

# Проектирование общеинженерного модуля программ производственно- технологического бакалавриата

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
С.А. Берестова

**В статье представлен опыт разработки модуля «Общеинженерный» для программ Высшей инженерной школы УрФУ на принципах междисциплинарности, практико-ориентированности, студентоцентрированности в контексте актуальных международных проектов и инициатив. Приведены примеры результатов обучения по модулю в тесной взаимосвязи с методами их формирования и оценивания. Акцент при проектировании модуля сделан на построении технологической карты, включающей результаты обучения по модулю, индикаторы их достижения, методы формирования результатов обучения по модулю, тематический план. Особое внимание уделено оценочному инструментарию, и в частности – междисциплинарному проекту.**

**Ключевые слова:** междисциплинарность, модуль, результаты обучения, оценивание результатов обучения, образовательный проект, интернационализация образования, стандарты инициативы CDIO.

**Key words:** interdisciplinarity, the module learning outcomes, assessment of learning outcomes, educational project, internationalisation of education, standards CDIO initiative.

На примере разработки модульной образовательной программы производственно-технологического бакалавриата УГМК-УрФУ поделимся опытом решения этой задачи на уровне модуля.

Из стандарта [1], разработанного коллективом авторов Высшей инженерной школы и утвержденного Ученым советом УрФУ, рассмотрим некоторые результаты обучения, прописанные на уровне программы производственно-технологического бакалавриата. В области общеинженерных компетенций по окончанию

обучения по программе бакалавриата выпускник будет способен:

- применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной деятельности;
- применять в профессиональной деятельности эффективные методы работы с информацией с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;

- планировать и проводить экспериментальные и промышленные испытания, анализировать полученные данные;
  - уметь анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт в области профессиональной деятельности;
- и т.д.

Принципы формирования результатов обучения на уровне модуля во многом повторяют принципы формулирования результатов обучения на уровне программы. При расхождении текстовой части должна проследиться ясная смысловая корреляция результатов обучения на уровне модуля и результатов обучения по программе в целом [2]. Важное место в оценке достижений результатов обучения по модулю должны занимать междисциплинарные проекты [3], что позволит уйти от фрагментарности информации, показать связь дисциплин, входящих в модуль.

Возможна и более глубокая детализация результатов обучения по дисциплинам, но целесообразным на уровне дисциплины видится все-таки формулирование не результатов обучения, а индикаторов их достижения.

Формулировки результатов обучения и оценки их достижения должны быть доступны для понимания всем участникам образовательного процесса. При этом обеспечивается прозрачность связи между результатами обучения на уровне модуля, индикаторами их достижения на уровне дисциплин, тематическим планом и оценочными мероприятиями. Безусловно, результаты обучения должны быть согласованы и с другими модулями. Количество формулируемых результатов обучения напрямую зависит от размера модуля и в среднем составляет 5-7 результатов.

Рассмотрим проектирование результатов обучения на уровне модуля на примере модуля «Общеинженерный» основной образовательной

программы производственно-технологического бакалавриата, разработанной и реализуемой в УрФУ.

По компетенциям основной образовательной программы производственно-технологического бакалавриата по направлению «Металлургия» – практико-ориентированная подготовка инженерно-технических работников уровня младшего и среднего звена по заказу УГМК – была определена цель модуля: «Формирование естественнонаучного мировоззрения, способностей применять базовые знания в области общеинженерных дисциплин для решения научных и технических задач в рамках профессиональной деятельности».

Для достижения цели была проведена необходимая глубокая проработка вертикальных и горизонтальных связей в содержании рабочих программ в рамках учебного плана, а также разработка списка интегрированных компетенций по результатам обучения группы дисциплин, объединенных в модуль. По освоению модуля «Общеинженерный» обучающийся будет способен:

- Выявлять общеинженерную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Идентифицировать область общеинженерных знаний. Привлекать для решения проблем соответствующее физическое представление и математический аппарат.
- Разрабатывать математические модели в общеинженерных задачах.
- Планировать, проводить теоретические, численные и экспериментальные исследования, а также анализировать полученные данные.
- Применять существующий спектр программных продуктов и информационных сервисов для задач инженерной деятельности.
- Представлять техническую и рабочую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.



