



Горное образование: традиции и перспективы в XXI веке

УДК 378.22:622

ГОРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В XXI ВЕКЕ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

О.И.КАЗАНИН¹, К.ДРЕБЕНШТЕДТ²,

¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Фрайбергская горная академия, Фрайберг, Германия

Приведен анализ перспектив развития горного производства в мире, сформулированы требования к горным технологиям, а также основные тенденции технологического развития минерально-сырьевого комплекса. Показана роль горного дела и профессионального образования как необходимых составляющих устойчивого развития территорий. Сформулированы глобальные вызовы, которые необходимо учитывать при формировании общих подходов к развитию горного образования. Проанализированы особенности профессионального горного образования в России, Германии, США и других ведущих горнодобывающих странах. Рассмотрены профессиональные стандарты горных инженеров в разных странах мира, их связь с образовательными стандартами. Показана роль профессиональных сообществ в развитии профессионального образования и стимулировании непрерывного профессионального развития горных инженеров. Отмечена необходимость международной интеграции по вопросам подготовки и непрерывного профессионального развития специалистов в области горного дела, а также международной аккредитации образовательных программ и сертификации горных инженеров. Представлены данные о международных организациях, выполняющих функции международной аккредитации инженерных образовательных программ, истории их создания и роли в условиях глобализации экономики. Приведены положительные примеры международного сотрудничества и современных интеграционных процессов среди университетов с целью унификации требований и совершенствования систем подготовки и непрерывного профессионального развития горных инженеров.

Ключевые слова: горное дело, профессиональное образование, университеты, образовательные программы, непрерывное профессиональное развитие, международное сотрудничество

Как цитировать эту статью: Казанин О.И. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы / О.И.Казанин, К.Дребенштедт // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 369-375. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.369

Введение. Темпы добычи и потребления минерального сырья в мире непрерывно возрастают. С ежегодным ростом народонаселения планеты на 1,0-1,3 % объемы добычи минерального сырья повышаются на 0,6-1,5 % [1]. Горное дело является неотъемлемой частью мировой экономики, где трудятся миллионы человек и ежегодно производится продукции на сотни миллиардов долларов. Россия по запасам целого ряда твердых полезных ископаемых занимает лидирующее положение в мире, а горное дело является одной из основных отраслей экономики и подобная тенденция сохранится на ближайшие десятилетия. Для стран Европы несмотря на развитие технологий рециркуляции (утилизации и повторного использования металлов), а также достижений в материаловедении, позволяющих заменить минералы альтернативными материалами, характерна растущая зависимость от импорта руд стратегических металлов [4]. Это заставляет задумываться о добыче минеральных ресурсов в условиях, которые еще несколько лет назад считались слишком сложными для эффективного горного производства (большая глубина, высокая температура, низкое содержание полезных компонентов, добыча полезных ископаемых с морского дна и пр.). Обеспечение экономически и экологически эффективной добычи минерального сырья в таких условиях требует новых технических и технологических решений во всей цепочке технологических переделов (добыча – потребление – утилизация отходов), а также квалифицированных кадров.

Методы исследований. Анализ и обобщение информации из литературных источников, веб-сайтов университетов, горных компаний и организаций по вопросам развития минерально-сырьевого комплекса, горных технологий, профессионального горного образования, международного признания компетенций и квалификаций горных инженеров, международного сотрудничества университетов.

Результаты исследований. *Современные вызовы к горным технологиям и подготовке кадров.* Горное дело во всем мире направлено на безопасное, экономически и экологически эффективное извлечение и переработку полезных ископаемых, обеспечивающих устойчивое



территориальное развитие. Горное дело представляет широкий спектр вариантов построения карьеры, высокий уровень оплаты, возможности профессионального роста. Это во многом предопределяет привлекательность профессии горного инженера, схожесть в ключевых направлениях развития горных технологий, а также системах подготовки кадров в ведущих горнодобывающих странах мира.

Задачи развития технологий к 2030 г. сформулированы в отчете ООН по устойчивому развитию 2016 г. [12]:

- 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.

