



## ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научная статья

<https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-144-153>**Подготовка кадров для горно-геологической отрасли России****А. А. Верчеба** *Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе «МГРИ», г. Москва, Российская Федерация*✉ [aa\\_ver@mail.ru](mailto:aa_ver@mail.ru)**Аннотация**

Развитие минерально-сырьевой базы объективно связано с кадровым потенциалом горно-геологической отрасли. Краткий анализ направлений развития геологической отрасли и реализуемых проектов демонстрирует масштаб технологических задач, которые стоят перед отраслью. Россия на протяжении последних десятилетий сталкивается с серьезными проблемами, которые могут стать сдерживающими факторами в развитии экономики, региональном развитии страны, реализации национальных проектов. Одной из проблем является подготовка кадров для отрасли. С целью решения такой комплексной задачи были разработаны федеральные государственные образовательные стандарты подготовки специалистов по специальностям «Прикладная геология», «Технология геологической разведки». Образовательными стандартами предусматривается формирование актуальных для отрасли профессиональных компетенций будущих геологов. Сопоставление компетентностных моделей стандарта с основными приоритетными направлениями развития науки и технологий при осуществлении государственной научно-технологической политики России показывает, что они позволяют университетам сформировать программы подготовки геологов, отвечающих на современные вызовы. Особую роль в обеспечении качества подготовки геологов играют программы практик. Они играют решающую роль в формировании универсальных и профессиональных компетенций и открывают будущему специалисту мир субкультуры профессионалов в этой области, что очень важно для молодого человека, связывающего свое будущее с геологией. В работе отмечается значительная роль в формировании кадрового потенциала горно-геологической отрасли государства, академического и профессионального сообщества – университетов, компаний, исследовательских и общественных организаций. Определена острая потребность в создании отечественной системы профессиональных квалификаций (горный инженер, горный инженер-геолог, горный инженер-гидрогеолог, горный инженер по бурению скважин, горный инженер-геохимик, горный инженер-геофизик и др.), которая должна обеспечить гармонизацию требований к уровню подготовки специалистов для отрасли.

**Ключевые слова**

прикладная геология, горное дело, минеральные ресурсы, геологическое изучение недр, подготовка кадров, обучение, университет, горный инженер, геолог

**Для цитирования**

Верчеба А. А. Подготовка кадров для горно-геологической отрасли России. *Горные науки и технологии*. 2021;6(2):144–153. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-144-153>

**PROFESSIONAL PERSONNEL TRAINING**

Research article

**Personnel training for the mining and geological sector of Russia****A. A. Vercheba** *Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting “MGRI”, Moscow, Russian Federation*✉ [aa\\_ver@mail.ru](mailto:aa_ver@mail.ru)**Abstract**

Mineral resource base development objectively requires high-quality human resources for mining and geological sector. A brief analysis of the geological sector development tendencies and ongoing projects demonstrates the scale of technological challenges facing the sector. Over the past decades, Russia has been facing serious problems that can become constraining factors in economic development, regional development, and the implementation of national projects. Training of specialists for the sector is one of the challenges. In order to solve such a complex problem, Federal State Educational Standards for training of specialists in the specialties “Applied Geology”, “Geological Exploration Technique” were developed. The Educational Standards provide for the formation of future geologists’ professional competencies relevant to the industry. Comparison of the



competence models of the Standards with the main priority lines of the development of science and technologies in framework of the implementation of the state scientific and technological policy of Russia shows that they allow universities to form programs for geologist training that respond to modern challenges. Internship (field training) programs play a special role in ensuring the quality of training for geologists. They play a decisive role in the formation of universal and professional competencies and open the world of a subculture of professionals in this field to the future specialists that is very important for a young person who devotes his future to geology. The paper highlights a significant role of the government, the academic and professional community – universities, companies, research and public organizations – in the formation of human resources for the mining and geological sector. An urgent need was identified for the creation of a domestic system of professional qualifications (mining engineer, mining engineer-geologist, mining engineer-hydrogeologist, mining engineer for drilling wells, mining engineer-geochemist, mining engineer-geophysicist, etc.), which should ensure harmonization of the requirements for the level of specialist competence for the industry.

#### Keywords

applied geology, mining, mineral resources, geological exploration, personnel training, education, university, mining engineer, geologist

#### For citation

Vercheba A. A. Personnel training for the mining and geological sector of Russia. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2021;6(2):144–153. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-144-153>

### Введение

Федеральное учебно-методическое объединение в системе высшего образования всегда уделяет внимание вопросам концептуального развития горно-геологического образования, имеющего большое значение для экономики всей страны [1]. Технологии геологической разведки полезных ископаемых и горное дело традиционно тесно связаны друг с другом, что предопределяет во многом профессиональное и академическое единство научно-педагогических школ университетов. В то же время для выявления важного инвариантного содержания образования и выработки подходов к оценке его качества необходимо детально рассматривать значимые аспекты каждого элемента подготовки специалистов для минерально-сырьевого комплекса страны [2–4]. Именно поэтому представляемая публикация посвящается горно-геологическому образованию.

