1967	1
		От 2833 до 4300	2	От 1967 до 3300	2
		От 4300 до 5766	3	От 3300 до 4633	3
		Выше 5766	4	Выше 4633	4
gibk	гибкость	До 7	1	До 7	1
		От 7 до 12	2	От 7 до 12	2
		От 12 до 20	3	От 12 до 20	3
		Выше 20	4	Выше 20	4
dkp	Динамометрия правой кисти	До 35	1	До 15	1
		От 35 до 50	2	От 15 до 25	2
		Выше 50	3	От 25 до 40	3
				Выше 40	4
dkl	Динамометрия левой кисти	До 35	1	До 15	1
		От 35 до 50	2	От 15 до 25	2
		Выше 50	3	От 25 до 40	3
				Выше 40	4
dst	Становая динамометрия	До 70	1	До 40	1
		От 70 до 120	2	От 40 до 90	2
		Выше 120	3	Выше 90	3
adc	Систолическое артериальное давление	До 125	1	До 100	1
		От 125 до 140	2	От 100 до 125	2
		Выше 140	3	Выше 125	3
add	Диастолическое артериальное давление	До 80	1	До 60	1
		От 80 до 90	2	От 60 до 80	2
		Выше 90	3	От 80 до 90	3
				Выше 90	4
pp	Пульс покоя	До 60	1	До 70	1
		От 60 до 75	2	От 70 до 85	2
		Выше 75	3	Выше 85	3
pn	Пульс нагрузки	До 115	1	До 140	1
		От 115 до 140	2	От 140 до 160	2
		Выше 140	3	Выше 160	3
p1	Пульс через 3 минуты после нагрузки	До 68	1	До 70	1
		От 68 до 106	2	От 70 до 100	2
		От 106 до 143	3	От 100 до 133	3
		Выше 143	4	Выше 133	4
vv	Время восстановления	До 80	1	До 80	1
		От 80 до 120	2	От 80 до 120	2
		Выше 120	3	Выше 120	3

В табл. 4.12 для показателей рост, вес, жизненная емкость легких и пульс через 3 минуты после нагрузки приводится равномерное разбиение на интервалы.

Таблица 4.13

*Кодирование симптомов с разбиением ААКРИ*

Обозначение	«Симптомы»	Юноши		Девушки	
		Выраженность	код	Выраженность	код
rost	рост	До 175 см	1	До 156,5 см	1
		От 175 до 179 см	2	От 156,5 до 161,5 см	2
		Выше 179 см	3	От 161,5 до 171,5 см	3
				Выше 171,5 см	4
ves	вес	До 57 кг	1	До 50,5 кг	1
		От 57 до 65 кг	2	От 50,5 до 64,5 кг	2
		От 65 до 73 кг	3	От 64,5 до 71,5 кг	3
		Выше 73 кг	4	Выше 71,5 кг	4
gel	Жизненная емкость легких	До 3100	1	До 2550	1
		От 3100 до 3900	2	От 2550 до 3050	2
		От 3900 до 4700	3	Выше 3050	3
		Выше 4700			
gibk	гибкость	До 4,5	1	До 6,5	1
		От 4,5 до 11,5	2	От 6,5 до 15,5	2
		От 11,5 до 18,5	3	Выше 15,5	3
		Выше 18,5			
dkp	Динамометрия правой кисти	До 31	1	До 19	1
		От 31 до 37	2	От 19 до 25	2
		Выше 37	3	Выше 25	3
dkl	Динамометрия левой кисти	До 31,5	1	До 17	1
		От 31,5 до 38,5	2	От 17 до 23	2
		От 38,5 до 45,5	3	От 23 до 29	3
		Выше 45,5	4	Выше 29	4
dst	Становая динамометрия	До 74,5	1	До 35,5	1
		От 74,5 до 97,5	2	От 35,5 до 52,5	2
		От 97,5 до 166,5	3	От 52,5 до 69,5	3
		Выше 166,5		Выше 69,5	4
adc	Систолическое артериальное давление	До 102	1	До 98	1
		От 102 до 122	2	От 98 до 106	2
		От 122 до 132	3	Выше 106	3
		Выше 132	4		
add	Диастолическое артериальное давление	До 57,5	1	До 55	1
		От 57,5 до 64,5	2	От 55 до 61	2
		Выше 64,5	3	От 61 до 67	3
				Выше 67	4
pp	Пульс покоя	До 67	1	До 68	1
		От 67 до 81	2	От 68 до 80	2
		От 81 до 95	3	От 80 до 92	3
		Выше 95	4	Выше 92	4

Окончание табл. 4.13

Обозначение	«Симптомы»	Юноши		Девушки	
		Выраженность	код	Выраженность	код
pn	Пульс нагрузки	До 112,5	1	До 117,5	1
		От 112,5 до 133,5	2	От 117,5 до 136,5	2
		От 133,5 до 154,5	3	Выше 136,5	3
		Выше 154,5			
p1	Пульс через 3 минуты после нагрузки	До 71	1	До 68	1
		От 71 до 85	2	От 68 до 80	2
		От 85 до 99	3	От 80 до 116	3
		Выше 99	4	Выше 116	4
vv	Время восстановления	До 82,5	1	До 90	1
		От 82,5 до 99,5	2	От 90 до 110	2
		Выше 99,5	3	Выше 110	3

В табл. 4.14 приведены количественные выражения результатов применения классифицирующих функций. Точность диагностики первой группы (удовлетворительная адаптация) увеличивается на 8% с 67% до 75% за счет использования ААКРИ. А также улучшается общий процент правильной диагностики с 72% до 81%.

Таблица 4.14

#### Результаты классификации

	Экспертное разбиение			Разбиение ААКРИ		
	Точность диагностики	Группа 1 (n=691)	Группа 2 (n=131)	Точность диагностики	Группа 1 (n=691)	Группа 2 (n=131)
Группа 1	67%	493	96	75%	518	4
Группа 2	74%	4	97	81%	61	106
Решение не принято		130	30		112	21
Вся выборка (n=691)	72%			76%		

Аналогичные результаты получены при построении решающих правил для группы юношей.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что использование разработанного нами алгоритма ААКРИ улучшает качество распознавания.

#### Решающие правила для диагностики социальной компетентности

Для получения решающих правил была использована обучающая выборка, полученная в ходе экспериментального исследования, в котором приняли участие студенты Томского политехнического университета. В качестве измеряемых элементов социальной компетент-

ности были использованы 6 показателей комбинированного личностного опросника «КЛЮ» В. Леевика [12]: С (эмоциональные реакции), G (дисциплинированность), Q3 (самоконтроль), Q1 (стремление к новому), М (стиль мышления), В (логический интеллект).

Диагностируемые классы:

- класс А – студенты обладающие социальной компетентностью;
- класс В – студенты не обладающие социальной компетентностью.

Результаты применения метода НПП для решения задачи диагностики социальной компетентности приведены в табл. 4.15–4.16

Таблица 4.15

*Значения информативности психодиагностических показателей*

№ п/п	Признак	Информативность	№ п/п	Признак	Информативность
1	Социотип	24.18	10	Е	1.24
2	В	15.16	11	G	0.57
3	F	12.19	12	Н	0.35
4	О	11.07	13	Q2	0.2
5	Q3	9.8	14	I	0.17
6	А	9.08	15	L	0.15
7	Q1	5.4	16	М	0.1
8	Q4	5.1	17	N	0.09
9	С	2.32			

Таблица 4.16

*Диагностические коэффициенты*

Социотип		А – коммуникабельность		В – логический интеллект	
Градации	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Администратор	-3,52	Очень низкий	2,45	Очень низкий	6,58
Лирик	92,04	Низкий	-0,47	Низкий	-6,48
Политик	-0,79	Средний	0,58	Средний	2,14
Критик	-5,56	Высокий	0,41	Высокий	5,45
Посредник	90,41	Очень высокий	-1,40	Очень высокий	-0,14
Инспектор	-0,79				
Мастер	-2,14				
Гуманист	91,14	С – сдержанность		Е – властность	
Наставник	83,01	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Хранитель	-3,52	Очень низкий	-1,76	Очень низкий	-0,54
Предприниматель	-0,79	Низкий	0,00	Низкий	0,14
Маршал	83,01	Средний	-1,11	Средний	1,54
Энтузиаст	83,01	Высокий	1,76	Высокий	-2,01
Аналитик	-87,78	Очень высокий	2,22	Очень высокий	3,10

Окончание табл. 4.6

F – эмоциональность		G – дисциплинированность		H – социальная активность	
Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Очень низкий	-46,54	Очень низкий	-1,41	Очень низкий	-0,25
Низкий	7,25	Низкий	0,64	Низкий	1,47
Средний	59,45	Средний	-1,37	Средний	2,98
Высокий	-8,57	Высокий	1,25	Высокий	-3,41
Очень высокий	-1,14	Очень высокий	86,99	Очень высокий	1,12

I – эмоциональность		L – подозрительность		M – мечтательность	
Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Очень низкий	2,41	Очень низкий	5,02	Очень низкий	-0,41
Низкий	-5,24	Низкий	-0,25	Низкий	-1,37
Средний	0,14	Средний	5,47	Средний	4,77
Высокий	0,00	Высокий	36,11	Высокий	0,00
Очень высокий	56,4	Очень высокий	12,4	Очень высокий	83,01

N – изобретательность		O – неуверенность		Q1 – стремление к новому	
Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Очень низкий	2,54	Очень низкий	5,41	Очень низкий	86,99
Низкий	-5,71	Низкий	-41,25	Низкий	91,14
Средний	0,13	Средний	61,32	Средний	-1,51
Высокий	5,20	Высокий	2,51	Высокий	-0,29
Очень высокий	34,51	Очень высокий	3,54	Очень высокий	83,01

Q2 – некомфортность		Q3 – самоконтроль		Q4 – напряженность	
Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК	Диапазон	Значение ДК
Очень низкий	24,61	Очень низкий	91,14	Очень низкий	0,14
Низкий	5,24	Низкий	-2,87	Низкий	2,54
Средний	-2,45	Средний	-3,17	Средний	6,47
Высокий	6,21	Высокий	5,23	Высокий	-4,57
Очень высокий	68,1	Очень высокий	83,01	Очень высокий	-66,74

Результаты работы неоднородной последовательной процедуры распознавания приведены в табл. 4.17.

Табл. 4.17

*Результаты работы НПП при распознавании класса «успешных»*

Значения $\alpha$ и $\beta$	% правильно распознанных	% неправильно распознанных	% неопределенных ответов
$\alpha = 0,05; \beta = 0,1$	78	15	7

Как видно из табл. 4.17, процент правильных отнесений довольно высок. Это свидетельствует об эффективности данного алгоритма для решения задачи диагностики успешности студентов.

### **Прогнозирование успешной интеллектуальной самореализации студентов старших курсов на основе анализа показателей познавательной деятельности**

Экспериментальная группа состояла из 220 испытуемых: студентов старших курсов разных факультетов ТПУ. При этом 134 из них имели реальные достижения в интеллектуальной сфере деятельности (участие в грантах, международных стажировках, защита диссертации и др.), т. е. все испытуемые были разбиты на 2 группы: 1 – имеющие реальные достижения в интеллектуальной сфере деятельности; 2 – не имеющие реальных достижений в интеллектуальной сфере деятельности. Показатели познавательной деятельности, используемые в исследовании, приведены в табл. 4.18.

Таблица 4.18

#### *Показатели познавательной деятельности*

№	Тест	Обозначение признака	Описание
1	Тест Амтхауэра	IQ	Коэффициент интеллекта
2		IQ <sub>v</sub>	«Вербальный» интеллект
3		IQ <sub>t</sub>	«Технический» интеллект
4	Тест Струппа	T1	Время чтения первой карты
5		T2	Чтение цветовой карты
6		T3	Чтение конфликтной карты
7		IF	T3-T2
8		INT	T2/T1
9	Тест Кагана	k <sub>t1</sub>	Среднее время первого ответа
10		k <sub>er</sub>	Количество ошибок
11		k <sub>NK1</sub>	Показатель обучаемости
12	Тест Уиткина	Tu	Среднее время поиска фигуры
13		t1	Время выполнения 1-12 задач
14		t2	Время выполнения 13-24 задач
15		NK2	Показатель обучаемости
16		Уиткин 6	Время распознавания фигуры № 6 в тесте Уиткина

17	Тест Торренса	КА	Конструктивная активность
18		KPS	Количество преобразованных стимулов
19		КО	Количество отказов
20		КК	Количество категорий
21		KOP	Количество рисунков из объединенных стимулов
22		MOS	Максимальное количество стимулов в объединенных рисунках
23		OrigRis	Оригинальность рисунка
24		OrigPod	Оригинальность подписи
25	Тест Колги	КГ	Количество групп
26		К1	Количество единичных групп

Были получены результаты оценки информативности показателей познавательной деятельности, приведенные в табл. 4.11 и значения диагностических коэффициентов, приведенные в таблице 4.19.

Таблица 4.19

*Информативность признаков в порядке убывания значения*

№	Признак	Информативность	№	Признак	Информативность
1	IQ	30.61	14	КО	3.01
2	КК	24.58	15	Tu	2.98
3	Iqt	21.77	16	NK1	2.36
4	КГ	18.33	17	OrigRis	1.88
5	Iqv	15.93	18	IF	1.73
6	КА	11.03	19	k_t1	1.15
7	MOS	9.51	20	T3	1
8	KOP	9.51	21	y_t1	0.96
9	Уиткин_6	7.97	22	T1	0.6
10	KPS	7.3	23	T2	0.41
11	y_t2	5.02	24	INT	0.4
12	k_er	4.67	25	OrigPod	0.37
13	NK2	3.51	26	K1	0.09

На рис. 4.5–4.7 представлено распределение некоторых наиболее информативных исследуемых признаков по интервалам. В группу 1 вошли испытуемые имеющие реальные интеллектуальные достижения, а в группу 2 – не имеющие таких достижений.