Развитие горных технологий соответствует обозначенным целям, базируется на внедрении современных информационных (IT и IoT) технологий в процессы проектирования и производства горных работ, результатов междисциплинарных исследований в области добычи и потребления минерального сырья, автоматизации производства, защиты окружающей среды. Современные горные предприятия являются капиталоемкими, высокотехнологичными сложными производственными системами, в технологических звеньях которых применяется оборудование стоимостью десятки миллионов долларов. Значительная часть горных предприятий отнесена к опасным производственным объектам. В сочетании с обострением международной конкуренции, стремительными темпами развития технологий это приводит к росту требований к качеству трудовых ресурсов (особенно инженерного корпуса), необходимостью непрерывного обновления знаний, умений и навыков.

В то же время, по оценкам разных ученых, в ближайшие 10 лет около 80 % используемых сегодня технологий устареет, а более 80 % работников будет иметь образование, полученное более 10 лет назад. С учетом глобального характера обозначенных проблем существенно возрастает роль интеграционных процессов как в области научных исследований по ключевым вопросам развития горных технологий, так и в сфере профессионального горного образования, международной аккредитации образовательных программ, а также сертификации компетенций специалистов горной отрасли. Международное признание профессиональных компетенций является чрезвычайно важным для работы инженеров в условиях глобальной экономики.

Анализ систем профессионального горного образования. В университетах европейских стран, а также США, Канады, Австралии реализуется многоуровневая система горного образования: бакалавр – магистр – доктор философии. Кроме того, широко развита система дополнительного профессионального образования, которое реализуется как в традиционной, так и в дистанционной форме. Сроки обучения по программам бакалавриата составляют, как правило, 4 года; магистратуры – 2 года; доктора философии – 4 года.

Анализ учебных планов подготовки бакалавров по направлению «Горное дело» ведущих университетов Европы (Краковская горная академия, Силезский политехнический университет, Польша; Технический университет в Кошице, Словакия), Северной Америки (Университет Британской Колумбии, Канада); США (Школа горного дела и технологии Южной Дакоты, Университет Аризоны, Университет Невады, Университет Кентукки); Австралии (Университет Нового Южного Уэльса) показал, что они включают дисциплины гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов [3, 5, 7, 9, 10, 13-16]. Студенты ежегодно осваивают от 9 до 13 дисциплин, трудоемкость работы оценивается количеством зачетных единиц за семестр (credit units). Дисциплины также делятся на обязательные и элективные (по выбору). Элективные дисциплины составляют не более 20 % учебной программы и, как правило, реализуются на 3-м и 4-м годах обучения для специализации в более узкой предметной области, выбранной студентом. Некоторые дисциплины по выбору требуют предварительного освоения других дисциплин. Для получения степени бакалавра студентам необходимо набрать определенный минимум зачетных единиц, который в разных университетах отличается. Также установлено минимальное и максимальное количество зачетных единиц в каждом семестре.



В университетах США предусмотрена сдача студентами промежуточного экзамена по основам инженерного дела (Fundamentals of Engineering – FE), который проводит Совет штата по регистрации инженеров (State Board of Engineering Registration). Прохождение FE является первым шагом к регистрации в качестве профессионального инженера (PE). Второй и окончательный шаг в процессе регистрации и получении лицензии профессионального инженера – это успешное прохождение экзамена, который обычно проводится не ранее четырех лет после выпуска и успешной работы по специальности. Экзамены проводит экзаменационный комитет профессиональных инженеров Общества горного дела, металлургии и геологоразведки (SME's Professional Engineers Exam Committee). Комитет разрабатывает тесты, а также предлагает подготовительные курсы и набор методических материалов для подготовки к экзамену. Следует отметить, что сдача экзамена и получение лицензии профессионального инженера (PE) является добровольной процедурой. Для приема на работу после окончания университета достаточно диплома бакалавра горного дела.