С развитием геологии и горных наук в наше время меняется и мировоззрение горно-геологического образования. Высшее горно-геологическое образование не только набор универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных в федеральных государственных образовательных стандартах по специальностям и направлениям подготовки укрупненной группы специальностей «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия»<sup>1</sup>, но и новое мировоззрение, отражающее культурные,

социальные и экономические отношения в современном мире. Необходимо отметить, что в формировании этих отношений и их реализации принимают самое активное участие государство, академическое и профессиональное сообщества – университеты, компании, исследовательские и общественные организации.

Какие же инновации несут в себе современные горно-геологические науки? Какое место они занимают в системе естественных наук и технологий современности?

Первым на мировоззренческое значение горных наук и их влияния на общественный прогресс обратил внимание гениальный российский ученый и философ Михайло Ломоносов.

«Наука, которая учит минералы знать, приискивать и приводить в такое состояние, чтобы они в обществе человеческом угодны были, называется горная наука» / М. В. Ломоносов, 1742 г. /

Современное определение науки как особого вида познавательной деятельности человека также подчеркивает её фундаментальное значение для преобразования общества. Мы по праву и с гордостью должны считать М. Ломоносова нашим великим современником. Вопросам геологии и горного дела он посвятил целый ряд трудов, среди которых наиболее фундаментальными были «Слово о рождении металлов от трясения земли», трактат «О слоях земных» и книга «Первые основания металлургии или рудных дел». В этих работах, ставших первыми русскими научными изданиями и учебными пособиями по геологии и горному делу, учёный высказал идеи эволюции природы, основанные на материалистических воззрениях и не потерявшие своего значения до настоящего времени. Как и во многих других естественных науках, в геологии и горном деле М. Ломоносов далеко превзошёл уровень знаний своего времени, опередив многих признанных основателей современной геологической науки.

В XXI в. главным в геологии – изменение мировоззрения. Важными проблемами становятся экономические и экологические особенности освоения ми-

<sup>1</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело. М.: Минобрнауки; 2020. 25 с. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210504\\_C\\_3\\_18062021.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210504_C_3_18062021.pdf); Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология. М.: Минобрнауки; 2020. 18 с. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502\\_C\\_3\\_18062021.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502_C_3_18062021.pdf); Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки. М.: Минобрнауки; 2020. 28 с. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210503\\_C\\_3\\_18062021.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210503_C_3_18062021.pdf)



неральных ресурсов, геология становится не только наукой, но и производственной сферой.

«В мировом масштабе выживет та страна, которая в точности будет знать свои ресурсы, сумеет направить на их использование народные духовные силы», – писал наш великий соотечественник академик В. И. Вернадский [5]. Он был глубоко прав. Человек, как и все живое, неразрывно связан со всей окружающей его природой. Из нее он черпает все свои жизненные силы – как материальные, так и энергетические, и духовные.

Следовательно, знать состояние своих минеральных ресурсов, уметь их достоверно оценивать и рационально использовать – цивилизационная задача, которая решается такой наукой, как геология. Естественно, что успешность работы геологической отрасли в этом случае определяется качеством ее кадрового потенциала, задача формирования которого является государственной задачей.

### Тенденции развития и актуальные проекты геологической отрасли в России

Для формализации масштаба задач, которые необходимо решать инженерному кадровому потенциалу горно-геологической отрасли приведем краткое описание ее проектных характеристик.

Прикладное значение геологии и горного дела состоит не только в развитии минерально-сырьевой базы и минерально-сырьевого комплекса России, но и в обеспечении горно-геологическим обоснованием инженерных и строительных работ, проводимых в различных сферах материального производства.

Ресурсы полезных ископаемых являются ограниченными и относительно исчерпаемыми, и многие важные источники материалов и энергии уже близки к физическому истощению [6, 7]. В России ежегодно добывается более 130 видов твердых полезных ископаемых, в том числе: золото, алмазы, металлы платиновой группы, серебро, медь, полиметаллы, железная руда и др. Экономическое значение развития минерально-сырьевой базы полезных ископаемых России трудно переоценить. По данным информационного агентства Росбизнесконсалтинг (РБК), только в апреле–мае 2021 г. российские компании экспортировали 65,4 т золота на 3,55 млрд долл. США и за этот же период «Газпром» продал за рубеж топлива на 2,4 млрд долл. США.

В России геологоразведочные работы в 2020 г. проводились главным образом на территории Дальневосточного и Сибирского федеральных округов более чем по 70 объектам, в том числе в пределах арктической зоны. В ходе работ получен прирост запасов по золоту, никелю, углю и ряду видов неметаллических полезных ископаемых. На Государственный баланс поставлены запасы почти 100 месторождений твердых полезных ископаемых.

По результатам геологоразведочных работ в настоящее время создаются новые центры добычи медных руд на ресурсной базе и инфраструктуре Удоканского месторождения медистых песчаников и крупных медно-порфировых месторождений на

территории Дальнего Востока – Песчанка и Малмыж. На Малмыжском месторождении в 2021 г. предполагается строительство горно-обогатительного комбината (ГОК) производительностью до 130 тыс. т меди. На выявление медно-порфировых месторождений в Дальневосточном регионе направлено проведение поисковых геологоразведочных работ. Дальний Восток в ближайшем будущем станет одним из перспективных районов для развития медной и золоторудной промышленности. Здесь может быть создан крупнейший медный кластер России, не уступающий Уральской и Норильской минерально-сырьевым базам.

