

## Согласование интегрированных компетенций по ООП бакалавриата и специалитета в рамках предметной области «Физика»

Лидер А.М., Семкина Л.И., Складорова Е.А.

Томский политехнический университет

E-mail: [skea@tpu.ru](mailto:skea@tpu.ru)

*В статье проанализированы результаты обучения, достижение которых связано с результатами обучения по физике, для различных направлений и специальностей в области техники и технологий, проведена декомпозиция результатов обучения, представленных в виде профессиональных и универсальных компетенций выпускников, выделены группы ООП (кластеры).*

Достижения фундаментальных наук, в особенности физики, являются базой для многих составляющих сферы инженерной деятельности и неотделимы от нее, что обуславливает потребность в многостороннем образовании инженера. Но наряду с этим, в связи с резким довлеющим ростом объема информации, возникает необходимость узкой специализации знаний.

Противоречивость этих тенденций выражается в наличии двух противоположных точек зрения на роль и значение курса общей физики в решении задачи инженерного образования.

1. Целесообразно резкое профилирование курса физики; предпочтение следует отдавать накоплению фактических знаний.
2. Программа курса физики должна строиться совершенно одинаково для студентов всех специальностей и способствовать «развивающему обучению» на базе глубокого понимания физических идей (фактические знания малосущественны).

Обе эти концепции являются крайними.

Нельзя ограничиваться только изложением физических идей, недооценивая роль фактических знаний. Это воспитает у студентов верхоглядство, отсутствие навыков применения физических законов при решении конкретных инженерных задач.

Но в тоже время инженеру нужна физика сама по себе как цельная дисциплина (а не только в зависимости от текущих применений) с ее специфической методикой.

Инженер очень узкого профиля не может быть эффективным творцом новых технологий и беспомощен в ситуации перестройки производства, что требует привлечения знаний из смежных, а порой и из очень далеких областей современной физики, отражающей диалектическую взаимосвязь явлений природы.

Итак, при правильной постановке образования обе функции должны сочетаться, что требует гармоничного построения курса физики, установления межпредметных связей курса с общетехническими и инженерными специальностями.

Согласование программ и характера изложения физико-математических знаний в общенаучных и специальных курсах – одна из самых важных и интересных задач в работе над методикой преподавания в ВУЗЕ.

Курс физики мал по своему объему и преподается в начальных семестрах, поэтому «выживаемость» знаний по физике будет мала, если эти знания не будут широко использованы в инженерной подготовке.

Приведем некоторые примеры необходимой интеграции фундаментальных и технических наук в педагогическом процессе подготовки выпускников по разным направлениям, предусматривающей, в том числе, использование единых терминов, определений и по возможности единых обозначений.

1. Возражения представителей ООП некоторых геологических направлений, направленные на сокращение часов курса физики (например, за счет раздела «Оптика») можно скорректировать, показав, что инженеру данного профиля необходимо понимать основы современной теории твердого тела, которая в значительной мере представляет собой оптику электронных волн де-Бройля, дающую представление о практически важных свойствах металлов, полупроводников и диэлектриков.
2. Теория строения атомов и молекул и вопросы физики твердого тела должны излагаться на базе квантовых представлений (что требует увеличения или хотя бы сохранения числа часов на курс лекций по физике).

Причем для специальностей геологических направлений и направлений, связанных с технологиями в машиностроении, наиболее детально должны излагаться вопросы физики твердого тела, а для специальностей химико-технологического профиля – вопросы атомной физики, т.к. современная химия по-своему существу сведена к физике атомов.

При этом не нарушается целостность курса в целом; атомы и твердые тела – это квантовые системы, являющиеся объектом современной физики.

3. Необходимо устранять дублирование при изложении нами, например, термодинамики газов и жидкостей по сравнению с курсом общей теплотехники (или подобных курсов) для технических специальностей; возможно за счёт этого увеличение удельного веса содержания статистической термодинамики (физический смысл понятий – температура, энтропия, а также 2-го начала термодинамики).
4. В общетехнических дисциплинах используются центробежные силы инерции при решении задач в аудиторной (инерциальной) системе отчета, что приводит к нарушению фундаментальных законов Ньютона.