Промежуточный диплом на знание основ инженерного дела защищают студенты Фрайбергской горной академии (Германия) после окончания 4-го семестра. После этого обучение проводится по одной из выбранных студентом специализаций по горному делу до 9-го семестра включительно. Далее, в течение 10-го семестра, студент проходит практику на предприятиях горной промышленности, причем для допуска к защите дипломной работы общий объем производственных практик за весь период обучения должен составлять не менее 6 мес. После защиты дипломной работы выпускник получает академическую степень «дипломированный инженер». В Германии существуют два типа вузов: университеты с развитой научной базой, реализующие как программы инженерной подготовки, так и программы аспирантуры (PhD), а также институты с незначительным объемом научных исследований, реализующие только программы инженерной подготовки без права обучения по программам аспирантуры. Университеты Германии подчиняются федеральным землям, имеют большую автономию в разработке и реализации образовательных программ.

Обучение студентов по направлению «Горное дело» в университетах Германии производится бесплатно, в вузах США – на платной основе со стоимостью обучения до нескольких десятков тысяч долларов в семестр. Обучение для студентов из штата, в котором расположен университет, дешевле, чем для студентов из других штатов или иностранных граждан.

В университетах США приветствуется вступление студентов направления «Горное дело» в профессиональную организацию – Общество горного дела, металлургии и геологоразведки (Society for Mining, Metallurgy and Exploration – SME) в качестве членов-студентов. После выпуска им предлагается продолжить уже профессиональное членство в Обществе. Студенты также могут стать членами Международного общества инженеров-взрывников (ISEE). Как SME, так и ISEE проводят встречи и мероприятия, в которых студенты должны принимать участие.

Производственная практика является неотъемлемой частью процесса обучения студентов европейских университетов. В университетах США, Австралии обязательное прохождение производственной практики на предприятиях предусмотрено лишь для отдельных специализаций.

Практически все зарубежные университеты предлагают различные формы дополнительного образования в области горного дела: аккредитованные краткосрочные курсы, интерактивные веб-касты и онлайн-курсы для образования в течение всей жизни.

Университеты Аризоны (США) и Британской Колумбии (Канада) в дистанционной форме предлагают смешанные обучающие программы, после освоения дисциплин возможно получение сертификата по горным исследованиям (Certificate in Mining Studies – CMS). Программы могут иметь направленность на углубленное изучение отдельных вопросов, смежных областей профессиональной деятельности или просто основ горного дела. Для получения сертификата необходимый общий объем выбранных онлайн-курсов (каждый курс завершается выпускной работой объемом 5-10 страниц) должен быть не менее 160 ч. При обучении без отрыва от производства для получения CMS обычно необходимо два года, стоимость – от 8500 до 11000 долларов в зависимости от набора выбранных курсов.

Можно отметить интересные совместные инициативы отдельных компаний и европейских университетов, в соответствии с которыми обучение студентов, которое оплачивает компания, проводится поочередно (по одному или два семестра) в университетах разных стран, участвующих в договоре. Практика при этом проводится на предприятиях компании.



Для повышения эффективности научных исследований и качества высшего профессионального образования в России создана сеть федеральных и национальных исследовательских университетов, главными задачами которых являются кадровое и научное обеспечение потребностей модернизации экономики регионов (федеральные университеты), а также обеспечение развития высокотехнологичных секторов экономики путем интеграции науки и образования (национальные исследовательские университеты). С минерально-сырьевым комплексом связаны три федеральных университета и пять национальных исследовательских университетов, в числе которых Санкт-Петербургский горный университет.

В 2011 г. в России был принят федеральный государственный образовательный стандарт «Горное дело», в соответствии с которым предусматривается моноинженерная (без деления на бакалавриат и магистратуру) подготовка специалистов по 12 специализациям со сроком обучения 5,5 лет. В принятом стандарте нашел отражение компетентностный подход к профессиональному образованию. При этом необходимые горному инженеру компетенции приобретаются в процессе лекций, практических и лабораторных занятий, учебной и производственных практик, научно-исследовательской работы.

Сравнительный анализ учебных планов и программ российских и зарубежных университетов, а также возможностей получения квалификации «горный инженер» показал, что общие представления о профессиональных компетенциях, необходимых современному горному инженеру, во всем мире схожи. Отличия заключаются в предлагаемых формах, схемах обучения и времени достижения необходимого уровня компетенций.

