

# Проектирование и оценивание результатов обучения инженерных образовательных программ

Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
А.И. Чучалин, Е.А. Муратова, А.В. Епихин

Авторы рассматривают технологию проектирования инженерных образовательных программ (ИОП) на основе модернизированной двухконтурной модели ABET. В ее рамках приводятся предложения по проектированию и планированию оценивания комплексных результатов обучения, ориентированные на обеспечение соответствия ИОП международным стандартам инженерного образования.

**Ключевые слова:** инженерное образование, компетентностный подход, образовательный стандарт, образовательная программа, результаты обучения, оценка.

**Key words:** engineering education, competence-based approach, educational standard, educational program, learning outcomes, evaluation.



А.И. Чучалин



Е.А. Муратова



А.В. Епихин

## Введение

Содержание инженерного образования должно обеспечивать конкурентоспособность выпускников не только на внутрироссийском рынке труда, но и на международном. С этой целью основные образовательные программы (ООП) Томского политехнического университета (ТПУ) ориентируются на существующие международные (EUR-ACE, ABET, Washington Accord, CDIO) и государственные (ФГОС ВПО РФ) стандарты инженерного образования и проектируются в соответствии с двухконтурной моделью ABET [1]. Модель определяет последовательность этапов проектирования и оценки качества ООП, а также устанавливает взаимосвязь между внутривузовскими процессами гарантии качества подготовки специалистов и внешней средой. Однако, методологические основы проектирования и оценивания комплексных результатов обучения (РО) ООП, представленных профессиональными и общекультурными компетенциями выпускников, недостаточно изучены.

В данной статье предлагается технология проектирования и оценивания РО ООП, принцип их декомпозиции, требования к РО и их составляющим, на основе усовершенствованной двухконтурной модели проектирования ООП.

## Проектирование основной образовательной программы Томского политехнического университета

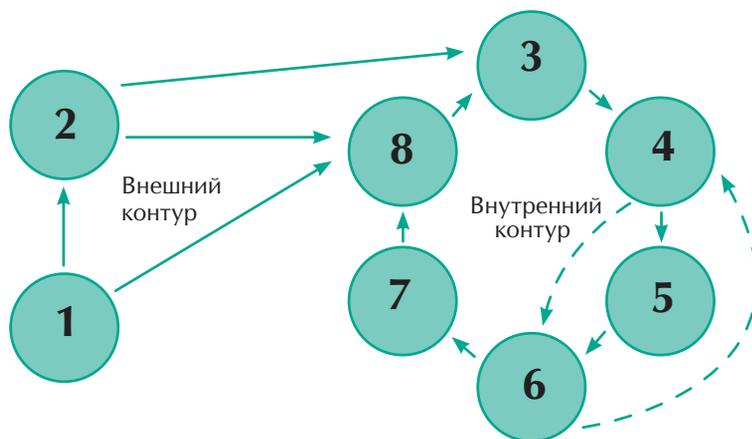
Технология проектирования ООП ТПУ основана на двухконтурной модели (рис. 1) [2, с. 26–28].

Внешний (левый) контур демонстрирует процессы формирования, оценивания и корректировки (в случае необходимости) целей ООП. Внутренний (правый) контур показывает, каким образом в вузе последовательно планируются, достигаются и оцениваются РО ООП.

Взаимосвязь внутреннего и внешнего контуров демонстрирует, что через оценивание РО проверяется достижение целей ООП. «Движение» по внешнему контуру осуществляется медленнее, чем по внутреннему,

**Рис. 1. Двухконтурная модель проектирования и реализации ООП [2, с. 27]**

1 - потребности образовательной программы; 2 - цели образовательной программы; 3 - результаты; 4 - способы и средства обучения; 5 - способы и средства оценивания; 6 - индикаторы оценивания; 7 - организация учебного процесса; 8 - оценка достижения результатов и целей



