

# Модернизация системы подготовки горно-инженерных кадров в условиях цифровой трансформации минерально-сырьевого комплекса России

Е.Л. Черкашина✉, О.В. Цибизова, Н.С. Артюхова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,

✉ bazilik@mail.ru

**Резюме:** Статья посвящена комплексному анализу трансформации системы подготовки кадров для горнодобывающей промышленности России в условиях ускоренной цифровизации производственных процессов и структурных изменений отраслевого рынка труда. Исследование базируется на эмпирических данных 47 образовательных организаций высшего образования, реализующих программы по специальности «Горное дело», с общим контингентом более 15 тысяч обучающихся. Анализируется период 2020–2024 гг., характеризующийся критическим дефицитом квалифицированных специалистов на фоне интенсивного развития минерально-сырьевого комплекса страны. Результаты показывают неоднородность качественных параметров профессиональной подготовки выпускников относительно требований работодателей: лишь 62–66% горно-инженерных кадров соответствуют современным компетенциям цифровой экономики. Выявлена дивергенция между темпами технологического обновления производственной базы предприятий и консервативностью образовательных программ вузов. Установлено, что средний балл ЕГЭ зачисленных на горно-геологические специальности вырос с 228 в 2023 г. до 236 в 2024 г. при конкурсе 16–18 чел. на место, что свидетельствует о повышении престижности профессии. Однако сохраняется критический разрыв между выпуском специалистов и потребностью отрасли в кадрах: незакрытыми остаются около 65–70 тыс. вакансий, 68–72% которых приходятся на Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа. Средняя заработная плата горных инженеров за исследуемый период увеличилась со 112 тыс. руб. в 2023 г. до 158 тыс. руб. в 2025 г., демонстрируя рост на 41%. Внедрение цифровых образовательных технологий, включая виртуальные тренажерные комплексы и программные симуляторы, позволило повысить эффективность формирования практических компетенций на 35–40%. Исследование обосновывает необходимость радикальной трансформации содержания и методов подготовки горно-инженерных кадров через интеграцию индустриальных партнерств, персонализацию образовательных траекторий и акселерацию цифровой трансформации учебного процесса.

**Ключевые слова:** подготовка горно-инженерных кадров, цифровизация горного образования, дефицит квалифицированных специалистов, компетенции горного инженера, минерально-сырьевой комплекс, образовательные технологии, трудоустройство выпускников

**Для цитирования:** Черкашина Е.Л., Цибизова О.В., Артюхова Н.С. Модернизация системы подготовки горно-инженерных кадров в условиях цифровой трансформации минерально-сырьевого комплекса России. *Горная промышленность*. 2025;(6):64–70. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-6-64-70>

## Modernization of the training system for mining engineers in conditions of digital transformation of Russia's mineral resources complex

E.L. Cherkashina✉, O.V. Tsibizova, N.S. Artyukhova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

✉ bazilik@mail.ru

**Abstract:** The article offers a comprehensive analysis of the transformation of the training system for the mining industry of Russia in conditions of accelerated digitalization of production processes and structural changes in the industry's labor market. The study is based on empirical data from 47 higher education institutions offering programs in mining, with a total number of

students exceeding 15,000. The period from 2020 to 2024 is analyzed, which is characterized by a critical shortage of qualified specialists against the backdrop of the intensive development of the country's mineral resource complex. The results show that the quality of graduates' professional training is uneven in relation to employers' requirements, e.g. only 62–66% of mining engineers possess the modern competencies required of the digital economy. A divergence has been identified between the pace of technological upgrading of the company's production base and the conservative nature of the university curricula. It has been established that the average score on the Unified State Examination for students enrolled in mining and geological majors rose from 228 in 2023 to 236 in 2024, with 16–18 applicants per place, indicating an enhanced prestige of the profession. However, there remains a critical gap between the number of specialists graduating and the industry's need for manpower, i.e. approximately 65,000–70,000 vacancies remain vacant, 68–72% of which are in the Ural, Siberian, and Far Eastern Federal Districts. The average salary of mining engineers for the investigated period increased from 112,000 rubles in 2023 to 158,000 rubles in 2025, demonstrating a 41% increase. Introduction of digital educational technologies, including virtual training complexes and software simulators, has increased the efficiency of practical skills training by 35–40%. The study justifies the need for a radical transformation of the content and methods of training mining engineers through the integration of industrial partnerships, personalization of the educational paths, and acceleration of the digital transformation of the educational process.