Таким образом, в качестве основных особенностей современного горного образования можно выделить следующие:

- глобальная направленность подготовки, т.е. выпускники готовятся к последующей работе в любой точке земного шара, для чего необходимо обеспечить близость образовательных систем и взаимное признание дипломов. Образовательные программы по горному делу разработаны для удовлетворения изменяющихся потребностей горной промышленности страны и всего мира выпускниками, теоретически подготовленными в горном деле и способными к быстрому прогрессу при соответствующем руководстве. В ряде университетов в период обучения предусмотрено прохождение практики за рубежом. Во всех европейских университетах предлагается широкий спектр образовательных программ на английском языке;
- возможность построения индивидуальной образовательной схемы обучения в университете на основе выбора соответствующих элективных курсов;
- обеспечение образовательной мобильности студентов, взаимное признание зачетных единиц, освоенных в разных университетах;
- широкое использование современных образовательных технологий, компьютерных комплексов для 3D-моделирования месторождений и проектирования, электронных информационных ресурсов;
- реализация концепции «образование в течение всей жизни», т.е. получение базовых знаний, умений и навыков на определенной ступени обучения и регулярное повышение квалификации в дальнейшем при работе на конкретном предприятии;
- доступность всех видов курсов и программ (anyplace, anytime);
- активное участие профессионального сообщества в процессе подготовки и непрерывного профессионального развития инженерных кадров.

Профессиональные горные сообщества. Отдельно следует отметить роль международных профессиональных сообществ, таких, например, как Общество горного дела, металлургии и геологоразведки (SME, США), а также Институт материалов, минералов и горного дела (IOM3, Великобритания) в обеспечении качества подготовки специалистов в области горного дела и стимулировании 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.

Общество горного дела, металлургии и геологоразведки является международной организацией, объединяющей профессионалов в области минерально-сырьевого комплекса из более чем 100 стран [6]. В качестве миссии SME заявлено активное обеспечение ценной информацией членов



Общества и улучшение имиджа горной промышленности посредством информационной поддержки всех профессионалов отрасли и студентов через специализированные продукты и сервисы; усиление связей между профессионалами отрасли во всем мире; обеспечение обмена информацией и идеями для развития; продвижение ценностей охраны труда, безопасности, экологической и социальной ответственности в горной промышленности. SME издает журналы (Mining Engineering Magazine, Minerals&Metallurgical Processing Journal, Tunneling&Underground Construction), сборники, книги, поддерживает онлайн-публикации, глобальную цифровую научную библиотеку для горного профессионального сообщества OneMine.org, проводит регулярные встречи, выставки. Все информационные ресурсы доступны для членов Общества с существенной скидкой или бесплатно. Как уже отмечалось, именно SME через свой экзаменационный комитет разрабатывает программу экзамена и проводит экзамен для получения лицензии профессионального инженера (PE). SME является членом международного аккредитационного совета по инженерному делу и технологии (Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET), деятельность которого направлена на обеспечение качества инженерного образования в целом. Россия представлена в этом совете Ассоциацией инженерного образования России (АИОР), которая вошла в число членов ABET в 2012 г.

Институт материалов, минералов и горного дела (IOM3) является основным в Великобритании институтом профессионального инжиниринга [8]. Его деятельность охватывает весь жизненный цикл материалов: разведку и добычу минерального сырья, обогащение и переработку, получение и использование материалов, утилизацию и повторное применение. Он создан для того, чтобы в качестве лидера мирового профессионального сообщества в области материалов и природных ресурсов развивать связанные с материалами науки и инжиниринг, соответствующие технологии в области геологии, горного дела и металлургии, извлечения и переработки минералов и нефти. Членами профессионального сообщества инженеров, относящихся к IOM3, на сегодняшний день являются около 17500 чел. по всему миру, и численность сообщества постоянно возрастает.

