



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный
университет»

М. А. Котляров

ЭФФЕКТИВНАЯ МАГИСТРАТУРА

Выпуск 3
Образование и профессия:
инженерные и технические специальности

Екатеринбург
2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский государственный горный университет

*Библиотека руководителя магистерской программы
Выпуск 3*

М.А. Котляров

ЭФФЕКТИВНАЯ МАГИСТРАТУРА

**Образование и профессия:
инженерные и технические специальности**

Екатеринбург
2018

УДК 378
ББК 74.58
К73

Серия основана в 2017 году

Рецензент
доктор экономических наук *А.В. Душин*

Котляров, М. А.

К73 Эффективная магистратура. Образование и профессия: инженерные и технические специальности [Текст] : [учеб.-метод. изд.] / М. А. Котляров ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Уральский государственный горный университет. — Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2018. — 46 с. — (Библиотека руководителя магистерской программы ; вып. 3).

Эффективность подготовки магистров зависит не только от выполнения требований, содержащихся в федеральных государственных образовательных стандартах, и качества преподаваемых дисциплин, но и от организации работы в вузе на стадиях приема в магистратуру, формирования содержательной концепции работы с магистрантом, взаимодействия с работодателями и научным сообществом.

Третий выпуск цикла «Эффективная магистратура» посвящен способам вхождения в профессию для выпускников технических и инженерных специальностей. Акцент сделан на таких процедурах, принятых в мировой практике, как сдача профессиональных экзаменов, прохождение практических стажировок и вступление в профессиональные сообщества. При этом роль образовательной организации заключается не только в установлении связей с потенциальными работодателями, но и в аккредитации образовательных программ в профессиональных объединениях.

УДК 378
ББК 74.58

© М. А. Котляров, 2018
© Уральский государственный
горный университет, 2018

Содержание

Введение	4
1. Зарубежный опыт получения права на профессиональную деятельность	6
1.1. Профессиональная аккредитация и лицензирование инженерной деятельности	6
1.2. Проблемы развития инженерного образования	14
Выводы	21
2. Развитие профессионального инженерного образования в России ...	22
2.1. Дискуссия о совершенствовании образовательных программ	22
2.2. Основные требования для международной аккредитации программ магистратуры	30
Выводы	33
Список источников	34
Приложение 1. 12 ключевых стандартов CDIO	36
Приложение 2. Критерии оценки программы подготовки магистров при проведении общественно-профессиональной аккредитации.	38

Введение

В процессе реформирования высшего образования важно не просто выделить приоритеты, но и расставить их в определенной последовательности. Без сомнения, качественных преобразований требовали пятилетние программы специалитета, была очевидна необходимость сближения стандартов обучения с другими странами, повышения уровня студенческой и преподавательской мобильности. Однако прежде всего следовало задуматься о том, зачем нужен университет и что конкретно он должен давать выпускнику. Очевидно, что университет — это выход на новый уровень знаний, кругозора и мышления; это формирование сети профессиональных знакомств и связей, которые будут работать на успех выпускника на протяжении всей его жизни. Университет — это главный социальный лифт современного общества. Если говорить более конкретно, то университет для человека — это начало карьеры в научной или практической сфере. Если мы исходим из того, что университет призван обеспечить вхождение в профессию, то на первое место в числе приоритетов выходит адекватность образовательных программ всех уровней образования запросам работодателей и как минимум соответствие этих программ профессиональным квалификационным требованиям.

Одна из идей, которая транслируется в этом выпуске, заключается в том, что основной целью реформы высшего образования является не трансформация уровней образования по типу специалитета, бакалавриата или магистратуры, а обеспечение соответствия образовательных программ запросам высокотехнологичного рынка труда и существующим в стране, а в идеале и на мировом рынке, квалификационным требованиям. Последние могут быть реализованы в разных видах и формах: про-

фессиональные стандарты, требования отдельных корпораций, системы профессиональных квалификаций и др.

Как показывает опыт разных стран, путь выпускника в профессию весьма сложен и подразумевает:

- сдачу профессионального экзамена;
- прохождение практической стажировки;
- наличие опыта работы;
- членство в профессиональных объединениях.

Даже обладатели дипломов самых статусных вузов мира не смогут обойти эти требования. Важно понимать, что образование — это путь в профессию, но не сама профессия!

Участие работодателей и их профессиональных объединений в аккредитации образовательных программ можно считать мировым трендом. Его элементы, такие как увеличение значимости профессиональных стандартов в системе федеральных государственных образовательных стандартов, привлечение работодателей к согласованию компетенций, наметились и в России. Следующим шагом должно стать поощрение аккредитации образовательных программ международными профильными профессиональными организациями.

В этом выпуске мы рассмотрим вышеуказанные аспекты на примере технических и инженерных специальностей. Полезность представленных в третьем выпуске материалов для руководителей магистерских программ и преподавателей, работающих с магистрантами, заключается в следующем:

- логику и содержание магистерской программы целесообразно выстраивать в контексте происходящих изменений и вызовов, которые определяют развитие технического и инженерного образования в России и в мире;
- качество магистерской программы должно соответствовать требованиям, предъявляемым профильными ассоциациями работодателей;
- качество магистерской программы должно удовлетворять критериям для прохождения международной аккредитации, даже если такая аккредитация пока не планируется;
- руководитель программы должен быть готов показать абитуриенту или магистранту перспективы вхождения в профессию как в России, так и за рубежом в результате обучения.

1. Зарубежный опыт получения права на профессиональную деятельность

Общемировым трендом является аккредитация образовательных программ бакалавриата и магистратуры в профессиональных ассоциациях, объединяющих специалистов в определенной сфере инженерной деятельности. Обучение по аккредитованной программе зачастую рассматривается как одно из обязательных условий (наряду со сдачей профессионального экзамена, прохождением практической стажировки, вступлением в профессиональное сообщество), которые должны выполняться вне зависимости от статуса вуза, который вы окончили, и его места в мировом рейтинге.

Вопрос об аккредитации образовательных программ породил массу дискуссий о перспективах, качестве и содержании инженерного образования для подготовки специалистов будущего.

1.1. Профессиональная аккредитация и лицензирование инженерной деятельности

Как отмечается на сайте¹ американского Совета по инженерным специальностям и науке (The Council of Engineering and Scientific Specialty Boards — CESB)², потребители услуг и прак-

¹ <https://www.cesb.org/cesb-library.html>.

² Совет по инженерным специальностям и науке — независимая организация, сформированная на базе добровольного членства организаций, осуществляющих посредством профессиональной сертификации признание квалификации практикующих инженеров. Совет создан в 1990 г., в него входят 23 организации, занимающиеся профессиональной сертификацией в области инженерного дела. Официальный сайт: <https://www.cesb.org>.

тикующие инженеры могут иметь заблуждения относительно различных видов полномочий и прав на профессиональную деятельность из-за непонимания сущности профессиональной сертификации и лицензирования или по причине терминологической путаницы.

В США лицензии для инженеров выдаются властями штатов в целях защиты общественности от некомпетентности и недобросовестного поведения практикующих специалистов. Получение лицензии требует специального образования, наличия опыта работы и успешной сдачи письменного экзамена. Как правило, лицензии выдаются на определенный срок и должны периодически подтверждаться. В большинстве штатов условием для продления лицензии выступает очередное повышение квалификации.

В свою очередь, сертификация подтверждает способность индивида выполнять определенные профессиональные функции и задачи, как правило, в узкоспециализированной области. Условием сертификации является наличие лицензии. Сертификацию не стоит путать с сертификатом (свидетельством, аттестатом, иным подтверждающим документом), который выдается в подтверждение прохождения курса обучения.

Лицензирование и сертификация имеют общую основу — образование, практический опыт, сдача профессионального экзамена. Оба процесса призваны подтвердить, что претенденты обладают минимальным набором компетенций по профилю оказываемых услуг. При этом лицензии необходимы, чтобы оказывать общественности профессиональные услуги, а сертификация не дает права на оказание услуг. Как правило, лицензирование охватывает профессиональную деятельность в целом, а сертификация подтверждает наличие компетенций в определенной области. Например, специалист может иметь лицензию профессионального инженера и пройти сертификацию как судебный эксперт в области гидротехнических сооружений.

Естественно, ни лицензии, ни процедуры сертификации сами по себе не гарантируют высокого уровня мастерства и профессионального совершенства специалиста. Для понимания квалификации инженера требуется получить представление

о качестве и содержании полученного им профессионального образования, ознакомиться с рекомендациями и портфолио выполненных проектов.

Во многих странах только лицензированным инженерам разрешается заниматься профессиональной деятельностью. *Законом могут устанавливаться требования, согласно которым только лицензированный инженер может принимать юридическую ответственность за инженерную работу или проект* (право подписи соответствующих документов). Возможен вариант, что инженер работает в организации и без личной лицензии, т.е. не принимает финальных решений (утверждение проектной документации, передача продукта потребителю и т.д.). Субъект также может заниматься научной и образовательной деятельностью в области инженерного дела без соответствующей лицензии. Таким образом, важно различать дипломированного инженера (graduate engineer) и профессионального инженера (professional engineer).