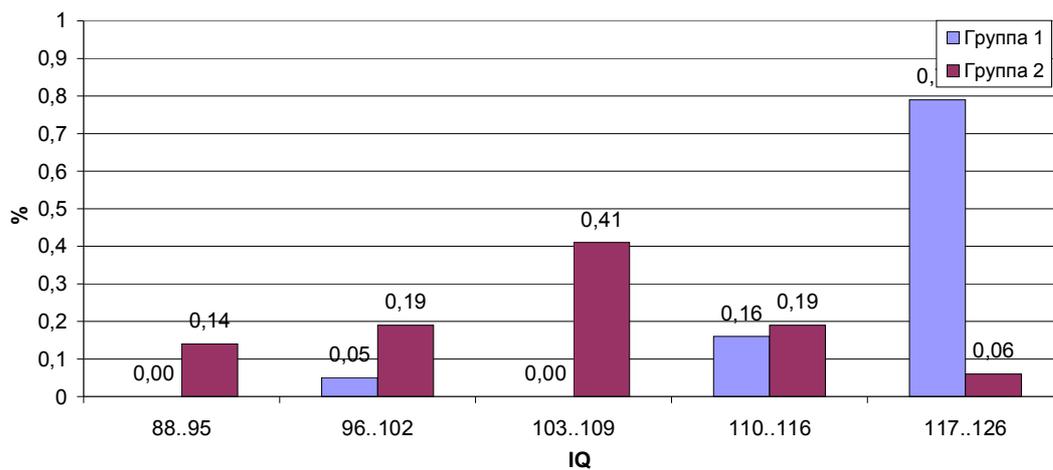


Рис. 4.5. Распределение значений коэффициента интеллекта IQ (тест Амтхауэра)

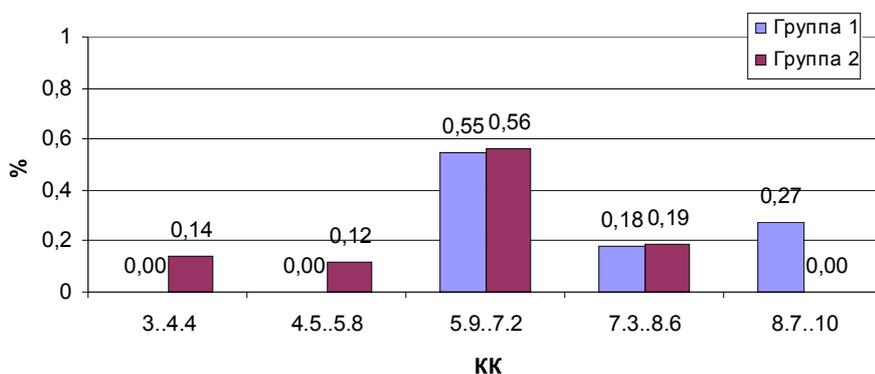


Рис. 4.6. Распределение значений показателя «количество категорий» теста Торренса

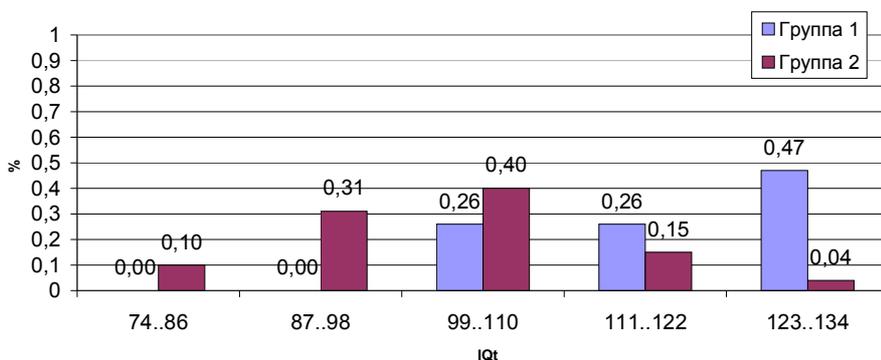


Рис. 4.7. Распределение значений коэффициента «технического» интеллекта

Как видно из табл. 4.19 и рис. 4.5–4.7, наиболее информативными признаками оказались показатели интеллекта (IQ, IQt, IQv) и показатели креативности (КК, КG, КА, MOS, КОР). Полученные результаты позволили определить конкретные компоненты познавательной сферы, которые основаны на реальных интеллектуальных достижениях студентов.

Таблица 4.20

*Диагностические коэффициенты*

	Признак	ДК	Признак	ДК	Признак	ДК	Признак	ДК
	IQ		КК		IQt		КG	
Интервалы	88...95	-91,46	3...4,4	-91,46	74...86	-90,00	5...6	-0,66
	96...102	-5,80	4,5...5,8	-90,79	87...98	-94,91	7...7	-1,55
	103...109	-96,13	5,9...7,2	-0,08	99...110	-1,87	8...8	-90,00
	110...116	-0,75	7,3...8,6	-0,23	111...122	2,39	9...9	-1,55
	117...126	11,19	8,7...10	94,31	123...134	10,70	10...13	94,62
	IQv		КА		MOS		КОР	
Интервалы	92...100	-1,63	0,6...1	-92,79	0...1,2	1,02	0...0,6	1,02
	101...108	-10,17	1,1...1,4	-6,48	1,3...2,4	-91,46	0,7...1,2	-91,46
	109...116	-0,32	1,5...1,8	2,06	2,5...3,6	-86,99	1,3...1,8	0,00
	117...124	9,03	1,9...2,2	1,09	3,7...4,8	0,00	1,9...2,4	-83,01
	125...134	94,15	2,3...3	7,11	4,9...6	-83,01	2,5...3	-86,99
	Уиткин 6		KPS		y_t2		k_er	
Интервалы	0...24	0,62	5...6	2,55	1,25...13,2	1,68	0...7	2,70
	24,1...48	2,55	6,1...7	-89,54	13,3...25,2	-3,29	8...14	-0,40
	48,1...72	-92,30	7,1...8	-88,45	25,3...37,2	-90,00	15...21	-1,31
	72,1...96	1,09	8,1...9	-1,92	37,3...49,2	3,01	22...28	-88,45
	96,1...120	0,00	9,1...10	1,01	49,3...61,3	0,00	29...38	-84,77
	NK2		KO		Tu		NK1	
Интервалы	-8,82...-6,8	-80,00	0...1	0,32	1,96...12,4	2,83	-3,5...-2,5	-84,77
	-6,7...-4,8	0,00	1,1...2	-86,99	12,5...22,8	-2,51	-2,4...-1,5	-83,01
	-4,7...-2,8	0,00	2,1...3	0,00	22,9...33,2	-3,98	-1,4...-0,5	-1,76
	-2,7...-0,8	-88,45	3,1...4	0,00	33,3...43,6	-86,99	-0,4...0,5	-0,72
	-0,7...0,8	0,38	4,1...5	-83,01	43,7...54,3	0,00	0,6...1,5	2,28
	OrigRis		IF		k_T1		T3	
Интервалы	0...0,6	-3,25	-18...5,1	4,19	6,67...23,6	-6,17	42...75,6	2,71
	0,7...1,2	-3,13	5,2...28,3	1,32	23,7...40,5	-0,61	75,7...109,2	-0,53
	1,3...1,8	0,12	28,4...51,5	-3,44	40,6...57,4	1,96	109,3...142,8	-0,79
	1,9...2,4	1,09	51,6...74,7	2,34	57,5...74,3	4,59	142,9...176,4	-80,00
	2,5...3	11,30	74,8...98	-83,01	74,4...91,3	0,00	176,5...210	-80,00

	Признак	ДК	Признак	ДК	Признак	ДК	Признак	ДК
	$y_{t1}$		T1		T2		INT	
Интервалы	1,83...15,9	1,72	30...36,8	1,46	35...52,4	0,00	1...28,2	0,04
	16...29,9	-0,77	36,9...43,5	-0,62	52,5...69,8	0,19	28,3...55,4	0,00
	30...43,9	-6,02	43,6...50,3	-0,20	69,9...87,1	-1,09	55,5...82,6	0,00
	44...57,9	1,25	50,4...57,1	5,44	87,2...104,5	0,00	82,7...109,8	0,00
	58...72,2	-80,00	57,2...64	-80,00	104,6...122	-80,00	109,9...137	-80,00
Интервалы	OrigPod		K1					
	0...0,5	1,76	0...1	-0,52				
	0,6...1	-1,06	2...2	1,61				
	1,1...1,5	-0,95						
	1,6...2	1,09						
	2,1...2,6	6,53						

Результаты работы неоднородной последовательной процедуры распознавания на контрольной выборке приведены в табл. 4.21.

Таблица 4.21

*Результаты работы НПП при распознавании класса А1  
(интеллектуально успешных студентов)*

Значения $\alpha$ и $\beta$	% правильно распознанных	% неправильно распознанных	% неопределенных ответов
$\alpha = 0,05$ $\beta = 0,1$	80	5	15

Как видно из табл. 4.21, полученные решающие правила обеспечивают достаточно высокое качество распознавания.

**4.1.4. Принятие решений о компетентности специалиста  
на основе нечеткого моделирования**

**Основные понятия теории нечетких множеств. Нечеткая логика и нечеткая классификация**

Необходимость использования для решения задач оценки и анализа компетентности методов «мягких» вычислений (теории нечетких множеств [150]) обусловлена следующим. По своей сути обычные количественные методы анализа систем непригодны для систем, в которых участвует человек. В основе этого тезиса лежит то, что можно было бы назвать принципом несовместимости. Суть этого принципа состоит в том, что чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключаящими друг друга характеристиками. Следствие из этого принципа кратко можно выразить так: чем глубже мы

анализируем реальную задачу, тем неопределеннее становится ее решение. По мнению многих авторов, точный количественный анализ поведения гуманистических систем (т. е. систем с участием человека) не имеет большого практического значения в реальных прикладных задачах. Это справедливо и для такой сложной системы как компетентность. Например, если мы решаем задачу определения уровня компетентности в рамках некоторых диагностических классов (высокий уровень, средний уровень, низкий уровень и т. п.), следует помнить, что «элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от «принадлежности к классу» к «не принадлежности» не скачкообразен, а непрерывен» [80].

По своей природе оценка является приближением, в том числе и оценка компетентности. Следовательно, для наших исследований достаточна приближенная характеристика набора данных, поскольку в большинстве основных задач, т. е. не требуется высокая точность. Человеческий мозг использует допустимость такой неточности, кодируя информацию, «достаточную для задачи» (или «достаточную для решения») элементами нечетких множеств, которые лишь приближенно описывают исходные данные. В связи с этим, для диагностики уровня компетентности студентов (наряду с представленными выше диагностическими моделями) была использована методологическая схема, допускающая нечеткости и частичные истины.

Такой подход имеет три отличительные черты: 1) в нем используются «лингвистические» переменные вместо числовых переменных или в дополнение к ним; 2) простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний; 3) сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами.

Следующим этапом решения задачи диагностики компетентности является разработка нечетких правил.

На этом этапе определяются продукционные правила, связывающие лингвистические переменные. Совокупность таких правил описывает стратегию управления, применяемую в данной задаче.

Большинство нечетких систем используют продукционные правила для описания зависимостей между лингвистическими переменными. Типичное продукционное правило состоит из антецедента (часть ЕСЛИ...) и консеквента (часть ТО...). Антецедент может содержать более одной посылки. В этом случае они объединяются посредством логических связок И или ИЛИ.

Процесс вычисления нечеткого правила называется нечетким логическим выводом и подразделяется на два этапа: обобщение и заключение.

Пусть мы имеем следующее правило:

ЕСЛИ ИНТЕЛЕКТ =СРЕДНИЙ И  
КРЕАТИВНОСТЬ=ВЫСОКАЯ, ТО  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ=СРЕДНЯЯ.

Пусть для конкретного претендента на вакантную должность степень принадлежности значения коэффициента ИНТЕЛЛЕКТА. К терму СРЕДНИЙ равна 0,9, а степень принадлежности показателя КРЕАТИВНОСТЬ по тесту Торренса к терму ВЫСОКИЙ равна 0,8.

На первом шаге логического вывода необходимо определить степень принадлежности всего антецедента правила. Для этого в нечеткой логике существуют два оператора:  $\text{MIN}(\dots)$  и  $\text{MAX}(\dots)$ . Первый вычисляет минимальное значение степени принадлежности, а второй  $\square$  максимальное значение. Когда применять тот или иной оператор, зависит от того, какой связкой соединены посылки в правиле. Если использована связка И, применяется оператор  $\text{MIN}(\dots)$ . Если же посылки объединены связкой ИЛИ, необходимо применить оператор  $\text{MAX}(\dots)$ . Ну а если в правиле всего одна посылка, операторы вовсе не нужны. Для нашего примера применим оператор  $\text{MIN}(\dots)$ , так как использована связка И. Получим следующее:  $\text{MIN}(0,9; 0,8) = 0,8$ .

Следовательно, степень принадлежности антецедента такого правила равна 0,8. Операция, описанная выше, отрабатывается для каждого правила в базе нечетких правил.

Следующим шагом является собственно вывод или заключение. Подобным же образом посредством операторов  $\text{MIN}/\text{MAX}$  вычисляется значение консеквента. Исходными данными служат вычисленные на предыдущем шаге значения степеней принадлежности антецедентов правил.

Для определения функций принадлежности, входящих в нечеткие правила существует множество подходов и алгоритмов. Остановимся на некоторых из них.

В настоящей главе рассмотрена возможность (и представлены соответствующие алгоритмы) решения, на основе теории нечетких множеств задач:

1. определения уровня компетентности, т. е. отнесение студента или выпускника к одному из имеющихся нечетких классов, например, низкий, средний или высокий уровень компетентности (п. 4.2.4).
2. формирование рейтинга на основе индивидуальных интегральных оценок компетентности (глава 3).

Первая задача является задачей нечеткой классификации объектов по качеству, вторая задача – это задача ранжирования объектов на основе нечеткой классификации.

### **Применение алгоритмов нечеткой классификации для оценки компетентности**

Рассмотрим возможности использования подхода нечеткой классификации по качеству для решения задач диагностики уровня компетентности (в т. ч. ее отдельных подсистем и компонентов). Остановимся кратко на данном подходе.

