ГЕОЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ТРУДА

УДК 504.03+378 DOI: 10.21440/0536-1028-2022-1-112-126

Подготовка специалистов-экологов нового поколения как важный элемент формирования конкурентных преимуществ отечественной минерально-сырьевой отрасли перед лицом глобальных вызовов настоящего и будущего

Хохряков А. В.[1]*, Цейтлин Е. М.[1], Студенок Г. А.[1]
[1] Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия
e-mail: aleksandr.hohryakov@m.ursmu.ru

Реферат

Введение. *В статье приводятся основные вызовы национального и глобального масштаба, стоящие перед российской минерально-сырьевой отраслью, обусловленные экологическими причинами и факторами и имеющие далеко идущие экологические последствия. С использованием данных, взятых из открытых российских и зарубежных источников, отображена динамика различных факторов, прямо или косвенно влияющих на состояние окружающей среды в России и в мире. Это, в частности, производство продукции топливно-энергетического, минерально-сырьевого и металлургического комплексов, объемы образования промышленных и коммунальных отходов, объемы их переработки, выброс парниковых газов и другие факторы. Показаны экономическая взаимосвязь отраслей промышленности с их воздействием на окружающую среду, действия государства и бизнеса, направленные на минимизацию экологически негативного воздействия на окружающую среду и его последствий. Перечислены основные глобальные экономические и технологические вызовы, стоящие в связи с этим перед отраслью: ужесточающиеся экологические требования, необходимость перехода на наилучшие доступные технологии, позволяющие минимизировать сопутствующее отрицательное воздействие на окружающую среду, снижение потребления ископаемого топлива – угля, нефти и природного газа, и, что является не менее, а иногда и более важным, необходимость инвестиций в качественно новый человеческий капитал, т. е. в рассматриваемом случае – в подготовку специалистов-экологов нового поколения, с помощью которых могут быть совершены научные и технические прорывы в сфере внедрения «зеленых» технологий.*

Результаты и их анализ. *Проанализированы и обобщены важнейшие экологически обусловленные вызовы, встающие перед странами, отраслями промышленности и отдельными компаниями в ближайшие 10–15–20 лет, которые требуют новых подходов, новых технологических и научных прорывов, многомиллиардных инвестиций и несут в себе многосторонние риски. Показано, что решение встающих в связи с этим задач требует подготовки нового поколения специалистов в инженерной экологии и экологическом менеджменте, ориентирующихся в «зеленых» и цифровых технологиях, владеющих новыми профессиональными навыками и взглядами, обладающих широтой кругозора, которая позволит противостоять вызовам времени и быстро меняющимся условиям.*

Выводы. *Анализ основных вызовов национального и глобального масштаба, стоящих перед российской минерально-сырьевой отраслью и обусловленных экологическими факторами, показывает, что подготовка специалистов нового поколения является одним из ключевых элементов формирования конкурентных преимуществ отрасли. В целом можно утверждать, что на сегодня имеется апробированный научно-педагогический фундамент для движения вперед в новых условиях в части подготовки*

специалистов-экологов, способных профессионально решать новые масштабные задачи будущего.

Ключевые слова: *минерально-сырьевая отрасль; «зеленые» технологии; экологические требования; специалисты-экологи.*

Введение. Минерально-сырьевая отрасль российской промышленности была и остается на обозримый период стратегически важным элементом национальной экономики, определяющим в значительной степени благосостояние страны и ее развитие.

Доля добычи полезных ископаемых в ВВП РФ по данным последних лет составляла от 11,5 до 15 % [1, 2]. В структуре российского экспорта минеральные продукты составляют 63–65 % [3], из них практически половина приходится на продукцию топливно-энергетического комплекса [4].

По итогам 2020 г. Россия заняла 2-е место в мире по экспорту продукции топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в стоимостном выражении с долей 9,4 % (в 2010 г. – 11,2 %). По физическим объемам экспорта Россия заняла 1-е место по газу, 2-е место по нефти (после Саудовской Аравии) и 3-е место по углю (после Индонезии и Австралии) [4].

На мировом рынке калийных удобрений Россия занимает 3-е место с долей 16,1 % после Канады (40,9 %) и Белоруссии (17,8 %). В 2020 г. Россия по объемам экспорта металлургической продукции в стоимостном выражении, как и годом ранее, заняла 7-е место в мире с долей 3,1 %. Наиболее высокую позицию среди мировых экспортеров металлов России удалось занять на рынке никеля – 1-е место с долей 13,4 %. Доля России в мировом экспорте черных металлов составила 4,9 % (5-е место), алюминия – 3,3 % (6-е место), меди – 3,8 % (8-е место).

Медь и изделия из нее занимают второе место по объемам экспорта из России среди металлов. По данным Минэкономразвития динамика и перспективы российского экспорта меди в целом благоприятны в связи с увеличивающимися потребностями мирового хозяйства в данном металле, в частности благодаря росту глобального рынка электромобилей и сектора возобновляемых источников энергии [4].

О новых вызовах, стоящих перед предприятиями минерально-сырьевого комплекса. Однако российский минерально-сырьевой и связанный с ним металлургический комплексы стоят перед целым рядом вызовов как национального, так и глобального масштаба. И от способности принять эти вызовы и ответить на них в немалой степени зависит их будущее в ближайшие 20–30 лет.

Вот главные из этих вызовов:

– ужесточающиеся экологические ограничения как на мировых рынках, так и в национальных масштабах, сопровождающиеся социальным, политическим и экономическим давлением на производителей и экспортеров минерального сырья;

– ухудшение качественных и количественных характеристик минерально-сырьевой базы;

– усиливающийся тренд на переход к альтернативным, в том числе возобновляемым источникам энергии;

– рост доли «зеленых» технологий в сельском хозяйстве с сокращением потребления минеральных удобрений;

– активные поиски и проработки новых направлений получения минерального сырья (глубоководная добыча полезных ископаемых, горные работы за пределами

Земли, внедрение принципиально новых методов, процессов и технологий добычи минерального сырья);

– растущая потребность в качественно новом «человеческом капитале» – квалифицированных специалистах нового поколения, которым и предстоит находить ответ на эти вызовы в ближайшие десятилетия.