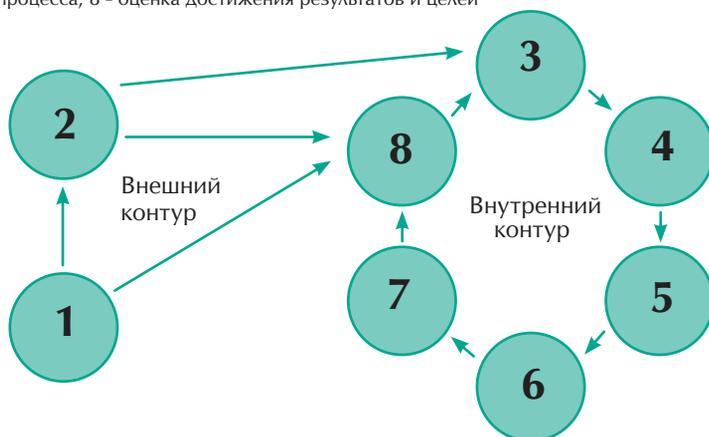
поскольку только по истечении определенного времени с момента завершения обучения по программе (3–5 лет) можно в полной мере оценить достижение целей ООП, удовлетворенность потребителей и, в случае необходимости, скорректировать цели программы и РО ООП [2, с. 26–28].

Имеющийся опыт проектирования и реализации ООП в ТПУ показал, что эта модель требует реструктурирования внутреннего (вузовского) цикла (рис.2). Данное решение будет проиллюстрировано ниже на конкретном примере.

В усовершенствованной модели произведена взаимная перестановка процедуры проектирования индикаторов и выбора средств оценивания с процедурой выбора и разработки средств обучения. Определяемые на начальном этапе проектирования ООП индикаторы, критерии, средства и методы оценивания комплексных РО могут рассматриваться стандартами качества РО, на которые должен быть ориентирован учебный план, содержание обучения и образовательные технологии. Это позволит всем участ-

**Рис. 2. Усовершенствованная двухконтурная модель проектирования и реализации ООП [3, с. 33]**

1 - потребности образовательной программы; 2 - цели образовательной программы; 3 - результаты; 4 - индикаторы оценивания; 5 - способы и средства оценивания; 6 - способы и средства обучения; 7 - организация учебного процесса; 8 - оценка достижения результатов и целей



никам учебного процесса иметь единое представление о РО, об их промежуточных образах, заданных индикаторами оценивания и распределенными между процедурами оценивания комплексных РО (курсовые проекты, практики, научно-исследовательская работа студентов, ВКР). На наш взгляд, индикаторы оценивания могут быть определены как промежуточные квалификационные разряды, которые могут быть подтверждены в оценочных мероприятиях, организованных совместно с потенциальными работодателями. В таком случае они должны проходить процедуру предварительного согласования с работодателями. Далее, особое внимание уделено 3, 4 и 5 элементам внутреннего контура модели.

### Проектирование и оценивание результатов обучения ООП

В работе [2, с. 13-15] результаты обучения ООП (Learning Outcomes) определены как профессиональные и универсальные (общекультурные) компетенции, приобретаемые всеми выпускниками к моменту окончания программы данного профиля, уровня и направления. Обязательным этапом при проектировании РО ООП, согласно [2, 3], является их декомпозиция на составляющие (Learning Outcome Components) – знания, умения и опыт их применения на практике. Декомпозированные РО (локальные результаты, ЛР) конкретизируют профиль подготовки по направлению (специальности), определяют содержание образования, методы обучения и оценивания, а также задают уровень сформированности промежуточных РО.

В настоящее время разработанные ООП ТПУ двухуровневой системы

подготовки специалистов формируют не более 12-18 РО на момент окончания обучения, учитывающие требования государственных и международных стандартов, которые, в свою очередь, декомпозируются на локальные результаты в виде знаний, умений и опыта, приобретаемых в процессе обучения (рис. 3).