Требования для получения лицензии:

- Наличие профессионального образования (колледж или университет).

- Образовательная программа должна быть аккредитована в Совете по аккредитации по инженерному делу и технологиям (Accreditation Board for Engineering and Technology — ABET)¹.

- Необходимо сдать письменный экзамен по основам инженерного дела (Fundamentals of Engineering), который призван подтвердить наличие знаний в области базовых принципов и элементов специализации. После успешной сдачи этого экзамена специалисту присваивается статус инженера-стажера (engineer in training, engineer intern), который может сохраняться до четырех лет.

- Далее сдается второй экзамен — «Принципы и практика инженерного дела» (Principles and Practice in Engineering).

Все процедуры и содержательная часть профессиональных экзаменов централизованы. Их подготовкой, проведением и проверкой результатов занимается Национальный экзамена-

¹ <http://www.abet.org>.

ционный совет (National Council of Examiners for Engineering and Surveying — NCEES)¹.

В некоторых штатах действует система дополнительных требований к экзаменуемым.

- Могут понадобиться рекомендации от специалистов, ранее сдавших профессиональные экзамены.

Требования к образованию инженеров постоянно совершенствуются. Так, с 1 января 2020 г. в США в программы бакалавриата вводятся новые дисциплины, дающие дополнительные баллы (кредиты). Это, в частности, затронет соискателей академической степени бакалавра инженерных наук (Bachelor of Science in Engineering).

Время — важнейший фактор при планировании своего вхождения в профессию, поэтому, с одной стороны, нельзя снижать и упрощать требования к продолжительности профессиональных стажировок, а с другой — существует возможность для гибкого подхода при разработке комбинаций из образовательных программ различного уровня. Определенной тенденцией можно считать то, что *практическая стажировка имеет приоритет перед классическим образованием*. Кроме того, может поощряться получение степени магистра. Например, допуск к профессиональному экзамену можно получить при наличии степени бакалавра и двух лет стажировки либо степени магистра и одного года стажировки.

В Канаде роль саморегулирования в области профессиональной деятельности столь же высока: для работы требуется инженерная лицензия, правила получения которой определяются каждой провинцией. Аккредитацией образовательных программ занимается национальная ассоциация «Инженеры Канады» (Engineers Canada)², которая насчитывает около 300 тыс. членов. Ассоциация призвана поддерживать региональные объединения, обеспечивать методологическую поддержку и способствовать защите общественных интересов в процессе оказания инженерных услуг. Одним из направлений ее деятельности является ак-

¹ <https://ncees.org>.

² <https://engineerscanada.ca>.

кредитация образовательных программ. В настоящее время ассоциацией аккредитована 281 программа в области инженерного дела в 43 канадских вузах¹. Стоит подчеркнуть, что аккредитации подлежат только программы бакалавриата. В процессе аккредитации анализируются учебный план, содержание и процедуры экзаменов и иных испытаний, которые проходят студенты, качество преподавания, наличие внеклассных мероприятий, проводятся интервью со студентами.

В Великобритании реестр инженеров и саморегулируемых организаций в области инженерного дела ведет Инженерный совет (Engineering Council)². Единое формализованное определение инженера в этой стране отсутствует, члены ассоциации (их насчитывается порядка 222 тыс. чел.³) регистрируются в реестре по следующим группам (табл. 1):

- инженер-техник, инженер-специалист (Engineering Technician — EngTech);
- ассоциированный инженер (Incorporated Engineer — IEng);
- дипломированный (привилегированный) инженер⁴ (Chartered Engineer — CEng);
- техник-специалист в области информационных и коммуникационных технологий (Information and Communication Technology Technician — ICTTech).

¹ <https://engineerscanada.ca/accreditation/about-accreditation>.

² <https://www.engc.org.uk>.

³ <https://www.engc.org.uk/professional-registration>.

⁴ Слово «chartered» буквально переводится как «обладатель чартера, лицензии, диплома», что может дезинформировать читателя. По сути, речь идет о дарованной, предоставленной привилегии на право заниматься определенным видом деятельности, что позволяет самостоятельно принимать решения при реализации проекта. Степень CEng присваивается Инженерным советом при наличии магистерской или докторской степени (присвоенных вузом, аккредитовавшим программу подготовки), опыта работы и прохождения собеседования, в ходе которого устанавливается уровень профессиональной компетентности специалиста. Обладатель данного статуса получает признание в Европейском союзе, где внедрена квалификация «Европейский инженер» (European Engineer — EurIng).

Требования к разным уровням инженерных профессий в Великобритании¹

Наименование в реестре инженеров	Основные функции	Основные навыки и компетенции, требования и критерии для регистрации в реестре
Инженер-техник, инженер-специалист (EngTech)	Способность применить проверенные методы и процедуры для решения практических инженерных задач	<ul style="list-style-type: none"> • подтвердить участие в проектах по проектированию, разработке, изготовлению, вводу и вывода из эксплуатации оборудования, по оказанию услуг в указанных областях; • выполнение функций, связанных с принятием технической ответственности или осуществлением надзорной деятельности; • наличие навыков межличностного общения в процессе решения технических вопросов; • приверженность профессиональным ценностям в области инженерного дела
Ассоциированный инженер (IEng)	Способность поддерживать и управлять текущими и возникающими технологиями, осуществлять деятельность в области проектирования, разработки, производства, строительства и эксплуатации различных объектов и систем	<ul style="list-style-type: none"> • наличие теоретических знаний для решения задач, связанных с внедрением технологий, на основе использования общеизвестных аналитических инструментов; • успешное применение знаний в области реализации инженерных проектов и услуг, используя сформировавшиеся технологии и методы; • готовность нести ответственность за проект, осуществлять финансовое планирование и управление наряду с ответственностью за управление коллективом и его профессиональное развитие; • навыки межличностного общения при решении профессиональных вопросов; • приверженность профессиональным ценностям в области инженерного дела

¹ Составлено по: <https://www.engc.org.uk/professional-registration>.

Наименование в реестре инженеров	Основные функции	Основные навыки и компетенции, требования и критерии для регистрации в реестре
Дипломированный (привилегированный) инженер (SEng)	Способность вырабатывать решения инженерных задач на основе использования существующих и новых технологий внедряя инновационные, креативные изменения, которые приемлемы для развития сложных технических систем с высоким уровнем риска	<ul style="list-style-type: none"> • наличие теоретических знаний для решения задач в области внедрения новых технологий и развитие новых аналитических инструментов; • успешное применение знаний для разработки инновационных продуктов и услуг, принятие ответственности за функционирование сложных инженерных систем; • готовность нести ответственность за реализацию проекта, его финансовую и кадровую части, способность обеспечивать баланс между техническими и социально-экономическими факторами; • наличие навыков для передачи знаний другим техническим специалистам; • навыки межличностного общения при решении профессиональных вопросов
Техник-специалист в области информационных и коммуникационных технологий (ICTTech)	Информационно-техническое обслуживание функционирования офисов, лабораторий, операционных центров, производственных объектов и др.	<ul style="list-style-type: none"> • прохождение стажировки по продвинутой программе в области информационных технологий, наличие практических квалификаций в области информационных технологий

На территории Евросоюза функционирует Европейская федерация национальных инженерных ассоциаций (European Federation of National Engineering Associations — FEANI), которая позволяет лицу с инженерным образованием и инженерной квалификацией в одной из стран — участниц Евросоюза приобрести статус европейского инженера и работать на территории других стран ЕС. Данная организация ведет базу данных, содержащую сведения о вузах и образовательных программах по инженерным специальностям, в которой представлены и российские вузы¹.

Минимальные требования² для регистрации в качестве европейского инженера — наличие среднего образования и прохождение трехлетней образовательной программы в вузе, аккредитовавшем эту программу (накопление 180 образовательных кредитов — Bologna 180 ECTS). Директивой 2005/36/ЕС от 7 сентября 2005 г. о признании профессиональных квалификаций определены перечни так называемых регулируемых профессий, в числе которых значится и профессия инженера. Кроме того, выделены профессиональные сообщества, членом которых необходимо быть, чтобы квалификация считалась подтвержденной.

Минимальный срок для приобретения статуса — 7 лет, из которых 5 лет может приходиться на образование, 2 года — на стажировки и практическую работу.

Инженерам, получившим образование вне ЕС, необходимо подтвердить статус образовательной программы — это возможно, если страна присоединилась к так называемому Вашингтонскому соглашению (Washington Accord)³ и на ее территории действует организация, уполномоченная заниматься аккредитацией образовательных программ. К слову, наша страна присоединилась к данному соглашению, уполномоченной организацией является общероссийская общественная организация «Ассоциация инженерного образования России»⁴.

¹ <https://www.feani.org/european-engineering-education-database/eed-database>.