В целом речь идет о многовекторной комбинации противостояний, хотя и имеющих различную природу, но так или иначе связанных определенными общими трендами и ограничениями, в первую очередь экологическими, обуславливающими потребность в специалистах-экологах нового поколения.

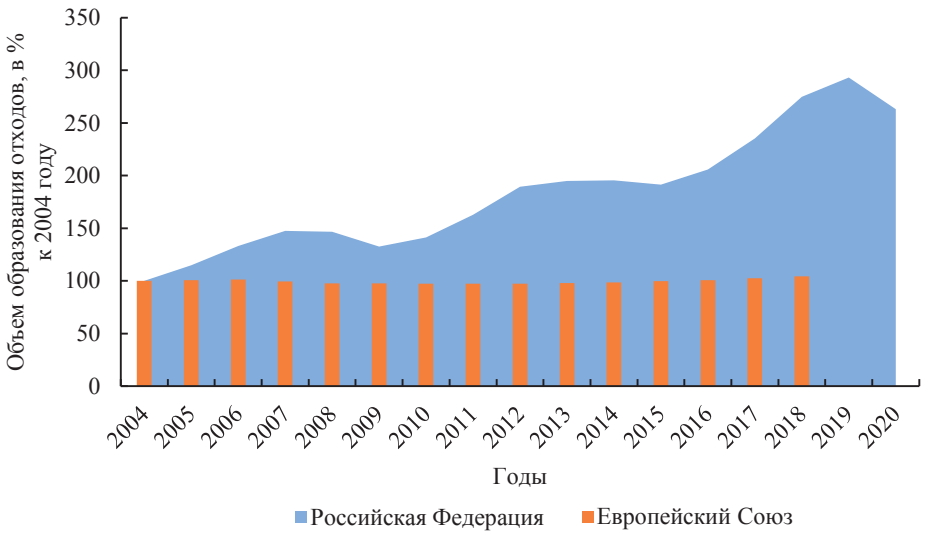

Рисунок 1. Динамика изменения объема образования отходов в РФ и ЕС за 2004–2018 гг.
Figure 1. Dynamics of changing waste generation volume in the RF and EU for 2004–2018

На этом фоне понимание тенденций изменения экологической ситуации в стране и в мире и умение перестраивать свою деятельность в соответствии с этими тенденциями становятся жизненно важными как для отраслей промышленности в целом, так и для отдельных предприятий.

Об экологической ситуации в РФ и мире. На сегодняшний день экологическая ситуация как в мире в целом, так и в России находится в постоянной динамике. Одним из важных индикаторов, характеризующих динамику техногенного воздействия на окружающую среду, является ежегодно образующееся количество отходов производства и потребления. Отходы прямо либо опосредованно оказывают негативное влияние на все компоненты окружающей среды. Объем образования отходов косвенно характеризует общую антропогенную нагрузку на окружающую среду. Рассмотрим ситуацию с отходами в цифрах.

В Российской Федерации за 15 лет с 2006 по 2020 г. ежегодный объем образования отходов вырос более чем в 2 раза – с 3,5 млрд т в 2006 г. до 7 млрд т в 2020 г. (7,2 млрд т в 2019 г.) [5]. В странах Европейского Союза объем образования отходов за период с 2004 до 2018 г. вырос с 2,2 млрд т в год до 2,3 млрд т в год (рост составил около 4 %) [6]. Динамика по России и Евросоюзу показана на рис. 1.

В Свердловской области среднегодовое образование отходов за указанный период составило 175,4 млн т/год. При этом вклад горных предприятий в объем образованных отходов в Свердловской области достигает 90 % [7].

В США образование только твердых коммунальных отходов (далее ТКО) в период 1960–2000 гг. увеличилось с 90 млн т в год до 220 млн т в год, т. е. на 144 %. Однако при этом количество отходов, размещенных после извлечения ценных компонентов, в 2000 г. составляло 60 % от объема их образования, в то время как в 1960 г. количество таких отходов было практически равно количеству их образования (рис. 2) [8].

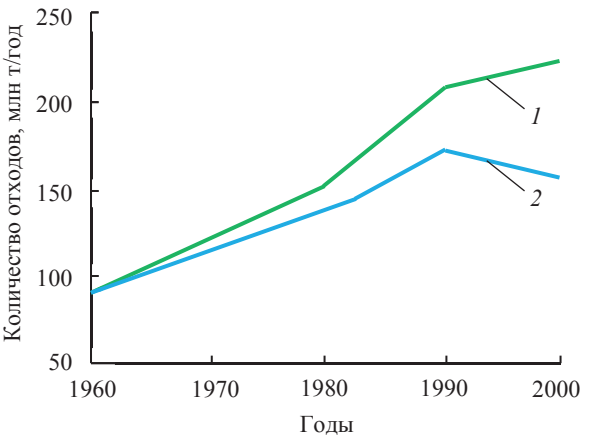

Рисунок 2. Динамика образования и размещения твердых коммунальных отходов в США в период 1960–2000 гг. после извлечения из них полезных компонентов:
1 – образовано; *2* – размещено после извлечения полезных компонентов

Figure 2. Dynamics of generation and emplacement of municipal solid waste in the USA in 1960–2000 after extracting commercial components from them:
1 – generated; *2* – deposited after extracting commercial components

Образование опасных химических отходов, образующихся при добыче драгоценных металлов, в США увеличилось с 2007 по 2019 г. на 23 % и составило почти 700 тыс. т [9].

Если взять горную промышленность в целом в мировом масштабе, то объем образующихся ежегодно в мире отходов горных работ и обогащения полезных ископаемых вырастает с 173,64 млрд т в 2017 г. до (как ожидается) 233,56 млрд т в 2022 г. [10].

Важным эколого-технологическим показателем является доля утилизируемых отходов от общего количества их ежегодного образования.

В Европейском союзе в целом эта доля колеблется от 39 % для электротехнических отходов до 66 % для отходов упаковки, составляя в среднем 48 % (рис. 3) [11].