С.А. Берестова

Именно таким образом были сформулированы результаты обучения по модулю «Общеинженерный» основной образовательной программы производственно-технологического бакалавриата УрФУ.

Приведем пример индикатора достижения результата обучения на уровне дисциплин: «Идентифицировать область общеинженерных знаний». Это может быть оценка того, как обучающийся соотносит суть поставленной задачи с конкретными областями инженерного знания. Для результата обучения «Применять существующий спектр программных продуктов и информационных сервисов для задач инженерной деятельности» индикаторами могут служить использование файлообменников, электронной почты, он-лайн калькуляторов, активность работы в среде e-learning и др.

Особое место в проектировании модуля образовательной программы занимает разработка методов достижения и оценивания результатов обучения. Если говорить о выборе методов формирования результатов обучения, средств обучения, учебно-методического обеспечения и образовательных технологий из необходимости достижения результатов обучения, то бесспорно должны преобладать активные методы обучения. За ними будущее – и это общепризнанный факт. А вот оценочный инструментарий пока ограничен, и это связано со структурой традиционного учебного плана. Здесь уместно привести цитату из высказываний профессора Дэвида Хокера – эксперта Всемирного банка в области реформирования и оценки качества образования: «Система оценки необходима для обслуживания системы образования, но не наоборот».

Среди огромного арсенала оценочного инструментария 85% – это способы оценки, нацеленные на выявление недостатков, пробелов в знаниях. Именно этот оценочный инструментарий заложен в наши учебные

планы: экзамен, дифференцированный зачет, зачет – в основе запоминание, сиюминутное знание. Тест проверяет знания, и только частично понимание. Контрольная работа, задания домашней работы, реферат, эссе и др. отражают единичный, конкретный результат.

Каким же образом выяснить: как много студент знает и умеет? Все чаще преподаватели используют наборы контекстных задач, кейсов, которые расширяют возможности оценки. В процессе разбора контекстных задач и кейсов обучающийся учится применять приобретенные умения и владения навыками не только внутри, но и за пределами образовательной среды.

Особо хочется выделить проект как накопительную оценку целого спектра знаний, умений и владений навыками. Проект может являться частью портфолио обучающегося и показывать динамику процесса обучения. Именно проект был выбран нами как основной инструмент для оценки достижения результатов обучения на уровне модуля.

Единого метода оценки результатов обучения нет. Необходимо и целесообразно использовать несколько инструментов и методик оценивания.

В рассматриваемом примере для модуля «Общеинженерный» выбраны: тестирование (текущий и промежуточный контроль) для оценочной компоненты, элемент единой балльно-рейтинговой системы УрФУ. Студенты предварительно знакомятся с базой тестовых заданий. Предоставление отчетов по лабораторным работам. Обсуждение «кейсов». Конкурс решений контекстных задач. Зачет как итог дисциплины – дань стандартным учебным планам. Междисциплинарный проект. Занимает особое место и требует особого внимания, к нему мы вернемся чуть позже.

Итак, нами сформулирована цель модуля, разработаны результаты обучения уровня модуля, сопоставлены

Таблица 1. Выдержка из технологической карты модуля

| Результаты обучения   | Индикатор достижения   | Методы оценивания  | Методики формирования   | Разделы формирования   |
|---|--|--|---|--|
| После освоения модуля «Общеинженерный» обучающийся будет способен: разрабатывать рабочую документацию в соответствии с установленными требованиями. | Выполняет чертежи изделий в соответствии с действующими стандартами. Представляет по чертежу форму деталей, их взаимодействие в составе сборочного изделия. Использует средства компьютерной графики при разработке конструкторской документации. Находит, использует и составляет документы в области метрологии, технического законодательства, стандартизации и подтверждения соответствия. | Тестирование знаниевой компоненты. Защита этапов междисциплинарного проекта. Зачет в виде презентации выполненных работ. | Практические занятия, с ориентацией на междисциплинарный проект. Лабораторный практикум в специализированных аудиториях. Групповая и самостоятельная работа над разработкой документации. Презентации и публичные защиты работ. | Ортогональные проекции. Способы преобразования чертежа. Поверхности и их взаимное пересечение. Понятие о стандартизации. Стандарты ЕСКД. Изображение элементов деталей. Рабочие чертежи и эскизы деталей. Виды соединения деталей. Сборочный чертеж изделия. Детализация. Построение графиков, таблиц и диаграмм. Рендеринг. Компьютерная 3D-технология разработки конструкторской документации. Техническое законодательство и стандартизация. Оценка соответствия продукции. |