Неравномерность размещения минеральных ресурсов на территории страны обусловлена разнообразием географических и геологических условий их проявлений. Так, в последние годы выявлены большие запасы и ресурсы большинства видов стратегических полезных ископаемых (газ, нефть, уголь, благородные металлы, алмазы, медь, никель, цветные и легирующие металлы, железо, апатит, калийные соли и др.) на фоне дефицита запасов в недрах бокситов, руд хрома и марганца, фосфоритов, барита, бентонита и каолина<sup>2</sup>. В последние годы сохраняются низкие темпы прироста прогнозных ресурсов из-за сокращения поискового задела.

Объективные трудности начала XXI в. заключаются в том, что бюджет отрасли сокращен, а прирост запасов по некоторым видам твердых полезных ископаемых находится в «красной» зоне. В то же время для создания минерально-сырьевой базы полезных ископаемых необходимо иметь фонд поискового задела и необходимое финансирование геологоразведочных работ в объеме около 100 млрд руб. в год<sup>3</sup>. Также из-за сложных географических условий и расположения более 60% территории страны в зоне многолетнемерзлых пород отмечается слабая инвестиционная привлекательность проектов освоения месторождений полезных ископаемых в арктической зоне России. Планируемое финансирование на проведение геологоразведочных работ только на воспроизводство минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых составляет всего 5,0–5,5 млрд руб.

Проблема исчерпания поискового задела, отставание регионального изучения недр, проведения опережающих поисковых работ привели к сокращению объема локализованных прогнозных ресурсов и уменьшению надёжности оценки прогнозных ресурсов. Эксперты сходятся во мнении, что объективными трудностями геологического изучения недр России,

<sup>2</sup> Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 85 с.; Итоги работы федерального агентства по недропользованию в 2018 году. Информационно-аналитические материалы. М.: Минприроды. 2019. 56 с.; Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. № 2914-р.

<sup>3</sup> Итоги работы федерального агентства по недропользованию в 2018 году. Информационно-аналитические материалы. М.: Минприроды. 2019. 56 с.



помимо отсутствия поискового задела на некоторые виды твердых полезных ископаемых и металлогенического потенциала на многие востребованные виды полезных ископаемых, являются:

– дефицит некоторых видов минерального сырья (хромовые и марганцевые руды, бокситы, редкие металлы и др.);

– низкие, а по ряду видов полезных ископаемых – отрицательные темпы воспроизводства запасов в недрах;

– низкий технологический уровень переработки руды на обогатительных фабриках;

– снижение кадрового потенциала горно-геологической отрасли<sup>4</sup>.

Понимая, что горно-геологическая отрасль, являясь основой для металлургии, можно утверждать, что надёжность минерально-сырьевой базы металлургии определяется созданием новых редкометалльных и редкоземельных рудных объектов, развитием инновационных технологий освоения их ресурсов для обеспечения потребностей военно-промышленного комплекса и импортозамещения. Согласно «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года» предстоит создание крупных рудных баз коренного золота на юге Сибири и на Дальнем Востоке, поддержание производства россыпного золота в районах добычных работ предприятий и серебра в Западном Верхоянье. В Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия) важной задачей геологического изучения недр остаются локализация и оценка новых перспективных алмазоносных площадей.

Освоение крупнотоннажных месторождений крайне важно для таких видов полезных ископаемых, как черные и цветные металлы, уран, редкоземельные оксиды, драгоценные металлы и алмазы, неметаллические полезные ископаемые. По железным рудам необходимо освоение горнодобывающих районов Западной Сибири и создание горнодобывающих предприятий на Дальнем Востоке. Для труднообогатимых силикатных и карбонатных руд марганца необходимо совершенствование способов его извлечения по методам технологической минералогии. Полиметаллические руды предстоит вовлекать в производство за счет освоения месторождений Рудного Алтая. Предстоит также реанимировать исторические месторождения вольфрама и молибдена с решением технологических проблем их комплексного освоения<sup>5</sup> [8].

Для оптимизации географии сырьевой базы неметаллических полезных ископаемых, сокращения импортных поставок следует рассчитывать на выявление качественных и технологичных типов неметаллов и строительных материалов [8]. Успех реализации

этих приоритетных направлений основывается на современных тенденциях, установившихся в комплексном геологическом изучении недр страны и использовании энергосберегающих технологий переработки и обогащения минерального сырья.

Для выполнения сложных работ по запланированному приросту запасов и ресурсов полезных ископаемых и особенно стратегических видов твёрдых полезных ископаемых необходим высокий профессионализм кадров и их надёжный кадровый резерв.

### **Основные направления развития кадрового потенциала геологической отрасли**

Эксперты неоднократно отмечали, что воспроизводство минеральных ресурсов коррелируется с качеством подготовки кадров для горно-геологической отрасли. Грамотное решение создания кадрового резерва горно-геологоразведочной сферы требует минимальных дополнительных ассигнований в размере не более 1–1,5% от годового финансирования геологоразведочных работ для модернизации практической деятельности студентов в вузах, для развития цифровой образовательной среды и программ практик горно-геологическими вузами и факультетами. Особенно необходимо это сделать на современном этапе, когда новые федеральные государственные образовательные стандарты подготовки специалистов высшего образования по прикладной геологии и горному делу поднимают планку качественной подготовки горных инженеров.