По данным РБК *(Как происходит утилизация отходов в России и других странах. URL: https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/60ad10399a794783c51ea200 (дата обращения: 05.12.2021))*, в России более 90 % коммунальных отходов отправляется на полигоны и свалки, и лишь 7 % – на переработку. При этом, согласно отчетности Росприроднадзора, в целом доля утилизируемых отходов от годового образования всех видов отходов в 2020 г. составляла 48 % [12].

В США к 2018 г. доля утилизируемых коммунальных отходов составила 32 % от их годового образования (рис. 4) [13]. Утилизация опасных промышленных отходов в США составила в 2017 г. около 11 % (рис. 5) [14, 15].

О динамике объема выбросов парниковых газах в РФ и мире. Еще одним важным экологическим показателем как в масштабах отраслей промышленности отдельных стран, так и в масштабе международном является выброс парниковых газов в атмосферу и связанные с этим экономические и технологические вызовы.

Ожидается, что поставщики российских товаров с большим углеродным следом будут платить в бюджет Евросоюза не менее 1,1 млрд € в год, когда власти европейских стран начнут в полной мере взимать трансграничный «углеродный налог» *(Больше всего могут пострадать экспортеры железа, стали и металлоконструкций. URL: https://www.rbc.ru/economics/26/07/2021/60fac8469a7947d1f4871b47 (дата обращения: 05.12.2021))*.

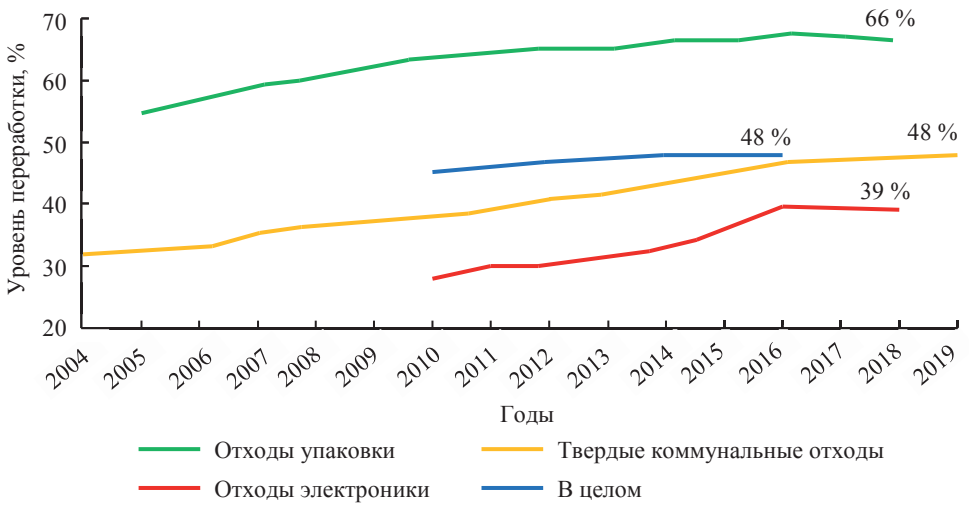

Рисунок 3. Уровень переработки отходов упаковки, электроники и твердых коммунальных отходов в Евросоюзе в период 2004–2019 гг.
Figure 3. Recycling rates for packaging, electronics and municipal solid waste in the EU in 2004–2019

Россия, в свою очередь, предпринимает шаги к введению углеродного налога *(Мишустин заявил о начале движения в России к введению углеродного налога. URL: https://tass.ru/ekonomika/12489807 (дата обращения: 05.12.2021))*. Правительством обозначено направление на стимулирование «зеленых» инвестиций в технологическое переоснащение производств, что в условиях глобального энергопереходa должно повысить конкурентные преимущества отечественной промышленности. А это вряд ли возможно без новых экологических подходов, методов и технологий.

Странами ЕС поставлена задача сокращения выброса парниковых газов к 2030 г. на 55 % по сравнению с 1990 г. *(The EU has adopted ambitious new targets to curb climate change. URL: https://www.bbc.com/news/world-europe-56828383 (accessed: 05.12.2021))*. В России намечено снизить выбросы парниковых газов за тот же период на 30 % с достижением нулевого баланса по выбросам к 2060 г. [16, 17]. В планах США – снизить к 2030 г. эмиссию CO2 на 50–52 % от уровня 2005 г. [18].

По состоянию на 2020 г. Россия выбрасывала в год 1,68 млрд т CO2 (4,6 % мирового объема выбросов). Страны ЕС в совокупности выбрасывали 2,93 млрд т/год (8,02 %), США–4,71 млрд т/год (12,89 %) [19] (рис. 6, 7).

Об инвестициях в мероприятия по защите окружающей среды. Масштабы негативного воздействия на окружающую среду определяют и масштабы экономических последствий этого воздействия для бизнеса и населения, и масштабы предстоящих инвестиций, необходимых для снижения этого воздействия в предстоящие десятилетия.

Так, согласно [20, с. 23], доходы бюджетов всех уровней от экологических неналоговых платежей составили в 2017 г. 221,5 млрд р., в 2018 г. – 278,8 млрд р. (увеличение в сравнении с предыдущим годом на 28 %), в 2019 г. – 334,7 млрд р. (увеличение на 20 %), в 2020 г. – 382,8 млрд р. (увеличение на 14 %), рис. 8.