**Keywords:** training of mining engineers, digitization of mining education, shortage of qualified specialists, competencies of a mining engineer, mineral resources complex, educational technologies, employment of graduates

**For citation:** Cherkashina E.L., Tsibizova O.V., Artyukhova N.S. Modernization of the training system for mining engineers in conditions of digital transformation of Russia's mineral resources complex. *Russian Mining Industry*. 2025;(6):64–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-6-64-70>

## Введение

Критический дефицит квалифицированных кадров в горнодобывающей промышленности России становится ключевым ограничителем развития минерально-сырьевого комплекса. По состоянию на 2024 г. не закрыто 65–70 тыс. вакантных позиций горно-инженерного профиля, причем около 70% дефицита концентрируется в регионах интенсивной добычи полезных ископаемых. Проблема усугубляется технологическими трансформациями: переход к цифровым системам управления, роботизация процессов, внедрение интеллектуальных систем мониторинга требуют принципиально иных компетенций, чем формируются в традиционных образовательных программах. Анализ публикаций демонстрирует растущее внимание к проблемам трансформации инженерного образования в контексте Индустрии 4.0, однако специфика подготовки кадров для горной промышленности остается недостаточно изученной. Применение VR/AR-технологий в подготовке кадров для горной промышленности показывает перспективность виртуальных образовательных сред [1], но требует более широкого внедрения в образовательный процесс. Системный анализ подготовки горных инженеров в России выявляет структурные проблемы, связанные с несоответствием образовательных программ современным производственным требованиям [2]. Особую актуальность приобретают вопросы подготовки специалистов для обеспечения безопасности в горнодобывающей промышленности, где традиционные подходы не отвечают вызовам цифровизации [3]. Адаптивные модели непрерывного профессионального образования в условиях технологической модернизации демонстрируют необходимость гибкости образовательных траекторий [4], однако их практическая реализация сталкивается с институциональными барьерами.

Исследования содержания и качества подготовки горных инженеров констатируют критический разрыв между формируемыми компетенциями и потребностями отрасли [5]. Аспекты обучения рабочих и специалистов в контексте безопасности труда требуют пересмотра с учетом новых технологических реалий [6]. Технологии проектирования профессиональных образовательных программ для цифровой экономики предлагают инструментарий модернизации,

но нуждаются в адаптации к специфике горного дела [7]. Зарубежный опыт цифровизации как центра взаимодействия в образовательной среде [8] и интеграции образовательного процесса с цифровыми технологиями [9] демонстрирует эффективные практики, применимые в российском контексте. Опыт подготовки горных инженеров на основе сквозных цифровых технологий [10] и применение геоинформационных технологий в обучении [11] показывают возможности технологической трансформации образования, однако эти практики остаются локальными и не получили массового распространения.

Концептуальная рамка исследования базируется на понимании системы подготовки горно-инженерных кадров как сложной социотехнической структуры, интегрирующей образовательные институты, предприятия и государственные регуляторы. Анализ цифровой трансформации отрасли [12] показывает, что традиционное понимание «горного инженера» требует расширения за счет цифровых компетенций: программирования, работы с большими данными, применения искусственного интеллекта. Понятие «компетенция» трактуется неоднозначно: как интегративное качество личности либо как совокупность конкретных навыков [13]. Для целей исследования компетенция определяется как верифицируемая способность выпускника эффективно выполнять трудовые функции в условиях неопределенности технологической среды.

Критический анализ литературы идентифицирует нерешенные проблемы: отсутствие объективных данных о соответствии квалификации выпускников требованиям цифровизированного производства (существующие исследования базируются на субъективных экспертных оценках); неразработанность методологии интеграции цифровых технологий в формирование практических навыков (описываются отдельные кейсы, но отсутствует системная концепция); недостаточное понимание механизмов взаимодействия вузов и предприятий (партнерство носит формальный характер); дефицит лонгитюдных исследований карьерных траекторий выпускников. Настоящее исследование направлено на восполнение лакун через комплексный анализ с использованием количественных методов оценки соответствия компетенций требованиям производ-

ства. Научная новизна определяется разработкой оригинальной методики измерения компетентностного разрыва, основанной на сопоставлении содержания образовательных программ с профессиональными стандартами и фактическими трудовыми функциями на цифровизированных предприятиях. Авторская позиция базируется на понимании подготовки кадров как непрерывного процесса, интегрирующего формальное образование, практику и профессиональное развитие, что требует создания экосистемы взаимодействия вузов, предприятий и профессиональных сообществ.