² https://www.feani.org/sites/default/files/Guide_to_the_Register_FINAL_approved_GA_2013.pdf.

³ <http://www.ieagreements.org/accords/washington>.

⁴ <http://aeer.ru>.

В Европе также стоит отметить Европейскую ассоциацию практико-ориентированных профессионалов с высшим образованием (European Association of Practice-oriented Professionals with Higher Education — EurEta)¹. Миссия данной организации заключается в сближении образовательных подходов и профессиональных требований в целях увеличения мобильности специалистов. Ассоциация ведет отдельный реестр инженеров.

Из европейских стран выделим Германию, где существует академический титул «дипломированный инженер» (Dipl.-Ing.). Он не дает автоматического права на оказание инженерных услуг, но признается Европейской федерацией национальных инженерных ассоциаций как одно из условий для членства.

В Германии специалистам в сфере технологий может присваиваться квалификация «сертифицированный техник» (staatlich-geprüfter Techniker). Квалификация присваивается после окончания колледжа, прохождения программы продолжительностью 2 400 часов, двух лет практического опыта и сдачи экзамена. Высшего образования для получения квалификации не требуется.

1.2. Проблемы развития инженерного образования

В работе «Подтверждение качества инженерного образования в XXI веке»² профессор Д. Апелиан отмечает необходимость изменения концепции инженерного образования, чтобы выпускать инженеров, ориентированных на устойчивое развитие. Это, в свою очередь, требует понимания того, что инженерное образование — это непрерывный процесс в течение всей жизни.

Автор отмечает, что в конце XIX начале — XX столетия была реализована концепция подготовки профессионального инженера, ориентированного на практическое обучение. При этом постепенно все более заметной становилась роль науки и математического моделирования. Вторая половина XX века — это эпоха инженеров-ученых, которая отчасти продолжается

¹ <http://eureta.org/organisation>.

² *Apelian D.* Quality Assurance of Engineering Education in the 21st Century / World Federation of engineering organizations. Committee on education in engineering // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 41–50.

и в наше время при заметном увеличении роли проектирования и дизайна. В 1990-е гг. инженеров стали обучать нетехническим знаниям и навыкам — менеджменту, лидерству, коммуникациям, основам командной работы.

По мнению Д. Апелиана, XXI век — это эпоха инженера-предпринимателя в значении творца, способного выявить и удовлетворить потребности потребителя. Разумеется, необходимость исконных инженерных компетенций не обсуждается. Роль инженера в новом мировом порядке подлежит переосмыслению, на первое место выходят его способности к инновационной деятельности. Стандартные же задачи могут решаться техниками и инженерами по всему миру, в том числе в странах с не самым высоким уровнем заработной платы.

Таким образом, инженерное образование должно быть не просто системой передачи знаний и навыков, а давать возможности создавать продукты с добавленной стоимостью. Инженеры нового поколения должны быть готовы работать с информацией, подбирать инструментарий для решения сложных задач. Образно это воплощается в следующих тезисах:

- знать всё (Know Everything) — уметь находить, оценивать и использовать информацию, быть способным трансформировать ее в знания;
- уметь делать, что потребуется (Do Anything) — быстро ориентироваться в том, что должно быть сделано, что востребовано, быстро приобретать компетенции и профессионально их применять;
- работать с кем потребуется и где потребуется (Work with Anybody, Anywhere) — обладать навыками коммуникаций и командной работы, понимать межкультурные и прочие особенности современных коллективов;
- иметь воображение и делать мечты реальностью (Imagine and Make the Imagination a Reality) — развивать предпринимательский дух, управленческие навыки, выявлять потребности и удовлетворять их.

Современному инженеру нужны навыки прогнозирования, даже предвидения будущего, понимание ключевых вызовов, стоящих перед человечеством. Важно осознать, что в текущем столе-

тии население Земли существенно вырастет (до 9,5 млрд чел.), основная часть этого роста придется на развивающиеся страны. Неизбежны проблемы в таких сферах, как энергоресурсы, транспорт, жилье, утилизация отходов, биоматериалы, здравоохранение. Все эти вызовы требуют инженерных решений, а значит, привлекательность профессии инженера только повышается.

В работе Дж. О'Брайен «Инженерное проектирование в учебных планах программ бакалавриата. Перспективы аккредитации в аккредитационном совете Ассоциации инженеров Канады»¹ отмечается, что задача аккредитации образовательных программ — выявить соответствие определенным минимальным критериям. Сама аккредитация проходит только на добровольной основе, по приглашению образовательной организации. Сначала проводится преаккредитационная подготовка. В настоящее время в Канаде около 300 аккредитованных программ 43 вузов и колледжей в 62 областях обучения.

Первые критерии были выработаны в 1968 г. и отражали общие подходы. Регулярная публикация критериев началась с 1975 г. Минимальные критерии для программ бакалавриата подразумевали, что в структуре обучения не менее одного семестра отводится математической подготовке, физике, гуманитарным дисциплинам; по два семестра — инженерным наукам и проектированию. В 1979 г. в число критериев для аккредитации были добавлены учет и осознание общественных вызовов и роли инженеров в решении комплексных проблем.

Еще один автор Карим Наср в работе «Подтверждение качества и аккредитация инженерных образовательных программ в современном мире»² также отмечает, что в прежние времена инженер выполнял достаточно стандартные задачи. *Сегодня необходимо быть готовым к решению задач, которые ранее даже не возникали. Должны меняться методики обучения, а образовательная среда должна становиться более ориентированной на студента (student-centered environment).*

¹ O'Brien J. Engineering Design in Undergraduate Curricula: A CEAB Accreditation Perspective // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 67–78.

² Nasr K. J. Quality Assurance and Accreditation of Engineering Programs for a Modern World // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 51–66.

При аккредитации образовательных программ Американское агентство по аккредитации (Accreditation Board for Engineering and Technology — ABET) выделяет следующие направления:

- студенты;
- цели образовательных программ;
- результаты, достигнутые студентами;
- непрерывное образование;
- учебные планы, расписание;
- преподаватели;
- материальная база, возможности для проведения практических занятий;
- взаимодействие с работодателями и профессиональными ассоциациями.

В качестве примера более подробно рассмотрим критерий «Результаты, достигнутые студентами». В рамках данного направления подразумевается, что студенты обладают следующими знаниями, навыками и компетенциями:

- применение знаний математики, инженерного дела;
- проектирование и проведение экспериментов, анализ данных;
- проектирование системы, компонента, процесса для достижения цели (с учетом экономических, экологических, социальных, политических, этических аспектов, требований безопасности и защиты здоровья);
- работа в составе мультидисциплинарных команд;
- идентификация, формулировка, решение инженерных проблем;
- понимание профессиональной и этической ответственности;
- навыки коммуникаций;
- оценка влияния инженерных решений в глобальном, экономическом, социальном, экологическом контексте;
- признание и внедрение в своем развитии принципов непрерывного образования;
- оценка потребности в ресурсах для приобретения, поддержки, функционирования объектов и систем.

В магистерских программах, в свою очередь, оценивается глубина погружения в блок специальных дисциплин.

Стоит обратить внимание на работу Ричарда Фелдера «Инженерное образование: сказание о двух парадигмах»¹. Автор отмечает, что инженерное образование переживает турбулентный период, работодатели жалуются на недостаточную квалификацию выпускников, снижение количества выпускников с хорошими оценками, пробелы в методах обучения, недостаточную мотивацию преподавателей. Всё это заставляет задуматься об изменениях в подходах к инженерному образованию и выделить несколько направлений для предметной дискуссии:

- каким должен быть учебный план для инженеров;
- как преподавать и оценивать студентов инженерных специальностей;
- кто должен преподавать инженерные дисциплины;
- как обеспечить эффективную подготовку преподавателей.

Р. Фелдер рассматривает две конфликтующие парадигмы: традиционную и альтернативную. Традиционная представляет собой последовательный ряд учебных дисциплин, акцент в ней сделан на содержании и качестве преподавания. Не отрицая преимуществ традиционной системы, автор подчеркивает необходимость внедрения проектных методов обучения и смещение акцентов при аккредитации программ в сторону оценки того, что действительно освоили студенты и способны применить в условиях практики. Также сделан акцент на внедрение инноваций в организацию учебного процесса и применении технологий электронного обучения.

Автор также отмечает, что традиционные инженерные работы будут выполняться автоматически или инженерами из стран с низкими зарплатами. Чтобы быть конкурентоспособными, будущим инженерам необходимы навыки, на которые ранее обращалось менее внимания: критическое мышление, предпринимательство, навыки организации проектных команд. По сути, речь о новом контексте образования.

¹ *Felder R.M.* Engineering Education: A Tale of Two Paradigms. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/TwoParadigms.pdf>.

В этом плане стоит выделить работу «Контекст инженерного образования»¹, авторы которой отмечают, что цель инженерного образования заключается в подготовке студентов, которые обладают глубокими техническими знаниями и профессиональными навыками. В методике преподавания выделяется подход CDIO (Conceive — Design — Implement — Operate), что можно перевести как «задумай — спроектируй — реализуй (выполни) — управляй (эксплуатируй)» (прил. 1).