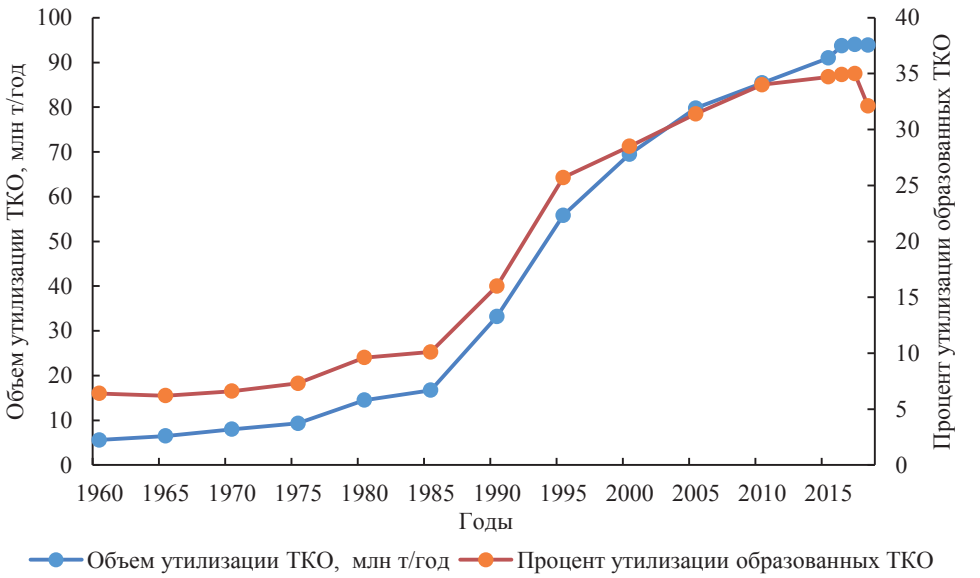

Рисунок 4. Динамика объемов утилизации твердых коммунальных отходов в США в период 1960–2018 гг.
Figure 4. Dynamics of municipal solid waste disposal in the USA in 1960–2018

Наибольшую долю в доходах от экологических неналоговых платежей в 2017–2020 гг. составлял утилизационный сбор (около 94 %), плата за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) составила около 5 %, экологический сбор – около 1 %. За этот же период общий объем поступлений платы НВОС составил в 2017 г. 14 220,9 млн р., в 2018 г. – 13 050,9 млн р., в 2019 г. – 13 093,7 млн р., в 2020 г. – 14 484,0 млн р. [20, с. 24], рис. 9.

Объем поступлений утилизационного сбора составил в 2017 г. 205 926,8 млн р., в 2018 г. – 263 189,5 млн р., в 2019 г. – 319 181,5 млн р., в 2020 г. – 364 320,9 млн р. [20, с. 26].

Случаются и нештатные ситуации с катастрофическими экологическими последствиями, влекущие за собой соответствующие, в ряде случаев многомиллиардные, экономические санкции. Так, ПАО «ГМК «Норильский никель» в 2020 г. заплатило ущерб за загрязнение водных ресурсов в размере 146,2 млрд р. *(«Норникель» выплатил рекордный штраф в 146,2 млрд рублей. URL: https://iz.ru/1134937/2021-03-10/nornikel-vyplatil-rekordnyi-shtraf-v-1462-mlrd-rublei (дата обращения: 05.12.2021))*, а за разлив нефти в мексиканском заливе в 2016 г. суд США обязал компанию British Petroleum заплатить 20,8 млрд дол. штра-

фа *(Суд в США утвердил рекордный штраф BP за аварию в Мексиканском заливе. URL: https://www.interfax.ru/business/502047 (дата обращения: 05.12.2021))*.

Из всего сказанного следует что, в ближайшие 10–15–20 лет страны, отрасли промышленности и отдельные компании будут вынуждены решать экологически обусловленные задачи, требующие новых подходов, новых технологических и научных прорывов, многомиллиардных инвестиций и несущие в себе многосторонние риски, которые могут поставить отдельные компании и целые отрасли на грань выживания. По оценкам Всемирного банка, для преобразований, связанных с переходом к «зеленой» экономике, России потребуются триллионы рублей. Только для перехода на наилучшие доступные технологии (НДТ) потребуется финансирование в размере от 4 до 8 трлн р. [21].

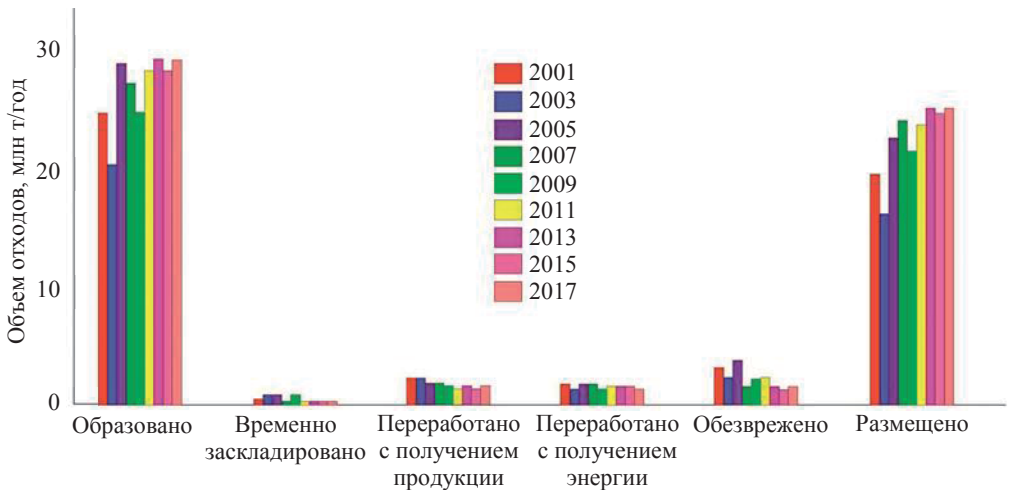

Рисунок 5. Объемы образования, размещения и утилизации опасных промышленных отходов в США в период 2001–2017 гг.
Figure 5. Volumes of generation, emplacement and disposal of hazardous industrial waste in the USA in 2001–2017

О подготовке нового поколения специалистов в инженерной экологии и экологическом менеджменте. Решение подобных задач требует соответствующего кадрового обеспечения – подготовки нового поколения специалистов в инженерной экологии и экологическом менеджменте, ориентирующихся в «зеленых» и цифровых технологиях, владеющих иными, чем прежде, профессиональными навыками и взглядами, обладающих широтой кругозора, которая позволит противостоять вызовам времени и быстро меняющимся условиям.

Программа развития Уральского государственного горного университета до 2030 г. *(Уральский горный университет – участник программы «Приоритет 2030». URL: http://mobile.ursmu.ru/news/14900215 (дата обращения: 05.12.2021))* предусматривает среди прочего его институциональную трансформацию в ведущий университет инженерных компетенций, что позволит эффективно противостоять рассмотренным ранее вызовам и совершить качественный прорыв в развитии инженерного, в том числе инженерно-экологического образования.