Институт материалов, минералов и горного дела (IOM3) лицензирован Инженерным советом Великобритании (ЕСИК) для аккредитации в Великобритании и за рубежом образовательных программ, обучение по которым завершается присуждением академических и профессиональных квалификаций в области инжиниринга и в других науках о материалах. Институт также уполномочен давать оценку различным мероприятиям с точки зрения их соответствия целям непрерывного профессионального развития (CPD).

Работа IOM3 базируется на четырех принципах: профессиональное признание компетенций; развитие и поддержка компетенций у членов сообщества IOM3 путем обеспечения и сертификации непрерывного профессионального развития; обеспечение надежной технической информацией о новейших достижениях в технике и технологии; обеспечение возможностей сетевого взаимодействия между профессионалами.

Институт материалов, минералов и горного дела (IOM3) активно стимулирует своих членов к обучению по программам непрерывного профессионального развития (CPD) в онлайн-доступе через персональный аккаунт. IOM3 ежегодно сертифицирует более 50 образовательных программ на предмет соответствия целям непрерывного профессионального развития (CPD).

В сентябре 2015 г. в России была создана Национальная ассоциация горных инженеров, некторые члены которой прошли необходимые процедуры и были сертифицированы институтом IOM3, обеспечив международное признание своих инженерных компетенций. Заключен договор о взаимном признании присваиваемых уровней и квалификаций между Национальной ассоциацией горных инженеров (Россия) и Институтом материалов, минералов и горного дела (IOM3, Великобритания), что является важным шагом в процессе интеграции российских горных инженеров в мировое профессиональное инженерное сообщество.

Сотрудничество университетов. Подготовка кадров для современного высокотехнологичного горного производства требует, помимо квалифицированного профессорско-преподавательского персонала, наличия развитой учебно-лабораторной и информационной базы учебных заведений. Учитывая общность задач по воспроизводству кадрового потенциала горной промышленности, а также высокую стоимость создания современных полигонов и лабораторий, которые в отдельных вузах не всегда бывают полностью загружены, для более эффективного использова-



ния современного дорогостоящего оборудования создаются центры коллективного пользования, доступные другим вузам и заинтересованным организациям.

В 2009 г. в России создан Национальный научно-образовательный инновационно-технологический консорциум вузов минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов, в который вошли 10 вузов. Консорциум представляет добровольное объединение высших учебных заведений технического профиля, готовящих кадры для минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов. Основной целью деятельности Консорциума является формирование современной эффективной корпоративной системы подготовки квалифицированных кадров для выполнения задач минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов, а также разработка и реализация инновационных проектов на основе интеграции научного, образовательного, инновационного и технологического потенциала организаций – членов Консорциума, внедрение результатов научной, учебной, инновационной и технологической деятельности участников Консорциума в бизнес-сообщество, создание эффективных инновационных систем, разработка высоких технологий.

Санкт-Петербургский горный университет [2] и Фрайбергская горная академия (Германия) [11] являются инициаторами ряда международных проектов, в том числе Российско-Германского сырьевого форума, созданного под эгидой и при непосредственном участии президента России и канцлера Германии в 2006 г. и объединяющего политиков, бизнесменов и ученых двух стран. В 2012 г. был создан Всемирный форум ресурсных университетов по устойчивому развитию (WFURS), в состав которого в настоящее время входят более 90 университетов со всего мира. Одной из основных целей Форума является внедрение идей устойчивого развития в учебные планы и программы подготовки горных инженеров.

В качестве положительных примеров международного сотрудничества горных университетов можно отметить проводимые ежегодно летние горные школы (Краковская горная академия (Польша), Фрайбергская горная академия (Германия), Горный университет Леобена (Австрия), Сюйчжойский университет горного дела и технологий (Китай) и другие), международную конференцию-конкурс студентов и молодых ученых «Проблемы недропользования» (Санкт-Петербургский горный университет, Россия); конференцию молодых ученых Фрайберг – Санкт-Петербург (Фрайбергская горная академия); Школа подземной разработки (Национальный горный университет, Украина) и другие. Реализуются ряд программ «встроенного» обучения и программы магистратуры с получением двойного диплома.

