

**Проектирование модели образовательной программы бакалавриата "Прикладная математика" на основе международных стандартов инженерного образования**

А.В. Белов, А.В. Серова

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
Россия, г. Москва, ул. Мясницкая, 20, 101000

E-mail: [avbelov@hse.ru](mailto:avbelov@hse.ru)

**Developing model of the undergraduate program in Applied Mathematics in accordance with international standards of engineering education**

**Design**

A.V. Belov, A.V. Serova

National Research University Higher School of Economics, Russia, Moscow, Myasnitskaya str., 20, 101000

E-mail: [avbelov@hse.ru](mailto:avbelov@hse.ru)

***Annotation.** The article discusses the development algorithm of the undergraduate program in Applied Mathematics based on the determination of the demanded educational outcomes, in accordance with the international standards.*

В связи с принятием нового Закона РФ об образовании при проектировании образовательных программ (ОП) нового поколения должны максимально учитываться требования работодателей к уровню квалификации будущих выпускников вузов. Особенно важным это становится для ОП, связанных с инженерной подготовкой, ввиду дефицита специалистов в области применения математических методов к решению широкого спектра инженерных задач. Именно это обстоятельство обусловило необходимость разработки образовательной программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика», построенной в соответствии с требованиями международных стандартов инженерной подготовки, а также растущими потребностями современных высокотехнологичных предприятий наукоемких отраслей промышленности.

При разработке такой программы Московский институт электроники и математики, вошедший в 2012 году в состав НИУ ВШЭ, старался максимально учесть положительный опыт, накопленный за время существования УМО по прикладной математике и управлению качеством (организатором которого являлся) в части разработки государственных стандартов по специальности «Прикладная математика».

Наряду с основными компетентностными результатами освоения программы, заявленными в образовательном стандарте, для ОП «Прикладная математика» были определены желаемые цели обучения (в числе которых были, например, формирование базы знаний и умений, позволяющей бакалавру продолжать обучение и формировать компетенции, требуемые для профессиональной деятельности в области прикладной математики; развитие аналитических умений, способности к поиску нестандартных решений, к работе в условиях неопределенности и риска).

В соответствии с объявленными целями ОП должна быть ориентирована на подготовку кадров, обеспечивающих инновационное развитие и модернизацию перспективных отраслей науки и техники во всех сферах производственной, хозяйственной, экономической, социальной, аналитической,

управленческой деятельности за счет использования современных математических методов и алгоритмов, реализованных в виде наукоемкого программного обеспечения и новых информационных технологий.

Анализ федеральных государственных образовательных стандартов и требований международных стандартов ISO 9001:2008, Европейских стандартов и руководств для обеспечения качества высшего образования (ESG, Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area) в рамках Болонского процесса, а также национальных и международных критериев качества образовательных программ (Ассоциации инженерного образования России, согласованных с EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes, APEC Engineer Register, Washington Accord, позволил сформулировать основные результаты обучения (РО), получаемые выпускниками бакалавриата. Результаты обучения были объединены в 6 разделов: «Знание и понимание», «Инженерный анализ», «Инженерное проектирование», «Исследования», «Инженерная практика», «Личностные навыки».

Разработанные результаты обучения прошли экспертизу у ключевых работодателей<sup>1</sup>. Мнение работодателей можно резюмировать следующим образом: во-первых, большое значение для работодателей имеет прикладной аспект образования (с одной стороны, знание прикладных программ отмечается как плюс текущей подготовки; с другой стороны, высказывается пожелание сделать больший акцент на обучении работе с прикладным ПО); во-вторых, работодатели подчеркивают важность базовой теоретической подготовки и общей заинтересованности студента в работе. Таким образом, по мнению работодателей, образовательный процесс должен органично способствовать развитию как специализированных практических компетенций, так и теоретических знаний. Итогом проведенной экспертизы предложенных результатов обучения работодателями стал список из 20 конкретных результатов обучения. При их формулировке обращалось большое внимание на то, как связан результат с заявленными ранее целями (например, знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин и их применение при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике).

Следующим шагом проектирования ОП стало построение матрицы соответствия разработанных РО планируемому в составе ОП дисциплинам; при этом «вклад» дисциплины в соответствующий РО оценивался в зачетных единицах. Матрица соответствия формируется разработчиками ОП и проходит экспертизу профильных специалистов.

Затем была определена трудоемкость каждого из результатов обучения (результатом этого шага стала таблица трудоемкости результатов обучения). Таблица позволяет определить, какие из РО требуют больше усилий и времени, иными словами – являются приоритетными при достижении целей образовательной программы. В частности, для ОП «Прикладная математика» три первых позиции заняли РО 1. «Знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин и их применение при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике» (трудоемкость 60 ЗЕ из 240), РО 2. «Умение обоснованно выбирать, дорабатывать и

---

<sup>1</sup> Для выпускников ОП «Прикладная математика» МИЭМ НИУ ВШЭ традиционно такими работодателями являются научные учреждения РАН, исследовательские институты и лаборатории, крупные ИТ-интеграторы (разработка, ИТ-консалтинг, внедрение программно-аппаратных решений для различных отраслей), специализированные ИТ-компании (компании «одного продукта/услуги»), ИТ-подразделения отраслевых компаний и государственных организаций.

применять для решения исследовательской задачи математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализ и интерпретацию результатов. умение оценить надежность и качество функционирования систем» (трудоемкость 18 ЗЕ из 240) и РО 3. «Способность сформулировать инженерную задачу, формализовав ее на основе знаний математического аппарата и проведенного системного анализа» (трудоемкость 16 ЗЕ из 240).

Заключительным этапом проектирования ОП является формирование новой структуры Программы. На этом этапе в соответствии с таблицей трудоемкости формируется трудоемкость блоков дисциплин, входящих в состав ОП. Результатом этого этапа стала следующая структура ОП, состоящая из 4 содержательных блоков: блок физико-математических дисциплин – 80 з.е.; блок компьютерных наук – 60 з.е.; блок социально-гуманитарных дисциплин, включая иностранный язык – 50 з.е.; блок проектной работы (практики, проектный семинар и т.п) – 50 з.е.

Особенностью предложенного подхода к проектированию ОП является:

- ориентация при разработке, реализации и оценке образовательной программы на компетенции выпускников как результата обучения;
- использование кредитной системы ECTS (зачетные единицы) для оценки компетенций, а также дидактических единиц программы, обеспечивающих их достижение,
- учет требований международных стандартов.

В заключение необходимо отметить, что описанный подход к проектированию образовательной программы разрабатывался в рамках международного проекта «Модернизация бакалавриата в области техники и технологий на основе международных стандартов инженерного образования».