Уральский государственный горный университет за свою более чем вековую историю всегда являлся мощной движущей силой горной науки и образования, находясь на переднем крае масштабных преобразований минерально-сырьевого

комплекса страны и внося в дело подготовки кадров для горной промышленности вклад, который трудно переоценить.

Одним их первых в стране университет начал подготовку инженеров-экологов для горной промышленности. Более 30 лет назад была создана кафедра инженерной экологии, которую возглавил проф. А. В. Хохряков, а в 1991 г. состоялся первый прием студентов. За прошедшее с тех пор время было подготовлено более 500 выпускников – инженеров, бакалавров и магистров.

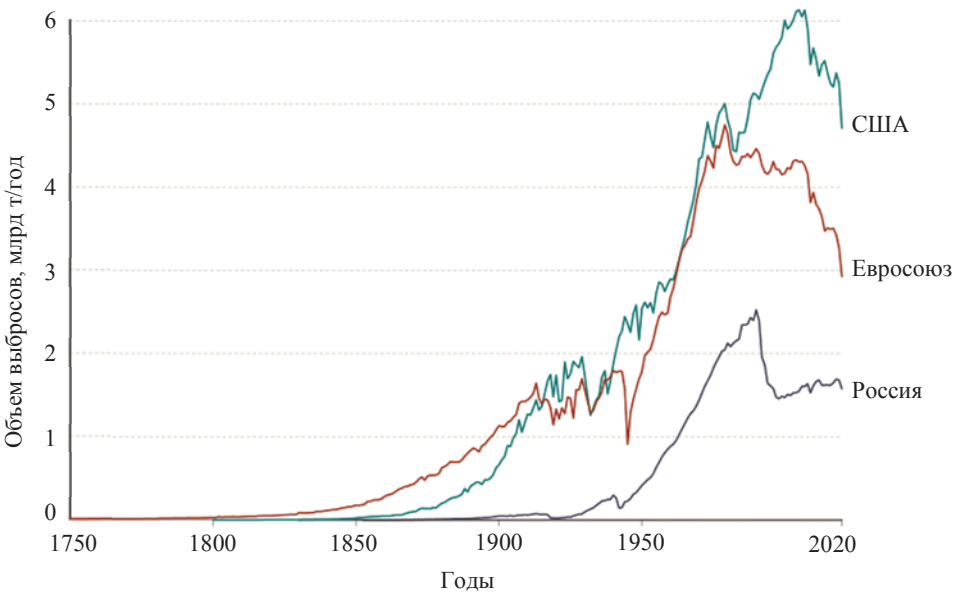

Рисунок 6. Выбросы диоксида углерода в атмосферный воздух вследствие сжигания ископаемого топлива в США, Евросоюзе и России в период 1750–2020 гг.
Figure 6. Emissions of carbon dioxide to the atmosphere as consequence of fossil fuel combustion in the USA, EU and Russia in 1750–2020

На сегодняшний день кафедра ежегодно выпускает бакалавров, подготовленных по профилю «Инженерная защита окружающей среды» и магистров, прошедших подготовку по программе «Экологический менеджмент предприятий и территорий».

С момента основания кафедры процесс обучения студентов специальным дисциплинам основывается на результатах научных и научно-практических работ, проводящихся на кафедре. За эти годы широкий спектр инженерно-экологических задач успешно решался для нескольких десятков предприятий различных отраслей. Со своей стороны многие предприятия внесли свой весомый вклад в становление и развитие подготовки студентов. Благодарность за сотрудничество хотелось бы выразить комбинату Ураласбест, Уральской золото-платиновой компании, Нижне-Тагильскому металлургическому комбинату, Высокогорскому горно-обогатительному комбинату, Качканарскому горно-обогатительному комбинату, Малышевскому рудоуправлению, комбинату Уфалейникель, Рефтинской ГРЭС и многим другим предприятиям, которые находили и находят возможность поддерживать кафедру.

Об организации и проведении практик на кафедре инженерной экологии. Жизненно важным элементом подготовки специалистов-экологов на кафедре считается организация и проведение практик. Пожалуй важнейшей по образователь-

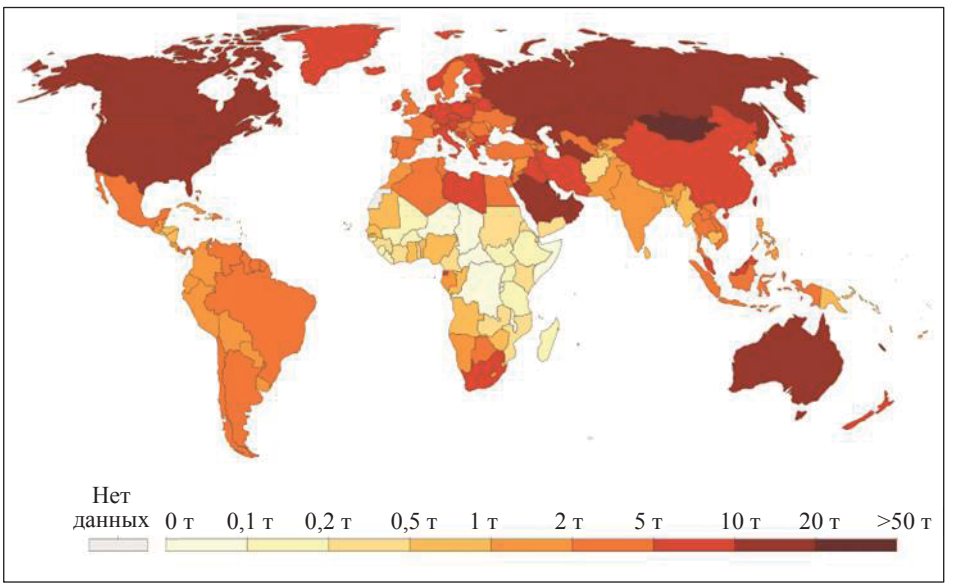

Рисунок 7. Выбросы диоксида углерода в атмосферный воздух вследствие сжигания ископаемого топлива в мире (на душу населения)
Figure 7. Emissions of carbon dioxide to the atmosphere as consequence of fossil fuel combustion in the world (per capita)