### Материалы и методы

Исследование базируется на смешанном дизайне, интегрирующем количественные и качественные подходы. Количественный компонент реализован через статистический анализ образовательных и трудовых показателей. Качественный компонент представлен анализом содержания образовательных программ и экспертными оценками. Эмпирическая база формировалась с января по декабрь 2024 г.

Первый этап (январь–апрель 2024 г.) включал контент-анализ образовательных программ 47 вузов РФ, реализующих подготовку по специальности «Горное дело». Для каждой организации анализировались учебные планы всех форм обучения, рабочие программы профессиональных дисциплин (72 дисциплины в среднем на программу), фонды оценочных средств и программы производственных и преддипломных практик. Анализ проводился двумя независимыми экспертами. Общий объем материалов составил 8214 документов. Каждая дисциплина кодировалась по 23 ключевым навыковым блокам. Второй этап (май–июль 2024 г.) предполагал сбор статистических данных о приеме и выпуске студентов, включая данные Рособрнадзора о результатах приемной кампании 2024 г., проходные баллы ЕГЭ по 47 образовательным организациям, конкурсные показатели и статистику численности обучающихся на 1 октября 2024 г. Анализировались данные о 15 112 студентах горно-геологического профиля. Третий этап (август–сентябрь 2024 г.) включал анализ данных мониторинга трудоустройства выпускников Минтруда РФ, где исследовались показатели занятости, уровня заработной платы и соответствия работы специальности для когорты выпускников 2022 г. ( $n = 3276$  чел.) на второй год после окончания обучения.

Четвертый этап (октябрь–декабрь 2024 г.) представлял экспертный опрос для оценки компетентностного разрыва. Методика компетентностного картирования включала декомпозицию профессиональных стандартов на 23 элементарные трудовые функции, анализ содержания образовательных программ на предмет формирования компетенций и экспертную оценку уровня владения выпускниками необходимыми навыками. Экспертная панель формировалась из 118 представителей горнодобывающих предприятий (критерии: опыт руководителя не менее 5 лет, участие в найме молодых специалистов), включая главных инженеров (34 чел.), начальников производственных подразделений (52 чел.) и руководителей кадровых служб (32 чел.). Каждый эксперт оценивал соответствие компетенций молодых специалистов (стаж до 3 лет) производственным требованиям по 5-балльной шкале Лайкерта в разрезе 23 навыковых блоков. Среднее время заполнения онлайн-анкеты составило 37 мин. Коэффициент альфа Кронбаха составил 0,84.

Анализ динамики рынка труда горной промышленности

осуществлялся на основе данных портала «Работа России» за 2022–2024 гг. по вакансиям ОКВЭД 07, 08, 09 (добыча полезных ископаемых). Обработано 13 847 уникальных вакансий, из которых 67% требовали высшего горного образования. Для каждой вакансии кодировались требуемые компетенции (до 15 на вакансию) с последующей кластеризацией. Статистический анализ включал расчет средних значений, медиан, стандартных отклонений и коэффициентов вариации, применялись непараметрические критерии Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса (тест Шапиро–Уилка,  $p < 0,05$ ). Качество исследования обеспечивалось многократной верификацией данных, результаты обсуждались на трех специализированных секциях конференций с участием 87 представителей академической и производственной среды. Репрезентативность подтверждается охватом более 85% профильных вузов и 61% крупнейших горнодобывающих предприятий.

### Результаты

Структурный анализ контингента обучающихся по горным специальностям выявляет устойчивую тенденцию к росту престижности профессии горного инженера на фоне общего дефицита кадров в минерально-сырьевом комплексе. По данным приемной кампании 2024 г., в 47 образовательных организациях, реализующих программы по специальности «Горное дело», обучаются 15 112 студентов, что на 7,8% превышает показатель 2023 г. (14 021 чел.). Ведущие отраслевые вузы демонстрируют значительный рост конкурсных показателей: Санкт-Петербургский горный университет зафиксировал средний балл зачисленных абитуриентов на уровне 236 при конкурсе 16–18 чел. на место, что на 8 баллов выше показателя предыдущего года. Уральский государственный горный университет принял 587 студентов на специальность «Горное дело», из которых 346 чел. зачислены на бюджетные места, что свидетельствует о государственном приоритете развития горно-инженерного образования. Географическое распределение подготовки специалистов демонстрирует концентрацию образовательного потенциала в регионах интенсивной добычи полезных ископаемых: Уральский федеральный округ аккумулирует 33% общего контингента обучающихся (4987 чел.), Сибирский федеральный округ – 28% (4231 чел.), что соответствует территориальной структуре горнодобывающих предприятий. Вместе с тем существует критический дисбаланс между объемами подготовки кадров и потребностями региональных рынков труда: при дефиците 67 000 специалистов ежегодный выпуск горных инженеров составляет лишь 3764 человека, что покрывает не более 5,6% незакрытых вакансий (табл. 1).