В значительной мере компетентностный подход при разработке рабочей программы дисциплины физика, согласованный с целями ООП, и дополняющий традиционный образовательный процесс, позволяет дать выпускнику такую систему знаний, которая являясь отражением картины объективного мира, могла бы непрерывно дополняться практикой инженерной деятельности.

В докладе представлены предварительные результаты работы по разработке иерархичной (семестровой) системы требований к уровню подготовки студентов по курсу «Физика» для направлений и специальностей в сфере техники и технологий.

Требования ФГОС к подготовке бакалавров, магистров и специалистов по конкретным инженерным направлениям и специальностям (при проектировании соответствующих ООП) в области техники и технологий дополнялись перечнем результатов обучения, которые являются составляющими требуемых профессиональных и универсальных компетенций выпускников ООП, согласно критерию АИОР, а также требованиями к ПК выпускников двух уровней ООП в области техники и технологий, соответствующими международным стандартам.

На предварительном этапе работы проанализированы результаты обучения, достижение которых связано с результатами обучения по физике, для различных направлений и специальностей в области техники и технологий (использовались ФГОСы и проекты ФГОСов и ПРОП); проведена декомпозиция результатов обучения, представленных в виде профессиональных и универсальных компетенций выпускников, на составляющие, что позволило затем сгруппировать ООП с совпадающими (в основном) по содержанию компетенциями для дисциплины «Физика»; составлен перечень составляющих профессиональных компетенций, которые для дисциплины «Физика» обязательно присутствуют как результат обучения в большинстве ООП; выделены группы ООП (кластеры), для каждой из которых были сформулированы общие интегрированные компетенции (ЗУВ) из выделенного перечня.

Приведем компетенции (результаты обучения) выпускников ООП бакалавров (и специалистов) ТПУ в области технических наук и их декомпозицию, достижение которых связано с результатами обучения по физике (кафедрами ОФ и ТиЭФ). (Направления и специальности представлены в порядке возрастания номера кода) (таблица 1).

Таблица 1.

номер кластера	Номер компетенции	КОМПЕТЕНЦИИ
первый	1.	Способность применять общенаучные базовые и специальные знания в области естественных наук в комплексной профессиональной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
	2.	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических и других процессов из области профессиональной деятельности и готовность использовать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.
	3.	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения физико-математический аппарат.
	4.	Готовность к проведению адекватных современному уровню знаний экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве.
второй	1	Способность применять системные знания в области естественных наук и готовность использовать фундаментальные законы в профессиональной деятельности.
	2	Способность применять методы математического анализа и моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования
	3	Способность и готовность к проведению экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве

Декомпозиция результатов обучения по физике на составляющие приведена в таблице 2: знания (З), умения (У) и владения (В) опытом их практического применения для ряда направлений и специальностей (пример: кластер 1).

Таблица 2.

номер кластера и код направления	Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
Кластер 1  011200 020700 130101 130102 130602 131000 140100 140600 140800 140801 141100 141403 150100 150700 151900 200100 200400 201000 210100 220400 220700 221000 221400 223200 230100 230400	Выпускник должен обладать способностью применять общенаучные базовые и специальные знания в области естественных наук в комплексной профессиональной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Знать фундаментальные законы физики и следствия из этих законов, иметь представление о физических явлениях с точки зрения классической физики и квантовых представлений	Уметь применять законы физики к решению задач	Владеть методами проведения физических измерений и методами расчета физических величин
	Выпускник должен обладать способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических и других процессов из области профессиональной деятельности и готовность использовать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	Знать физические модели, используемые для описания реальных процессов, явлений, схем, устройств различного функционального назначения.	Применять соответствующий физико-математический аппарат	Владеть опытом решения уравнений физики для реальных процессов (реальные газы и т.п.) с учетом начальных условий и некоторых допущений
	Выпускник должен обладать способностью выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать связь изучаемых явлений со свойствами пространства и времени, пределы применимости используемых теоретических выводов	Уметь использовать координатный и векторный способы описания движения, анализировать графическую информацию	Владеть опытом определения характеристик процессов в нестандартных условиях с помощью привлечения соответствующего математического аппарата
	Выпускник должен быть готов к проведению адекватных современному уровню знаний экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве	Знать особенности протекания данного физического процесса	Уметь определять возможное влияние необратимых процессов на окружающую среду	Владеть способами уменьшения вредных воздействий на экосистему и способами повышения КПД процессов, связанных с выделением полезной энергии