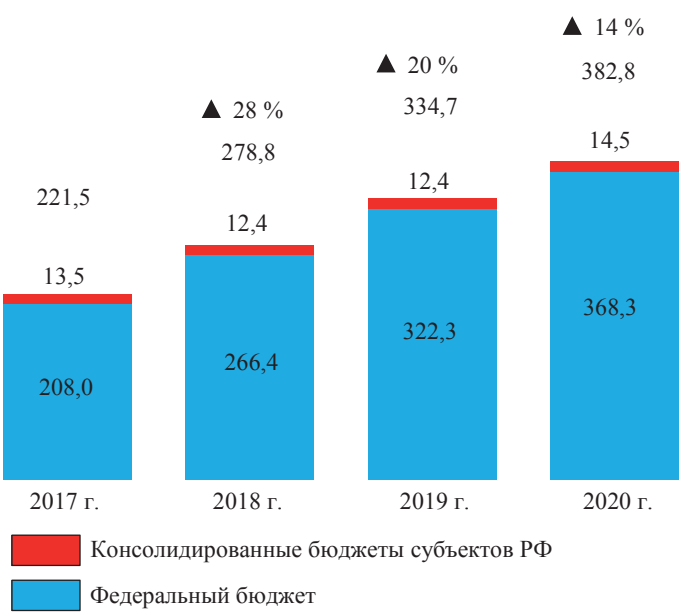

Рисунок 8. Доходы бюджетов всех уровней в РФ от экологических неналоговых платежей в 2017–2020 гг., млрд р.
Figure 8. All levels of RF government revenues from environmental non-tax charges in 2017–2020, billion rubles

ному эффекту является учебно-ознакомительная практика. Для прохождения практики студенты второго курса в сопровождении преподавателей кафедры выезжают на несколько недель на промышленные предприятия г. Асбест и прилегающего района. Базовым для этой практики является комбинат Ураласбест, где студенты знакомятся с открытыми горными работами, процессом отвалообразования, посещают обогатительную фабрику, смежные производства. В каждом подразделении

Рисунок 9. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в РФ по видам негативного воздействия за период 2017–2020 гг., %
Figure 9. Charges for negative environmental impact in the RF by type of negative impact for 2017–2020, %

для них проводят детальную экскурсию, знакомят с технологическими особенностями и экологическими аспектами его работы. В ходе этой практики студенты также посещают другие близлежащие предприятия, такие как Рефтинская ГРЭС (крупнейшая угольная теплоэлектростанция России), Малышевское рудоуправление (старейшее в России предприятие по добыче и переработке полевошпатовых руд, известное также своим уникальным изумрудным рудником), находящийся в г. Асбест Уральский завод автотекстильных изделий, выпускающий тормозные, фрикционные и уплотнительные материалы, местные технологические объекты предприятия «Водоканал».

Главной целью этой практики и ее итогом является непосредственное знакомство на месте с основными особенностями и общими чертами разнообразных промышленных производств, многообразием их экологических характеристик, формирование основы системного инженерно-экологического мировоззрения, позволяющего затем эффективно осваивать профессиональные дисциплины и претворять в дальнейшем в жизнь полученные знания.

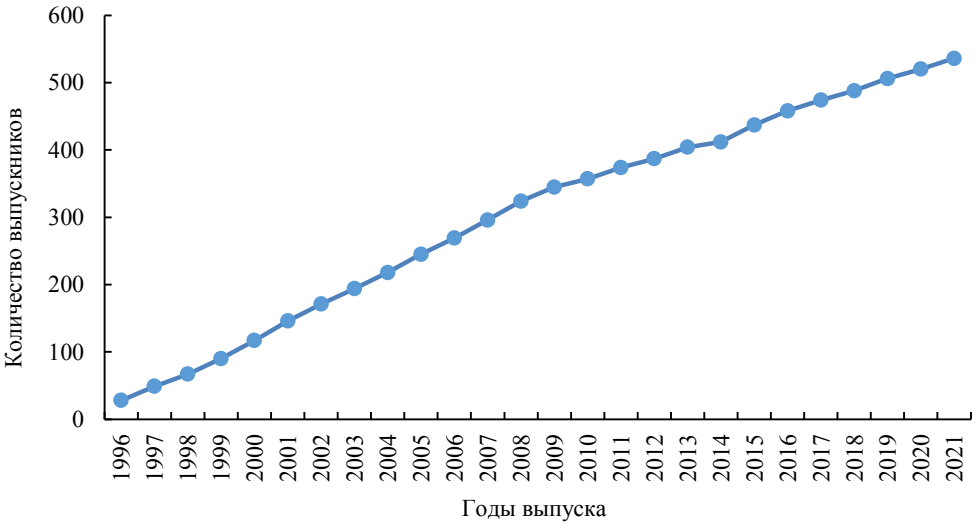

Рисунок 10. Динамика роста количества выпускников кафедры инженерной экологии УГГУ
Figure 10. Dynamics of growth in the number of graduates of the Department of Environmental Engineering, UrSMU

Рисунок 11. Студенты группы ИЗС-19 на учебно-ознакомительной экскурсии в Центральном карьере ПАО «Ураласбест»
Figure 11. Students of IZS-19 group on a study tour in Tsentralny open pit of PLSC Uralasbest

В целом можно утверждать, что научно-педагогический фундамент для движения вперед в новых условиях по выбранному направлению подготовки специалистов-экологов есть.

При обучении студентов кафедры в магистратуре упор делается на научно-практический подход к освоению преподаваемых дисциплин. И здесь весьма важными являются возможности, которые открываются благодаря сотрудничеству университета с Институтом горного дела УрО РАН. Специалисты института привлекаются для участия в учебном процессе в качестве преподавателей. Одновременно магистранты кафедры проходят практику, осваивают научные и практические навыки в лабораториях института, в том числе в лаборатории экологии горного производства, в лаборатории геоинформационных и цифровых технологий в недропользовании. Здесь студенты под руководством сотрудников института горного дела углубляют и совершенствуют свои знания в части отбора и анализа проб воды, снега, почвы, других компонентов окружающей среды, учатся эффективно применять геоинформационные технологии для решения научных и практических инженерно-экологических и смежных задач, изучают основы практического применения математической статистики и моделирования для целей экологического менеджмента.