Комментарий 1 О стандартах CDIO

Как отмечается на сайте <http://cdiorussia.ru>, «Всемирная инициатива CDIO — это сообщество университетов с практико-ориентированным обучением, использующих стандарты CDIO. Разработка CDIO началась в конце 1990-х в США как ответ на недовольство работодателей тем, что университетское инженерное образование слишком отделилось от практики. Официально сообщество CDIO появилось в 2000 г. благодаря сотрудничеству Массачусетского технологического университета с тремя шведскими вузами — Технологическим университетом Чалмерса, Линкёпингским университетом и Королевским технологическим институтом.

Стандарты CDIO — это комплексный подход к инженерному образованию: набор общих принципов создания учебных программ, их материально-технического обеспечения, подбора и обучения преподавателей.

Декларируемая цель CDIO: инженер — выпускник вуза должен уметь придумать новый продукт или новую техническую идею, осуществлять все конструкторские работы по ее воплощению (или давать нужные указания тем, кто будет этим заниматься), внедрить в производство то, что получилось.

Предполагается, что CDIO можно внедрить в любом вузе, где ведется подготовка инженеров, причем MIT и Всемирная ассоциация CDIO готовы оказать в этом помощь. CDIO содержит необходимые методические материалы по изменению учебного процесса для администрации вуза и преподавателей. Кроме того, организуются семинары, ежегодно проводится международная конференция, где университеты — участники инициативы обсуждают свои достижения и дают советы коллегам, желающим к ней присоединиться...».

¹ *Crawley E.F., Malmqvist J., Jianzhong C., Brodeur D.R.* The Context in Engineering Education. URL: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_71994.pdf.

Как отмечает Р. Фелдер, новый контекст инженерного образования подразумевает, что студенты учатся создавать инженерный продукт с добавленной стоимостью в современной командной среде. Студент должен развиваться в этом контексте, и использовать его для постижения сути изучаемых явлений. Только в этом случае возможно достичь центральной идеи инженерной деятельности — находить решения, которые ранее не были предложены и которые несут пользу обществу.

Идея CDIO в том, чтобы вернуть инженерное образование в контекст инженерной практики, научиться выявлять и проектировать жизненный цикл продукта, процесса или системы, вписывать его в контекст окружающей среды.

Заметной стала работа Патрисии Гэлловой «Инженер XXI века: предложения реформы инженерного образования»¹. В работе автор отметила необходимость реформ и внедрения магистерской программы «Профессиональный инженерный менеджмент», так как текущий уровень подготовки инженеров-бакалавров позволяет считать данный уровень образования только «прединженерным» (pre-engineering degree). Инженеры-бакалавры в рамках ограниченного четырьмя годами срока обучения не получают необходимых навыков в области критического мышления, коммуникаций, лидерства либо приобретают эти навыки за счет уменьшения доли технических дисциплин. Выпускник-бакалавр, таким образом, недостаточно подготовлен к аналитической деятельности, которая является неотъемлемой составляющей деятельности полноценного инженера (подготовка отчетов, аналитических записок, выполнение обзоров, отраслевых исследований и т.п.).

¹ Galloway P.D. The 21st Century Engineer: A Proposal for Engineering Educational Reform // Civil Engineering. 2007. November. P. 46–51.

Выводы

- В большинстве развитых стран получение высшего образования является лишь одним из условий для вхождения в профессию инженера наряду с практическим опытом, сдачей профессиональных экзаменов, членством в профессиональных сообществах.

- Одной из тенденций, связанных с удовлетворением требований работодателей в отношении выпускников вузов, является аккредитация образовательных программ профессионально-общественными ассоциациями. Аналогичная тенденция наметилась и в России. Речь идет о процедурах согласования профессиональных компетенций работодателями и об использовании в новой редакции федеральных государственных образовательных стандартов требований профессиональных стандартов.

- Формы и методы инженерного образования переосмысливаются во многих странах в связи с изменившимися условиями деятельности, процессами глобализации и вызовами, стоящими перед человечеством. Вектор дискуссии и основных изменений направлен в сторону внедрения новой образовательной парадигмы, основанной на вовлечении студентов в выполнение командных инженерных проектов, развитии у них лидерских качеств, навыков критического мышления, способностей организовать работу проектной команды в кросс-культурной среде.

- Разрабатываются новые методики организации учебного процесса. Например, подход CDIO (Conceive — Design — Implement — Operate), что можно перевести как «задумай — спроектируй — реализуй (выполни) — управляй (эксплуатируй)», который представляет собой не только метод организации передачи знаний, но и способ выстраивания логики дисциплин в учебных планах программ бакалавриата и магистратуры.

2. Развитие профессионального инженерного образования в России

2.1. Дискуссия о совершенствовании образовательных программ

В нашей стране также идет дискуссия об эффективности реформы образования, о перспективах развития инженерного образования, в том числе в контексте разных уровней высшего образования. В данном параграфе мы сделаем небольшой обзор ряда источников, в которых содержится не только критика сложившейся в России системы образования, но и предложения по совершенствованию инженерного образования, которые могут быть использованы в работе технического вуза.

О.И. Казанин, К. Дребенштедт в статье «Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы»¹, наряду с анализом перспектив развития горного производства в России и мире, показывают роль профессиональных сообществ в развитии инженерного образования и стимулировании непрерывного профессионального развития горных инженеров. Авторы подчеркивают необходимость международной аккредитации образовательных программ и сертификации горных инженеров. Полезными являются сведения о международных организациях, выполняющих функции международной аккредитации инженерных образовательных программ.

Прежде всего, необходимо осознать, с какими проблемами придется работать инженерам в ближайшем будущем. Авторы

¹ Казанин О.И., Дребенштедт К. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 369—375.

обращают внимание на задачи развития технологий к 2030 г., которые сформулированы в отчете ООН по устойчивому развитию¹:

- непрерывное улучшение производства и потребления глобальных ресурсов и обеспечение экономического роста без деградации окружающей среды;
- достижение более высокого уровня экономической эффективности посредством диверсификации, совершенствования технологий и инноваций;
- обновление инфраструктуры и производств с целью сделать их устойчивыми, повысить эффективность использования ресурсов и расширить внедрение экологически чистых технологий и производственных процессов.

По оценкам разных ученых, в ближайшие 10 лет около 80% используемых сегодня технологий устареет, а более 80% работников будут иметь образование, полученное 10 лет назад.

Авторы отмечают большую роль профессиональных горных сообществ, таких как американское Общество горного дела, металлургии и геологоразведки (SME)², а также британский Институт материалов, минералов и горного дела (ИОМЗ)³, в обеспечении качества подготовки специалистов в области горного дела и стимулирования непрерывного профессионального развития. Профессиональные сообщества играют основную роль в разработке профессиональных стандартов для разных видов деятельности, что впоследствии находит отражение в образовательных стандартах и программах, реализуемых в университетах.

В сентябре 2015 г. в России была создана Национальная ассоциация горных инженеров⁴. Некоторые ее члены прошли необходимые процедуры и были сертифицированы ИОМЗ. Заключен договор о взаимном признании присваиваемых уровней и квалификаций между Ассоциацией и ИОМЗ.

В целом авторы делают вывод о большой важности для инженеров международного признания профессиональных ком-

¹ <https://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport>.

² <https://www.smenet.org>.

³ <http://www.iom3.org>.

⁴ <http://nami.spmi.ru>.

петенций. Несмотря на различия в системах подготовки горных инженеров в разных странах, общие требования к необходимым профессиональным компетенциям схожи.

В.В. Ельцов и В.Г. Доронкин в работе «О подготовке и сертификации профессионального инженера»¹ отмечают, что в нашей стране практически полностью отсутствует институт профессиональных инженеров, которые смогли бы модернизировать экономику региона, страны в целом и обеспечить ее конкурентоспособность на мировом уровне. По их мнению, в должностные обязанности современного инженера должны входить следующие виды деятельности:

- функционирование в рамках существующего производства с целью его устойчивого поддержания;
- проектирование новых объектов техники и технологий с целью развития производства;
- управление производством с целью его устойчивого поддержания, интенсивного развития и обеспечения конкурентоспособности.

Авторы также обращаются к вопросам подготовки и сертификации профессионального инженера, выделяя требование обеспечения мобильности в европейском и общемировом пространстве как один из приоритетов. Авторы приводят пример Вашингтонского соглашения, указывая на наличие профессиональной сети аккредитации инженерного образования. Одной из таких структур в Европе является Федерация национальных инженерных ассоциаций (FEANI), а в США — Совет по аккредитации в области техники и технологий (ABET).

Управление общеевропейской системой гарантии качества инженерного образования осуществляет Европейская сеть по аккредитации в области инженерного образования (The European Network for Accreditation of Engineering Education — ENAEE)². Критерии качества образовательных программ инженерной подготовки, разработанные ENAEE в проекте «EUR-

¹ Ельцов В.В., Доронкин В.Г. О подготовке и сертификации профессионального инженера // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика. Психология. 2016. № 2. С. 35—42.