Технология проектирования и оценивания РО, учитывающая требования государственных и международных стандартов, представлена на рис. 4. Сплошная линия определяет основную последовательность шагов, пунктирная – последовательность шагов, которая реализуется при выявлении несоответствий.

На первом шаге определяются исходные данные для планируемых РО ООП (требования ФГОС, Критерий 5 АИОР, требования IEA Graduate Attributes and Professional Competencies, EUR-ACE Framework Standards, CDIO Syllabus, специфические требования стратегических партнеров потребности регионального, национального и международного рынков труда). На втором шаге выбирается основа для группирования требований к РО (профессиональные задачи, Критерий 5 АИОР, CDIO Syllabus). На третьем шаге формулируются РО. На четвертом шаге анализируются РО на предмет дублирования, соответствия требованиям, предъявляемым к РО. На пятом шаге производится декомпозиция РО на составляющие (за основу декомпозиции принимаются общекультурные и профессиональные компетенции ФГОС). На шестом шаге анализируются ЛР с целью устранения дублирования и оценивания соответствия требованиям, предъявляемым к ЛР. На

Рис. 3. Формирование и представление результатов обучения ООП

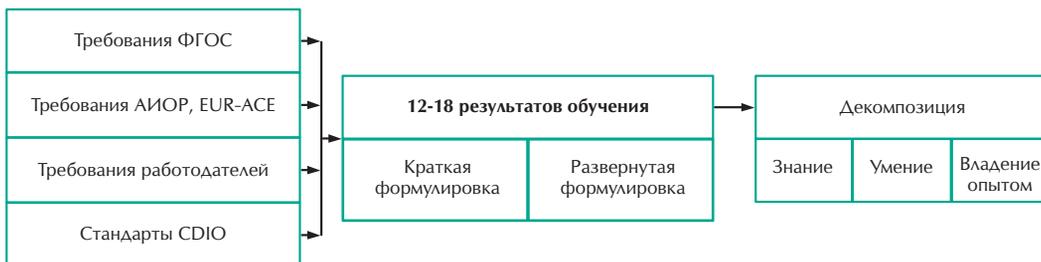
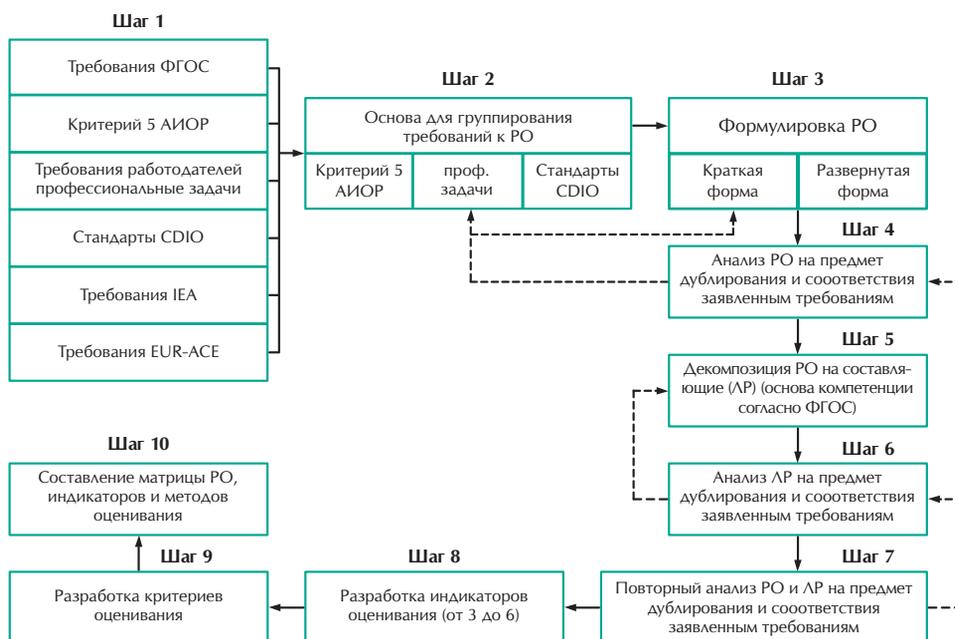


Рис. 4. Технология проектирования и декомпозиции РО ООП



седьмом этапе проводится повторный анализ формулировок РО с учетом их составляющих. На восьмом шаге для каждого РО разрабатывается от трех до шести индикаторов оценивания. На девятом шаге для разработанных индикаторов оценивания определяется перечень критериев оценивания. На десятом шаге строится матрица соответствия РО, их индикаторов и методов оценивания.