Объектом классификации по качеству может служить явление или сущность как естественного, так и искусственного происхождения [80]. Каждая градация качества описывается значениями лингвистической переменной, обозначающей качество исследуемого объекта, например, низкое, среднее и высокое. Эти значения применимы ко всем признакам (свойствам), характеризующим объект.

Алгоритм построения классификационной модели включает в себя следующие этапы:

1. Определение перечня признаков  $y=(y_1, \dots, y_j, \dots, y_n)$ , характеризующих объект.
2. Определение диапазона значений каждого признака.
3. Задание значимости  $w_j$  каждого признака в общей оценке объекта.
4. Определение перечня значений лингвистической переменной, применяемых для оценки качества и в дальнейшем обозначаемые как классы  $K=(K_1, \dots, K_s, \dots, K_m)$ .
5. Задание функции принадлежности каждому классу. Выбирается форма функции принадлежности, характеризующая нечеткую неопределенность границ между соседними классами. Диапазон значений каждого признака делится на  $t$  частей – по числу классов.

Для выполнения классификации выполняются следующие действия [80]:

1. Предъявляется набор значений признаков  $y(x) = (y_1(x) \dots y_j(x) \dots y_n(x))$ , характеризующих классифицируемый объект  $x$ .
2. Значение  $y_j(x)$  подставляется в функции принадлежности каждому классу, сформированному для  $j$ -го признака,  $j = 1 \dots n$ . В результате получается  $s$  векторов принадлежности объекта всем классам.
3. На основании вектора принадлежности объекта всем классам рассчитывается мера принадлежности  $P(K_s)$  классифицируемого объекта  $s$ -му классу,  $s_1 \dots s_m$ , которая отражает как принадлежность  $\mu_{s,j}(x)$  объекта  $x$   $s$ -му классу по  $j$ -му признаку ( $j = 1 \dots n$ ), так и вклад каждого признака в эту оценку:

$$P(K_s) = \sum_{j=1}^n w_j \mu_{s,j}(x). \quad (4.17)$$

4. После расчета функции принадлежности  $P(K_s)$  классифицируемого объекта  $x$  каждому классу,  $s = 1 \dots m$ , определяется класс, которому объект  $x$  принадлежит в наибольшей степени:

$$K^* = \arg(\max \{P(K_1) \dots P(K_s) \dots P(K_m)\}). \quad (4.18)$$

5. Если задан порог классификации  $U$ , то в случае  $P(K_s) < U$  значение функции принадлежности  $P(K_s)$  признается недостаточным для отнесения к классу  $K^*$ .

Значение функции принадлежности  $\mu_{s,j}(x)$  s-му классу по j-му признаку для трапецеидальной функции принадлежности, исходя из известного значения  $y(x)$  рассчитываются в соответствии с [221].

Пересчет значения  $y_j(x)$  в диапазон  $[\mu_n, \mu_k]$  оси ординат осуществляется с помощью коэффициента  $\frac{y_j - y_{j,n}}{y_{j,k} - y_{j,n}}$  для восходящей стороны

трапеции и коэффициента  $1 - \frac{y_j - y_{j,n}}{y_{j,k} - y_{j,n}}$  для нисходящей стороны трапеции.

Общая формула расчета значения функции  $\mu_{s,j}(x)$  по значению  $y_j(x)$  для любой части трапецеидальной формы имеет вид

$$\mu_{s,j}(x) = \frac{y_j(x) - y_{j,n}}{y_{j,k} - y_{j,n}} \cdot (\mu_k - \mu_n) + \mu_n. \quad (4.19)$$

В формуле (4.19)  $y_{j,n}$ ,  $y_{j,k}$  – значения j-го признака в начальной и конечной точках восходящей и нисходящей сторон трапеции. Значениям j-го признака на границах области неопределенности поставлены в соответствие значения  $\mu_n$  и  $\mu_k$  функции принадлежности s-му классу  $\mu_{s,j}(x)$ . На границах интервала функция  $\mu_{s,j}(x)$  принимает значения либо 0, либо 1. Отсюда разность  $\mu_k - \mu_n$  принимает следующие значения:

$$\mu_k - \mu_n = \begin{cases} 0 & \text{– для горизонтальной части трапеции;} \\ +1 & \text{– для левой стороны трапеции;} \\ -1 & \text{– для правой стороны трапеции.} \end{cases}$$

Проиллюстрируем возможности приведенного выше алгоритма для решения задач оценки компетентности на примере диагностики уровня (низкий, средний, высокий) интеллектуальной компетентности студентов. Исходный набор признаков представляет собой показатели структуры психометрического интеллекта (табл. 4.22).

Таблица 4.22

	Студент Ф.И.О.	Логический интеллект (Н)	Вербальный интеллект (В)	Абстрактное мышление (D)	Пространственное мышление (M)
1	Иванов	5,6	30,0	15,7	1,4
2	Петров	18,0	42,4	20,3	2,9
3	Сидоров	20,3	66,0	50,8	11,6
4	Волков	43,7	20,1	40,6	5,3
5	Кривцов	15,2	43,2	20,3	2,9
6	Зайцев	43,2	20,3	15,2	4,1

На рис. 4.8 приведена модель классификации студентов (по уровню их интеллектуальной компетентности) по четырем признакам, характеризующим их интеллектуальные качества (см. функции  $\mu_1(x)$ – $\mu_4(x)$ ). Значения признаков для студентов из табл. 4.22 помечены их номерами.

В качестве примера рассчитаем принадлежность градациям качества студента Волкова (№ 4 в табл. 4.22), обозначив его через  $x_4$ . Признаки положим равноценными:  $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0,25$ .

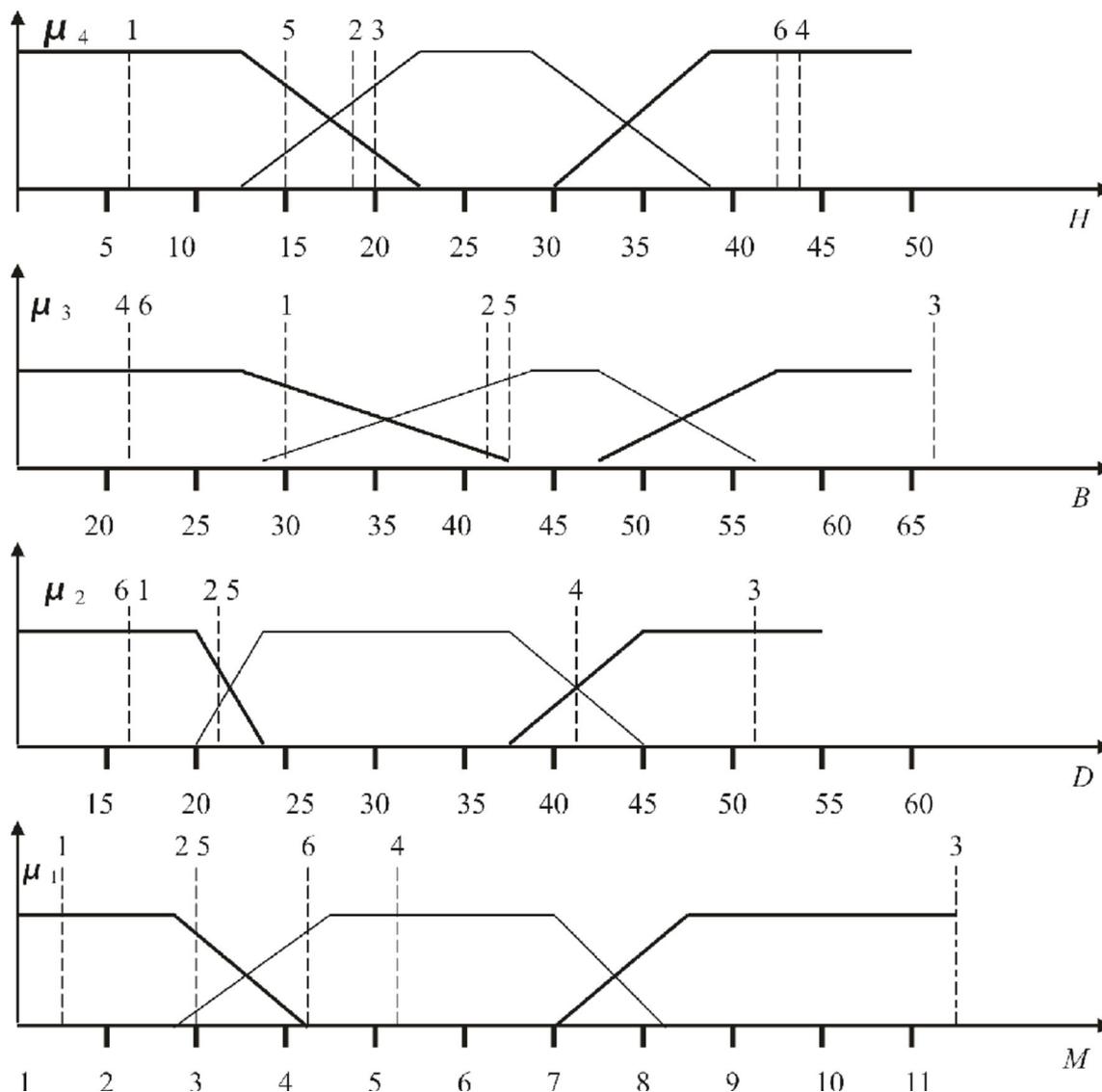


Рис. 4.8. Модель классификации по отдельным элементам (психодиагностическим показателям) «интеллектуальной компетентности»

1. Определим меру принадлежности уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова классу  $K$  (низкий уровень) по каждому признаку:

$$\mu_{1,1}(x_4) = 0; \mu_{1,2}(x_4) = 1; \mu_{1,3}(x_4) = 0; \mu_{1,4}(x_4) = 0.$$

2. Определим принадлежность уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова № 4 классу  $K$  (низкий уровень) по всем признакам:

$$P(K_1) = 0,25 * 1 = 0,25.$$

3. Определим меру принадлежности уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова классу  $K_2$  (средний уровень) по каждому признаку:

$$\mu_{2,1}(x_4) = 0; \mu_{2,2}(x_4) = 0; \mu_{2,3}(x_4) = 0,49; \mu_{2,4}(x_4) = 1.$$

4. Определим принадлежность уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова классу  $K_2$  (средний уровень) по всем признакам.

$$P(K_2) = 0,25*0,49 + 0,25*1 = 0,3725.$$

5. Определим меру принадлежности уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова классу  $K$  (высокий уровень) по каждому признаку:

$$\mu_{3,1}(x_4) = 1; \mu_{3,2}(x_4) = 0; \mu_{3,3}(x_4) = 0,51; \mu_{3,4}(x_4) = 0.$$

6. Определим принадлежность уровня интеллектуальной компетентности студента Волкова классу  $K_3$  (высокий уровень) по всем признакам:

$$P = 0,25 - 1 + 0,25 - 0,51 = 0,3775.$$

7. В силу дополнительности функций  $\mu_1(x) - \mu_4(x)$  [219]:

$$P(K_1) + P(K_2) + P(K_3) = 1$$

8. Определим класс, которому объект  $x_4$  принадлежит в наибольшей степени:

$$K^* = \arg(\max \{0,25, 0,3725, 0,3775\}) = K_3.$$

Если первичные признаки объектов объединены более чем в одну группу, классификация выполняется внутри каждой группы. Затем векторы принадлежности классам  $K_1 = (K_{1,1} \dots K_{1,m})$ ,  $1 = 1 \dots t$ , из всех  $t$  групп текущего уровня иерархии передаются в таблицу следующего уровня. Затем выполняется расчет принадлежности объекта классам по формуле 4.19. Поскольку аргументами этой функции являются значения функций принадлежности нижнего уровня иерархии, локальные таблицы не требуют задания модели классификации.

Приведенный выше алгоритм может быть успешно использован в задачах оценки уровня компетенций/компетентности для любых подсистем и компонентов компетентностной модели студентов технического университета.

#### **4.2. Применение методов кластерного анализа в системных исследованиях компетентности**

Следует отметить, что для ряда задач, связанных с оценкой компетентности, недостаточно диагностировать уровень сформированности компетенций/компетентностей. Этот момент наиболее полно отражен в работах Дж. Равенна [91, 92], который, в частности, предложил,

составлять и заполнять «карты» областей компетентности, включающей их мотивационную базу, когнитивные, аффективные и волевые компоненты (см. п. 1.3). Однако на сегодняшний день не разработан хотя бы первоначальный вариант такой более или менее полной таблицы, т. е. практическая реализация данного подхода не представляется возможным.

На наш взгляд, задача дифференциальной диагностики компетентности студентов может быть решена следующим образом:

1. выявить типологии компетентности студентов технического университета;
2. получить решающие правила для диагностики этих типологий.

Задача выявления типологий сводится в нашем случае к задаче кластерного анализа, т. е. выделению в исходных многомерных данных такие однородных подмножеств «похожих» объектов. Под «похожестью» понимается близость объектов в многомерном пространстве признаков, и задача сводится к выделению в этом пространстве естественных скоплений объектов, которые и считаются однородными группами. Таким образом, решением задачи кластерного анализа является разбиение, удовлетворяющее некоторому критерию оптимальности.

Алгоритмы кластерного анализа отличаются большим разнообразием. В табл. 4.23 приведены примеры наиболее часто используемых функций расстояния.

Таблица 4.23

*Функции расстояния, используемые в методах кластерного анализа*

Название	Формула	Обозначения
1. Евклидово расстояние	$d_2(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2}$	<i>i, j – номера объектов;                      p – количество переменных, характеризующих объект;                      k – номер признака;                      x<sub>ki</sub> – значение k-го признака у i-го объекта;                      S – ковариационная матрица</i>
2. L1-норма	$d_1(x_i, x_j) = \left[ \sum_{k=1}^p  x_{ki} - x_{kj}  \right]$	
3. Сюрремум норма	$d_\infty(x_i, x_j) = \sup_{k=1,2,\dots,p} \left\{  x_{ki} - x_{kj}  \right\}$	
4. Lp-норма	$d_p(x_i, x_j) = \left[ \sum_{k=1}^p  x_{ki} - x_{kj}  \right]^{1/p}$	
5. Расстояние Махаланобиса	$d(x_i, x_j) = \sqrt{(x_i - x_j)S^{-1}(x_i - x_j)}$	
6. Расстояние Хэмминга	$d(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p  x_{ik} - x_{jk} $	

Функционалы качества и конкретные алгоритмы автоматической классификации достаточно полно и подробно рассмотрены в [62, 89]. Эти функционалы и алгоритмы характеризуются различной трудоемкостью и подчас требуют ресурсов высокопроизводительных компьютеров. Здесь при выборе схемы построения кластеров упор был сделан на результаты, полученные И.Д. Манделем и Л.Б. Черным при экспериментальном сравнении алгоритмов кластеризации [73].