индикаторы достижения результатов обучения, предложены методы формирования и оценки результатов обучения. Следующий шаг – разработка тематического плана, диктующего выбор дисциплин модуля. Рассмотрим часть технологической карты модуля «Общеинженерный» (табл. 1). Из технологической карты модуля в целом формируется набор дисциплин, а также список их разделов.

Дисциплины модуля «Общеинженерный»: инженерная графика (начертательная геометрия, машиностроительное черчение, компьютерная графика); механика (теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования); электротехника и электроника; материаловедение; метрология, стандартизация и сертификация.

В качестве примера рассмотрим содержание дисциплины «Инженерная графика», которая согласно разработанной технологической карте должна содержать в себе следующие разделы.

**Раздел 1. Начертательная геометрия.** Проекционный метод отображения пространства. Ортогональные

проекции. Способы преобразования чертежа. Поверхности и их пересечение. Аксонометрические проекции.

**Раздел 2. Машиностроительное черчение.** Понятие о стандартизации. Стандарты ЕСКД. Изображение и обозначение элементов деталей. Эскизы. Рабочие чертежи деталей. Сборочный чертеж.

**Раздел 3. Компьютерная графика.** Построение графиков, таблиц и диаграмм. Рендеринг. Системы компьютерного черчения. При переходе вузов на стандарты ФГОС одна из задач современного технического образования – сделать процесс обучения менее фрагментированным. Этого можно достичь введением в учебный процесс проектного обучения в рамках практико-ориентированного бакалавриата.

Теперь о самом главном: о проекте с междисциплинарным содержанием, в котором обучающиеся закрепляют полученные интегральные компетенции, демонстрируют знание терминов, методов, информационных технологий и области применения результатов обучения. Междисциплинарный проект при-

зван оценить результаты обучения по модулю, нацелен на прохождение реальных этапов проектирования на простых примерах с применением фундаментальных знаний, позволяет провести динамическую оценку деятельности обучающегося. Проект составит весомую часть портфолио обучающегося.

Междисциплинарный проект выполняется в течение четырех-пяти семестров. В качестве этапов реализации проекта можно выделить эскизное проектирование, исходя из заданного назначения механизма, которое предусматривает разработку его компоновки и спецификации; статический, кинематический, динамический и прочностной расчет, в который входит построение соответствующих расчетных схем, выбор методов решения, запись математических моделей, проведение исследования с решением простейших задач оптимизации. По результатам анализа решений в соответствии с техническим заданием проводится уточнение геометрических размеров проектируемого объекта, осуществляется выбор материалов и стандартной элементной базы (двигатель, прокат, подшипники, трос...). В ходе выполнения расчетов и уточнения спецификации делаются чертежи отдельных деталей и сборочный чертеж в одном из конструкторских пакетов (AutoCAD, КОМПАС, Autodesk Inventor и др.). Подготовка комплекта конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Проработка и подготовка рабочей документации в области метрологии, технического законодательства, стандартизации и подтверждения соответствия. Подбор и обоснование выбора материалов при заданных условиях эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделия. Высокий уровень подготовки обучающегося можно выявить на примере реализации 3D-моделирования и визуализации

динамической модели детализирования и сборки объекта проектирования.