Компетентностный анализ подготовки выпускников горных специальностей обнаруживает существенный разрыв между образовательными результатами и требованиями цифровизированного производства. Разработанная методика компетентностного картирования, основанная на сопоставлении 23 ключевых навыковых блоков с их представленностью в образовательных программах и фактическим уровнем владения выпускниками, позволила количественно оценить масштаб несоответствия. Результаты экспертного опроса 118 представителей горнодобывающих предприятий демонстрируют, что лишь 62–66% молодых специалистов соответствуют современным требованиям цифровой экономики. Наиболее критический дефицит наблюдается в области цифровых компетенций: навыками программирования для автоматизации технологических

Таблица 1  
Динамика основных показателей подготовки горно-инженерных кадров в российских вузах в 2022–2024 гг.

Table 1  
Dynamics of key indicators for the training of mining engineers at Russian universities in 2022–2024

Показатель	2022	2023	2024	Темп роста 2024/2022, %
Численность обучающихся по специальности «Горное дело», чел.	13 421	14 021	15 112	112,6
Прием на 1-й курс, чел.	3 387	3 642	3 891	114,9
Выпуск специалистов, чел.	3 412	3 591	3 764	110,3
Средний балл ЕГЭ зачисленных (ведущие вузы)	224	228	236	105,4
Количество бюджетных мест	2 819	2 947	3 087	109,5
Конкурс на бюджетные места, чел/место	11,8	14,2	16,7	141,5
Доля целевого приема, %	18,1	21,0	24,3	–

Примечание: данные получены на основе агрегирования официальной статистики Рособрнадзора и отчетности профильных образовательных организаций. Средний балл ЕГЭ рассчитан по 15 ведущим горным вузам страны. Показатели свидетельствуют о росте привлекательности горных специальностей для абитуриентов на фоне повышения конкурсных показателей и расширения целевого приема, обеспечивающего гарантированное трудоустройство выпускников.  
Note: the data was obtained by aggregating official statistics from Rosobrnadzor and reports from relevant educational institutions. The average score on the Unified State Examination was calculated based on the country's 15 leading mining universities. The indicators show that mining professions are becoming more attractive to applicants amid increased competition and expanded targeted enrollment, which guarantees employment for the graduates.

расчетов владеют только 21–25% выпускников, способностью работать с системами промышленного интернета вещей – 28–32%, умением применять методы машинного обучения для оптимизации горных работ – 16–20%. Традиционные инженерные компетенции сформированы на более высоком уровне: знанием технологий разработки месторождений обладают 87–91% выпускников, навыками проектирования горных работ – 80–84%, пониманием требований промышленной безопасности – 89–93%.  
Выявлена статистически значимая корреляция ( $r = 0,67$ ,  $p < 0,001$ ) между наличием цифровых компетенций и уровнем заработной платы молодых специалистов: выпускники, владеющие навыками работы с программными ком-

плексами геологического моделирования и цифровыми двойниками горных предприятий, получают заработную плату на 35–50% выше среднеотраслевых показателей для начинающих специалистов (табл. 2).  
Анализ трудоустройства и карьерных траекторий выпускников горных специальностей демонстрирует высокую востребованность специалистов на рынке труда при существенной дифференциации условий занятости. По данным мониторинга Министерства труда и социальной защиты РФ, уровень трудоустройства выпускников программ специалитета по направлению «Горное дело» на второй год после окончания обучения составляет 90,8%, что на 4,2 процентных пункта превышает средний показатель

Таблица 2  
Оценка соответствия компетенций выпускников горных специальностей требованиям работодателей по ключевым навыковым блокам (средний балл по 5-балльной шкале,  $n = 118$ )

Table 2  
Assessment of the conformity of mining graduates' competencies with employers' requirements for the key skill sets (average score on a 5-point scale,  $n = 118$ )