В зависимости от решаемой задачи типологии могут быть построены как в рамках основных подсистем нашей компетентностной модели (п. 4.3.2–п. 4.3.3), так и для подсистем более низкого уровня, например, интеллектуальной компетентности (п. 4.3.1). Ниже рассмотрены выявленные типологии и их особенности.

#### **4.2.1 Выявление типов интеллектуальной компетентности**

Интеллектуальная компетентность – это особый тип организации знаний, обеспечивающий возможность принятия эффективных решений в определенной предметной области деятельности.

Современная теория интеллекта позволяет измерять три основные составляющие интеллектуальной обработки информации, а именно аналитические, творческие и практические способности. В общей теории интеллекта, успешная интеллектуальная самореализация связывается с особенностями организации умственного (ментального) опыта личности [112]. Именно интеллектуальная компетентность как тип организации предметно-специфических знаний (а не как объем, глубина или прочность усвоенных знаний) обеспечивает возможность реальных интеллектуальных достижений.

Обширный материал в области изучения интеллекта до сих пор не позволяет определить конкретные компоненты когнитивной сферы, которые способствуют человеку максимально продуктивно использовать свои возможности. Успешность самореализации высокоинтеллектуальных субъектов неоднозначна, о чем свидетельствует целый ряд исследований. Огромный вклад в интеллектуальную продуктивность вносят личностные, мотивационные факторы, способность к гипернапряжению, специфические особенности саморегуляции и организации индивидуальных свойств личности.

Вопрос эффективной самореализации личности в интеллектуальной деятельности до настоящего времени остается актуальным и малоизученным. Выявлены факты успешного обучения студентов и их продуктивного участия в научной студенческой работе при низких

(90–98 ед.) значениях IQ или при наличии медленного неточного стиля принятия решения в ситуации неопределенности и т. д. [113].

В сравнительных эмпирических исследованиях успешной интеллектуальной самореализации на первый план выходит измерение и оценка интеллектуальной компетентности. Стандартные психометрические тесты, измеряющие коэффициент интеллекта (IQ), фиксируют только один аспект индивидуальной активности, направленной на поиск единственно правильного результата в соответствии с требованиями заданной ситуации – конвергентные способности. По одному этому показателю нельзя судить об интеллектуальных особенностях личности и тем более прогнозировать интеллектуальную успешность и самореализацию. Необходимо привлечение методик, позволяющих оценить дивергентные способности (способности порождать множество разнообразных оригинальных идей в нерегламентированных условиях деятельности) и особенности организации умственного опыта.

В качестве критерия продуктивных дивергентных способностей использовался показатель модифицированного теста Э. Торренса. Для оценки особенностей интеллектуальной деятельности в рамках этого теста использовались показатели категориальной гибкости (КК), оригинальности (ОР), конструктивной активности (КА). Особенности организации умственного опыта операционализировались в виде параметров сформированности определенных когнитивных контролей. Сформированность произвольного интеллектуального контроля оценивалась по показателям когнитивного стиля «импульсивность – рефлексивность» (методика «Сравнение похожих рисунков» Дж. Кагана [143]) и показателям когнитивного стиля «полезависимость – полнезависимость» (методика «Включенные фигуры» Г. Уиткина). Конвергентные способности измерялись как уровень развития психометрического интеллекта по показателям коэффициента интеллекта (IQ) теста Р. Амтхауэра. Описание методик и обозначение переменных приведено в главе 3.

В исследовании приняли участие 230 студентов Томского политехнического университета и Томского университета систем управления и радиоэлектроники. В ходе исследования были идентифицированы две большие группы студентов: «интеллектуально успешные» и студенты, не имеющие таких достижений (контрольная группа). Идентификация старшекурсников как интеллектуально успешных в отличие от студентов контрольной группы осуществлялась на основании критерия наличия реальных интеллектуальных достижений в области физики и математики (призовые места в олимпиадах, научно-исследовательская работа, публикации научных статей и высокая академическая успеваемость).

Дисперсионный анализ позволил обнаружить значимые различия по всем показателям интеллектуальной компетентности между группой студентов интеллектуально успешных (группа 1) и студентами контрольной группы (группа 2), табл. 4.24.

Таблица 4.24

*Сводная таблица дисперсионного анализа*

Группа	Тесты								
	Р. Амтхауэра			Е. Торренса			Дж. Кагана и Г. Уиткина		
	IQ	IQ <sub>t</sub>	IQ <sub>v</sub>	КК	КА	ОР	t	er	T
Контрольная	104,6	101,5	106,3	6,2	14,2	11,6	35,3	12,6	18,8
«Успешные»	118,4	121,6	115,6	7,5	21,6	19,3	49,0	9,7	10,9
	Уровень значимости для критерия Р. Фишера								
	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01

Как видно из табл. 4.24, группу «успешных» от контрольной отличает высокий уровень развития психометрического интеллекта и высокий уровень дивергентных способностей (креативности). Показатели «среднее время принятия решения» (t) и «среднее количество ошибок» (er) в тесте Кагана показывают различия по импульсивному/рефлексивному когнитивному стилю (успешные – рефлексивны, контрольные – импульсивны). Показатели «среднее время поиска фигуры» (T) и «непроизвольный контроль» (nk) в тесте Уиткина показывает различия по полнезависимому/полнезависимому когнитивному стилю (успешные – полнезависимы, контрольные – полнезависимы).

Дисперсионный анализ не дает полной картины факторов успешности, поскольку лишь перечисляет психологические качества способствующих успешной интеллектуальной самореализации, не давая их сочетания. Поэтому в работе был дополнительно использован метод кластерного анализа. Кластерный анализ проводился по блокам показателей психометрического интеллекта (тест Амтхауэра) в сочетании с показателями:

- креативности (тест Торренса);
- когнитивных стилей (тест Кагана и тест Уиткина).

По показателям тестов Амтхауэра и Кагана были получены кластеры, характеристики которых приведены в табл. 4.25.

Таблица 4.25

*Кластерный анализ по показателям тестов Амтхауэра и Кагана*

№ кластера	Процент студентов, попавших в данный кластер	IQ	IQ <sub>t</sub>	IQ <sub>v</sub>	t, с	er	Распределение студентов по кластерам, %	
							Группа «Успешные»	Контрольная группа
1	26,90	116,3	121,3	111,3	30,3	13,3	31,5	68,5
2	38,46	100,1	100,7	99,5	39,3	9,5	3,4	96,6
3	11,97	102,6	99,2	106,0	23,6	21,8	0	100,0
4	16,67	120,6	122,5	118,7	57,0	5,8	54,5	45,5
5	6,00	109,8	108,6	111,0	42,5	8,7	0	100,0

Было выделено четыре кластера, причем испытуемые из группы 1 попали практически только в два кластера: первый и четвертый. Кластер 1 (31,5 % «успешных») характеризуется высоким техническим интеллектом (IQ<sub>t</sub> = 121,3), средним временем поиска фигуры (time = 30,3 с), средним количеством ошибок (er = 13,3). Кластер 4 (54,5 % успешных) отличается высокими показателями по всем трем составляющим интеллекта, бо́льшим временем поиска фигуры (time = 57 с), самым низким количеством ошибок (er = 5,8).

В табл. 4.26 приведены характеристики двух кластеров, полученных на основе анализа показателей тестов Амтхауэра и Уиткина.

Таблица 4.26

*Результаты кластерного анализа по показателям тестов Амтхауэра и Уиткина*

№ кластера	Процент студентов, попавших в данный кластер	IQ	IQ <sub>t</sub>	IQ <sub>v</sub>	T, с	nk	Распределение студентов по кластерам, %	
							Группа «Успешные»	Контрольная группа
1	27,5	100,5	97,0	103,8	18,5	29,4	16,0	84,0
2	72,5	110,2	111,8	108,9	8,1	11,6	84,0	16,0

Как видно из табл. 4.26, студенты из группы «успешных» попали, в основном, во второй кластер, который характеризуется высокими значениями общего интеллекта (IQ = 110,2) и технического интеллекта

( $IQ_t = 111,8$ ), низким значением среднего времени поиска картинки  $T$  (8,1), средним значением показателя произвольного контроля  $pk$  (11,6).

По показателям тестов Амтхауэра и Торренса были выделены кластеры, приведенные в табл. 4.27.

Таблица 4.27

*Результаты кластерного анализа по показателям тестов Амтхауэра и Торренса*

№ кластера	Процент студентов, попавших в данный кластер	IQ	IQ <sub>t</sub>	IQ <sub>v</sub>	KK	KA	OP	Распределение студентов по кластерам, %	
								«Успешные»	Контрольная группа
1	56,3	105,3	105,3	105,3	6	12	11	22,0	78,0
2	43,7	117,2	124,2	115,8	8	22	19	78,0	22,0

Кластер 2 характеризуется высоким значением технического интеллекта ( $IQ_t = 124,2$ ), высоким показателем конструктивной активности ( $KA = 22$ ), и оригинальности ( $OP = 19$ ).

Таким образом, в изученной нами выборке среди интеллектуально успешных студентов были выделены лица с высоким:

- уровнем развития индуктивного мышления (высокий показатель  $IQ_t$ ) и импульсивным стилем переработки информации (по тесту Кагана);
- и сверхвысоким уровнем развития общего интеллекта (показатели  $IQ > 120$ ) и рефлексивным стилем переработки информации (по тесту Кагана);
- уровнем общего и технического интеллекта и с полнезависимым стилем переработки информации (по методике Уиткина);
- уровнем индуктивного мышления и высоким уровнем конструктивной активности (показатель креативности по модифицированному тесту Торренса).

Если при низком уровне креативности продуцирование сложного образа и его вербальное обозначение являются целостным процессом, то при высоком уровне для ряда испытуемых характерен распад перцептивных и вербальных функций, при еще большем повышении интенсивности творческих преобразований происходит разнонаправленное функционирование сенсорно-перцептивной и вербальной сфер творческой деятельности (рис. 4.9).

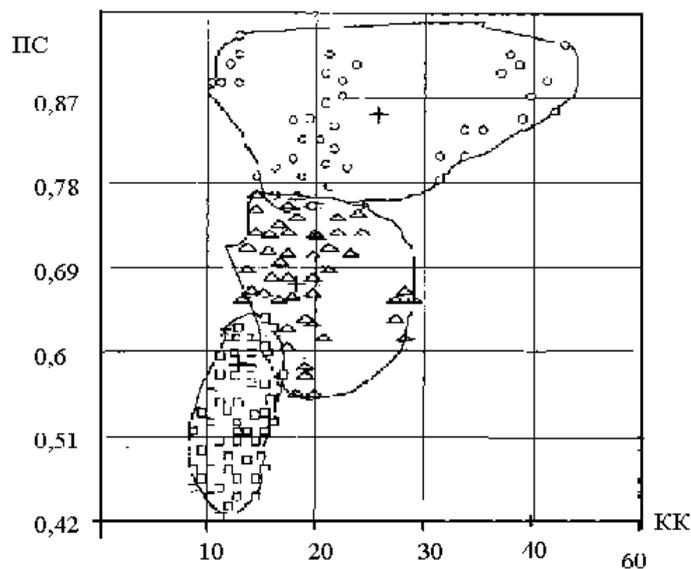


Рис 4.9. Отображение выделенных кластеров в координатах ПС-КК:  
 ПС – показатель значений преобразования стимула – способности к продуцированию сложных перцептивных образов; КК – показатель количества категорий – способности продуцировать категории, обозначающие образы

Эти факты позволяют предположить наличие симптомов некоторого неблагополучия в сфере дивергентных способностей у лиц с высоким уровнем психометрического интеллекта. Вероятно, части высококреативным испытуемым становится крайне сложным переводить в вербальный план продуцируемые идеи и образы, что может затруднить или полностью исключить творческую реализацию лиц, обладающих высоким IQ и высоким уровнем развития креативности.

### Интерпретация полученных результатов

С помощью дисперсионного анализа были выявлено, что успешной интеллектуальной самореализации способствует высокий и сверхвысокий уровень развития общего, вербального и технического интеллекта; высокий уровень креативности; полнезависимость и рефлексивность по когнитивным стилям.

На основе кластерного анализа были выявлены субгруппы интеллектуально успешных студентов, отличающиеся особенностями организации метакогнитивного опыта и определенными интеллектуальными предпочтениями. Эти группы взаимно дополняют и обогащают интеллектуальный опыт друг друга.

Первая группа лиц с высоким уровнем развития индуктивного мышления и импульсивным стилем переработки информации отличается внутри группы успешных студентов тем, что они быстро и точно решают

алгоритмизированные задачи при наличии устоявшихся адекватных когнитивных схем. Когнитивная схема – это обобщенные и стереотипизированные формы хранения прошлого опыта относительно определенной предметной области (знакомого объекта, известной ситуации, привычной последовательности событий).

Эта группа участников исследования более склонна к действиям, чем к анализу. Их анализ задачи является скорее поверхностным, чем исчерпывающим, и основывается, как правило, на их собственном аналогичном опыте, а не на теоретически разработанных принципах решения проблем. Преимуществом быстрого реагирования на задачу является то, что противоречивые мнения не смогут затормозить процесс ее решения. Некоторые профессиональные проблемы требуют немедленного устранения. Требуется быстрота действия, совершенно отличная от медленного, рефлексивного процесса решения задачи. Знания интеллектуально успешных студентов данной субгруппы выражаются не словами, а через действия.