Стоит отметить, что такой подход находит отклик у руководителей промышленных предприятий. Предприятия УрФО периодически практикуют направление своих сотрудников на обучение в магистратуре на кафедре инженерной экологии для повышения их профессионального уровня.

Заключение. Анализ основных вызовов национального и глобального масштаба, стоящих перед российской минерально-сырьевой отраслью и обусловленных экологическими факторами, показывает, что подготовка специалистов нового поколения является одним из ключевых элементов формирования конкурентных преимуществ отрасли. В целом можно утверждать, что на сегодня имеется апробированный научно-педагогический фундамент для движения вперед в новых условиях по выбранному направлению подготовки специалистов-экологов, способных профессионально решать новые масштабные задачи будущего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВВП и промышленное производство РФ – итоги и перспективы. URL: https://www.finam.ru/analysis/forecasts/vvp-i-promyshlennoe-proizvodstvo-rf-perspektivy-2019-goda-20190219-120113/ (дата обращения: 05.12.2021).

2. Сырьевой сброс: доля нефтегазового сектора в ВВП России. URL: https://russian.rt.com/business/article/884848-rossiya-vvp-neft-gaz (дата обращения: 05.12.2021).

3. Внешняя торговля России на основе данных Федеральной таможенной службы России. URL: https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2020-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2019-godu/ (дата обращения: 05.12.2021).

4. Итоги внешнеэкономической деятельности РФ в 2020 г. и 1-м полугодии 2021 г. URL: https://economy.gov.ru/material/file/ab03f167412ee7cbc60d8caf776bab70/itogi_ved_v_2020g_i_1_polugodie_2021.pdf (дата обращения: 05.12.2021).

5. Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/11194 (дата обращения: 05.12.2021).

6. Eurostat waste statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation (дата обращения: 05.12.2021).

7. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области за 2010–2015 гг. URL: https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126 (дата обращения: 05.12.2021).

8. Mineral resources and waste disposal. URL: https://www.kean.edu/~csmart/Observing/17.%20Mineral%20resources%20and%20waste%20disposal.pdf, p. 15 (дата обращения: 05.12.2021).

9. Metal mining waste management trend. URL: https://www.epa.gov/trinationalanalysis/metal-mining-waste-management-trend (дата обращения: 05.12.2021).

10. Mining waste management market by mining method, metals/minerals, waste type and region – Global forecast to 2022. URL: https://www.reportlinker.com/p05288513/Mining-Waste-Management-Market-by-

Mining-Method-Metals-Minerals-Waste-Type-And-Region-Global-Forecast-to.html (дата обращения: 05.12.2021).

11. Waste recycling in Europe. URL: https://www.eea.europa.eu/ims/waste-recycling-in-europe (дата обращения: 05.12.2021).

12. Росприроднадзор. Справочная информация. URL: https://rpn.gov.ru/activity/regulation/help/ (дата обращения: 05.12.2021).

13. EPA: facts and figures about materials, waste and recycling. URL: https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials (дата обращения: 05.12.2021).

14. EPA: hazardous waste recycling. URL: https://www.epa.gov/hw/hazardous-waste-recycling#howmuch (дата обращения: 05.12.2021).

15. EPA. Report on the environment. Hazardous waste. Exhibit 1. URL: gov.epa.cfpub (дата обращения: 05.12.2021).

16. Climate action tracker – Russian Federation. URL: https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/ (дата обращения: 05.12.2021).

17. Our world in data. URL: https://ourworldindata.org/co2/country/russia#what-are-the-country-s-annual-co2-emissions; https://ourworldindata.org/co2-emissions (дата обращения: 05.12.2021).

18. The White House: 2030 Greenhouse gas pollution reduction. URL: https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/22/fact-sheet-president-biden-sets-2030-greenhouse-gas-pollution-reduction-target-aimed-at-creating-good-paying-union-jobs-and-securing-u-s-leadership-on-clean-energy-technologies/ (дата обращения: 05.12.2021).

19. CO2 and Greenhouse gas emissions. URL: https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions (accessed: 05.12.2021).

20. Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации, 2021, № 8. Неналоговые платежи. URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/cfb/h75p4x5t2ron78jtt0ymi307066wg0sx.pdf (дата обращения: 05.12.2021).

21. «Зеленое финансирование» в России: создание возможностей для «зеленых» инвестиций. Аналитическая записка. Группа Всемирного Банка, 2018. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/699051540925687477/pdf/131516-RUSSIAN-PN-P168296-P164837-PUBLIC-Green-finance-Note.pdf (дата обращения: 05.12.2021).

Поступила в редакцию 15 декабря 2021 года

Сведения об авторах:

Хохряков Александр Владимирович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии Уральского государственного горного университета. E-mail: aleksandr.hohryakov@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0002-9854-5468

Цейтлин Евгений Михайлович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры инженерной экологии Уральского государственного горного университета. E-mail: evgeniy.ceytlin@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0003-4512-7139

Студенок Геннадий Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной экологии Уральского государственного горного университета. E-mail: gennadiy.studenok@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0002-6958-5444

DOI: 10.21440/0536-1028-2022-1-112-126

Training of a new generation of environmental professionals as an important part of the national mineral and mining industry competitive advantages creation in the face of the present and future global challenges

Aleksandr V. Khokhriakov[1], Evgenii M. Tseitlin[1], Gennadii A. Studenok[1]
[1] Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia.

Abstract

Introduction. *The article presents the main national and global challenges that the Russian natural resources sector faces. The challenges are conditioned by environmental reasons and factors and have far-reaching environmental consequences. The data from open Russian and foreign sources was used to demonstrate the dynamics of various factors that have a direct or indirect impact on the Russian or global environment. These include the manufacturing work of the fuel and energy complex, mineral resources sector, and metallurgical complexes, as well as the volume of waste generation, including solid municipal waste and the volume of their processing, and the emission of greenhouse gases. The economic relationship is shown between industries and their impact on*

the environment, as well as the relationship between the government and business actions aimed at minimizing adverse environmental effects and their consequences. The main global economic and technological challenges the industry faces in this regard are as follows: increasingly restrictive environmental requirements, need for best available technologies to minimize the associated adverse environmental effects, reduce fossil fuels consumption, namely coal, oil and natural gas. Even more important, is the need to invest in a whole new human capital, in this case, in the training of a new generation of environmental professionals who might make a scientific and technical breakthrough in introducing green technologies.