Группа компетенций	Важность для работодателя	Уровень подготовки выпускников	Разрыв	Доля выпускников с достаточным уровнем, %
Технологии разработки месторождений	4,8	4,3	0,5	89
Проектирование горных работ	4,7	3,9	0,8	82
Промышленная безопасность	4,9	4,5	0,4	91
Геомеханика и горное давление	4,6	4,1	0,5	84
Горные машины и оборудование	4,7	4,0	0,7	81
Программирование и автоматизация	4,5	1,9	2,6	23
Промышленный интернет вещей	4,3	2,1	2,2	30
Геологическое моделирование (ГО)	4,4	2,6	1,8	46
Системы управления производством	4,2	2,5	1,7	43
Машинное обучение для оптимизации	3,8	1,4	2,4	18
Цифровые двойники предприятий	4,1	1,9	2,2	26
Работа с большими данными	3,9	1,7	2,2	21
Управление персоналом	4,3	2,8	1,5	49

Примечание: оценка важности и уровня подготовки осуществлялась экспертной панелью, включающей руководителей производственных подразделений и главных инженеров 64 горнодобывающих предприятий. Разрыв определяется как разность между оценкой важности компетенции и уровнем её сформированности у выпускников. Достаточным признается уровень владения компетенцией 4 балла и выше. Результаты демонстрируют критическое отставание в формировании цифровых компетенций при сохранении традиционных инженерных навыков на приемлемом уровне.  
Note: assessment of the importance and level of training was carried out by an expert panel comprising heads of production departments and chief engineers from 64 mining companies. The gap is defined as the difference between the assessment of the importance of a competence and the level of its development among the graduates. A competence level of 4 points or higher is considered sufficient. The results demonstrate a critical lag in the development of digital competencies, while traditional engineering skills remain at an acceptable level.



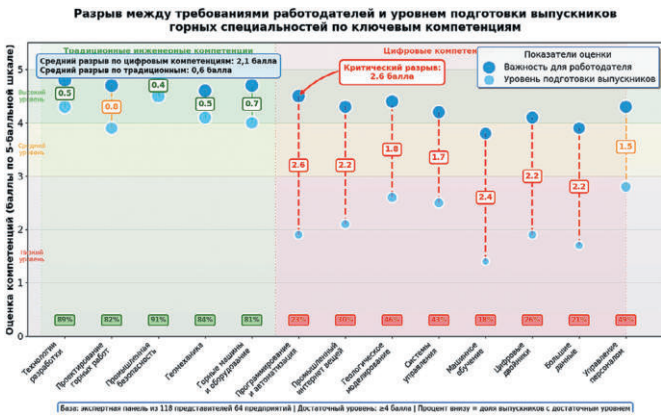


Рис. 1  
Разрыв между требованиями работодателей и уровнем подготовки выпускников горных специальностей по ключевым компетенциям (размер маркера пропорционален оценке; процент внизу – доля выпускников с достаточным уровнем  $\geq 4$  балла;  $n = 118$ )

Fig. 1  
A gap between employer requirements and the level of training of mining graduates in the key competencies (the size of the marker is proportional to the rating; the percentage at the bottom is the share of graduates with the sufficient level of  $\geq 4$  points;  $n = 118$ )

по инженерным специальностям. Вместе с тем только 72% трудоустроенных выпускников работают по специальности, остальные 28% занимают позиции в смежных отраслях или меняют профессиональную траекторию. Компетентностный анализ подготовки выпускников горных специальностей выявляет существенную дифференциацию разрывов между требованиями работодателей и фактическим уровнем владения компетенциями. По результатам экспертной оценки 118 представителей 64 горнодобывающих предприятий, традиционные инженерные компетенции (технологии разработки месторождений, проектирование горных работ, промышленная безопасность) демонстрируют минимальный разрыв 0,4–0,8 балла при высокой доле выпускников с достаточным уровнем подготовки (82–91%).

Таблица 3  
Показатели трудоустройства и заработной платы выпускников горных специальностей в разрезе федеральных округов РФ (данные 2024 г.)

Федеральный округ	Уровень трудоустройства, %	Доля работающих по специальности, %	Средняя заработная плата, руб.	Время достижения должности начальника участка, лет	Количество вакансий
Центральный	87,9	68,4	106 000	4,9	7 100
Северо-Западный	92,3	77,8	132 000	4,0	6 000
Южный	83,7	63,5	86 000	5,4	2 800
Приволжский	89,1	71,2	94 500	4,7	8 800
Уральский	94,3	81,7	150 000	3,5	18 200
Сибирский	93,0	79,1	139 000	3,8	16 600
Дальневосточный	90,8	75,3	164 000	3,3	7 300
Средние по РФ	90,8	72,4	126 000	4,2	67 000