В то же время следует отметить недостаточный уровень сотрудничества в проведении совместных научных исследований российских и зарубежных горных университетов, разработки и реализации совместных программ дополнительного образования; программ аспирантуры. Также имеется значительный потенциал расширения сотрудничества в отношении программ «Приглашенный профессор».

Выводы

1. Развитие горного дела является необходимым условием достижения провозглашенных ООН целей устойчивого развития территорий.

2. Горные технологии становятся все более наукоемкими, возрастают требования к их экономической эффективности, технологической и экологической безопасности, а также к качеству трудовых ресурсов.

3. Несмотря на различия в системах подготовки горных инженеров в разных странах, общие требования к необходимым профессиональным компетенциям являются схожими. Важнейшую роль в формировании профессиональных стандартов, а также требований к программам подготовки инженеров играют профессиональные горные сообщества.

4. В условиях глобализации экономики чрезвычайно важным для работы инженеров становится международное признание профессиональных компетенций.

5. Совершенствование систем подготовки и непрерывного профессионального развития горных инженеров, процедур взаимного признания присваиваемых квалификаций и компетенций являются предметом сотрудничества горных университетов во всем мире.



6. Развитие сотрудничества предполагает также дальнейшее расширение академической мобильности студентов, преподавателей, совместное участие в научных исследованиях.

7. Непрерывные усилия всех заинтересованных сторон необходимы для достижения общей цели – подготовки и непрерывного профессионального развития квалифицированных горных инженеров для высокоэффективной, экологически чистой горной промышленности, обеспечивающей устойчивое территориальное развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Опарин В.Н.* Состояние и проблемы минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых России / В.Н.Опарин, А.М.Фрейдин, А.П.Тапсиен // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 4. С. 173-181.
2. Санкт-Петербургский горный университет: URL:<http://spmi.ru/> (дата обращения 17.10.2016).
3. AGH University of Science and Technology: URL:<http://www.agh.edu.pl/> (дата обращения 15.10.2016).
4. Global Europe 2050. Executive Summary. European Commission, 2011. 27 p. URL:http://www.augurproject.eu/IMG/pdf/Global_Europe_2030-2050_Summary_Report.pdf (дата обращения 12.11.2016).
5. Silesian University of Technology: URL:<http://www.polsl.pl/Strony/Witamy.aspx> (дата обращения 15.11.2016).
6. Society for Mining, Metallurgy and Exploration: URL:<http://www.smenet.org/> (дата обращения 12.11.2016).
7. South Dakota School of Mines and Technology: URL:<http://www.sdsmt.edu/> (дата обращения 20.11.2016).
8. The Institute of Materials, Minerals and Mining: URL:<http://www.iom3.org/> (дата обращения 15.10.2016).
9. The University of British Columbia: URL:<https://www.ubc.ca/> (дата обращения 18.10.2016).
10. Technical University of Kosice: URL:<http://www.tuke.sk/> (дата обращения 17.11.2016).
11. TU Bergakademie Freiberg: URL:<http://tu-freiberg.de/> (дата обращения 17.10.2016).
12. United Nations, 2016, Global Sustainable Development Report 2016 / Department of Economic and Social Affairs, New York. URL:<https://sustainabledevelopment.un.org/globalreport/2016> (дата обращения 3.12.2016).
13. University of Arizona: URL:<http://www.arizona.edu/> (дата обращения 21.10.2016).
14. University of Kentucky: URL:<http://www.uky.edu/UKHome/> (дата обращения 25.11.2016).
15. University of Nevada, Reno: URL:<http://www.unr.edu/> (дата обращения 24.10.2016).
16. University of New South Wales: URL:<https://www.unsw.edu.au/> (дата обращения 10.11.2016).

Авторы: **О.И.Казанин**, д-р техн. наук, декан, kazanin@spmi.ru (Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия), **К.Дребенштедт**, д-р наук, профессор, drebenst@mabb.tu-freiberg.de (Фрайбергская горная академия, Фрайберг, Германия).

Статья принята к публикации 16.12.2016.