На территории России действует свыше 150 горно-обогатительных фабрик для получения продуктов высокой технической ценности, предназначенных для дальнейшего промышленного использования. Так, в Забайкалье в кратчайшие сроки построен Быстринский ГОК на базе разведанного Быстринского комплексного железо-медно-скарнового месторождения. Выход комбината на проектную мощность планируется в 2021 г. Таким образом, обеспечение рационального использования минеральных ресурсов является важным направлением развития национальной экономики, в котором лидирующую роль должны сыграть молодые профессионалы<sup>6</sup>.

Горно-геологическое образование должно стать «драйвером» дальнейшего развития таких приоритетных научно-технологических и научно-технических направлений, как [9]:

– переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам;

– создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

– переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки минерального сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

<sup>4</sup> Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 85 с.; Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. № 2914-р.

<sup>5</sup> Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. № 2914-р.

<sup>6</sup> Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. № 2914-р.



– формирование эффективного ответа на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития.

Стратегией развития минерально-сырьевой базы России до 2035 года предусмотрено наращивание минерально-сырьевой базы за счет увеличения инвестиционной привлекательности горных и геологоразведочных работ всех стадий, роста качества прогнозирования и поисков новых месторождений, повышения эффективности освоения известных, в том числе неразрабатываемых, месторождений путём внедрения современных технологий переработки, обогащения и комплексного извлечения полезных ископаемых, повышение уровня геологической изученности страны<sup>7</sup>. Это потребует изменения в развитии образовательных траекторий высшего геологического и горно-геологического образования России и формирования отраслевой системы непрерывного геологического образования на базе создания специализированных базовых кафедр и центров компетенций в университетах, научно-исследовательских и производственных организациях.

Академическое сообщество откликнулось на эти сложные и масштабные задачи, и практически одновременно с разработкой Стратегии в 2020 г. Минобрнауки России был утвержден Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО-2020) по специальности «Прикладная геология», являющийся ориентиром подготовки высококвалифицированных кадров для воспроизводства, развития и использования минерально-сырьевой базы страны на длительный период.

Отличительной особенностью ФГОС ВО-2020 является то, что вуз формирует требования к результатам освоения образовательной программы в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников (далее – компетенции).

Компетентностный подход к оценке результатов высшего геологического образования и реализация принципа сопряженности компетенций выпускников вузов с квалификационными требованиями и трудовыми функциями специалистов-геологов принципиально отличают эту модель образования от образовательных стандартов прошлого века. Это позволяет настроить образовательные программы на востребованные типы профессиональной деятельности: научно-исследовательскую, проектно-изыскательскую, производственно-технологическую, педагогическую и организационно-управленческую.

Установленные в ФГОС ВО-20 компетенции выпускников вузов, отражающие результаты освоения программы высшего образования построены по иерархическому принципу – от универсальных для горно-геологической отрасли, общепрофессиональных, учитывающих требования профессиональной инженерной подготовки, и профессиональных, отра-

жающих особенности обучения по специализациям. Универсальные компетенции отражают потребность в формировании у выпускников естественно-научного мировоззрения, а общепрофессиональные и профессиональные – оценивают их знания и навыки в одном из типов будущей профессиональной деятельности. Например, по специальности «Прикладная геология месторождений твёрдых полезных ископаемых» подготовка специалистов будет осуществляться по следующим специализациям (профилям или направлениям) выпускников:

- геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых;
- разведка и оценка стратегических видов полезных ископаемых;
- прикладная геохимия, минералогия и геммология.

Нами были проанализированы установленные в ФГОС ВО-2020 универсальные и общепрофессиональные компетенции выпускников на предмет их сопряженности с приоритетными направлениями научно-технологического развития (НТР) России, относящимися к развитию минерально-сырьевого комплекса<sup>8</sup>. К таким приоритетным направлениям относятся:

– переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

– переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

– связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.

По первому направлению образовательными программами предусмотрено формирование следующих компетенций выпускников:

– способность работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты;

– способность применять основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

Второе приоритетное направление научно-технологического развития в образовательных программах будет отражено в освоении такой универсальной компетенции выпускника, как способность создавать

<sup>7</sup> Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. № 2914-р.

<sup>8</sup> Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 85 с.



и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества.

Ко второму приоритетному направлению научно-технологического развития следует отнести формирование следующих общепрофессиональных компетенций выпускников:

– способность применять правовые основы геологического изучения недр и недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности и умение их учитывать при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, а также строительстве;

– способность применять методы обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по геологическому изучению недр, поискам, разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, промышленно-гражданскому строительству.

Третье приоритетное направление научно-технологического развития России в минерально-сырьевом секторе реализуется предусмотренными Стратегией развития минерально-сырьевой базы России мероприятиями по проведению геологоразведочных работ в Арктике. В связи с изменением климата начнется эффективное использование Северного Морского пути, что будет способствовать диверсификации экономики региона, повышению технологического уровня, а также дальнейшему развитию и освоению МСБ арктической зоны Российской Федерации<sup>9</sup>.