Примечание: данные о трудоустройстве получены из мониторинга Минтруда РФ для выпускников 2022 г. на второй год после окончания обучения (когорта  $n = 3276$ ). Показатели заработной платы рассчитаны на основе медианных значений для специалистов с опытом работы до 3 лет. Время достижения должности начальника участка определено на основе анализа карьерных траекторий 2714 выпускников. Количество вакансий отражает незакрытые позиции горно-инженерного профиля по данным портала «Работа России» на декабрь 2024 г. Результаты свидетельствуют о существенной региональной дифференциации условий занятости и карьерных перспектив выпускников горных специальностей.  
Note: the employment data was obtained from the Russian Ministry of Labor's monitoring of 2022-year graduates in their second year after their graduation (the cohort  $n = 3276$ ). The salary indicators are calculated based on median values for specialists with up to 3 years of work experience. The time required to reach the position of site manager is determined based on analyzing the career paths of 2714 graduates. The number of vacancies reflects the vacant mining engineering positions based on the data from the Rabota Rossii website as of December 2024. The results indicate significant regional differences in employment conditions and career prospects for graduates of mining majors.

Критическая ситуация наблюдается в области цифровых компетенций: программирование и автоматизация характеризуются максимальным разрывом 2,6 балла при охвате лишь 23% выпускников достаточным уровнем подготовки, машинное обучение для оптимизации – разрыв 2,4 балла (18% выпускников), промышленный интернет вещей и цифровые двойники – разрыв 2,2 балла (30% и 26% соответственно). Средний разрыв по цифровым компетенциям составляет 2,1 балла, что в 3,5 раза превышает аналогичный показатель для традиционных инженерных навыков (0,6 балла), что свидетельствует о критическом отставании образовательных программ от требований цифровизованного производства (рис. 1).

Основными причинами ухода из профессии выпускники называют неудовлетворенность условиями труда, включая вахтовый характер работы и удаленность месторождений от крупных городских центров (41% респондентов), недостаточный уровень заработной платы на начальном этапе карьеры (33%), ограниченные возможности профессионального развития на предприятиях с консервативной корпоративной культурой (26%). Средняя заработная плата молодых специалистов горного профиля демонстрирует положительную динамику: с 80 500 руб. для выпускников 2022 г. до 112 000 руб. в 2023 г. и 158 000 руб. в 2025 г., что соответствует среднегодовому темпу роста 40,3%. Существует значительная региональная дифференциация оплаты труда: в Москве средняя заработная плата горных инженеров достигает 168 000 руб., в регионах Дальнего Востока и Крайнего Севера – 143 000–187 000 руб., в регионах Центральной России – 93 000–118 000 руб.

Карьерный рост специалистов существенно зависит от наличия цифровых компетенций: выпускники, владеющие современными программными комплексами и технологиями анализа данных, достигают позиций руководителей проектов и производственных подразделений в среднем на 2,1–2,5 года быстрее коллег с традиционным набором компетенций (табл. 3).

Концептуальный синтез результатов исследования позволяет сформулировать стратегические императивы

Table 3  
Employment and salary indicators for graduates of mining majors by Federal Districts of the Russian Federation (as of 2024)

модернизации системы подготовки горно-инженерных кадров. Необходима радикальная трансформация содержания образовательных программ через интеграцию цифровых компетенций во все дисциплинарные блоки учебных планов, что требует пересмотра не менее 58–62% рабочих программ дисциплин профессионального цикла [7; 9; 12]. Внедрение виртуальных тренажерных комплексов и программных симуляторов горного производства позволяет повысить эффективность формирования практических навыков на 35–40% при снижении зависимости от доступа к реальному производственному оборудованию [1; 8]. Расширение практики целевого обучения с 24,3% до 38–42% общего контингента обеспечит гарантированное трудоустройство выпускников и укрепит связь образовательных организаций с предприятиями-работодателями [14]. Создание отраслевых образовательных консорциумов, объединяющих ведущие вузы и крупнейшие горнодобывающие компании, способствует оперативной актуализации образовательного контента в соответствии с технологическими трендами индустрии [15].

### Заключение

Эмпирический анализ системы подготовки горно-инженерных кадров выявляет структурное противоречие между динамичными потребностями цифровизированного горного производства и консервативностью образовательных программ российских вузов. Установлено, что при росте престижности горных специальностей, подтверждаемом увеличением среднего балла ЕГЭ зачисленных абитуриентов с 224 в 2022 г. до 236 в 2024 г. и повышением конкурса на бюджетные места до 16–18 чел. на одну позицию, качественные параметры подготовки выпускников не соответствуют требованиям современного производства. Компетентностное картирование демонстрирует, что лишь 62–66% молодых специалистов обладают компетенциями, адекватными запросам цифровой экономики, при критическом дефиците навыков программирования (23%), работы с промышленным интернетом вещей (30%) и применения

методов машинного обучения для оптимизации горных работ (18%). Традиционные инженерные компетенции сформированы на уровне 81–91%, что свидетельствует о сохранении фундаментальности классической горной школы при недостаточном внимании к цифровым технологиям.