Лица с высоким уровнем индуктивного мышления и конструктивной активности обладают такими базовыми интеллектуальными качествами как инициатива и творчество. Они стремятся к поиску новой информации, выдвижению новых идей, выходу за пределы стандартных требований познавательной деятельности.

Лица с высоким уровнем развития общего интеллекта и рефлексивным стилем переработки информации обладают такими особенностями организации умственного опыта как интеллектуальный самоконтроль и саморегуляция. Процесс решения задачи носит характер медленного спиралевидного процесса.

Лица с высоким уровнем общего и технического интеллекта и с полнезависимым стилем переработки информации отличаются успешной аналитической интеллектуальной деятельностью, умением быстро выделять релевантные признаки и характеристики проблемы, не отвлекаясь на второстепенные, незначимые «шумовые эффекты».

Полученные результаты открывают возможность использовать диагностику умственных процессов и интеллектуальных способностей студентов для оценки эффективности инновационных образовательных технологий, формирующих интеллектуальную компетентность. Выявленные субгруппы интеллектуально успешных позволяют при разработке инновационных образовательных технологий ориентироваться на создание интеллектуальных команд и творческих групп, формировать коммуникативную компетентность для успешного решения профессиональных задачи совместно с другими людьми. Коммуникативная компетентность определяет эффективное взаимодействие лиц, имеющих разные интеллектуальные предпочтения и различные взгляды на проблему.

Таким образом, на основе проведенного исследования было выявлено, что успешной интеллектуальной самореализации способствует сформированность определенных психологических качеств. К ним относятся интеллектуальное творчество (процесс создания субъективно нового, способность порождать произвольно оригинальные идеи и выходить за рамки стандартных требований действительности), интеллектуальная инициатива (желание самостоятельно отыскивать новую информацию, выдвигать новые идеи), интеллектуальная саморегуляция (рефлексивность, полнезависимость, умение управлять собственной интеллектуальной деятельностью.)

Полученные результаты являются новыми в области психологии интеллекта и свидетельствуют, что такие метакогнитивные способности как полнезависимость и рефлексивность, обеспечивают возможность объективированных форм умственной репрезентации (объективных форм умственной картины событий), что в свою очередь способствует успешной интеллектуальной самореализации.

#### ***4.2.2. Выявление типологий личностно-профессионального становления в структуре ценностно-смысловой компетентности***

Следует отметить, что задачи исследования структуры и выявления скрытых закономерностей особенно актуальны для подсистем ценностно-смысловой и социальной компетентности.

Личностно-профессиональное становление выступает характеристикой и показателем многомерного мира человека. Предпрофессиональный образ мира при этом является тем системным новообразованием, который складывается в процессе оформления многомерного мира и представлен смыслами и ценностями [14,65].

Для выявления типологий ценностно-смысловой компетентности студентов (а именно, предпрофессиональной картины мира) была сформирована выборка из 178 человек, включающая в себя 5 групп студентов, различающихся между собой спецификой образовательного процесса. Так, для магистрантов Томского политехнического университета (группа 1) характерной особенностью является принципиальный выбор систем осваиваемых знаний и выраженность самостоятельных форм их усвоения; студенты бизнес инкубатора (группа 2) вовлечены в образовательные условия, являющиеся элементом самообучающейся структуры университета инновационного типа и основной целью которого является личностно-профессиональное становление студентов на основе организации и развития студенческих предприятий; студенты гуманитарного факультета (группа 4), образовательный процесс которых включает большие объемы гуманитарного «очеловеченного» знания, что может повышать степень

осознанности собственной деятельности, ответственность за мотивы и средства достижения целей, принятие других людей, снижение консерватизма, увеличение потребности в творческих задачах; студенты отделения элитного технического образования (группа 3), для эффективной подготовки которых предлагается не только освоение способов познавательной и инженерной деятельности, но также развитие коммуникативной, инженерной и предпринимательской культуры, организация работы на протяжении всей учебы в вузе в комплексных полидисциплинарных практико-ориентированных коллективах, органическое включение в активную творческую деятельность, обеспечение их массового участия в исследовательской и инженерной работе, создание целеориентированных форм обучения; студенты российско-американского центра (РАЦ) Томского политехнического университета (группа 5), у которых образовательный процесс разворачивается в системе международного образовательного пространства. В результате экспериментального психологического исследования были получены значения показателей ценностно-смысловой сферы (тест СЖО), локуса контроля, ригидности, основных жизненных ценностей [55, 61, 72]. Для выявления типологий в предпрофессиональной картине мира студентов был использован инструментарий кластерного анализа (метод Уорда). Подробно полученные результаты представлены в [65, 66]. Приведем здесь только характеристику полученных кластеров.

Выделено 3 кластера, которые, на наш взгляд, соответствуют трем типам предпрофессионального образа мира и отражают особенности личностно-профессионального становления студентов в условиях инновационных процессов в образовании.

**Первый тип (кластер 1)** характеризуется высокими показателями актуальной и установочной психической ригидности, что свидетельствует о склонности к ригидному поведению. Для данной группы существует опасность хронического и неадекватного использования ригидных форм поведения, что может затруднять процесс личностно-профессионального становления. **Второй тип (кластер 2)** характеризуется высокими показателями сензитивной ригидности, что свидетельствует о сложных эмоциональных реакциях на новые ситуации, требующие изменений в поведении, самооценке, системе ценностей. Низкие баллы по шкалам смысловых жизненных ориентаций свидетельствуют об особенностях человека, неудовлетворенного своей жизнью в настоящем. **Третий тип (кластер 3)** характеризуется средними показателями установочной и актуальной психической ригидностью, что свидетельствует об их психологической готовности к определенной степени устойчивости и гибкости в требующих этого ситуациях. Высокие показатели по всем шкалам методики смысловых жизненных ориентаций свидетельствуют о наличии у студентов данной

группы четких целей. Преобладающие ценности можно охарактеризовать как гармоничную стратегию ценностных ориентаций, как поиск конструктивного синтеза между развитием собственной индивидуальности и соответствием запросов общества – творчество, широта взглядов, успех, компетентность, зрелость и т. д.

Таким образом, гипотезы [66] о неоднородности предпрофессионального образа мира и его зависимость от образовательной ситуации, нашли свое подтверждение (табл. 4.28).

Таблица 4.28

*Типология предпрофессиональной картины мира студентов  
технического университета*

Тип личностного профессионального становления	Доля в общей выборке	Характерные особенности	Основные ценности	Группы, для которых характерен данный тип
Ригидные гедонисты	37 %	Демонстрация негибкого поведения Прожектерство Гедонизм Стремление достижения личного успеха и превосходства	Социальная власть, наслаждения, богатство, влияние	Магистранты и студенты элитного технического образования
Тревожные	13 %	Неудовлетворенность своей жизнью в настоящем Неопределенная жизненная ориентация, опасения перед реальностью Низкая мотивация достижений	Безопасность, социальный порядок, поддержание традиций	Студентки технических специальностей
Конструктивные оптимисты	50 %	Высокая степень ответственности Поиск конструктивного синтеза между развитием собственной индивидуальности и соответствием запросов общества	Творчество, широта взглядов, успех, компетентность	Бизнес-инкубатор

Личностно-профессиональное становление в условиях реальной жизнедеятельности человека (в условиях высшего профессионального образования) проявляется в конструирование предпрофессионального образа мира, а выявленные типологии позволяют ориентировать образовательные практики в направлении решения задач на смысл и ценность выполняемой деятельности для общества и самого себя.

### **4.2.3. Выявление типологий в структуре профессионально-деятельностной компетентности**

В психодиагностическом эксперименте были задействованы студенты следующих факультетов: автоматики и вычислительной техники (АВТФ) – 44 чел.; автоматики и электромеханики (АЭМФ) – 111 чел.; автоматики и электроэнергетики (АЭЭФ) – 181 чел.; геологии и нефтеразведки (ГНФ) – 181 чел.; гуманитарного (ГФ) – 73 чел.; инженерно-экономического (ИЭФ) – 141 чел.; машиностроительного (МСФ) – 128 чел.; химико-технологического (ХТФ) – 98 чел.

Для исследования структуры психологических особенностей был использован кластерный анализ (метод Уорда) [33]. В результате было выделено 5 кластеров (однородных групп) по 6 показателям: эмоциональные реакции, дисциплинированность, самоконтроль, стремление к новому, стиль мышления, логический интеллект (подробное описание приведено в приложении б).

Анализ полученных результатов показал, что на каждом факультете имеются группы студентов (кластеры), характеризующиеся высоким интеллектом, но низким самоконтролем и низкой дисциплиной.

Для АВТФ – это 1-й кластер, в который входит 9 % всех обследованных студентов данного факультета; АЭМФ – 5-й кластер (13 % студентов); АЭЭФ – 4-й кластер (9 % студентов); ГНФ – 4-й кластер (18 % студентов); ГФ – 3-й кластер (11 % студентов); ИЭФ – 5-й кластер (9 % студентов); МСФ – 3-й кластер (16 % студентов); ХТФ – 5-й кластер (18 % студентов).

На трех факультетах были выделены кластеры студентов с высоким уровнем интеллекта, высоким самоконтролем и силой воли, это достаточно дисциплинированные, ответственные люди: АВТФ (5-й кластер – 30 %); АЭЭФ (1-й кластер – 42 %); ИЭФ (1-й кластер – 17 %).

Студентов, попавших в следующий кластер можно назвать реалистами, трезво оценивающими обстоятельства и людей, они достаточно консервативны, уважают имеющиеся традиции и авторитеты, обладают хорошими умственными способностями, развитым логическим мышлением: АВТФ (2-й кластер – 32 %); АЭЭФ (3-й кластер – 16 %); ИЭФ (2-й кластер – 18 %); МСФ (5-й кластер – 27 %); ХТФ (2-й кластер – 17 %).

Дальнейшее рассмотрение результатов кластерного анализа позволило выделить еще две группы:

- кластер, объединяющий одну из них, связывает студентов с низким уровнем интеллекта, высоким самоконтролем и хорошей дисципли-

нированностью: АВТФ (4-й кластер–18 %); ГНФ (2-й кластер – 22 %); ХТФ (3-й кластер – 19 %);

- другая группа включает студентов с низким уровнем интеллекта, эмоциональной неустойчивостью и недисциплинированностью: АЭМФ (3-й кластер – 16 %); ГФ (2-й кластер – 42 %); ИЭФ (3-й кластер – 28 %); МСФ (2-й кластер – 16 %).

Таблица 4.29

*Результаты кластерного анализа по студентам АВТФ*

Номер кластера	Доля студентов попавших в данный кластер	Центроиды кластеров (баллы)					
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Творческие способности	Стремление к новому	Самоконтроль
1	9,09 %	13,7	5	4	7	8,5	2
2	31,82 %	11,5	7,07	7,93	3,64	5,5	6,07
3	11,36 %	9,4	10	7,8	4,6	10,6	7,4
4	18,18 %	8,12	6,75	9	6,37	6,75	7,87
5	29,55 %	13,2	8,46	9,92	5,69	8,15	7,54

Таблица 4.30

*Результаты кластерного анализа по студентам АЭМФ*

Номер кластера	Доля студентов попавших в данный кластер	Центроиды кластеров (баллы)					
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Творческие способности	Стремление к новому	Самоконтроль
1	35,14 %	10	6,8	8,33	4,74	7,74	8,03
2	23,42 %	11,7	8,1	8,85	7,62	8,15	8,12
3	16,22 %	6,78	4,9	5,39	6,06	7,94	5,61
4	12,61 %	10,1	8,9	8,07	3,07	4,64	8,21
5	12,61 %	12,6	6,4	6,21	6,5	5,64	4,29

Таблица 4.31

*Результаты кластерного анализа по студентам ГНФ*

Кластер	Доля студентов в каждом кластере	Центроиды кластеров (баллы)					
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Творческие способности	Стремление к новому	Самоконтроль
1	25,4 %	8,24	6,52	7,7	6,46	6,02	5,72
2	21,5 %	8,23	8,28	9,7	4,82	7,33	8,41
3	11,6 %	12,4	9,29	10,4	3,86	9,52	9,14
4	17,7 %	12,9	7,75	6,41	4,72	8,47	5,91
5	23,8 %	11,9	8,09	9,33	6,77	5,93	7,35

Таблица 4.32

*Результаты кластерного анализа по студентам ГФ*

Номер кластера	Доля студентов попавших в данный кластер	Центроиды кластеров (баллы)				
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Стремление к новому	Самоконтроль
1	21,92 %	12,19	7,31	8,19	6,06	6,5
2	42,47 %	8,45	7,13	8,39	8,03	7,35
3	10,96 %	11,25	5,87	3,25	7,5	3,75
4	16,44 %	13,33	9,42	8,67	10,1	6,83
5	8,22 %	10,5	11,17	10	4,67	9,17

Таблица 4.33

*Результаты кластерного анализа по студентам МСФ*

Номер кластера	Доля студентов попавших в данный кластер	Центроиды кластеров (баллы)				
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Стремление к новому	Самоконтроль
1	21,88 %	11,53	8,86	10,29	9,43	8,32
2	15,63 %	6,7	6,7	6,7	6,2	7,2
3	16,41 %	11,43	8,1	8,29	8,62	3,71
4	18,75 %	11,71	5,17	7,42	6,71	6,62
5	27,34 %	10,71	8,11	9,46	5,14	7,34

Таблица 4.34

*Результаты кластерного анализа по студентам ХТФ*

Номер кластера	Доля студентов попавших в данный кластер	Центроиды кластеров (баллы)				
		Логический интеллект	Эмоциональная устойчивость	Дисциплинированность	Стремление к новому	Самоконтроль
1	27,55 %	12,11	8,78	8,44	6,78	7
2	17,35 %	10,59	6,53	6,82	3,76	6,76
3	19,39 %	8	7,68	8,58	7,84	8,47
4	17,35 %	10,65	5,29	8,47	8,29	6,47
5	18,37 %	12,72	7,61	5,56	7,5	3,44

Таблица 4.35

*Типология социально-психологической компетентности*

Тип личностного профессионального становления	Доля в общей выборке студентов 1 курса	Характерные особенности	Группы, для которых характерен данный тип
Иррациональные интеллектуалы	13 %	Высокий уровень интеллекта Низкий самоконтроль Низкая дисциплина	Студенты технических специальностей
Интеллектуальная элита	17 %	с высоким уровнем интеллекта, высоким самоконтролем и силой воли, дисциплинированные,	Студенты АВТФ, АЭЭФ, ИЭФ
Реалисты	50 %	Достаточно консервативны, уважают имеющиеся традиции и авторитеты, обладают хорошими умственными способностями, развитым логическим мышлением	Студенты всех специальностей
Исполнители	12 %	Средний и низкий уровень интеллекта, высокий самоконтроль дисциплинированность	Студенты всех специальностей
Группа риска	8 %	Средний и низкий уровень интеллекта, эмоциональной неустойчивостью и недисциплинированностью	Студенты всех специальностей

Сравнительный анализ типологических особенностей профессионального становления студентов с иерархическими уровнями социально-психологической компетентности состоявшихся профессионалов, выяв-

ленными исследовательской группой Дж. Коллинза [67], позволяет сделать следующие выводы. Группа студентов «интеллектуальная элита» по направлению формирования компетентности соответствует так называемой группе «руководителей пятого уровня». Она отличается сочетанием высокого интеллекта и профессиональной воли, дисциплинированностью мышления и поведения. Этот синтез позволяет добиваться экстраординарных профессиональных результатов, например, решать задачи по превращению посредственной компании в конкурентоспособную.