Для формирования навыков по освоению минерально-сырьевой базы арктических территорий России в ФГОС ВО-2020 были включены общепрофессиональные компетенции выпускника:

– способность применять основные положения естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы;

– способность применять навыки анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве.

Таким образом, выполнение основных приоритетных направлений развития науки и технологий при осуществлении государственной научно-технологической политики позволит сформировать компетенции, необходимые для перехода к реализации новых приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, отвечающих на большие вызовы современной цивилизации.

Установленная сопряженность компетенций выпускников вузов как индикатора совокупности горно-геологических знаний, навыков и умений с приоритетными направлениями научно-технологического

развития России позволяет считать, новые стандарты ФГОС ВО-2020 будут способствовать подготовке профессионалов, готовых непосредственно после окончания вуза работать в сфере практического развития минерально-сырьевого комплекса.

Важными направлениями в области изучения и освоения недр, отраженные в ФГОВ ВО-2020, стали:

– создание технологии прогнозирования минеральных ресурсов на основе новой металлогенической парадигмы с минимизацией экономических рисков, обусловленных проведением региональных и опережающих поисковых геологоразведочных работ;

– использование геотехнологических способов добычи и физико-химических геотехнологий (скважинное подземное выщелачивание, скважинная гидродобыча и подземная газификация угля);

– разработка ресурсосберегающих способов технологической минералогии по глубокой и полной переработке комплексных труднообогатимых руд;

– освоение крупнотоннажных месторождений полезных ископаемых на больших глубинах;

– разведка и оценка стратегических видов полезных ископаемых.

Особое значение в горно-геологическом образовании уделяется важному для государства направлению – минерально-сырьевой базе стратегических видов полезных ископаемых. Сведения об объемах запасов, объемах добычи и потребления стратегических видов полезных ископаемых сейчас относятся к государственной тайне. Указ об этом, подписанный 8 июня 2020 г. Президентом России В. Путиным, разделяет сведения об объемах балансовых запасов в недрах, уровне добычи и потребления стратегических видов полезных ископаемых, к которым относятся никель, кобальт, тантал, ниобий, бериллий, литий, редкие земли иттриевой группы, особое чистое кварцевое сырье. В связи с этим в новые ФГОС ВО-2020 введены требования к разработке и реализации образовательных программ с учетом требований, предусмотренных нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны.

Пути решения проблем геологического изучения недр непосредственно связаны с необходимостью подготовки высококвалифицированных специалистов по широкому спектру направлений, методике, технике и технологии геологоразведочных работ с учётом вышеперечисленных специфических факторов современного периода и перспектив развития минерально-сырьевой базы страны, позиционирования России на международных рынках, в том числе минерально-сырьевых и технологических<sup>10</sup> [10].

Мы полагаем, что в соответствии с разработанной моделью ФГОС 3 (2020) появится возможность создать гибкую и быстро реагирующую на различные объективные вызовы систему профессиональных квалификаций: горный инженер, горный инженер-геолог; горный инженер-гидрогеолог; горный инженер по бурению скважин; горный инженер-геохимик, гор-

<sup>9</sup> Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 85 с.; Итоги работы федерального агентства по недропользованию в 2018 году. Информационно-аналитические материалы. М.: Минприроды. 2019. 56 с.

<sup>10</sup> Геология будущего. Геологическая отрасль Российской Федерации к началу 2050-х годов. Информационно-аналитические материалы. М.: АО «Росгеология», 2017. 85 с.

ный инженер-геофизик, и таким образом настроить систему подготовки специалистов по прикладной геологии на удовлетворение актуального и перспективного состояния рынка труда российской геологии.

### **Роль программ практик в обеспечении качества подготовки специалистов для горно-геологической отрасли**

Качественное геологическое профессиональное образование не может быть осуществлено без должной практической подготовки – выездных полевых производственных геологических практик в развитых горнорудных и удалённых неизученных районах. Учебные и производственные практики являются обязательными элементами практической деятельности студентов и охватывают весь период обучения.

Практики делятся на два типа – учебные и производственные. К учебным практикам традиционно относятся геологическая ознакомительная практика, геологическая полевая практика и научно-исследовательская работа. Производственные практики могут быть представлены следующими типами: производственная технологическая практика на горно-геологических объектах, проектно-технологическая практика в научно-исследовательских институтах и научно-исследовательская работа.

Университеты, опираясь на образовательный стандарт, имеют право выбрать один или несколько типов учебной практики и один или несколько типов производственной практики в зависимости от специализации при освоении программы и подготовки к решению научно-исследовательских, проектно-исследовательских, производственно-технологических, педагогических или организационно-управленческих задач.

Есть определенные сложности в планировании программ практик, которые связаны со значительными затратами, в том числе транспортными. Но необходимо отметить, что государство предусматривает эти расходы в бюджетной субсидии при финансировании высшего образования, а решение вопроса кроется в правильном планировании.