² <http://www.enaee.eu>.

АСЕ», являются общепризнанными международными критериями. Стандарты EUR-ACE согласованы с регламентом Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, разработанным ENQA, и по сути представляют собой стандарты оценки инженерного образования с позиций Болонского процесса.

Комментарий 2 **Об Ассоциации инженерного образования России**

Ассоциация инженерного образования России является членом ENAEE и авторизована на присвоение программам по итогам аккредитации в соответствии с настоящими критериями Европейского знака качества инженерного образования EUR-ACE® Label с занесением программ в международные регистры ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education) и FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs). Выпускники образовательных программ, аккредитованных АИОР с EUR-ACE® Label, имеют преимущества при получении звания «европейский инженер» (EurIng) и European ENG Card.

С 2012 г. АИОР является действительным членом Вашингтонского соглашения — международного соглашения национальных агентств, аккредитующих инженерные программы.

Ввиду того, что АИОР является членом авторитетных международных организаций по аккредитации инженерных образовательных программ International Engineering Alliance и ENAEE, аккредитация образовательных программ, осуществляемая АИОР, считается международной и признается во всех странах, подписавших данное соглашение (<http://www.ieagrements.org>, <http://www.enaee.eu>).

Источник: <http://aeer.ru>.

Авторы отмечают, что модернизация федеральных государственных образовательных стандартов (версия ФГОС 3++) предусматривает процедуры внешней оценки качества, а именно: наряду с государственной аккредитацией должна проводиться профессионально-общественная и международная аккредитация образовательных программ.

А.И. Чучалин и М.С. Таюрская в статье «Применение ФГОС 3+ и международных стандартов инженерного образования при проектировании, реализации и оценке качества про-

грамм по техническим направлениям»¹ отмечают, что данные стандарты расширяют академические свободы вузов при проектировании и реализации образовательных программ, особенно в части структуры и содержания образования. Авторы предлагают использовать подход CDIO и критерии профессионально-общественной аккредитации АИОР, адаптировавшие опыт мировых лидеров инженерного образования. Рамочные установки ФГОС 3+ могут быть удачно дополнены положениями стандартов CDIO, что позволит управлять качеством образовательных программ в вузе на всех этапах их жизненного цикла. Авторы проводят сопоставление ФГОС3+ и стандартов CDIO.

В работе «Адаптация подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре»² А.И. Чучалин и Н.В. Данейкина выделяют необходимость адаптации подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре в области инженерного образования. В отличие от программ бакалавриата по техническим направлениям, имеющих целью подготовку выпускников к комплексной инженерной деятельности, программы магистратуры ориентируют выпускников в основном на инновационную инженерную деятельность для удовлетворения потребностей общества в продуктах, обладающих исключительно нужными и важными свойствами.

При формировании перечня планируемых результатов обучения в магистратуре вместо аббревиатуры CDIO предлагается использовать аббревиатуру FCDI (Forecast, Conceive, Design, Implement, или «прогнозируй — планируй — проектируй — реализуй»). Отсутствие Operate (эксплуатируй, управляй) в новой аббревиатуре указывает на то, что для магистров такой вид инженерной деятельности, как применение (эксплуатация и обслуживание) технических объектов, процессов и систем, не является приоритетным. Наличие элемента Forecast подчеркивает важность прогнозирования потенциальных потребностей общества в новой

¹ Чучалин А.И., Таюрская М.С. Применение ФГОС 3+ и международных стандартов инженерного образования при проектировании, реализации и оценке качества программ по техническим направлениям // Высшее образование в России. 2014. № 12. С. 71—80.

² Чучалин А.И., Данейкина Н.В. Адаптация подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре // Высшее образование в России. 2017. № 4. С. 17—25.

технике и технологиях в процессе инновационной инженерной деятельности. Таким образом, при разработке образовательных программ магистратуры модель «4П» будет означать «прогнозирование, планирование, проектирование, производство».

Авторы сопоставляют стандарты для программ бакалавриата, магистратуры и аспирантуры (в табл. 2 приведено сравнение на примере бакалавриата и магистратуры). К слову, для аспирантуры авторы предлагают подход FFCD (Foresight, Forecast, Conceive, Design — предвидение, прогнозирование, планирование, проектирование).

Таблица 2

Стандарты для программ бакалавриата и магистратуры на базе внедрения стандартов CDIO и FCDI¹

Бакалавриат — CDIO standards	Магистратура — FCDI standards
<p>Стандарт 1</p> <p>Контекст инженерного образования</p> <p>Жизненный цикл <i>создания и реализации продуктов</i>, процессов и систем «планирование — проектирование — производство — применение» является контекстом базового инженерного образования первого уровня (<i>бакалавриат</i>)</p>	<p>Стандарт 1</p> <p>Контекст инженерного образования</p> <p>Жизненный цикл <i>разработки и создания инновационных продуктов</i>, процессов и систем «прогнозирование — планирование — проектирование — производство» является контекстом инженерного образования второго уровня (<i>магистратура</i>)</p>
<p>Стандарт 2</p> <p>Результаты обучения CDIO</p> <p>Детализированы и согласованы с заинтересованными сторонами планируемые результаты обучения для развития личностных и межличностных компетенций, <i>способностей создания и реализации</i> продуктов, процессов и систем, а также для приобретения <i>дисциплинарных знаний</i>, соответствующих целям программы</p>	<p>Стандарт 2</p> <p>Результаты обучения FCDI</p> <p>Детализированы и согласованы с заинтересованными сторонами планируемые результаты обучения для развития личностных и межличностных компетенций, <i>способностей разработки и создания инновационных</i> продуктов, процессов и систем, а также для приобретения <i>междисциплинарных знаний и педагогических навыков</i>, соответствующих целям программы</p>

¹ Чучалин А.И., Данейкина Н.В. Адаптация подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре // Высшее образование в России. 2017. № 4. С. 21—23.

Продолжение табл. 2

Бакалавриат — CDIO standards	Магистратура — FCDI standards
<p align="center">Стандарт 3</p> <p align="center">Интегрированный учебный план</p> <p>Учебный план содержит <i>взаимосвязанные дисциплины</i> и предполагает интеграцию личностных и межличностных компетенций, а также <i>способностей создания и применения</i> продуктов, объектов, процессов и систем</p>	<p align="center">Стандарт 3</p> <p align="center">Интегрированный учебный план</p> <p>Учебный план содержит <i>взаимосвязанные междисциплинарные курсы</i>, предполагает <i>инновационную и педагогическую деятельность</i> и интеграцию личностных и межличностных компетенций, а также <i>способностей создания научных основ для разработки и проектирования инновационных продуктов, процессов и систем с применением методов технологического форсайта</i></p>
<p align="center">Стандарт 4</p> <p align="center">Введение в инженерную деятельность</p> <p>В учебный план включен <i>вводный курс</i>, создающий основу для инженерной практики создания и реализации продуктов, процессов и систем и формирования личностных и межличностных компетенций</p>	<p align="center">Стандарт 4</p> <p align="center">Введение в инновационную инженерную деятельность</p> <p>В учебный план включен <i>вводный практикум по разработке и созданию инновационных продуктов</i>, процессов и систем <i>на основе прогнозирования потребностей заинтересованных сторон</i></p>
<p align="center">Стандарт 5</p> <p align="center">Опыт проектно-внедренческой деятельности</p> <p>Учебный план включает <i>два и более проекта</i>, предусматривающих приобретение опыта проектно-внедренческой деятельности, один — на базовом уровне и один — на продвинутом уровне</p>	<p align="center">Стандарт 5</p> <p align="center">Опыт инновационной проектной деятельности</p> <p>Учебный план включает <i>проекты</i>, предусматривающие приобретение опыта инновационной инженерной деятельности, включая <i>прогнозирование потребностей заинтересованных сторон</i>, а также <i>опыт педагогической деятельности</i></p>
<p align="center">Стандарт 6</p> <p align="center">Рабочее пространство для инженерной деятельности</p> <p>Наличие рабочего пространства для инженерной деятельности и лабораторий, которые <i>способствуют практическому освоению методов создания и реализации продуктов, процессов и систем, получению дисциплинарных знаний и изучению социальных аспектов</i></p>	<p align="center">Стандарт 6</p> <p align="center">Рабочее пространство для инновационной инженерной деятельности</p> <p>Наличие рабочего пространства и лабораторий для инновационной инженерной деятельности, разработки и создания новых продуктов, процессов и систем <i>на основе прогнозирования потребностей заинтересованных сторон</i></p>