Группа «иррациональные интеллектуалы» соответствует группе «талантливых одиночников, высокопрофессиональных сотрудников», способных вкладывать в общее дело свои таланты, знания и навыки. Но она нуждается в приобщении к деловой культуре трудовой дисциплины, в формировании умения эффективно взаимодействовать с коллегами для достижения высоких профессиональных результатов. В типологии Дж. Коллинза «высокопрофессиональные сотрудники» и «руководители пятого уровня» – это, соответственно, основание и вершина в становлении социальной профессиональной компетентности.

Группа «реалисты» соответствует третьему уровню социально-профессиональной компетентности. Дж. Коллинз называет эту группу «компетентные менеджеры». Она отличается умением грамотно управлять людьми и ресурсами, добиваться поставленных целей. Представителя такой группы можно назвать прирожденным исполнительным директором, способным поддерживать порядок, организационную культуру дисциплины, и вместе с тем, способным понимать язык и мышление креативных групп и команд. Он незаменим, т. е. обладает уникальным социальным ресурсом при налаживании эффективной системы коммуникации между разными группами профессионалов и руководителей. Дальнейшее становление социально-психологической компетентности группы «реалисты» возможно при росте уровня предметно-деятельностной и ценностно-смысловой компетентности.

Группа «исполнители» предположительно может интерпретироваться как группа с еще не раскрытым потенциалом социально-психологической компетентности. Его реализация зависит от становления интеллектуальной компетентности, которая в свою очередь позволит актуализироваться сильным сторонам формирующейся социальной компетентности – высокому уровню дисциплины и самоконтроля.

Выявленная «группа риска» нуждается в поддержке наставников и «коллег». Ее существование напоминает о том, что становление соци-

альной и интеллектуальной компетентности невозможно без стимулирующей образовательной среды в виде учебных творческих проектных команд или компетентных посредников – преподавателей и наставников.

Результаты исследования позволяют сформулировать гипотезу о возможности использования методов оценки компетентности как инструмента долгосрочного упреждающего анализа в прогнозировании успешной профессиональной самореализации выпускников вузов. Экстраполяция в будущее наблюдаемых тенденций профессионального становления дает картину назревающих трудностей и проблем. Этот своеобразный технологический прогноз, заблаговременное «измерение» формируемой компетентности будет способствовать решению трех взаимосвязанных задач: заблаговременное решение назревающих проблем, формирование проактивного поведения участников образовательного процесса, повышение качества и эффективности высшего образования.

#### **Выводы по главе 4**

1. На основе анализа литературных источников установлено, что важную роль в системном анализе играют классификационные модели. Задачи, решаемые на основе таких моделей, подразделяются на задачи идентификации объекта в соответствии с имеющимися классами и задачи кластеризации. Рассмотрены возможности и особенности решения обоих типов задач в рамках системных исследований компетентности.

2. Разработан алгоритм преобразования пространства исходных признаков для построения классификационных моделей в случае использования разнотипных данных. Разработана схема формирования решающих правил на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания, которая позволяет повысить качество распознавания по сравнению с общепринятой схемой решения подобных задач. При этом особый интерес представляет этап выделения информативных диапазонов количественных переменных, реализованный с помощью оригинального алгоритма адаптивного кодирования.

3. Разработаны алгоритмы и построены прогностические модели для решения ряда практических задач:

- прогнозирование интеллектуальной компетентности (регрессионная модель);

- прогнозирование стиля учебной деятельности (как компонента предметно-деятельностной компетентности) на основе дискриминантного анализа;
- диагностика социальной и интеллектуальной компетентности на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания.

4. Выявлены наиболее информативные показатели для формирования интеллектуальной, коммуникативной и социальной компетентности студентов технического университета и получены решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данных видов компетентности.

5. Проведено сравнение эффективности различных методов кластерного анализа на примере кластеризации стратегий совладающего поведения у студентов технического университета.

6. Исследование особенностей личностно-профессионального становления в структуре ценностно-смысловой и социальной компетентности.

7. Внедрение полученных результатов в практику высшей школы позволит более эффективно решать задачу формирования научно-технической интеллектуальной элиты, в частности, задачу формирования резерва кадров.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По результатам выполненных теоретических и экспериментальных исследований создана информационная технология оценки компетентности студентов. Предложенная технология объединяет подходы, разработанные в рамках различных научных направлений, и вносит свой вклад в решение данной проблемы.

### **Получены следующие основные результаты:**

1. Определена актуальность проблемы формирования компетенций специалиста как основной цели высшего образования. Выделено 2 основных класса компетенций: ключевые и специальные. Дано определение ключевых компетенций и сформулированы их отличия от специальных компетентностей. Обоснована необходимость использования системного подхода и акмеологической концепции развития профессионала для решения задач исследования и оценки компетенций/компетентностей студентов высших учебных заведений.

2. Проанализированы существующие модели компетентности специалиста с высшим образованием. Построена модель состава компетентности студентов, интегрирующая как отечественный, так и зарубежный опыт моделирования компетентности. Выделены основные компоненты компетентности студентов инженерно-технического профиля, сформирован набор показателей для каждого из компонентов. Установлено, что в настоящее время нет единого подхода к решению задачи оценки и диагностики компетентности, в связи с чем, актуальной является задача разработки методов и информационных технологий для решения данных задач. Сформулированы основные прикладные задачи, связанные с оценкой компетентности: разработка системы показателей для измерения (количественной оценки) компонентов и элементов компетентности; формирование норм (и эталонов) для вычисления уровня обладания различного вида компетенциями/компетентностями; разработка интегральных показателей для оценки основных четырех подсистем компетентности и уровня компетентности специалиста с высшим техническим образованием; разработка процедур принятия решения для задач, связанных с конкурсным отбором.

3. Выделены основные компоненты компетентности студентов инженерно-технического профиля, сформирован набор показателей для каждого из компонентов. Выявлены особенности измерения компонентов компетентности и определены методики для их измерения при использовании сформированного набора показателей. Сделан вывод о необходимости разработки методов оценки компетентности с учетом разнотипности и нечеткости показателей, входящих в состав модели компетентности. Показано, что возможными путями решения данной проблемы является применение методов нечетких множеств и унификации данных (т. е. с учетом особенностей обработки данных в различных измерительных шкалах).

4. Дан анализ применения тестовых технологий при решении задач развития профессионализма и оценки компетентности. Выявлены особенности педагогического тестирования, с учетом которых разработаны алгоритмы и программы оценки качества тестовых заданий (для педагогических тестов). Основным достоинством программного обеспечения является возможность расчета функции успеха по моделям Раша и Бирнбаума, что позволяет проводить параметризацию педагогического теста и оценивать его эффективность.

5. Выявлены особенности представления результатов психологического тестирования в зависимости от вида теста (формализованные

и неформализованные методики). Показана роль проективных методик в оценке подсистем и компонентов компетентности и необходимость разработки алгоритмического и программного обеспечения для обработки результатов различного вида психологических тестов. Составлена и программно реализована обобщенная схема психодиагностического тестирования для измерения компонентов различных видов компетентности. Исследованы возможности оценки и анализа компонентов компетентности по результатам психологического тестирования на примере экспериментального исследования на базе Томского политехнического университета. Полученные результаты позволили выделить важные особенности в структуре компетентности студентов технического университета.

6. Проанализированы существующие методы обработки и анализа результатов экспертного оценивания. Предложен универсальный алгоритм для определения обобщенного мнения экспертов с учетом типа измерительной шкалы. Продемонстрирована эффективность предложенного алгоритма на примере решения задач, связанных с оценкой компетентности студентов. Разработана технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности на основе методов многомерного анализа данных (кластерный и факторный анализ).

7. Предложены обобщенные интегральные показатели и критерии для оценки и исследования подсистем и компонентов компетентности на основе методов нечеткой логики и в виде факторных, регрессионных и продукционных моделей. Эффективность введенных интегральных показателей и критериев продемонстрирована на примере решения прикладных задач оценки компетентности студентов Томского политехнического университета.

8. Показаны возможности и особенности решения классификационных задач в рамках системных исследований компетентности. Разработан алгоритм преобразования пространства исходных признаков для построения классификационных моделей в случае использования разнотипных данных. Разработана схема формирования решающих правил на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания, которая позволяет повысить качество распознавания по сравнению с общепринятой схемой решения подобных задач. При этом особый интерес представляет этап выделения информативных диапазонов количественных переменных, реализованный с помощью оригинального алгоритма адаптивного кодирования.

9. Выявлены наиболее информативные показатели для формирования интеллектуальной, коммуникативной и социальной компетент-

ности студентов технического университета и получены решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данных видов компетентности. Разработаны алгоритмы и построены диагностические и прогностические модели для решения ряда практических задач: прогнозирование формирования интеллектуальной компетентности студентов; прогнозирование формирования предметно-деятельностной компетентности студентов, обучающихся на военной кафедре; диагностика социальной и интеллектуальной компетентности на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания.

10. Сформулирована задача принятия решений о компетентности студента и специалиста с высшим образованием. На основе анализа литературных источников обоснована необходимость применения для решения данной задачи методов нечеткой логики и нечеткой классификации. Выявлены особенности применения различных методов построения функций принадлежности, необходимых для реализации данного подхода. Продемонстрированы эти особенности на примере построения функций принадлежности для задач оценки компетенций/компетентностей. Показано, что в задачах оценки компетентности на основе теории нечетких множеств может быть использован как аксиоматический, так и эмпирический (основанный на результатах экспертного оценивания) подходы.

11. Разработана технология решения задач оценки компетентности на основе алгоритмов нечеткой логики (алгоритма многокритериального выбора альтернатив и алгоритма принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде) и показана их эффективность при решении задач оценки компетентности специалистов.

12. Проведено исследование особенностей личностно-профессионального становления в структуре ценностно-смысловой и социальной компетентности. Выявлены факторы, способствующие личностно-профессиональному становлению студентов технического университета. Внедрение полученных результатов в практику высшей школы позволит более эффективно решать задачу формирования научно-технической интеллектуальной элиты, в частности, задачу формирования резерва кадров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: Учебная книга. – М.: Центр тестирования, 2002. – 240 с.
2. Аванесов В.С. Математические модели педагогического измерения. – М.: Исслед. центр, 1994. – 23 с.
3. Алексеева Л.Ф. Роль активности субъектов деятельности в развитии личностных качеств / Л.Ф. Алексеева // Вестник Бурятского государственного университета. Серия: Психология. Социальная работа. Вып. 5. – Улан-Удэ, 2009. – С. 3–6.
4. Алексеева Л.Ф. Психологическая компетентность преподавателя высшей школы // Высшее образование в России. – № 8, 2007. – С. 103–105.
5. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. – СПб.: Питер, 2002. – 688 с.
6. Анцыфирова Л.И. Системный подход в психологии личности // Сб.: Принцип системности в психологических исследованиях. – М.: Наука, 1990. – С. 61–77.
7. Артемьева Е. Ю. Основы психологии субъективной семантики / Под ред. И. Б. Ханиной. – М: Наука: Смысл, 1999. – 350 с.
8. Байденко В.И. Образовательный стандарт. Опыт системного исследования. – В.Новгород: НовГУ им. Я.Мудрого, 1999. – 440 с.
9. Байденко В.И. Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (методологические и методические вопросы): Методическое пособие. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – 114 с.
10. Байденко В.И., Оскарссон Б. Базовые навыки (ключевые компетенции) как интегрирующий фактор образовательного процесса/Профессиональное образование и формирование личности специалистов: Научно–методический сборник. – М., 2002. – 176 с.
11. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976.– 240 с.
12. Берестнева О.Г. Качество обучения студентов в техническом вузе. Томск: Изд–во Томского политехнического университета. – 2004. – 202 с.
13. Берестнева О.Г., Иванкина Л.И., Воробьева Н.Г. Некоторые аспекты построения курса «Компьютерная психодиагностика» // Труды

научно–методической конференции «Образовательные технологии: состояние и перспективы». – Томск, 1999. – С. 121–128.

14. Берестнева О.Г., Козлова Н.А. Развитие профессиональных компетенций специалиста в условиях модернизации российского образования//Модернизация Российского образования.– Новосибирск: Изд–во НГТУ, 2005. – Т. XVII. – (Труды, прил. к журн. «Философия образования»). – С. 11–16.

15. Берестнева О.Г., Кострикина И.С. Компьютерная система для оценки творческих способностей на основе теста Торренса // Сборник трудов Всероссийской НМК «Информатизация образования – 2002». – Нижний Тагил, 2002.