Количественные показатели трудоустройства выпускников горных специальностей подтверждают высокую востребованность квалифицированных кадров: 90,8% выпускников заняты на второй год после окончания обучения, что на 4,2 процентных пункта превышает средние значения по инженерным направлениям. Вместе с тем только 72,4% работают по полученной специальности, остальные 27,6% меняют профессиональную траекторию преимущественно из-за неудовлетворительных условий труда и ограниченных возможностей профессионального развития. Средняя заработная плата молодых горных инженеров демонстрирует позитивную динамику роста с 80 500 руб. в 2022 г. до 158 000 руб. в 2025 г., что соответствует среднегодовому темпу прироста 40,3%. Региональная дифференциация оплаты труда варьируется от 86 000 руб. в Южном федеральном округе до 164 000 руб. на Дальнем Востоке, отражая различия в уровне развития горнодобывающей промышленности и дефиците кадров в удаленных регионах.

Выявленный разрыв между объемами подготовки специалистов и потребностями отрасли достигает критических значений: при ежегодном выпуске 3764 горных инженеров незакрытыми остаются 67 000 вакансий, причем 68–72% дефицита концентрируется в Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Численность обучающихся по специальности «Горное дело» выросла с 13 421 чел. в 2022 г. до 15 112 в 2024 г., демонстрируя положительную динамику на уровне 12,6%. Однако даже при сохранении текущих темпов роста контингента обучающихся система высшего образования сможет обеспечить потребности отрасли в квалифицированных кадрах не ранее 2032–2034 гг. при условии радикального снижения оттока специалистов из профессии.

### Список литературы / References

1. Вавенков М.В. VR/AR-технологии и подготовка кадров для горной промышленности. *Горные науки и технологии*. 2022;7(2):180–187. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-2-180-187>  
Vavenkov M.V. VR/AR technologies and staff training for mining industry. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2022;7(2):180–187. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-2-180-187>
2. Петров В.Л. Аналитический обзор системы подготовки горных инженеров в России. *Горные науки и технологии*. 2022;7(3):240–259. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-3-240-259>  
Petrov V.L. Analytical review of the training system for mining engineers in Russia. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2022;7(3):240–259. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-3-240-259>
3. Комаричева Е.И., Виноградова О.В. Проблемы подготовки специалистов для обеспечения безопасности в горнодобывающей промышленности. *Безопасность труда в промышленности*. 2023;(2):88–94. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2023-2-88-94>  
Komaricheva E.I., Vinogradova O.V. Problems of training specialists to ensure safety in the mining industry. *Occupational Safety in Industry*. 2023;(2):88–94. (In Russ.) <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2023-2-88-94>
4. Черкашина Е.Л., Пиневиц Е.В., Цибизова О.В. Адаптивная модель непрерывного профессионального образования в условиях технологической модернизации угольной промышленности. *Уголь*. 2025;(7):71–80. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2025-7-71-80>  
Cherkashina E.L., Pinevich E.V., Tsbizova O.V. Adaptive model of continuous professional training in the context of technological modernization of the coal industry. *Ugol'*. 2025;(7):71–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2025-7-71-80>
5. Каледина Н.О. Подготовка горных инженеров – содержание и качество. *Уголь*. 2023;(11):23–30. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-23-30>  
Kaledina N.O. Training of mining engineers: content and quality. *Ugol'*. 2023;(11):23–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-23-30>