Продолжение табл. 2

Бакалавриат — CDIO standards	Магистратура — FCDI standards
<p align="center">Стандарт 7 Интегрированное обучение</p> <p>Опыт интегрированного обучения способствует формированию <i>дисциплинарных знаний</i>, личностных и межличностных компетенций, способностей <i>создания и реализации продуктов, процессов и систем</i></p>	<p align="center">Стандарт 7 Интегрированное обучение</p> <p>Опыт интегрированного обучения способствует формированию <i>междисциплинарных знаний</i>, личностных и межличностных компетенций, способностей <i>разработки и создания инновационных продуктов, процессов и систем</i></p>
<p align="center">Стандарт 8 Активные методы обучения</p> <p>Преподавание и обучение на основе <i>активных и практико-ориентированных методов</i></p>	<p align="center">Стандарт 8 Активные методы обучения</p> <p>Преподавание и обучение на основе <i>активных и инновационных методов</i></p>
<p align="center">Стандарт 9 Совершенствование CDIO-компетенций преподавателей</p> <p>Наличие мероприятий, позволяющих повысить компетентность преподавателей в области <i>личностных и межличностных компетенций, а также навыков создания и реализации продуктов, процессов и систем</i></p>	<p align="center">Стандарт 9 Совершенствование FCDI-компетенций преподавателей</p> <p>Наличие мероприятий, позволяющих повысить компетентность преподавателей в области <i>разработки и создания инновационных продуктов, процессов и систем на основе прогнозирования потребностей заинтересованных сторон</i></p>
<p align="center">Стандарт 10 Совершенствование педагогических компетенций преподавателей</p> <p>Наличие мероприятий, позволяющих повысить педагогические компетенции преподавателей по использованию <i>активных и практико-ориентированных методов обучения</i> и оценке результатов при интегрированном обучении</p>	<p align="center">Стандарт 10 Совершенствование педагогических компетенций преподавателей</p> <p>Наличие мероприятий, позволяющих повысить педагогические компетенции преподавателей по использованию <i>активных и инновационных методов обучения</i> и оценке результатов при интегрированном обучении</p>

Бакалавриат — CDIO standards	Магистратура — FCDI standards
<p>Стандарт 11</p> <p>Оценка результатов обучения</p> <p>Оценка личностных и межличностных компетенций, <i>способностей создания и реализации продуктов, процессов и систем</i>, а также <i>дисциплинарных знаний студентов</i></p>	<p>Стандарт 11</p> <p>Оценка результатов обучения</p> <p>Оценка личностных и межличностных компетенций, <i>способностей разработки и создания инновационных продуктов, процессов и систем на основе прогнозирования потребностей заинтересованных сторон</i>, а также <i>междисциплинарных знаний магистрантов</i></p>
<p>Стандарт 12</p> <p>Оценка программы</p> <p>Наличие системы оценки соответствия программы требованиям и рекомендациям <i>CDIO Standards</i>, обеспечения обратной связи преподавателей <i>со студентами</i> и другими заинтересованными сторонами в целях непрерывного совершенствования программы</p>	<p>Стандарт 12</p> <p>Оценка программы</p> <p>Наличие системы оценки соответствия программы требованиям и рекомендациям <i>FCDI Standards</i>, обеспечения обратной связи преподавателей <i>с магистрантами</i> и другими заинтересованными сторонами в целях непрерывного совершенствования программы</p>

2.2. Основные требования для международной аккредитации программ магистратуры¹

В методических материалах АИОР² отмечается, что критерии предусматривают единый подход к профессионально-общественной аккредитации образовательных программ различных уровней, что стимулирует согласованность и преемственность образовательных программ для создания в России единого пространства инженерно-технического образования, соответствующего мировой практике.

Критерии АИОР (прил. 2) разработаны для оценки и подтверждения качества программ подготовки выпускников обра-

¹ Материал данного параграфа подготовлен на основе методического руководства АИОР «Критерии аккредитации образовательных программ высшего образования (квалификация: магистр)». URL: http://aeer.ru/ru/form_and_docs.htm.

² http://aeer.ru/ru/form_and_docs.htm.

зовательных организаций среднего профессионального и высшего образования к практической технической деятельности (квалификация «техник»), комплексной инженерной деятельности (квалификация «бакалавр» и «специалист») и инновационной инженерной деятельности (квалификация «магистр») на уровне требований профессиональных стандартов, инженерного сообщества, рынка труда и международных требований к компетенциям специалистов в области техники и технологий.

Необходимым условием аккредитации образовательной программы является подтверждение достижения планируемых результатов обучения всеми выпускниками, а также их готовность к профессиональной деятельности в соответствии с целями программы.

Цели образовательной программы формулируются образовательной организацией, реализующей программу, и должны быть согласованы с миссией организации. Результаты обучения должны быть спланированы исходя из целей образовательной программы, согласованы с работодателями и другими заинтересованными сторонами. Для аккредитации программы цели и результаты должны соответствовать требованиям федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) или образовательного стандарта организации (ОСО), а также требованиям АИОР.

К профессионально-общественной аккредитации принимаются лицензированные образовательные программы, имеющие государственную аккредитацию. В соответствии с требованиями ФГОС содержание образовательных программ высшего образования оценивается в зачетных единицах — кредитах European Credit Transfer System (ECTS), рекомендованных в рамках Боннского процесса.

Образовательная программа может быть аккредитована АИОР только при условии ее соответствия всем представленным ниже критериям. Перечень критериев профессионально-общественной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий включает:

1. Цели программы и результаты обучения.
2. Содержание программы.

3. Организация учебного процесса.
4. Преподаватели/профессорско-преподавательский состав.
5. Подготовка к профессиональной деятельности.
6. Ресурсы программы.
7. Выпускники.

Критерии устанавливают различные уровни требований:

- «*должен*» означает требование, выполнение которого обязательно для аккредитации программы;
- «*рекомендован*» означает требование, выполнение которого желательно для аккредитации программы;
- «*важный фактор*» означает требование, выполнение которого рассматривается как преимущество при принятии аккредитационного решения;
- «*может*» применяется там, где приводятся примеры вариантов выполнения критерия.

По основным образовательным программам магистратуры осуществляется подготовка к инновационной инженерной деятельности.

Инновационная инженерная деятельность направлена на разработку и создание *новой техники и технологий*, особо востребованных и конкурентоспособных, обеспечивающих *новый социальный* и (или) *экономический* эффект. Инновационная инженерная деятельность является многоуровневой и междисциплинарной, она основана на *глубоких* фундаментальных и прикладных знаниях, анализе и синтезе характеристик технических объектов, систем и технологических процессов с помощью математических моделей *высокого уровня*.

Важным для инновационной инженерной деятельности является умение ставить *сложный* многофакторный *эксперимент*, *формулировать выводы* в условиях *неоднозначности* с применением *глубоких* знаний и *оригинальных* методов для достижения требуемых результатов. Необходим опыт проектирования технических объектов, систем и технологических процессов в условиях *жестких* экономических, экологических, социальных и других ограничений.

Инновационная инженерная деятельность предполагает развитые *лидерские качества*, знания в области *проектного* и *финан-*

сового менеджмента, необходимые для управления проектами с ответственностью за полученные результаты. Магистр, занимающийся инновационной деятельностью, должен постоянно пополнять свой багаж фундаментальных и прикладных профессиональных знаний, совершенствовать умения и накапливать опыт создания технических объектов, систем и технологических процессов, соответствующих *существующим и перспективным* потребностям.

Подготовка к инновационной инженерной деятельности осуществляется по основным образовательным программам, которые могут быть *ориентированы* на научно-исследовательскую, проектно-конструкторскую, производственно-технологическую, организационно-управленческую и другие виды деятельности.

Выводы

- Российские авторы, как и зарубежные, отмечают *необходимость совершенствования инженерного образования с учетом вызовов современности*, а также целесообразность профессионально-общественной аккредитации образовательных программ, в том числе на международном уровне.

- Интересный подход к формированию содержательной части программ инженерной подготовки бакалавров и магистров содержится в работах А.И. Чучалина, М.С. Таюрской. Авторы предлагают *модифицированный для магистратуры подход CDIO, который ориентирован на подготовку магистров для инновационной инженерной деятельности*.

- Ассоциацией инженерного образования России разработан ряд методических материалов по аккредитации образовательных программ высшего образования (в том числе уровня магистратуры). Установлены перечни критериев профессионально-общественной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий, а также различные уровни требований, выполнение которых носит обязательный или рекомендательный характер для аккредитации программы (прил. 2).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Apelian D. Quality Assurance of Engineering Education in the 21st Century // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 41–50.

O'Brien J. Engineering Design in Undergraduate Curricula: A CEAB Accreditation Perspective // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 67–78.

Crawley E.F., Malmqvist J., Jianzhong C., Brodeur D.R. The Context in Engineering Education. URL: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_71994.pdf.

Felder R.M. Engineering Education: A Tale of Two Paradigms. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/TwoParadigms.pdf>.

Galloway P.D. The 21st Century Engineer: A Proposal For Engineering Educational Reform // Civil Engineering. 2007. November. P. 46–51.

Nasr K.J. Quality Assurance and Accreditation of Engineering Programs for a Modern World // Journal IDEAS. 2011. No. 17. P. 51–66.