Будущий геолог или горняк без экспедиционной практики не может быть специалистом по геологическому изучению и освоению недр. Более того, молодой специалист после нескольких лет работы в экспедиционных условиях начинает глубоко понимать особенности геологического строения изучаемых площадей и объектов. Ведь не случайно, что в процессе практической работы происходит дифференциация общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущих выпускников по территориальному и минерально-сырьевому направлениям. Этот процесс имеет важное значение при изучении сложных природных объектов в геологии [10]. Не стоит забывать, что именно экспедиционные условия определяют вход в профессиональную геологическую субкультуру, определяют будущую принадлежность к профессиональному сообществу профессионалов-геологов.

В качестве примера таких практик можно привести студенческие изучения комплексных сульфидных месторождений Норильского рудного района [11–15]. На этих месторождениях полноценную геологическую производственную практику проходят студенты всех направлений подготовки горных инженеров. Особенно продуктивна практика для студентов-геологов, имеющих возможность работать на должностях техников-геологов как в полевых, так и в подземных условиях. Студенты-практиканты оз-



**Рис. 1.** Студенты МГРИ на геологической практике

**Fig 1.** MGRI students during geological field training



накопились со сложным геологическим строением месторождений, содержащих сульфидные медно-никелевые руды с высокой концентрацией металлов платиновой группы, особенностями их разработки и переработки. Нами были получены новые данные, существенно дополняющие информацию о закономерностях локализации комплексных медно-никелевых руд. Установлена особенность локализации сульфидных руд месторождений в подстилающих породах – девонских известняках и глинах с пластами ангидрита, который образуется при испарении морской воды в замкнутых водоемах.

Изучение месторождений Норильской группы вскрыло исключительно богатые залежи, состоящие сплошь из сульфидов. Массивные руды мощностью более 50 м представляют собой застывшую рудоносную магму – природный штейн. Зарубежные аналоги заметно беднее. Наличие богатых руд объясняется ассимиляцией серы и кальция из осадочных пород [16–18]. Среди сплошных руд выделены три типа пирротиновых, два типа кубанитовых, а также три типа халькопиритовых руд. Прожилково-вкрапленные руды содержат ассоциации сульфидов, но среди них встречаются пирит, миллерит, борнит и халькозин [11, 12, 19, 20]. Залегание базальтовых силлов среди осадочных сульфатных пород обусловило высокую концентрацию сероводорода в расплаве. Это доказано аномально высоким содержанием тяжелого изотопа  $\Delta^{34}\text{S}$  в сульфидных рудах и коррелируется с преобладанием  $\Delta^{34}\text{S}$  в ангидрите осадочных толщ, подстилающих сульфидное оруденение. Подобные процессы получили название сульфуризации [18, 21, 22].

Заемствование базальтовым расплавом аномального количества изотопов тяжелой серы из осадочных толщ привело к тому, что на дне расплава образовалась уникальная массивная сульфидная руда. Норильские медно-никелевые сульфидные руды повсеместно резко обогащены тяжелым изотопом серы [16–18]. Полученные данные, в том числе на материалах, со-

бранных студентами во время прохождения производственных и преддипломных практик, позволяют прогнозировать богатые по содержанию меди минерализованные участки рудных залежей.

Такие результаты студенческих геологических практик несут не только учебный характер, но и прикладной, что позволяет этим результатам и студентам, их создавшим, быть востребованными на конкретных предприятиях.

### Заключение

Новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по горным и геологическим специальностям развивают в университетах гибкую модель подготовки специалистов, которая позволяет отвечать на современные вызовы геологической отрасли в кадровых потребностях.

Практическая подготовка будущих горных инженеров, геологов играет решающую роль в обеспечении качества подготовки, университеты должны приложить максимум усилий для организации геологических и производственных практик, а компании и организации предоставить технологические площадки для полигонов практик.

Горно-геологическое академическое и профессиональное сообщество должно приложить усилия для формирования отечественной системы профессиональных квалификаций: горный инженер, горный инженер-технолог, горный инженер-геолог, горный инженер-гидрогеолог, горный инженер по бурению скважин, горный инженер-геохимик, горный инженер-геофизик и др., которая должна обеспечить гармонизацию требований к уровню подготовки специалистов для отрасли. Это позволит настроить систему подготовки выпускников по горному делу, прикладной геологии и технологии геологической разведки на удовлетворение актуального и перспективного состояния рынка труда российской горно-геологической отрасли.

### Список литературы

1. Puchkov L. A. World crisis as a consequence of excess energy consumption. *Eurasian Mining*. 2015;(2):7–10. <https://doi.org/10.17580/em.2015.02.02>
2. Petrov V. L. Federal training and guideline association on applied geology, mining, oil and gas production and geodesy – A new stage of government, academic community and industry cooperation. *Gornyi Zhurnal*. 2016;(9):115–119. <https://doi.org/10.17580/gzh.2016.09.23>
3. Puchkov L. A., Petrov V. L. The system of higher mining education in Russia. *Eurasian Mining*. 2017;(2):57–60. <https://doi.org/10.17580/em.2017.02.14>
4. Petrov V. L. Training of mineral dressing engineers at Russian Universities. *Tsvetnye Metally*. 2017;(7):14–19. <https://doi.org/10.17580/tsm.2017.07.02>
5. Вернадский В. И. *О науке*. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. Дубна: Феникс, 1997. С. 11–67.
6. Козловский Е. А. (ред.) *Справочник руководителя геологической организации (предприятия)*: в 2 т. Т. 1. М.: ЦПУ «Радуга»; 2017. 672 с.
7. Козловский Е. А. (ред.) *Справочник руководителя геологической организации (предприятия)*: в 2 т. Т. 2. М.: ЦПУ «Радуга»; 2017. 398 с.
8. Беневольский Б. И. Минерально-сырьевой потенциал – базовый элемент экономического суверенитета и национальной безопасности России. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. 2015;(5):50–59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24314368>