Опыт проектирования РО позволил авторам сформировать перечень требований к РО и их составляющим (AP), чтобы обеспечить прозрачность и преэминентность уровней обучения (бакалавриат, специалитет, магистратура), единое понимание РО всеми заинтересованными и обеспечивающими учебный процесс сторонами, а также мониторинг качества формирования РО ООП ТПУ.

Каждый РО имеет краткую и развернутую формулировку, поскольку формулируется на языке компетенций [4, с.19-21]. Краткая формулировка объединяет (группирует) требования к результатам обучения ФГОС, стратегических партнеров или потребности заинтересованных сторон в кластеры

на основе конкретного достижения в профессиональной сфере. Развернутая формулировка имеет повествовательное определение, конкретизирующее действие (деятельность), представленное глаголами (не более 3-х), которые находятся в центре внимания при оценивании.

РО ООП развивают все компетенции из перечня требований ФГОС, причем, в рамках одного результата могут формироваться как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Одна компетенция ФГОС может соответствовать нескольким РО, а ее составляющие (AP) не дублируются для разных РО ООП.

РО ООП представляют собой комплексные результаты и достигаются в результате освоения дидактических единиц – модулей (дисциплин) ООП, поэтому объективно могут быть оценены только комплексными методами (выпускная квалификационная работа/ магистерская диссертация/ дипломный проект, междисциплинарный экзамен, курсовое проектирование, научно-исследовательская работа, производственная практика). Оценивание AP, с

последующим обобщением полученных оценок, не заменяют оценивание РО ООП.

АР определяют конкретные действия (способности) студента, выраженные на языке задач инженерной деятельности с учетом профиля подготовки, по возможности с характеристикой качества достижений («самостоятельно», «эффективно», «точно» и т.д.).

Для одного РО определяется не более 6-10 АР, которые распределяются следующим образом, на уровне: знания (набор фактов, принципов, теорий и практик, соответствующих области профессиональной или учебной деятельности) – 3-4 АР; умения (подтвержденные / продемонстрированные), способности применять знания при решении профессиональных задач или проблем) – 2-3 АР; владение опытом (устойчивые [множественно подтвержденные] способности / умения успешно решать проблемы в области профессиональной или иной деятельности) – 1-3 АР.

АР должны быть реалистичными (достижимыми) и адресованными для одного из методов оценивания в процессе или на момент окончания обучения по циклу (модулю) дисциплин. Для АР используется единая форма написания: пишутся в форме короткого повествовательного предложения, в третьем лице и касаются непосредственно действий (деятельности) студентов (представлено одним глаголом, находящимся в фокусе оценивания). Исключается дублирование (повторение) и вложенность АР в рамках всей декомпозиции (выделяется более значимая составляющая, а дублирующие или являющиеся частью других составляющих – удаляются). АР не

являются результатом обучения одной дисциплины.

Следующий шаг проектирования РО ООП – планирование индикаторов достижения и критериев оценивания РО, а также выбор средств оценивания. Индикатор достижения РО, совместно с критериями оценивания, должен прогнозировать уровень исполнения работы, демонстрируемой студентом / выпускником на момент оценивания [4, с.19-21]. Индикаторы достижения (не более 3-6 на один РО [4]) формулируются в форме короткого повествовательного предложения. Критерии оценивания могут определяться как к отдельному индикатору, так и ко всем (группе) индикаторам достижения РО ООП. Критерии оценивания характеризуют качество выполняемой работы (либо минимальное, либо уровеньное).