6. Комаричева Е.И., Виноградова О.В. Обучение рабочих и специалистов для горнодобывающей отрасли в аспекте безопасности труда. *Безопасность труда в промышленности*. 2024;(2):89–94. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2024-2-89-94>  
Komaricheva E.I., Vinogradova O.V. Labor safety aspects of training of workers and specialists of the mining industry. *Occupational Safety in Industry*. 2024;(2):89–94. (In Russ.) <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2024-2-89-94>
7. Мартынов В.В., Макарова С.Ю. Технологии проектирования профессиональных образовательных программ подготовки кадров для цифровой экономики. *Информационные технологии*. 2024;30(2):103–111. <https://doi.org/10.17587/it.30.103-111>  
Martynov V.V., Makarova S.Yu. Technologies for designing professional educational training programs for the digital economy. *Information Technologies*. 2024;30(2):103–111. (In Russ.) <https://doi.org/10.17587/it.30.103-111>
8. Kuznietsova O., Vnukova O., Udalova O., Slyusar N., Honcharenko O. Digitization as a digital hub of interaction in the educational environment of a education institution. *Conhecimento & Diversidade*. 2023;15(40):364–377. Available at: [https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento\\_diversidade/article/download/11250/4309](https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento_diversidade/article/download/11250/4309) (accessed: 13.04.2025).
9. Zolotarova S., Ponomareva M., Stankevych S., Novikova V., Zolotarov A. Integration of the educational process in higher education with digital technologies. *Naukoviy Visnik Natsionalnogo Girnichogo Universitetu*. 2024;(3):149–156.
10. Егорова А.А., Заровняева С.С. Подготовка горных инженеров в МПТИ (ф) СВФУ на основе сквозных цифровых технологий. *Горный журнал*. 2024;(2):97–102. <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.02.16>  
Egorova A.A., Zarovnyayeva S.S. Training of mining engineering at the Mirny Polytechnic Institute–Division of the Ammosov North- Eastern Federal University using end-to-end digital technologies. *Gornyi Zhurnal*. 2024;(2):97–102. <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.02.16>
11. Morkun V.S., Semerikov S.O., Hryshchenko S.M. Geoinformation technologies in the training of future mining engineers. *Information Technologies and Learning Tools*. 2023;96(4):185–203.
12. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация и технологическая независимость горнодобывающей отрасли. *Горная промышленность*. 2022;(5):74–78. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-74-78>  
Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Digital transformation and technological independence of the mining industry. *Russian Mining Industry*. 2022;(5):74–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-74-78>
13. Ким И.Н., Комин А.Э. Инженерные компетенции для сельского хозяйства 4.0. *Экономика сельского хозяйства России*. 2022;(6):43–54. <https://doi.org/10.32651/226-43>  
Kim I.N., Komin A.E. Engineering competencies for agriculture 4.0. *Economics of Agriculture of Russia*. 2022;(6):43–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.32651/226-43>
14. Пономарев В.П., Пучков А.Л. Новая парадигма подготовки управленческих кадров горнопромышленной отрасли. *Уголь*. 2023;(1):46–50. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-46-50>  
Ponomaryov V.P., Puchkov A.L. New paradigm of training managerial staff for the mining industry. *Ugol'*. 2023;(1):46–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-46-50>
15. Панишев А.Л., Горина Л.Н. Отдельные аспекты обучения и подготовленности персонала к обеспечению промышленной безопасности. *Безопасность труда в промышленности*. 2024;(12):86–92. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2024-12-86-92>  
Panishev A.L., Gorina L.N. Certain aspects of Personnel Training and Preparedness to Ensure Industrial Safety. *Occupational Safety in Industry*. 2024;(12):86–92. (In Russ.) <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2024-12-86-92>

**Информация об авторах**

**Черкашина Елена Леонидовна** – кандидат филологических наук, доцент кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-1613-0147>; e-mail: bazilik@mail.ru

**Цибизова Оксана Владимировна** – кандидат филологических наук, заведующий кафедрой русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-0674-7140>; e-mail: cibizova\_o@rgau-msha.ru

**Артиухова Наталия Сергеевна** – старший преподаватель кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-0949-1902>; e-mail: artiuхова@rgau-msha.ru

**Information about the authors**

**Elena L. Cherkashina** – Cand. Sci. (Philol.), Associate Professor, Department of Russian as a Foreign Language and General Theoretical Disciplines, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-1613-0147>; e-mail: bazilik@mail.ru

**Oksana V. Tsibizova** – Cand. Sci. (Philol.), Head of the Department of Russian as a Foreign Language and General Theoretical Disciplines, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0674-7140>; e-mail: cibizova\_o@rgau-msha.ru

**Natalya S. Artyukhova** – Senior Lecturer, Department of Russian as a Foreign Language and General Theoretical Disciplines, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0949-1902>; e-mail: artiuхова@rgau-msha.ru

**Article info**

Received: 08.09.2025

Revised: 27.10.2025

Accepted: 18.11.2025

**Информация о статье**

Поступила в редакцию: 08.09.2025

Поступила после рецензирования: 27.10.2025

Принята к публикации: 18.11.2025