9. О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента РФ от 01.12.2016. № 642.
10. Верчеба А. А., Оганесян Л. В. Пути совершенствования высшего геологического образования. *Разведка и охрана недр*. 2016;(12):3–8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27809937>
11. Дистлер В. В., Служеникин С. Ф., Кабри Л. Дж. и др. Платиновые руды Норильских расслоенных интрузивов: соотношение магматического и флюидального концентрирования благородных металлов. *Геология рудных месторождений*. 1999;41(3):241–265.
12. Дымкин А. М., Чайка В. М. *Эволюция накопления природных соединений железа*. М.: Наука; 1992.
13. Криволицкая Н. А. Эволюция траппового магматизма и Pt–Cu–Ni рудообразование в Норильском районе. М: Товарищество научных изданий КМК; 2013. URL: [https://www.researchgate.net/publication/289984876\\_Evolucia\\_trappovogo\\_magmatizma\\_i\\_Pt-Cu-Ni\\_rudobrazovanie\\_v\\_Norilskom\\_rajone](https://www.researchgate.net/publication/289984876_Evolucia_trappovogo_magmatizma_i_Pt-Cu-Ni_rudobrazovanie_v_Norilskom_rajone)
14. Мирошникова Л. К., Склянов В. И., Уфатова З. Г. *Минералы сульфидных медно-никелевых платино-содержащих руд Норильско-Талнахской группы месторождений*. Норильск: Изд-во Норильский индустриальный институт; 2019. 148 с.
15. Krivolutsкая N. A. *Siberian traps and Pt-Cu-Ni deposits in Norilsk area*. Springer, Cham. 2016. 361 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17205-7>
16. Горбачев Н. С., Гриненко Л. Н. Изотопный состав серы сульфидов и сульфатов Октябрьского месторождения сульфидных руд (Норильский район) в связи с вопросами его генезиса. *Геохимия*. 1973;(8):1127–1136.
17. Горбачев Н. С., Каширцева Г. А. *Флюидно-магматическая дифференциация базальтовых магм и магматическое сульфидообразование*. М.: Наука, 1986. С. 96–119.
18. Портнов А. М. Уникальная рудно-изотопная аномалия России. *Природа*. 2018;(2):3–9.
19. Sluzhenikin S. F., Krivolutsкая N. A., Rodkov V. A., Distler V. V. Ultra-mafic intrusions, volcanic rocks and PGE-Cu-Ni sulfide deposits of the Norilsk Province. Field Trip Guidebook. In: O. N. Simonov (ed.). *12<sup>th</sup> International Platinum Symposium*. Ekaterinburg; 2014. 83 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1649.8009>
20. Yujian W., Xianbiao L., Yanrong L. Petrogenesis and Ni-Cu-Co Sulfide Formation of Mafic Enclaves in Tulaergen Mafic-Ultramafic Intrusive Rocks, Eastern Tianshan, Northwest China: Implications for Liquid Immiscibility and Hydrothermal Remobilization of Platinum-Group Elements. *Economic Geology*. 2018;113(8):1795–1816. <https://doi.org/10.5382/econgeo.2018.4613>
21. Портнов А. М. Золотой дождь астроблем. *Природа*. 2021;(2):15–23. <https://doi.org/10.7868/S0032874X21020022>
22. Cheney E. S., Lange I. M. Evidence for sulfurization and the origin on some Sudbury-type ores. *Mineralium Deposita*. 1997;(2):80–94. <https://doi.org/10.1007/BF00206581>

## References

1. Puchkov L. A. World crisis as a consequence of excess energy consumption. *Eurasian Mining*. 2015;(2):7–10. <https://doi.org/10.17580/em.2015.02.02>
2. Petrov V. L. Federal training and guideline association on applied geology, mining, oil and gas production and geodesy – A new stage of government, academic community and industry cooperation. *Gornyi Zhurnal*. 2016;(9):115–119. <https://doi.org/10.17580/gzh.2016.09.23>
3. Puchkov L. A., Petrov V. L. The system of higher mining education in Russia. *Eurasian Mining*. 2017;(2):57–60. <https://doi.org/10.17580/em.2017.02.14>
4. Petrov V. L. Training of mineral dressing engineers at Russian Universities. *Tsvetnye Metally*. 2017;(7):14–19. <https://doi.org/10.17580/tsm.2017.07.02>
5. Vernadsky V. I. *About science. Vol. 1. Scientific knowledge. Scientific creativity. Scientific thought*. Dubna: Feniks Publ.; 1997. P. 11–67. (In Russ.).
6. Kozlovsky E. A. (Ed.) *Reference book for a geological organization (enterprise) head*. Vol. 1. Moscow: TsPU Raduga Publ.; 2017. 672 p. (In Russ.).
7. Kozlovsky E. A. (Ed.) *Reference book for a geological organization (enterprise) head*. Vol. 2. Moscow: TsPU Raduga Publ.; 2017. 398 p. (In Russ.).
8. Benevolsky B. I. Mineral resource potential – a base element of the economic sovereignty and national security of Russia. *Mineral Resources of Russia. Economics and Management*. 2015;(5):50–59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24314368>
9. *On the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation*. Decree of the President of the Russian Federation No. 642 dated January 12. 2016. (In Russ.).
10. Vercheba A. A., Oganesyanyan L. V. Ways of improving the higher geological education. *Razvedka i okhrana nedr*. 2016;(12):3–8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27809937>
11. Distler V. V., Sluzhenikin S. F., Cabri L. J. et al. Platinum ores of the Norilsk layered intrusions: ratio of magmatic and fluidic concentration of precious metals. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 1999;41(3):241–265. (In Russ.).



12. Dymkin A. M., Chaika V. M. *Evolution of natural iron compounds accumulation*. Moscow: Nauka Publ., 1992. (In Russ.).
13. Krivolutskaya N. A. *Evolution of trap magmatism and Pt–Cu–Ni ore formation in the Norilsk district*. Moscow: KMK Scientific Publication Partnership Publ.; 2013. (In Russ.). URL: [https://www.researchgate.net/publication/289984876\\_Evolucia\\_trappovogo\\_magmatizma\\_i\\_Pt-Cu-Ni\\_rudoobrazovanie\\_v\\_Norilskom\\_rajone](https://www.researchgate.net/publication/289984876_Evolucia_trappovogo_magmatizma_i_Pt-Cu-Ni_rudoobrazovanie_v_Norilskom_rajone)
14. Miroshnikova L. K., Sklyanov V. I., Ufatova Z. G. *Minerals of sulfide copper-nickel platinum-bearing ores of the Norilsk-Talnakh group of deposits*. Norilsk: Norilsk Industrial Institute Publ.; 2019. 148 p. (In Russ.).
15. Krivolutskaya N. A. *Siberian traps and Pt–Cu–Ni deposits in Norilsk area*. Springer, Cham. 2016. 361 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17205-7>
16. Gorbachev N. S., Grinenko L. N. Sulfur isotopic composition in sulfides and sulfates of the Oktyabrsky sulfide ore deposit (Norilsk district) in connection with issues of its genesis. *Geokhimiya*. 1973; (8):1127–1136. (In Russ.).
17. Gorbachev N. S., Kashirtseva G. A. *Fluid-magmatic differentiation of basaltic magma and magmatic sulfide formation*. Moscow: Nauka Publ.; 1986. P. 96–119. (In Russ.).
18. Portnov A. M. Ore-isotopic anomaly of Russia. *Priroda*. 2018;(2):3–9.
19. Sluzhenikin S. F., Krivolutskaya N. A., Rodkov V. A., Distler V. V. Ultra-mafic intrusions, volcanic rocks and PGE-Cu-Ni sulfide deposits of the Norilsk Province. Field Trip Guidebook. In: O. N. Simonov (ed.). *12<sup>th</sup> International Platinum Symposium*. Ekaterinburg; 2014. 83 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1649.8009>
20. Yujian W., Xianbiao L., Yanrong L. Petrogenesis and Ni-Cu-Co Sulfide Formation of Mafic Enclaves in Tulaergen Mafic-Ultramafic Intrusive Rocks, Eastern Tianshan, Northwest China: Implications for Liquid Immiscibility and Hydrothermal Remobilization of Platinum-Group Elements. *Economic Geology*. 2018;113(8):1795–1816. <https://doi.org/10.5382/econgeo.2018.4613>
21. Portnov A. M. Astrobleme golden rain. *Priroda*. 2021;(2):15–23. <https://doi.org/10.7868/S0032874X21020022>
22. Cheney E. S., Lange I. M. Evidence for sulfurization and the origin on some Sudbury-type ores. *Mineralium Deposita*. 1997;(2):80–94. <https://doi.org/10.1007/BF00206581>

### Информация об авторе

**Александр Александрович Верчеба** – доктор геол.-минерал. наук, профессор, помощник проректора по учебной работе, профессор кафедры геологии месторождений полезных ископаемых, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе «МГРИ», г. Москва, Россия, Scopus ID [57205211946](https://orcid.org/0009-0001-57205211946), e-mail: [aa\\_ver@mail.ru](mailto:aa_ver@mail.ru)

### Information about the author

**Alexander A. Vercheba** – Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Professor, Assistant Vice Rector, Professor of the Department of Geology of Mineral Deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting “MGRI”, Moscow, Russian Federation, Scopus ID [57205211946](https://orcid.org/0009-0001-57205211946), e-mail: [aa\\_ver@mail.ru](mailto:aa_ver@mail.ru)

Поступила в редакцию 11.03.2021

Поступила после рецензирования 29.05.2021

Принята к публикации 15.06.2021

Received 11.03.2021

Revised 29.05.2021

Accepted 15.06.2021