16. Берестнева О.Г., Кострикина И.С., Муратова Е.А. Применение современных информационных технологий в задачах психологии интеллекта // Труды Международных научно–технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'03)» и «Интеллектуальные САПР» (CAD–2003). – М.: Изд–во «Физматлит», 2003. – Т. 2. – С. 236–240.

17. Берестнева О.Г., Кострикина И.С., Холодная М.А. Проблемы продуктивности интеллектуальной деятельности студентов с высоким уровнем развития психометрического интеллекта // Проблемы социальной психологии XXI столетия: Материалы международной конференции. – Ярославль, 2001. – Том 1. – С. 73–75.

18. Берестнева О.Г., Ленский В.Н. Разработка технологии профессионального отбора студентов для обучения на военной кафедре // Лингвистические и культурологические традиции образования: Матер. междунар. конф. – Томск: Изд–во ТПУ, 2005.

19. Берестнева О.Г., Лебедев А.Н., Муратова Е.А. Компьютерная психодиагностика. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 155 с.

20. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Компьютерные технологии в оценке качества обучения // Известия Томского политехнического университета. – 2003. –Т.306. – № 6. – С.106–112.

21. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Критерии качества обучения в высшей школе // Стандарты и качество. – 2004. – №8. – С.84–86.

22. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Методы многомерного анализа данных в задачах оценки качества образования // Радиоэлектроника. Информатика. Управление.– 2002. – № 1. – С. 15–26.

23. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Абунавас Х.А. Алгоритмическое и программное обеспечение информационной системы оценки компетентности студентов технического вуза //Известия Томского политехнического университета, 2006– т. 309, – № 7. – С. 240–245.

24. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шаропин К.А. Информационная система оценки и мониторинга компетентности студентов технического вуза //Инженерное образование и наука в мировом пространстве (GEER), посвященной 110–летию основания Томского политехнического университета и 100–летию первого выпуска сибирских инженеров: Сборник трудов Международной конференции – Томск, 1–2 июня 2006. – Томск: ТПУ, 2006. – С. 361–363.

25. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шевелев Г.Е. Использование результатов психологического тестирования для измерения компетентности студентов технических университетов // Научно-методический журнал «Информатика и образование» № 4, 2009. – С. 106–108.

26. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Прогнозирование успешности обучения студентов на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания // «Компьютерное моделирование 2003»: Труды 4 междунар. научно–технической конф. – СПб.: «Нестор», 2003. – С. 449–451.

27. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Соответствие личностных качеств абитуриентов выбранной специальности как базовая составляющая системы оценки качества образования // Материалы региональной научно–практической конференции «Современное образование: интеграция учебы, науки и производства». – Томск, 2003. – С. 15–16.

28. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Кирдяшова О.Н. Исследования психологических особенностей успешной интеллектуальной самореализации студентов старших курсов // Психолого-педагогические исследования в системе образования: Материалы Всероссийской научно-практич. конф. –2003. – Ч. 3. – С. 263 – 265.

29. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шевелев Г.Е., Миненко Л.И., Щербаков Д.О. Использование результатов экспертного оценивания для измерения компетентности студентов и выпускников технических университетов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т.315. – № 5. – С. 199–203.

30. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шаропин К.А. Экспертная система оценки компетентности выпускников технического университета // Искусственный интеллект. – Донецк, 2004, – № 4. С. 264–267.

31. Берестнева О.Г., Мин Н.К., Попова Е.Е. Технология профессионального отбора студентов для обучения на военной кафедре // Наука и образование: X Всероссийская конференция – Томск, 15–19 мая 2006. – Томск : ТГПУ, 2006– т. 3, – № 1. – С. 70–74.

32. Берестнева О.Г., Муратова Е.А. Компьютерные технологии в психологическом эксперименте // Материалы III международной на-

учно–практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социологических и психологических процессах». – Новочеркасск: ООО НПО «Темп», 2002. – С. 23–25.

33. Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Уразаев А.М. Компьютерный анализ данных. – Томск: Изд–во ТПУ, 2003. – 204 с.

34. Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Янковская А.Е. Эффективный алгоритм адаптивного кодирования разнотипной информации // Искусственный интеллект в XXI веке: Труды Международного конгресса. – М.: Физматлит, 2001. – Том 1. – С. 155–166.

35. Берестнева О.Г., Янковская А.Е., Муратова Е.А. Извлечение знаний с применением алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации // Искусственный интеллект. – 2002. – № 2. – С. 315–322.

36. Бермус А.Г. Проблемы и перспективы реализации компетентностного подхода в образовании//Интернет–журнал «Эйдос».–2004. <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm>

37. Борейша В.Б., Семиричная, А.Г. Модель человека как теоретическая основа новой психологии профессионального самоопределения и развития // Проблемы профориентации и психологической поддержки населения: Материалы научно–практических конференций / Науч. ред. Б.А. Разумов. – Томск: STT 2000. – С. 68–71.

38. Борисов А., Крумберг И., Федоров И. Принятие решений на основе нечетких моделей. – Рига: Знание, 1990. – 352 с.

39. Власов В.А., Орлов А.А., Берестнева О.Г. Компьютерная психодиагностическая система для оценки профпригодности персонала разделительных производств // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 306. – № 3. – С. 19–23.

40. Власов В.А., Орлов А.А., Берестнева О.Г. Компьютерная система оценки профессиональной пригодности производств по разделению изотопов// Вестник Томского государственного университета.– 2002.– № 3(31).– С. 102–106.

41. Воробьев В.М., Коновалова Н.Л. «Ко-терапевтическая компьютерная система «Келли–98»: Методическое руководство. – СПб.: ГП «ИМАТОН», 2002. – 176 С.

42. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.

43. Грачев Н.Н. Психология инженерного труда. – М.: Высшая школа, 1998. – 333 с.

44. Гублер Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – Л.: Медицина, 1978. – 296 с.

45. Гублер Е.В. Информатика в патологии, клинической медицине в педиатрии. – Л.: Медицина, 1990. – 176 с.
46. Гусев А.И., Измайлов С.А., Михалевская М.Б. Измерение в психологии: Общий психологический практикум. – М.: Смысл, 1997. – 287 с.
47. Деркач А.А., Зазыкин В.Г. Профессионализм деятельности в особых и экстремальных условиях. – М., РАГС, 1998.
48. Деркач А.А., Зазыкин В.Г., Маркова А.К. Психология развития профессионала. – М., РАГС, 2000.
49. Дмитриева М.А. Психологический анализ системы «человек – профессиональная среда» // Вестн. ЛГУ. – 1990. – Сер.6. – Вып. 1 (№ 6).
50. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика, – СПб.: Питер, 1994. – 364 с.
51. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.
52. Егошина И.В., Калитова И.С. Обзор систем автоматического интеллектуального анализа данных и прогнозирования // <http://www.jurinform.ru/CSIT2000/EgoshinaK00.htm>.
53. Загоруйко Н.Г. Вычислительные системы. Экспертные системы и анализ данных: Сборник научных трудов/ Под ред. Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск, 1991. – 177 с.
54. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
55. Залевский Г.В. Фиксированные формы поведения индивидуальных и групповых систем. – Томск: Изд-во ТГУ, 2004. – 457 с.
56. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования// Высшее образование сегодня: Ежекварт. приложение к журналу «Университетская книга». – М. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
57. Зимняя И.А. Компетентность человека – новое качество результата образования // Проблемы качества образования. Кн. 2. Компетентность человека – новое качество результата образования: Материалы XIII Всероссийского совещания. – М.; Уфа: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2003. – С. 4–15.
58. Иванкина Л.И., Берестнева О.Г., Пермяков О.Е. Современный технический университет: философский и психолого–социологический аспекты исследования состояния и развития университета. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2003. – 110 с.
59. Ингекамп К. Педагогическая диагностика. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
60. Кельчевская Н.Р. Мониторинг требований студентов вуза и работодателей к результатам образовательной деятельности Вуза // Качество образования: менеджмент, достижения, проблемы: Матер.

VI междунар. научно–методич. конф. – Новосибирск: Изд–во НГТУ, 2005. – С. 297–300.

61. Киршева Н.В., Рябчикова Н.В. Психология личности: тесты, опросники, методики. – М.: Геликон, 1995. – 236 с.

62. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэе Райзин. – М.: Наука, 1973. – 900 с.

63. Кобринский Б.А. Искусственный интеллект и медицина: возможности и перспективы систем, основанных на знаниях // Новости искусственного интеллекта. – 2001. – №4.

64. Ковалёва В. Студент и преподаватель глазами друг друга // Высш. образ. в России. – 1996. – № 3. – С. 51–54.

65. Козлова Н.В., Берестнева О.Г. Высшая техническая школа и инженерное образование в современных условиях. Психолого–акмеологический подход // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т.309. – № 2. – С. 229–234.

66. Козлова Н.В., Берестнева О.Г. Изучение личности студентов как фактор реализации современных инновационных подходов в высшем профессиональном образовании // Сибирский психологический журнал. – 2004. – № 20. – С. 114–119.

67. Коллинз Дж. От хорошего к великому – СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2001. – 288 с.

68. Комплексная программа совершенствования языковой подготовки в университете на период 1998–2005 гг. / Под ред. Агафонова Л.И., Аграновича Б.Л., Ю Качалова Н.А., Ростовцевой В.М. и др. – Томск. – 1998. – 39 с.

69. Комплексная социально–психологическая методика изучения личности инженера: Учебное пособие. – Л.: Изд–во ЛГУ, 1991. – 178 с.

70. Крылов В.Ю. Метод многомерной геометризации психологических данных, системный подход в математической психологии // Принцип системности в психологических исследованиях. – М.: Наука, 1990. – С. 33–48.

71. Крюкова Т.Л. О диагностике совладающего (копинг) поведения у современной молодежи // Психология на рубеже веков / Ред. Е.Е. Сапогова. – Тула: Изд–во Тульского гос. ун–та, 2000. – С. 98–100.

72. Леонтьев Д.А. Тест смысложизненных ориентаций /СЖО/. – М.: Смысл, 1992. – 16 с.

73. Мандель И. Д., Черный Л. М. Экспериментальное сравнение алгоритмов кластер–анализа // Автоматика и телемеханика, 1988. – № 11. – С. 42–48.

74. Марухина О.В, Берестнева О.Г. Информационная технология для задач оценивания качества обучения студентов вуза на основе

экспертно–статистических методов // Вестник Томского государственного университета, 2004. – № 284. – С. 10–14.

75. Марухина О.В., Берестнева О.Г. Определение показателей качества образовательного процесса на основе экспертного оценивания // Материалы VII Международной научно–практической конференции «Качество–стратегия XXI века». – Томск: Томский гос. ун–т систем управления и радиоэлектроники, 2002. – С. 112–114.

76. Марухина О.В., Берестнева О.Г., Иванкина Л.И. Оценка отношения студентов к учебным дисциплинам как критерий качества обучения // Инженерное образование. – 2005. – № 3. – С. 124–129.

77. Марухина О.В., Берестнева О.Г., Рахматуллина Л.И. Методика оценки параллельности вариантов тематического теста на основе статистических методов // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – Т. 307. – № 7. – С. 161–165.

78. Марухина О.В., Берестнева О.Г., Рыбина Е.В. Компьютерная система оценки качества образования по результатам экспертного оценивания // Кибернетика и вуз. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – Вып. 30. – С. 117–124.

79. Математические методы в психологии: Учебное пособие / Берестнева О.Г., Уразаев А.М., Муратова Е.А. и др. – Томск: Изд–во Томского государственного педагогического университета, 2001. – 304 с.

80. Микони С.В. Теория и практика рационального выбора. – М.: Маршрут, 2004. – 462 с.

81. Минин М.Г. Диагностика качества знаний и компьютерные технологии обучения. – Томск: Изд–во ТГПУ, 2000. – 216 с.

82. Минин М.Г., Соловьев А.Н. Компетентностный подход в оценке учебных достижений студентов технического вуза // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310. – №2. – С. 258–260.

83. Михайлов Г.С., Деркач А.А. Методология и стратегия акмеологического исследования. – М.: МПА, 1998. – 148 с.

84. Мониторинг качества образования: направления и опыт // Материалы IX Симпозиума «Квалиметрия человека и образования: методология и практика». Кн. 4. / Под науч. ред. Н.А. Селезневой и А.И. Субетто. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2000. – 121 с.

85. Муратова Е.А., Берестнева О.Г., Янковская А.Е. Эффективный алгоритм адаптивного кодирования разнотипной информации // Труды конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – С. 155–167.

86. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
87. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – Москва, 2000. – 168 с.
88. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 176 с.
89. Проблемы качества образования. Комментарии к разработке оценочных (диагностических) средств итоговой аттестации выпускников высших учебных заведений // Материалы XIV Всероссийского совещания – М.; Уфа: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 11 с.
90. Проектирование магистерских программ на основе планирования компетенций специалистов: Научное издание / О.В. Боев, Е.Н. Коростелева, А.И. Чучалин. – Томск.: Изд-во ТПУ, 2007. – 68 с.
91. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация: Пер. с англ./Д. Равен. – М.: Когнито–Центр, 2002. – 396 с.
92. Равен Дж. Педагогическое тестирование: проблемы, заблуждения, перспективы. – М., Изд-во Когито–Центр, 1999. – 139 с.
93. Развитие и диагностика способностей / Отв. ред. В.Н. Дружинин, В.Д. Шадриков. – М.: Наука, 1991. – 181 с.
94. Разработка пороговых оценочных средств для оценки общей образованности учащихся в системе непрерывного образования: Сб. науч. ст. / Под общ. ред. Н.А. Селезневой, В.Г. Казановича. – М.: Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 1999. – 101 с.
95. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов с применением парных сравнений // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2001. – №3. – С.150–154.
96. Селезнева Н.А. Качество высшего образования как объект системного исследования. Лекция–доклад. Изд. 3–е. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2003. – 95 с.
97. Сидельников Ю.В. Моделирование поведения и интеллекта: экспертология – новая научная дисциплина // Автоматика и телемеханика. – 2000. – Вып. 2. – С. 107.
98. Собчик Л.Н. Метод цветowych выборов. Модифицированный цветовой тест Люшера: Методическое руководство. – М.: МГИК, 1990. – 88 с.
99. Спицнадель В. Н. Теория и практика принятия оптимальных решений. –СПб.: Бизнес-Пресса, 2002.—395 с.