Казанин О.И., Дребенштедт К. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С.369–375.

Ельцов В.В., Доронкин В.Г. О подготовке и сертификации профессионального инженера // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика. Психология. 2016. № 2. С. 35–42.

Чучалин А.И., Таюрская М.С. Применение ФГОС 3+ и международных стандартов инженерного образования при проектировании, реализации и оценке качества программ по техническим направлениям // Высшее образование в России. 2014. № 12. С. 71–80.

Чучалин А.И., Данейкина Н.В. Адаптация подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре // Высшее образование в России. 2017. № 4. С. 17–25.

Сайты

<https://www.cesb.org> — Совет по инженерным специальностям и науке (The Council of Engineering and Scientific Specialty Boards — CESSB), США.

<http://www.abet.org> — Совет по аккредитации по инженерному делу и технологиям (Accreditation Board for Engineering and Technology — ABET), США.

<https://ncees.org> — Национальный экзаменационный совет (National Council of Examiners for Engineering and Surveying — NCEES), США.

<https://www.smenet.org> — Общество горного дела, металлургии и геологоразведки (SME), США.

<https://engineerscanada.ca> — Национальная ассоциация «Инженеры Канады» (Engineers Canada).

<https://www.engc.org.uk> — Инженерный совет (Engineering Council), Великобритания.

<http://www.iom3.org> — Институт материалов, минералов и горного дела (Institute of Materials, Minerals and Mining — IOM3), Великобритания.

<https://www.feani.org> — Европейская федерация национальных инженерных ассоциаций (European Federation of National Engineering Associations — FEANI).

<http://eureta.org> — Европейская ассоциация практико-ориентированных профессионалов с высшим образованием (European Association of Practice-oriented Professionals with Higher Education — EurEta).

<http://aeer.ru> — общероссийская общественная организация «Ассоциация инженерного образования России».

<http://nami.spmi.ru> — Национальная ассоциация горных инженеров.

12 ключевых стандартов CDIO¹

Стандарт 1. Утверждает, что создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла «задумка — проектирование — реализация — управление» является общим контекстом развития инженерного образования.

Стандарт 2. Говорит о том, что необходимо четкое, подробное описание приобретенных личностных, межличностных и профессиональных компетенций в создании продуктов и систем, соответствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы.

Стандарт 3. Требуется, чтобы учебный план включал в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и был нацелен на интегрирование в преподавании личностных, межличностных компетенций, а также компетенций создавать продукты и системы.

Стандарт 4. Предполагает наличие вводного курса, который бы закладывал основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и был нацелен на обучение основным личностным и межличностным компетенциям.

Стандарт 5. Нацеливает на то, чтобы в процессе обучения студент участвовал как минимум в двух учебно-практических заданиях по проектированию и созданию изделий, одно из которых он бы выполнял на начальном уровне, а второе — на продвинутом уровне.

Стандарт 6. Связан с учебными помещениями, в которых была бы возможна организация практического подхода к обуче-

¹ Источник: <http://cdiorussia.ru>.

нию навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения.

Стандарт 7. Обязывает, чтобы учебные задания носили интегрированный характер. Выполняя их, студенты осваивали бы дисциплинарные знания, а также личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы.

Стандарт 8. Говорит о необходимости организации обучения, основанного на активном практическом подходе.

Стандарты 9 и 10. Требуют от профессорско-преподавательского состава повышения их педагогических способностей и компетентности в навыках CDIO.

Стандарт 11. Предполагает, что будет разработана система оценки успеваемости студентов в процессе усвоения дисциплинарных знаний, личностных, межличностных компетенций, а также система оценки способности студента создавать продукты и системы.

Стандарт 12. Связан с оценкой образовательной программы всеми ключевыми субъектами: студентами, преподавателями, представителями бизнес-сообществ и другими — с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса.

Критерии оценки программы подготовки магистров при проведении профессионально-общественной аккредитации¹

Критерий	Содержание
1. Цели программы и результаты обучения	<p>1.1. Образовательная программа должна иметь:</p> <p>1.1.1. Четко сформулированные и документированные цели, согласующиеся с миссией образовательной организации, требованиями ФГОС (ОСО), запросами работодателей и других заинтересованных сторон.</p> <p>1.1.2. Эффективный механизм достижения и корректировки целей.</p> <p>1.2. Цели образовательной программы должны быть опубликованы, доступны всем заинтересованным сторонам и разделяться коллективами подразделений, участвующих в реализации программы.</p> <p>1.3. Образовательная программа должна иметь четко сформулированные и документированные результаты обучения, согласующиеся с целями образовательной программы.</p> <p>1.3.1. Результаты обучения должны быть сформулированы в виде планируемых компетенций выпускников, соответствующих требованиям ФГОС (ОСО) по данному направлению и профилю подготовки, профессиональным стандартам, запросам рынка труда и критерию 5 АИОР.</p> <p>1.3.2. <i>Результаты обучения должны соответствовать подготовке магистров к инновационной инженерной деятельности при реализации цикла инновационных продуктов, процессов и систем: планирование — проектирование — производство — применение</i></p>

¹ Источник: http://aeer.ru/ru/form_and_docs.htm.

Критерий	Содержание
2. Содержание программы	<p>2.1. В соответствии с требованиями ФГОС содержание образовательных программ оценивается в зачетных единицах — кредитах European Credit Transfer System (ECTS), рекомендованных в рамках Болонского процесса. Содержание образовательной программы должно соответствовать не менее чем 120 кредитам ECTS.</p> <p>2.2. Учебный план и рабочие программы дисциплин (модулей) должны соответствовать целям образовательной программы и обеспечивать достижение результатов обучения всеми выпускниками программы.</p> <p>2.3. Учебный план должен содержать углубленные дисциплины и междисциплинарные модули, обеспечивающие интеграцию приобретения выпускниками профессиональных и универсальных, в том числе личностных и межличностных компетенций, а также опыта создания новых технических объектов, процессов и систем.</p> <p>2.4. Учебный план должен включать естественно-научные и математические дисциплины, обеспечивающие углубленную фундаментальную подготовку и дающие основу для приобретения профессиональных компетенций магистра в области техники и технологий.</p> <p>2.4.1. Рекомендуемый объем углубленных естественно-научных и математических дисциплин — 12–15 кредитов ECTS.</p> <p>2.4.2. Естественно-научная подготовка должна обеспечить глубокое знание и понимание явлений и законов природы и умение применять их в инновационной инженерной деятельности.</p> <p>2.4.3. Математическая подготовка должна сформировать умение применять математические методы и сложные модели для решения инновационных инженерных проблем.</p> <p>2.5. Гуманитарные и социально-экономические дисциплины должны способствовать формированию развитых компетенций в области коммуникации, лидерства, проектного и финансового менеджмента, а также приверженности к обеспечению безопасности труда, охраны здоровья и устойчивого развития.</p>

Критерий	Содержание
	<p>2.6. Профессиональные дисциплины, междисциплинарные модули, научно-исследовательская работа, проектирование и практика должны обеспечить необходимую глубину подготовки к инновационной инженерной деятельности в соответствии с целями образовательной программы.</p> <p>2.6.1. Рекомендуемый объем углубленных профессиональных дисциплин и междисциплинарных модулей — не менее 30 кредитов ECTS.</p> <p>2.6.2. Содержание инженерных дисциплин должно соответствовать высокому уровню естественно-научной и математической подготовки и обеспечивать умение применять ее в инженерной практике.</p> <p>2.7. Обязательным компонентом программы является практика и выполнение научно-исследовательской и (или) проектно-конструкторской работы в общем объеме не менее 50 кредитов ECTS.</p> <p>2.8. Образовательная программа должна завершаться выполнением выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации)</p>
3. Организация учебного процесса	<p>3.1. Студенты, принимаемые на программу, должны иметь как минимум квалификацию бакалавра.</p> <p>3.2. Студенты должны иметь достаточный уровень естественно-научных и математических знаний, необходимых для освоения образовательной программы.</p> <p>3.3. Учебный процесс должен обеспечивать достижение результатов обучения всеми студентами. Образовательная программа должна иметь механизм непрерывного контроля выполнения учебного плана и достижения студентами запланированных результатов обучения, а также эффективную обратную связь для совершенствования содержания и технологий учебного процесса.</p> <p>3.4. Важным фактором является применение активных технологий обучения и организация самостоятельной работы студентов с использованием открытых образовательных ресурсов, в том числе размещенных на интернет-сайте организации.</p>