Матрица требований к уровню подготовки студентов в предметной области «Физика» дополнена критериями выполнения, соответствующими определенному уровню усвоения для каждого компонента результата обучения. Сформированные критерии выполнения учитывают интересы специальных дисциплин. Используются характерные примеры и приложения, иллюстрирующие действие физических законов в той или иной специфической области (таблица 3).

В таблице 3 представлены названия выделенных элементов содержания (темы задания) с указанием их кода. Первый разряд в записи кода элемента содержания указывает на уровень сложности заданий изучаемой дисциплины (1-ый уровень – соответствует минимально достаточному уровню усвоения). Второй разряд в записи кода содержания указывает на номер дидактической единицы (модуля, раздела); третий разряд идентифицирует номер темы задания. Последняя цифра (в скобках) соответствует порядковому номеру ПК из таблицы 2 для кластера.

Таблица 3.

<b>1.05.08 (1)</b> <b>Электромагнитная индукция</b>	Знать	физический смысл явления электромагнитной индукции; знать содержание опытов Фарадея (в строгой последовательности).	Классифицирует содержание опытов Арго и содержание опытов Фарадея (от опыта к опыту) и последовательную постановку вопросов. Определяет общую задачу опытов: обнаружение возникновения электрического тока под действием магнитного поля.
	Уметь	объяснять закон электромагнитной индукции и правило Ленца.	Приводит опыты по перемещению магнита относительно катушки и объясняет появление в них тока, магнитное поле которого препятствует движению магнита, или опыт с алюминиевым кольцом, надетым на железный сердечник катушки.
	Владеть	способом применения закона электромагнитной индукции $I$ для определения э.д.с.,	При решении задачи первого типа классифицирует $\Delta\Phi$ - как изменение потока через поверхность, натянутую на контур за интервал времени $\Delta t$ ; при решении задачи второго типа классифицирует $\Delta\Phi$ - как магнитный поток через некоторую

		возникающей в замкнутом контуре и 2) для определения разности потенциалов, возникающей на концах проводника, движущегося в магнитном поле.	поверхность $\Delta S$ , прочерчиваемую проводником при его движении в магнитном поле за время $\Delta t$ .
1.05.08 (2)	Знать	физическую природу электрического поля, возбуждаемого переменным магнитным полем в явлении электромагнитной индукции.	Классифицирует это поле как вихревое; записывает выражение для циркуляции вектора напряжённости этого поля вдоль замкнутого контура.
	Уметь	определять характеристики электрического тока, протекающего в витке при возникновении э.д.с. индукции.	Определяет величину заряда, проходящего через поперечное сечение витка вследствие существования в витке индукционного тока (принцип флюксметра).
	Владеть	опытом расчёта э.д.с. для, наиболее часто встречающегося на практике, случая вращения плоского витка в однородном магнитном поле (ось вращения лежит в плоскости витка и перпендикулярна вектору $\vec{B}$ ).	Определяет э.д.с. индукции, изменяющуюся по гармоническому закону (генератор переменного тока).

Данная работа по согласованию интегрированных компетенций (результатов обучения) по ООП является продолжением работы по унификации (стандартизации) содержания и размера дисциплин учебного цикла Б2 (математический и естественно научный цикл) по предметной области “Физика”.