Существенно, что в рамках дисциплин модуля учебный материал должен излагаться с увеличением удельного веса практических занятий и самостоятельной работы обучающихся. При минимальном, но достаточном объеме теоретических положений и формальных примеров, служащих для иллюстрации теоретических положений, большая часть занятий должна отводиться созданию тех расчетных схем и знакомству с теми методами расчета, которые требуются при выполнении междисциплинарного проекта. Важное замечание: в учебных планах время, необходимое на знакомство с информационными технологиями и программными продуктами, не выделяется в обособленную дисциплину, а «вплетается» в часы, отведенные на различные модули.

При недостатке времени для выполнения всех этапов конструирования есть возможность ограничить проект расчетами отдельных элементов изделия, активно применять «бригадный метод», когда отдельные узлы рассчитывают разные студенты. При этом обучаемые приобретают важную компетенцию – умение и навыки коллективной работы. Предлагается командная работа в двух направлениях: несколько вариантов задания для пяти-шести команд; 3 подзадачи для коллективов из этих команд.

Рассмотрим пример междисциплинарного проекта, где в качестве объекта исследований предлагался простой механизм – лебедка, электрическая таль. Группа из 25 студентов. Реально над проектами работали 19 человек. Были сформированы 5 команд разной численности: от 6 до 2 человек в команде. Распределение ролей в коллективе имеет четкую ориентацию на навыки студентов. У кого-то лучше получается проводить строгие расчеты, кто-то силен в подборе и анализе информационных материалов, кто-то сосредоточи-

вает свое внимание на оформлении презентаций и отчетов. Не спешат студенты в выборе ответственного за проект. Руководство коллективом – не простая для них роль.

Следует отметить разные подходы к решению проблем; четко прослеживался заданный самими студентами уровень сложности. Например, при расчете балки, на которой электрическая таль будет размещаться. В частности, одна из команд ограничилась заменой тали и груза, ею поднимаемого, сосредоточенной силой. Другая команда усложнила себе задачу, заменив таль с грузом равномерно распределенной нагрузкой с учетом размеров подобранных элементов и их конструкционного расположения. Третья команда рассмотрела таль в виде равномерно распределенной нагрузки, добавив при этом груз в виде сосредоточенной силы. Даже была попытка учета движения тали: расчет производился в нескольких положениях на балке и выбиралось наиболее критическое из них.

В рамках выполнения междисциплинарного проекта проводилась проверка результатов работ, с помощью предоставленных в учебных целях производственных программ (расчет канатомкости барабана, мощности двигателя и других характеристик изделия). К защите проектов были привлечены куратор группы, представители выпускающей кафедры, а также представители работодателя. Студенты продемонстрировали свои наработки, ответили на вопросы и получили соответствующую оценку презентации своего проекта. Члены комиссии отметили слаженность некоторых команд и выделили лиде-

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательные стандарты УрФУ технологической направленности. – Екатеринбург, 2013. – 48 с.
2. Ребрин О.И. Использование результатов обучения при проектировании образовательных программ УрФУ / О. И. Ребрин. – 2-е изд., доп. – Екатеринбург, 2013. – 32 с.
3. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной. – Томск, 2011. – 17 с.

ров. Также студентам предлагалась анкета, где они оценили свой вклад в работу, оценили вклад каждого участника команды и презентации проектов других команд. Из экспертных оценок складывалась итоговая оценка.

Время, затраченное преподавателем на реализацию проекта, намного превышает время реализации стандартного курса. Обработка информации, представленной студентами, корректировка выбранного ими пути, проверка расчетов, которые проводились по индивидуальным формулам, обработка анкет оценки, ведение балльно-рейтинговой системы, работа в системе e-learning (освоение новой формы представления материалов, невозможность перевести напрямую свои наработки, неотлаженность системы взаимодействия «студент – преподаватель», необязательность студентов в соблюдении сроков приводит к постоянной корректировке сроков выполнения заданий). Безусловно, и для студентов увеличивается время самостоятельной работы (поиск информации, анализ информации, подготовка презентаций, выполнение проекта в команде, на протяжении семестра команды переформировывались несколько раз).

Вводя в учебные планы практико-ориентированного бакалавриата подобные проекты, удастся избежать ограничений узкой областью знаний, и в сознании обучающихся будет прорисовываться связь изучаемых дисциплин, а также видение некоторых аспектов их профессиональной деятельности.