Критериями достижения результатов обучения являются условия, вытекающие из определения компетенции. Компетенция, согласно определению [4, с.19-21], включает в себя три составляющие: готовность, способности и условия. Каждая из составляющих, в свою очередь, может иметь ряд атрибутов. Целесообразно ограничиться тремя атрибутами, наиболее важными с точки зрения результатов обучения (рис. 5).

При оценке условий решения конкретных задач, связанных с проектированием инженерных объектов и систем, выполнением прикладных научных исследований, практической деятельностью на производстве, подготовкой выпускных квалификационных работ важно определить уровень новизны решаемых задач, степень самостоятельности действий студентов

Рис. 5. Атрибуты критериев по составляющим компетенций



и уровень обеспеченности их ресурсами, необходимыми для решения поставленных задач. Оценка компетенций студентов будет тем выше, чем выше уровень новизны задач, больше степень самостоятельности студентов при решении задач, ниже уровень начальной обеспеченности ресурсами, что вынуждает студентов самим восполнять их недостаток. Успешное решение задач в более сложных условиях свидетельствует о более высоком уровне подготовленности студентов [5].

При оценке способностей, которые демонстрируют студенты при решении практических задач, определяются уровень приобретенных знаний, степень сформированности умений и богатство накопленного ими опыта применения знаний и умений. Готовность студентов к решению задач оценивается по степени их мотивации, которая проявляется в активности и заинтересованности студентов в получении результата, оперативности и инициативности их действий при решении задач [5].

После того, как определены РО, их составляющие (АР), индикаторы и критерии оценивания, определены методы оценивания, а, другими словами, определено «КАКИМ ОБРАЗОМ?»,

«КОГДА?» и «КАК?» будет оцениваться РО, можно приступить к определению содержания, технологий и методов обучения. Поэтому, предложенное переструктурирование внутривузовского цикла двухконтурной модели проектирования ООП, считаем актуальным и целесообразным.

#### Заключение

Предложена технология проектирования и оценивания результатов обучения инженерных образовательных программ. Технология предполагает несколько этапов, которые позволяют команде разработчиков повысить качество проектируемых ООП и обеспечить конкурентоспособность выпускника. Кроме того, сформирован список требований к результатам обучения и их составляющим. Показано, что при проектировании ООП, диагностично заданные результаты обучения посредством индикаторов и критериев оценивания, должны учитываться наряду с требованиями образовательных и профессиональных стандартов при выборе образовательных технологий, методов и средств обучения, содержания учебно-методических комплексов и проектируемых фондов оценочных средств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Engineering Criteria 2000 [Electronic resource]. Self-Study Report for Review of Engineering Programs 2003–2004 / Auburn Univ. Dep. Aerospace eng. – [Auburn], 2004. – July, 1. – 130 p. – URL: <http://www.eng.auburn.edu/files/file227.pdf>, free. – Tit. from the screen (Usage date: 02.12.2012).
2. Стандарты и руководства по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета (Стандарт ООП ТПУ): сб. норматив.-произв. материалов / О.В. Боев [и др.]; под ред. А.И. Чучалина, Е.Г. Язикова. – Томск, 2010. – 153 с.
3. Стандарты и руководства по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета (Стандарт ООП ТПУ): сб. норматив.-произв. материалов / под ред. А.И. Чучалина. – Томск, 2012. – 206 с.
4. Епихин А.В. Декомпозиция результатов обучения ООП на примере направления 131000 «Нефтегазовое дело» / А.В. Епихин, Е.А. Муратова // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования: сб. тр. науч.-метод. конф., Томск, 3–6 апр. 2012 г. – Томск, 2012. – С. 19–21.
5. Чучалин А.И. Планирование оценки результатов обучения при проектировании образовательных программ / А.И. Чучалин, А.В. Епихин, Е.А. Муратова // Высш. образование в России. – 2013. – № 1. – С. 13–20.