Results and analysis. *The paper compiles and analyses major environmental challenges that countries, industries, and particular companies have been facing in the last 10–15–20 years. The indicated issues require new approaches, new technological and scientific breakthroughs, multi-billion investments, and bear multilateral risks. It is shown, a new generation of engineering ecology and ecological management professionals should be trained to address the associated challenges. The new generation of environmental professionals should focus on green and digital technologies, possess fresh views and professional skills, be broad-minded and able to confront the challenges of the time and rapidly changing circumstances.*

Conclusions. *Analysis of the main national and global environmental challenges that the Russian mineral and mining industry faces, shows that new generation professionals' training is a key pillar in the development of the industry's competitive advantages. It can be generally stated, that for today there is an approved scientific and educational background that allows to move forward in the new circumstances in terms of training the environmental professionals able to address large-scale environmental challenges of the future.*

Keywords: *challenges; natural resources sector; environmental requirements; environmental professionals.*

REFERENCES

1. *GDP and manufacturing in RF, results and prospects*. Available from: https://www.finam.ru/analysis/forecasts/vvp-i-promyshlennoe-proizvodstvo-rf-perspektivy-2019-goda-20190219-120113/ [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

2. *Reduction in the raw material base: the share of the oil and gas sector in Russian GDP*. Available from: https://russian.rt.com/business/article/884848-rossiya-vvp-neft-gaz [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

3. *Russian foreign trade based on the data from Russian Federal Customs Service*. Available from: https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2020-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2019-godu/ [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

4. *Results of Russia's foreign economic activity in 2020 and in the first half of 2021*. Available from: https://economy.gov.ru/material/file/ab03f167412ee7cbc60d8caf776bab70/itogi_ved_v_2020g_i_1_polugodie_2021.pdf [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

5. *Federal State Statistics Service*. Available from: https://rosstat.gov.ru/folder/11194 [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

6. *Eurostat waste statistics*. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

7. *State reports on the state and protection of the environment in the Sverdlovsk region in 2010–2015*. Available from: https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126 [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

8. *Mineral resources and waste disposal*. Available from: https://www.kean.edu/~csmart/Observing/17.%20Mineral%20resources%20and%20waste%20disposal.pdf, p. 15 [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

9. *Metal mining waste management trend.* Available from: https://www.epa.gov/trinationalanalysis/metal-mining-waste-management-trend [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

10. *Mining waste management market by mining method, metals/minerals, waste type and region – Global forecast to 2022*. Available from: https://www.reportlinker.com/p05288513/Mining-Waste-Management-Market-by-Mining-Method-Metals-Minerals-Waste-Type-And-Region-Global-Forecast-to.html [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

11. *Waste recycling in Europe*. Available from: https://www.eea.europa.eu/ims/waste-recycling-in-europe [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

12. *Rosprirodnadzor. Referral information*. Available from: https://rpn.gov.ru/activity/regulation/help/ [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

13. *EPA: facts and figures about materials, waste and recycling*. Available from: https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

14. *EPA: hazardous waste recycling*. Available from: https://www.epa.gov/hw/hazardous-waste-recycling#howmuch [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

15. *EPA. Report on the environment. Hazardous waste. Exhibit 1*. Available from: gov.epa.cfpub [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

16. *Climate action tracker – Russian Federation*. Available from: https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/ [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

17. *Our World in data*. Available from: https://ourworldindata.org/co2/country/russia#what-are-the-country-s-annual-co2-emissions; https://ourworldindata.org/co2-emissions [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

18. *The White House: 2030 Greenhouse gas pollution reduction*. Available from: https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/22/fact-sheet-president-biden-sets-2030-greenhouse-gas-pollution-reduction-target-aimed-at-creating-good-paying-union-jobs-and-securing-u-s-leadership-on-clean-energy-technologies/ [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

19. *CO_2 and Greenhouse gas emissions*. Available from: https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

20. *Bulletin of the Accounts Chamber of the Russian Federation. 2021; 8. Nontax payment*. Available from: https://ach.gov.ru/upload/iblock/cfb/h75p4x5t2ron78jtt0ymi307066wg0sx.pdf [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

21. *Green financing in Russia: creating opportunities for green investments. Memorandum. World Bank Group, 2018*. Available from: https://documents1.worldbank.org/curated/en/699051540925687477/pdf/131516-RUSSIAN-PN-P168296-P164837-PUBLIC-Green-finance-Note.pdf [Accessed 05 December 2021]. (In Russ.)

Received 15 December 2021

Information about authors:

Aleksandr V. Khokhriakov – DSc (Engineering), Professor, Head of the Department of Environmental Engineering, Ural State Mining University. E-mail: aleksandr.hohryakov@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0002-9854-5468

Evgenii M. Tseitlin – PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor, associate professor of the Department of Environmental Engineering, Ural State Mining University. E-mail: evgeniy.ceytlin@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0003-4512-7139

Gennadii A. Studenok – PhD (Engineering), associate professor of the Department of Environmental Engineering, Ural State Mining University. E-mail: gennadiy.studenok@m.ursmu.ru; https://orcid.org/0000-0002-6958-5444

Для цитирования: Хохряков А. В., Цейтлин Е. М., Студенок Г. А. Подготовка специалистов-экологов нового поколения как важный элемент формирования конкурентных преимуществ отечественной минерально-сырьевой отрасли перед лицом глобальных вызовов настоящего и будущего // Известия вузов. Горный журнал. 2022. № 1. С. 112–126. DOI: 10.21440/0536-1028-2022-1-112-126

For citation: Khokhriakov A. V., Tseitlin E. M., Studenok G. A. Training of a new generation of environmental professionals as an important part of the national mineral and mining industry competitive advantages creation in the face of the present and future global challenges. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = Minerals and Mining Engineering*. 2022; 1: 112–126 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2022-1-112-126