Критерий	Содержание
	<p>3.5. Важным фактором является наличие в образовательной организации лично ориентированной образовательной среды и участие студентов в формировании индивидуальных учебных планов.</p> <p>3.6. Важным фактором является академическая мобильность, предусматривающая изучение студентами ряда дисциплин (модулей) учебного плана, выполнение научных исследований, прохождение практик и стажировок в других образовательных и научных организациях, а также на предприятиях страны и (или) за рубежом</p>
<p>4. Профессорско-преподавательский состав</p>	<p>4.1. Профессорско-преподавательский состав (ППС) должен быть представлен специалистами во всех областях знаний, охватываемых образовательной программой.</p> <p>4.2. Преподаватели должны иметь достаточный уровень квалификации.</p> <p>4.2.1. Преподаватели должны иметь соответствующее базовое образование и систематически повышать свою квалификацию путем освоения программ дополнительного образования, прохождения предметных стажировок и совершенствования своего педагогического мастерства.</p> <p>4.2.2. Важным фактором является наличие у преподавателей опыта работы в соответствующей отрасли промышленности, выполнения инновационных инженерных и исследовательских проектов.</p> <p>4.2.3. Преподаватели должны быть вовлечены в совершенствование образовательной программы в целом и ее отдельных дисциплин.</p> <p>4.2.4. Важным фактором является участие преподавателей в профессиональных обществах, получение ими наград, стипендий и грантов.</p> <p>4.2.5. Важным фактором является наличие среди преподавателей членов академий и лауреатов различных премий.</p> <p>4.2.6. Важным фактором является привлечение к учебному процессу представителей промышленности, сотрудников научных и проектных организаций.</p>

Критерий	Содержание
	<p>4.3. Количество преподавателей, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук, должно составлять не менее 80% от общего количества ППС, участвующего в реализации образовательной программы.</p> <p>4.4. Преподаватели должны активно заниматься научно-исследовательской, проектно-конструкторской и научно-методической работой, что подтверждается соответствующими отчетами, докладами на научных и методических конференциях, публикацией не менее двух научных и (или) методических работ за год в ведущих высокоцитируемых изданиях.</p> <p>4.5. Каждый преподаватель должен знать и уметь обосновать место своей дисциплины (модуля) в учебном плане, ее взаимосвязь с предшествующими и последующими дисциплинами, понимать значение и роль своей дисциплины в образовательной программе.</p> <p>4.6. Текущесть преподавателей, участвующих в реализации образовательной программы, не должна превышать 40% за аккредитационный период</p>
<p>5. Подготовка к профессиональной деятельности</p>	<p>5.1. Подготовка выпускников программы к профессиональной деятельности должна осуществляться в течение всего периода обучения. Опыт инновационной инженерной деятельности должен формироваться в процессе освоения междисциплинарных модулей образовательной программы, проведения научных исследований, прохождения практик, выполнения курсовых проектов и выпускной квалификационной работы.</p> <p>Важным фактором является наличие у студентов портфолио, где отражаются результаты учебной, научной и других видов деятельности, участие в различных конкурсах, олимпиадах и других мероприятиях.</p> <p>Программа должна обеспечивать достижение всеми выпускниками результатов обучения, согласованных с профессиональными стандартами и необходимых для профессиональной деятельности.</p> <p>Выпускники магистерской программы должны демонстрировать следующие результаты обучения.</p>

Критерий	Содержание
	<p>5.2. Профессиональные компетенции:</p> <p>5.2.1. <i>Применение фундаментальных знаний.</i> Применение глубоких математических, естественно-научных, гуманитарных, социально-экономических и технических знаний в междисциплинарном контексте для решения инновационных инженерных проблем, соответствующих направлению подготовки.</p> <p>5.2.2. <i>Инженерный анализ.</i> Постановка и решение инновационных задач инженерного анализа, соответствующих направлению подготовки, с использованием глубоких фундаментальных знаний, аналитических методов и сложных моделей.</p> <p>5.2.3. <i>Инженерное проектирование.</i> Выполнение инновационных инженерных проектов технических объектов, систем и технологических процессов, соответствующих направлению подготовки с учетом жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений.</p> <p>5.2.4. <i>Исследования.</i> Проведение исследований при решении инновационных инженерных проблем, соответствующих направлению подготовки, включая постановку сложного эксперимента, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких знаний и оригинальных методов.</p> <p>5.2.5. <i>Инженерная практика.</i> Создание и применение необходимых ресурсов и методов, включая прогнозирование и моделирование, современных технических и ИТ-средств решения инновационных инженерных проблем, соответствующих направлению подготовки, с учетом жестких ограничений.</p> <p>5.2.6. <i>Специализация и ориентация на рынок труда.</i> Демонстрация компетенций, связанных с особенностью проблем, объектов и видов инновационной инженерной деятельности, соответствующей направлению и профилю подготовки, на предприятиях и в организациях — потенциальных работодателях.</p>

Критерий	Содержание
	<p>5.3. Универсальные компетенции:</p> <p>5.3.1. <i>Менеджмент.</i> Использование знаний в области проектного и финансового менеджмента для управления инновационной инженерной деятельностью, соответствующей направлению подготовки.</p> <p>5.3.2. <i>Коммуникация.</i> Эффективная коммуникация, в том числе на иностранном языке, в профессиональной среде и в обществе, разработка документации, презентация и защита результатов инновационной инженерной деятельности, соответствующей направлению подготовки.</p> <p>5.3.3. <i>Индивидуальная и командная работа.</i> Эффективная индивидуальная работа и работа в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении инновационных инженерных проблем, соответствующих направлению подготовки.</p> <p>5.3.4. <i>Профессиональная этика.</i> Личная ответственность и приверженность нормам профессиональной этики в инновационной инженерной деятельности.</p> <p>5.3.5. <i>Социальная ответственность.</i> Инновационная инженерная деятельность по направлению и профилю подготовки с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, социальная ответственность за принимаемые решения, обеспечение устойчивого развития.</p> <p>5.3.6. <i>Образование в течение всей жизни.</i> Осознание необходимости и способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</p> <p>5.4. Образовательная организация развивает и дополняет представленные выше требования к профессиональным и универсальным компетенциям выпускников магистратуры в области техники и технологий планируемыми результатами обучения, соответствующими направлению и профилю подготовки, а также требованиям профессиональных стандартов.</p>

Критерий	Содержание
	<p>5.5. В образовательной организации должен существовать механизм оценивания результатов обучения по программе в целом и отдельным дисциплинам (модулям), а также документы, подтверждающие их достижение. Данные, получаемые при помощи этого механизма, должны использоваться для совершенствования образовательной программы и учебного процесса</p>
<p>6. Ресурсы программы</p>	<p>6.1. Материальное, информационное и финансовое обеспечение образовательной программы должно быть не ниже лицензионных показателей и соответствовать целям образовательной программы.</p> <p>6.2. Образовательная организация должна иметь библиотеку, содержащую необходимые для обучения материалы, в том числе учебную, техническую и справочную литературу, а также периодические издания.</p> <p>6.3. Важным фактором является наличие интернет-доступа преподавателей и студентов к мировым информационным ресурсам, в том числе к отечественным и зарубежным базам данных новейших научных публикаций, а также к отечественным и зарубежным базам данных результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>6.4. Студенты должны иметь достаточные возможности для самостоятельной учебной и исследовательской работы, том числе с использованием открытых образовательных ресурсов, размещенных на интернет-сайте организации.</p> <p>6.5. Образовательная организация должна иметь достаточно ресурсов (аудиторий, оборудования, инструмента и др.) для обеспечения научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности студентов, приобретения ими практического опыта создания инновационных технических объектов и систем, в том числе при работе в команде.</p> <p>6.6. Финансовая и административная политика образовательной организации должна быть направлена на повышение качества ресурсного обеспечения образовательной программы, постоянное развитие компетенций преподавателей и повышение квалификации учебно-вспомогательного персонала.</p>

Критерий	Содержание
	6.7. Управление образовательной организацией должно быть эффективным и способствовать реализации образовательной программы. Важным фактором является наличие в образовательной организации современной системы менеджмента качества
7. Выпускники	<p>7.1. Необходимым условием для аккредитации программы является наличие как минимум одного выпуска по данной программе. В образовательной организации должна существовать система изучения рынка труда, востребованности программ подготовки магистров в области техники и технологий по соответствующему направлению и профилям, а также система содействия трудоустройству и сопровождения карьеры выпускников, в особенности в течение первых 3–5 лет после окончания программы. Важным фактором является мониторинг сертификации профессиональных квалификаций выпускников образовательной организации, освоивших аккредитуемую программу.</p> <p>7.2. Данные, полученные при помощи этой системы, должны использоваться образовательной организацией для корректировки целей и планируемых результатов обучения, дальнейшего совершенствования образовательной программы</p>

*Библиотека руководителя магистерской программы
Выпуск 3*

Учебно-методическое издание

Котляров Максим Александрович

ЭФФЕКТИВНАЯ МАГИСТРАТУРА

**Образование и профессия:
инженерные и технические специальности**

Ответственный за выпуск *М.А. Котляров*

Подписано в печать 16.02.2018.

Бумага писчая. Формат 60 × 84/16.

Гарнитура Ньютон. Печать на ризографе.

Уч.-изд. л. 2,2. Усл. печ. л. 2,79. Печ. л. 3,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