100. Субетто А.И. Качество образования: проблемы оценки и мониторинга // Образование. – 2000. – № 2. – С. 62–66.
101. Субетто А.И. Оценочные средства и технологии аттестации качества подготовки специалистов в вузах: методология, методика, практика. – СПб.; М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 68 с.
102. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ (Наука и искусство решения проблем): – Томск: Изд-во Том.ун-та, 2004. – 186 с.
103. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
104. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования: Материалы ко второму заседанию методологического семинара. Авторская версия. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.
105. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов // Высшее образование \сегодня. 2004. № 3. – С. 20–26.
106. Тимофеев В.И., Филимоненко Ю.И. Цветовой тест М. Люшера (Стандартизированный вариант). – СПб.: ГП «ИМАТОН», 2001. – 32 с.
107. Трост Г. Возможность предсказания выдающихся успехов в школе, университете, на работе. // Иностранная психология. – 1999. – № 11. – С. 19–29.
108. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
109. Фрумкин А.А. Психологический отбор в профессиональной и образовательной деятельности. – СПб.: Изд-во «Речь», 2004. – 210 с.
110. Фукуяма С. Теоретические основы профессиональной ориентации. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 168 с.
111. Холодная М.А. Интегральные структуры понятийного мышления Томск: Изд-во ТГУ, 1983. – 138 с.
112. Холодная М.А. Психология интеллекта: Парадоксы исследования. – СПб: Питер, 2002. – 272 с.
113. Холодная М.А., Берестнева О.Г., Кострикина И.С. Когнитивные и метакогнитивные аспекты интеллектуальной компетентности в области научно-технической деятельности // Психологический журнал. – № 1. – 2005. – С. 54 – 59.
114. Холодная М.А., Кострикина И.С., Берестнева О.Г. Проблемы продуктивной реализации интеллектуального потенциала личности

// Вестник Томского государственного педагогического университета. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2002. – Вып. 3 (31). – С. 45–50.

115. Чегринцова С.В. Психологические факторы, определяющие конкурентоспособность молодых специалистов // Социальная психология 21 столетия: Матер. Междунар. симпозиума. Т. 2. – Ярославль, 2003. – С. 320–323.

116. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.

117. Чучалин А.И., Боев О.В., Криушова А.А. Качество инженерного образования: мировые тенденции в терминах компетенций // Высшее образование в России, 2006. – №8. – С. 9–18.

118. Шевелев Г.Е., Гальченко В.Г. Использование личностно-ориентированного подхода для подготовки инновационно-активных специалистов: Материалы международной научно-методической конференции «Современное образование: вызовам времени – новые подходы» – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2008. – С. 54–55.

119. Шевелев Г.Е., Гальченко В.Г. Учет личностных характеристик студентов при подготовке методических указаний для проведения лабораторных работ по дисциплине «Информатика»: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные процессы в профессиональном образовании в условиях реализации приоритетного национального проекта «Образование». Часть II, – Кемерово, 2007. – С. 195–196.

120. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Отв. ред. В.С. Михалевич. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 67–95.

121. Янковская А.Е., Берестнева О.Г., Муратова Е.А. Адаптивное преобразование признаков в задачах распознавания образов // Математические методы распознавания образов (ММРО–9): Доклады 9-й Всероссийской конференции. – Москва, 1999. – С. 133–135.

122. Янковская А.Е., Муратова Е.А., Берестнева О.Г. Унификация разнотипных данных в интеллектуальных распознающих системах // Знание–Диалог–Решение (KDS–2001): Труды Международной научно-практической конференции. Том 2. – СПб.: Изд-во «Лань», 2001. – С. 661–668.

123. Bellman R.E., Zadeh L.A. Decision-Making in Fuzzy Environment // Management Science. vol. 17. – 1970. — №4. – P. 141–160.

124. O. Berestneva, O. Kotova (Maroukhine), A. Blacher, A. Petichenko. Computer testing the knowledge and skills of students of devotion applied mathematics // Abstracts the third Russian–Korean International Symposium of

Skeins and Technology KORUS'99. June 22–25, 1999 at Novosibirsk State Technical University. Novosibirsk, Russia, 1999.– Vol. 2.– P. 565–566.

125. O.V. Maroukhine, O.G. Berestneva, M.A. Maroukhine. Information technologies in education quality assessment // Abstracts the 6th International Symposium on science and technology Novosibirsk State Technical University 24–30 June 2002. Novosibirsk, Russia, 2002.– Vol. 2.– P. 460–464.

126. O.G. Berestneva, O.V. Maroukhine, M.A. Maroukhine. Evaluation of quality education on the basis of modern information technologies // 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems ICAIS 2002, 5–10 September. – Divnomorskoe, Russia, 2002.– P. 441–443.

127. Planning the quality of education. / Edited by K.N. Ross and L. Mahlck. UNESCO, Pergamin Press, 1990. – P. 6.

128. Arroba T.Y. Styles of decision making and their use: an empirical study // Brit. J. Guidance and Counseling. 1977. – Vol. 5. – N 2. – P. 149–158.

129. Berestneva O.G., Maroukhine O.V., Maroukhine M.A. Evaluation of quality education on the basis of modern information technologies // 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems ICAIS 2002, 5–10 September. – Divnomorskoe, Russia, 2002.– P. 441–443.

130. Ben – Porath, Y.S., & Butcher J.N. Computers in personality assessment: A brief past, an ebullient present, and an expanding future. Computers in Human Behavior, 2, 1986. – 163–182.

131. Bieri J., Blacker E. The generality of cognitive complexity in the perception of people and inkblots // J. Abnorm. and Social Psychol. 1956. – Vol. 53. – N 1. – P. 112–117.

132. Blaylock B.R. Method for studying perception of risk // Psychol. Rep. 1981. – Vol. 49. – N 3. – P. 899–902.

133. Buchsbaum M.S. Self–regulation of stimulus intensity: Augmenting –reducing and the average evoked response // Consciousness and self–regulation / Ed. G.E. Schwartz, D. Shapiro. N.Y.: Plenum press, 1976.

134. Butcher, J.N. (Ed.). Computerized psychological assessment: A practitioner's guide. New York: Basic Books. 1987.

135. Claub G. Uber individuelle Besonderheiten der Handlungaregulation beim Lerner // Padagogik. 1984. Jg.39. – Y. 2. S. 125–137.

136. Gardner R.W. et al. Cognitive control of differentiation in perception of persons and objects // Percept. and Motor Skills. 1968. Vol. 26. – N 1. – P. 311–330.

137. Gardner R.W., Holzman P.S., Klein G.S. et al. Cognitive control: A study of individual consistencies in behaviour // Psychol. Issues. 1959. Vol. 1. – N 4. – P. 2–227.

138. Jackson, D.N. Computer – assisted personality test interpretation: the dawn of discovery. In T.B. Gutkin & S.L. Wise (Eds.), The com-

puter and the decision – making process (pp. 1–10). 1991. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

139. Jarvilehto Timo. A new combination of methods for the study of neural mechanisms of mental activity. In: Soviet–finish symposium on Psychophysiology. Moscow, 14–16.04. 1981. Publ. of the Finnish–Soviet Committee on Scientific–Technological Cooperation. Helsinki, 1982. – P. 231–251.

140. Kagan J. Reflection–impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo // J. Abnorm. Psychol. 1966. – Vol. 71. – N 1. – P. 17–24.

141. Kagan J., Moss H.A., Sigel I.E. Psychological of conceptualization // Monogr. Soc. Res. Child Develop. 1963. – Vol. 28. – N 1. – P. 73–112.

142. Kelly G.A. The psychology of personal constructs. N.Y.: Norton. 1955.

143. Kogan N. Cognitive stiles in infancy and early childhood. N.Y.: Hillsdale, 1976.

144. Maroukhine O.V., Berestneva O.G. Expert Support system for Making Decision by the Results of Computer–Based Testing within the Ends of Teaching Quality Evaluation // Proceedings the 7<sup>th</sup> Korea – Russia International Symposium on Science and Technology «KORUS» – Uslan Republic of Korea, June 28 – Jule 6, 2003. – Uslan Republic of Korea, 2003. – P. 416 – 419.

145. O.V. Maroukhine, O.G. Berestneva, M.A. Maroukhine. Information technologies in education quality assessment // Abstracts the 6th International Symposium on science and technology Novosibirsk State Technical University 24–30 June 2002. Novosibirsk, Russia, 2002.– Vol. 2.– P. 460–464.

146. Planning the quality of education. /Edited by K.N. Ross and L. Mahlck. UNESCO, Pergamin Press, 1990.– P. 6.

147. Powell, D.H., & Whitla, D. K. Normal cognitive again: Toward empirical perspectives. Current Directions in Psychological Science,3, 1994a, 27–31.

148. Torrance E.P. Torrance Tests of Creative Thinking Princeton, N.Y., 1966.

149. Yankovskaya A.E., Berestneva O.G, Muratova E.A. Application of Local Metrics for the Formation and Optimization of the Knowledge Base // Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 11, No. 2, 2001, pp. 488–490.

150. Zadeh L.A. Fuzzy logic, neral network and soft computing // Communication of the A.C.M. 1994.– Vol. 37, № 3.– P. 34–40.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
РАЗДЕЛ 1. ИНВАРИАНТНАЯ ОСНОВА ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. ВНУТРИПРЕДМЕТНЫЕ, МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ И В ОБУЧЕНИИ .....	13
1.1. История и современное состояние вопроса.....	13
1.2. Внутрипредметные, межпредметные связи как комплексная проблема современной дидактики .....	18
1.3. Мирозренческие функции внутрипредметных и межпредметных связей .....	25
1.4. Роль внутрипредметных и межпредметных связей в формировании научных понятий .....	35
1.5. О некоторых нерешенных задачах.....	40
Выводы по первой главе.....	51
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ .....	53
2.1. Системный подход как теоретическая основа концепции внутрипредметных и межпредметных связей .....	53
2.2. Теоретические и методические аспекты концепции инвариантности в системе внутрипредметных, межпредметных связей.....	57
2.3. Методологические функции концепции инвариантности в системе внутрипредметных и межпредметных связей.....	67
2.4. Внутрипредметные, межпредметные связи и проблема мотивации .....	78
Выводы по второй главе.....	85
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ, МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ .....	87
3.1. Внутрипредметные, межпредметные связи и задача управления системой знаний обучаемых .....	87
3.2. Методические аспекты реализации концепции инвариантности в системе внутрипредметных, межпредметных связей радиоэлектроники и физики.....	96

3.3. Методические аспекты реализации внутрипредметных, межпредметных связей радиоэлектроники и высшей математики на инвариантной основе .....	107
3.4. К вопросу о пространственных представлениях в структуре профессиональной деятельности .....	113
3.5. К вопросу о гуманитаризации образования с позиции предметных связей на инвариантной основе .....	118
Выводы по третьей главе .....	123
<b>ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНУТРИПРЕДМЕТНЫХ И МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ИНВАРИАНТНОЙ ОСНОВЕ .....</b>	<b>125</b>
4.1. Содержание, организационные и дидактические принципы проведения педагогического эксперимента.....	125
4.2. Методика проведения и основные результаты эксперимента.....	132
4.3. Об инвариантной основе содержательной стороны заданий с выборочными и свободными ответами .....	140
4.4. Об инвариантной основе содержательной стороны учебных программ .....	145
4.5. К вопросу практического использования математической статистики в педагогических исследованиях .....	151
4.6. Педагогический эксперимент: основные положения .....	155
Выводы по четвертой главе.....	168
Выводы .....	171
<b>ГЛАВА 5. К ВОПРОСУ О СОГЛАСОВАНИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ.....</b>	<b>175</b>
5.1. О согласовании систем образования.....	175
5.2. Согласование систем образования: психологический аспект .....	194
5.3. Согласование систем образования: к вопросу о соотношении формы и содержания.....	206
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>220</b>
Проект исследования .....	220
Текст анкеты-опросника (а) .....	225
Текст анкеты-опросника (б) .....	229
Элементы контент-анализа (content-analysis).....	235
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>267</b>
<b>УКАЗАТЕЛИ .....</b>	<b>279</b>
Предметный указатель .....	279
Именной указатель .....	285
<b>РАЗДЕЛ 2. ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ И ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.....</b>	<b>287</b>

ВВЕДЕНИЕ.....	287
ГЛАВА 1. СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ .....	288
1.1. Компетентностный подход к образованию и модели компетенций / компетентностей.....	288
1.2. Системный подход в изучении компетентности специалиста .....	300
1.3. Вопросы оценки компетентности .....	301
1.4. Формализованные процедуры оценки компетентности .....	308
Выводы по главе 1 .....	323
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ .....	325
2.1. Технологии оценки компетентности на основе результатов тестирования .....	325
2.2. Применение экспертно-статистического подхода для решения задач анализ и оценки компетентности.....	349
Выводы по главе 2 .....	374
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ И ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА СТУДЕНТОВ.....	376
3.1. Задача формирования интегральных показателей и критериев.....	376
3.2. Формализованные критерии в виде факторных моделей .....	378
3.3. Алгоритмы и технологии принятия решений .....	384
Выводы по главе 3 .....	395
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ, ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ .....	397
4.1. Виды классификационных моделей. Преобразование пространства исходных признаков.....	397
4.2. Применение методов кластерного анализа в системных исследованиях компетентности .....	433
Выводы по главе 4.....	450
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	451
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	455

Научное издание

РЕЗНИК Надежда Ивановна  
БЕРЕСТНЕВА Ольга Григорьевна  
АЛЕКСЕЕВА Людмила Фоминична  
ШЕВЕЛЕВ Геннадий Ефимович

## **ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ: ИНВАРИАНТНЫЙ ПОДХОД КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД**

Коллективная монография

**Издано в авторской редакции**

Компьютерная верстка *А.И. Сидоренко*  
Дизайн обложки *А.С. Пыжик*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 03.12.2009. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 26,4. Уч.-изд.л. 23,8.  
Заказ 261-09 . Тираж 900 экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru