

Исследование техногенных последствий добычи полезных ископаемых для окружающей среды

Исмаилов Нурлан Турсубекович
Ошский технологический университет
соискатель

Аннотация

Результаты обследования зданий и сооружений горнодобывающих городов и поселков в процессе реконструкции и непосредственно перед закрытием шахт свидетельствуют о том, что при общем благоприятном исходе модернизации некоторая часть зданий получают повреждения, то есть проявляются техногенные последствия деформации земной поверхности. Обобщим и систематизируем экологические последствия эксплуатации и ликвидации шахт. В результате эксплуатации и ликвидации шахт возникает значительное количество экологических и техногенных проблем, которые со временем усиливаются. В частности, при затоплении горных выработок увеличивается техногенная нагрузка на литосферу и гидросферу. Значительные площади горнорудных пород, пересекаются горными выработками, что обуславливает деформацию земной поверхности.

Ключевые слова: эксплуатация шахт, ликвидация шахт, земная поверхность, деформация земной поверхности, окружающая среда, экологическая безопасность, угольные пласты.

Study of the technological consequences of the extraction of useful mining environmental environment

Ismailov Nurlan Tursubekovich
Osh Technological University
Aspirant

Abstract

The results of a survey of buildings and structures of mining cities and towns in the process of forgery and immediately prior to the closure of mines indicate that with a general favorable outcome of forgery, some of the buildings are damaged, that is, the man-made consequences of the deformation of the earth's surface appear. We generalize and systematize the environmental consequences of the operation and liquidation of mines. As a result of the operation and liquidation of mines, a significant number of environmental and man-made problems arise, which intensify over time. In particular, with the flooding of mine workings, the technogenic load on the lithosphere and hydrosphere increases. Significant areas of coal-bearing rocks intersect with mine workings, which causes the deformation of the earth's surface.

Keywords: operation of mines, the elimination of mines, the earth's surface, the deformation of the earth's surface, the environment, environmental safety, coal seams.

Современными исследованиями [3; 13 и др.] установлено, что в зонах влияния горных работ обнаружены изменения физико-механических свойств грунтов, а именно увеличение пористости и снижения сопротивления почвы сдвигу после подработки земной поверхности. Исследование проявлений этих изменений показали [12; 27], что средняя осадка стен здания (врезка) существенно зависит от растяжения основы и глубины зоны взаимодействия между деформированным фундаментом и основой. Глубина этой зоны примерно соответствует зоне, активно влияющей на осадку здания.

Степень повреждения зданий и сооружений зависит от горно-геологических условий разработки пластов полезных ископаемых, характера и технического состояния существующей застройки. Наибольшие повреждения наблюдаются, в первую очередь, у зданий, которые задействованы горными работами на малой глубине и в зонах сосредоточенных деформаций фундаментов. Такие условия являются сложными, к ним можно отнести: выходы под наносы разрывных тектонических нарушений и мощных крепких слоев; зоны сосредоточенных деформаций в складках или над выработками, расположенными на малых глубинах, или тех, которые имеют выход на земную поверхность.

Специфическими являются повреждения зданий, в основе которых возникли сосредоточенные ступенчатые деформации оснований. Повреждения стен зданий в этих случаях распространяются в определенной зоне, которую уступ делит примерно на две равные части. Для прогноза повреждений на основе экспериментальных исследований устанавливаются зависимости между деформациями основания и состоянием конструкций зданий. Состояние здания характеризуется величиной максимального раскрытия трещин в основных несущих конструкциях.

Трубопроводы в условиях города представлены, в основном, канализационными сетями. При достаточно пересеченном рельефе местности такие трубопроводы укладывают на одной глубине. При плоском рельефе для обеспечения самотечного стока трубопровод укладывают с уклоном, участки которого имеют разную глубину. При реконструкции возможны изменения уклонов на отдельных участках до величин, близких к критическим. Вследствие деформации земной поверхности на территориях ликвидации шахт происходит разрушение канализационных и водопроводных систем, а также систем отвода шахтных вод, что приводит к подтоплению и заболачиванию территорий [26]. При этом особое значение после закрытия шахты приобретает фактор времени, в течение которого реализуется ползучесть глинистых почв [34].

При эксплуатации и ликвидации шахт наблюдаются случаи подъема воды до уровня оснований фундаментов [17]. Обводненный грунт

приобретает новые свойства, которые в силу остаточных проявлений имеют различные характеристики под отдельными частями фундаментов [2].

Временами почвы, в которых расположены подземные части зданий, заполнены газом и водой. Присутствие в порах почвы газов ускоряет износ подземных строительных конструкций.

Все рассмотренные выше факторы, а также продолжающиеся процессы смещения массива горных пород и земной поверхности над закрытыми шахтами, действуют одновременно, и выделить степень влияния каждого без специальных исследований трудно.

Снижение уровня подземных вод создает региональное нарушение в системе «минеральный скелет горных пород - подземные воды». Следствием изменения гидродинамических условий является развитие локально-региональных депрессий поверхности подземных вод и углубление зон активного водообмена с 150-250 до 450-550 м с повышенной инфильтрацией осадков и поступление в водоносные горизонты поверхностных вод из рек, водохранилищ и тому подобное. Выравнивание гидрогеохимических условий за счет смешения поверхностных и подземных вод приводит к увеличению минерализации вследствие выщелачивания солей из пород.

Наличие в добывающих регионах значительного количества прудов-накопителей шахтных вод, хвосто- и шламохранилищ и других объектов инфильтрационного питания приводит к устойчивому подъему уровня грунтовых вод и развитию процесса подтопления территорий [32]. Техногенная активность тепло- и влагопереноса в зоне аэрации при сокращении ее мощности является весомым фактором ускорения миграции загрязнителей в подземных водах [7]. Пространственное развитие загрязнения проявляется микро- и макрокомпонентном повышении минерализации подземных вод. Это обусловлено усилением фильтрации техногенного загрязнения с поверхностных накопителей твердых и жидких отходов, а также взаимодействием зон геохимического загрязнения почв [21].

Вследствие увеличения техногенной нагрузки на гидросферу образовалась значительное количество зон загрязнения подземных вод, минерализация которых за последние 30 лет выросла с 0,5-1 до 1,5-3 г / дм³ и установлена на 83% территории. Площадь пресных подземных вод (содержание солей до 1 г / дм³) уменьшилась в 4 раза.

Нерешенным при закрытии шахт остается вопрос рекультивации породных отвалов [5]. На большинстве из них происходит медленное самозарождение, хотя для восстановления растительности необходимо от 30 до 50 лет.

Проседание земной поверхности - это еще одна из проблем, которую не учитывают при эксплуатации и закрытии шахт [18]. В горнопромышленных регионах значительная площадь земель в той или иной степени подверглась воздействию негативных последствий проседания и локального изменения рельефа: образование техногенных озер, физическое разрушение зданий и сооружений, повреждение объектов инфраструктуры, заболачивание

сельскохозяйственных угодий, отопление населенных пунктов и т.п. Также значительную опасность представляют выбросы метана в атмосферу.

Проанализировав состояние проблем комплексной оценки уровня экологической опасности, обусловленной многолетней эксплуатацией и ликвидацией шахт, необходима разработка и поиск оптимальных форм управления экологической безопасностью добывающих отраслей. Для предупреждения загрязнения и деградации объектов окружающей среды добывающих регионов необходимо усовершенствовать систему комплексной оценки уровня экологической опасности шахт на различных этапах их функционирования (включая ликвидацию).

Ликвидация добывающих предприятий не гарантирует прекращения их воздействия на компоненты окружающей среды [19]. Поэтому закрытие шахт должно проводиться таким образом, чтобы избежать негативного воздействия на объекты окружающей среды и здоровье населения, проживающего на этих территориях [30].

В завершение стоит выделить экологические проблемы развития постиндустриальных добывающих территорий, то есть после закрытия шахт. Действительно, реструктуризация добывающих отраслей нашей страны в 1995-2000 гг. является наиболее масштабной попыткой оздоровления и перестройки за сравнительно короткие сроки. Однако это не улучшило экологической ситуации и не решило всех проблем, возникших во время эксплуатации и закрытия шахт. Это связано с тем, что процесс реформирования не был обеспечен всесторонней оценкой состояния окружающей среды в горнопромышленных регионах, а также не исследовались последствия дальнейшего воздействия на компоненты окружающей природной среды шахт на различных этапах функционирования, ведь добыча полезных ископаемых - чрезвычайно сложный многоотраслевой производственно-хозяйственный комплекс, который является объектом повышенной опасности [37].

На данный момент отсутствуют четкие механизмы закрытия шахт, которые бы учитывали все экологические последствия от момента прекращения работы технологического оборудования до разработки стратегии устойчивого функционирования постиндустриальных территорий. Кроме того, в большинстве случаев экологические проблемы, возникающие на различных этапах ликвидации нерентабельных шахт, значительно влияют на дальнейшее развитие и направление использования прилегающих территорий.

На сегодня ликвидация шахт проводится в условиях финансирования по остаточному принципу и с нарушениями природоохранного законодательства [36]. Пренебрежение при закрытии шахт правилам экологической безопасности приводит к значительным изменениям и нарушениям гидрологического режима территорий, загрязнению поверхностных и подземных вод, проседанию земной поверхности и т.п.

При закрытии добывающих предприятий возникают такие негативные экологические последствия, как гидрогеологические [41], гидрохимические [106], газохимические [4], инженерно-геологические [15].

Значительная часть ликвидированных шахт закрыты способом «мокрой» консервации, что привело к формированию значительных эколого-геологических проблем, поскольку при затоплении горных выработок увеличивается техногенная нагрузка на литосферу и гидросферу. Значительные площади пород, пересекающиеся с горными выработками, обусловили деформацию земной поверхности и разрушения жилых и промышленных объектов. Кроме того, большинство ликвидированных шахт связаны с действующими, и изменения, происходящие в них, влияют на шахты, которые эксплуатируются.

При «сухой» консервации шахты негативное влияние на окружающую среду проявляется сбросами шахтных вод в поверхностные водоемы [20]. Этот способ закрытия приводит к истощению и загрязнению водных ресурсов - как поверхностных, так и подземных.

В целом, ежегодно в процессе подземной добычи в нашей стране на поверхность поднимается около 400 млн. м³ породы. Отсутствие растительности на породных отвалах обуславливает их эрозию (как водную, так и воздушную), что в дальнейшем приводит к негативному воздействию на окружающую среду [11].

При закрытии шахт остаются нерешенными вопросы дальнейшего обращения с породными отвалами [8]. Во время открытого горения породных отвалов в атмосферный воздух попадают оксиды и диоксиды углерода, оксиды азота и серы, а также полиароматические углеводороды. Один породный отвал, интенсивно горящий, является источником выделения в атмосферу от 25 до 250 т/год загрязняющих веществ. За сутки в атмосферный воздух с одного породного отвала выделяется 10 т окиси углерода, 1,5 т серного ангидрида, а также множество других газов и тяжелых металлов.

При закрытии шахт не решаются проблемы биологической рекультивации породных отвалов [35]. На большинстве из них происходит медленное самозарождение, хотя для восстановления растительности необходимо от 30 до 50 лет.

Проседания земной поверхности - еще одна из проблем, которую не учитывают при закрытии шахт [14]. В результате проседания поверхности происходит физическое разрушение зданий и сооружений, выход из строя инженерных коммуникаций, заболачивание сельскохозяйственных угодий, подтопление населенных пунктов и тому подобное.

Наибольшие негативные последствия проседания земной поверхности наблюдаются в пределах промышленно-городских агломераций, так как шахтные выработки часто находятся под застроенными территориями. В результате реструктуризации шахт путем частичного или полного затопления процесс подтопления развивается в сочетании с осадкой земной поверхности над горными выработками. Значительные масштабы развития негативных

эколого-геологических процессов, в том числе подтопления, обусловленные тем, что шахты имеют между собой аэродинамические и гидравлические связи и по сути являются единой горно-геологической системой. В горнопромышленных регионах значительные площади земель в той или иной степени подверглись проседанию и локальному изменению рельефа. Проседание территорий обуславливает также образование техногенных озер.

Еще одним из весомых факторов, который требует внимания при закрытии шахт, выступают выбросы метана в атмосферу, ведь метан является мощным парниковым газом, который приводит к изменению климата [9]. Основное количество метана в атмосферу попадает при добыче каменного угля в шахтах. К тому же, опасность выделения метана при закрытии шахт заключается в том, что даже после ликвидации добывающих предприятий он продолжает просачиваться из угольных пластов на поверхность. Миграция происходит через полости, разломы и трещины в породах. Продолжительность и интенсивность газовыделения из выработанного пространства ликвидированных шахт зависит от многих горно-геологических факторов. Кроме того, на некоторых шахтах наблюдается выделение радона и тарона [22]. Поэтому важной составляющей закрытия шахт должен быть контроль за выходом на земную поверхность шахтных газов с опасными концентрациями $CH_4 > 1\%$ и пониженным содержанием кислорода в подвалах жилых домов, водопроводных колодцах и других подземных сооружениях.

Все перечисленные процессы негативно влияют на состояние объектов окружающей среды и здоровья населения. Ликвидация хозяйственной деятельности горнодобывающих предприятий не гарантирует прекращения их воздействия на компоненты окружающей среды. Поэтому восстановление нарушенных территорий должно проводиться таким образом, чтобы избежать негативного воздействия на объекты окружающей среды и здоровья проживающего там населения.

В результате анализа и систематизации экологических и техногенных последствий подземной добычи, путей и способов их минимизации и предупреждения современными учеными сделаны следующие выводы:

1. Установлен спектр экологических и техногенных последствий, обуславливающих повышение уровня экологической опасности процессов эксплуатации и ликвидации добывающих предприятий [1; 33]. Причинами высокой экологической опасности технологий добычи является сложное экономическое положение, горно-геологические условия, изношенный и устаревший шахтный фонд. Это обуславливает возникновение значительных экологических проблем и появление депрессивных территорий, а неэффективная система управления отраслью и экологическим состоянием территорий добывающих предприятий ведет к нерешенности вопросов экологической безопасности как в процессе постоянной эксплуатации, так и при ликвидации шахт.

2. Процессы добычи негативно влияют на состояние окружающей среды и населения, проживающего на территориях добывающих регионов [16; 28]. Для подавляющего большинства шахт ключевые эколого-

экономические проблемы сводятся к накоплению пустой породы и горению терриконов, сбросу минерализованной шахтной воды, проседанию и подтоплению земной поверхности, выделению шахтных газов на земную поверхность и тому подобное.

3. С точки зрения формирования уровня экологической опасности для окружающей среды в добывающих регионах наиболее опасны стадии эксплуатации и последующей ликвидации шахт [23; 40]. Во время эксплуатации шахт происходят наиболее масштабные по уровням и последствиями загрязнения объектов окружающей среды, которые значительно усиливаются при ликвидации горных предприятий. Это требует разработки новых и совершенствованию существующих подходов к определению уровня экологической опасности деятельности горных предприятий, а также разработки и внедрению системы эффективного управления экологической безопасностью добывающих регионов на разных этапах функционирования шахт.

4. Установлено [24; 29 и др.], что неэффективная система управления экологическим состоянием территорий шахт не позволяет должным образом решать вопросы экологической безопасности в процессе, как постоянной эксплуатации, так и ликвидации шахт. Это требует определения показателей, характеризующих экологическое состояние прилегающих к шахтам территорий, разработки эффективных природоохранных мероприятий, в том числе и при ликвидации шахт, а также поиску эффективных механизмов управления процессами внедрения этих мероприятий и оценки их эффективности.

5. При эксплуатации и ликвидации добывающих предприятий проявляются серьезные негативные экологические последствия [31; 38].

На основе сделанных выводов можно констатировать, что на добывающих территориях для своевременного выявления и предупреждения негативных последствий для объектов окружающей среды и здоровья населения необходимо проводить комплексные исследования уровней опасности, своевременно разрабатывать и внедрять технологии предупреждения экологических угроз, а также нейтрализовать различные экологические риски.

Кроме того, для повышения эффективности функционирования предприятий отрасли и уровня экологической безопасности добычи, необходимы исследования, позволяющие определить, идентифицировать и предупреждать деструктивные изменения состояния окружающей среды в регионах расположения добывающих и перерабатывающих предприятий.

В заключение отметим, что подземная добыча полезных ископаемых сопровождается комплексным негативным влиянием на все компоненты окружающей среды [6; 39]. В результате функционирования добывающих предприятий происходят: деформация земной поверхности, подтопление и заболачивание территорий, загрязнение подземных и поверхностных вод, а также снижение способности водоемов к самоочищению. Такие нарушения

приводят к деградации компонентов окружающей среды, что, в свою очередь, вызывает нарушение устойчивости экологических систем.

Библиографический список

1. Александров И.Н., Шубин Г.В., Переверзев Е.Н., Черняховский А.Л., Ковалев Н.И., Заровняев Б.Н. Повышение безопасности ведения горных работ на сверхглубоком карьере «Удачный» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003. № 4. С. 70-73.
2. Аношкин А.В. Развитие пойменно-руслых комплексов рек территории еврейской автономной области в условиях экстремальных паводков и повышенной водности // Региональные проблемы. 2015. Т. 18. № 1. С. 35-42.
3. Антониади Д.Г., Васильев Н.И., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н., Марченко А.Е. Использование виброисточников различной частоты для повышения нефтеотдачи обводненных пластов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2012. № 7. С. 25-27.
4. Барашкин Р.Л., Самарин И.В. Моделирование режимов работы газлифтной скважины // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 6. С. 42-46.
5. Буржуа Ж., Черемисин Д.В., Плетс Г., Дворников Э.П., Эбель А.В., Стихельбаут Б., Ван Хооф Л., Гейли В. Археологический ландшафт долины Джазатора (Алтай): памятники и петроглифы эпохи неолита - этнографического времени // Археология, этнография и антропология Евразии. 2014. № 4 (60). С. 106-119.
6. Вартумян Г.Т., Захарченко Е.И., Даценко Е.Н., Орлова И.О., Лисовский О.С. Вскрытие продуктивных пластов на управляемой депрессии // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2012. № 4. С. 43-46.
7. Винокурова Н.В., Калинина Е.А., Столь Э.Э., Куркина М.В., Ващейкин А.С., Садовников П.В. Тяжелые металлы в донных отложениях некоторых водоемов Калининградской области // Вода: химия и экология. 2016. № 12 (102). С. 87-93.
8. Вьюгов А.А., Мажитов А.М., Асанов Д.А. Снижение ресурсоемкости закладочных работ при освоении крутопадающего рудного тела // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений сборник докладов VI Международной научно-технической конференции. 2017. С. 65-70.
9. Гончарова О.В. Организация международной эколого-просветительской деятельности // Вести МАНЭБ в Омской области. 2015. № 1 (6). С. 10-12.
10. Драбкова В.Г., Беляков В.П., Каурова З.Г. Особенности процессов антропогенного эвтрофирования в эстуарии р. невы (восточная часть финского залива) // Биология внутренних вод. 1999. № 1-3. С. 58.
11. Дьякова Н.А., Самылина И.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений в условиях

- нарастающей антропогенной нагрузки центрального черноземья // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2014. № 3. С. 106-110.
12. Зыков С.Б., Дружинин С.В., Зыкова Е.Н., Яковлев Е.Ю., Покровский О.С. Новые данные о долгоживущих техногенных и естественных радиоактивных изотопах в верхних горизонтах почвы в окрестностях Северодвинского промышленного района // Успехи современного естествознания. 2018. № 11(2). С. 328-333.
13. Иголкина Г.В., Дрягин В.В., Иванов Д.Б., Мезенина З.С. Результаты использования метода эмиссионного каротажа при разработке нефтяных месторождений // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 2. С. 303-313.
14. Имаева Л.П., Мельникова В.И., Имаев В.С., Козьмин Б.М., Мельников А.И., Гриб Н.Н. Эволюция сейсмостектонических процессов восточного фланга Байкальской рифтовой зоны. - Иркутск, 2012. – 182 с.
15. Краснов В.Г. Перспективы использования микро ГЭС // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. 2014. С. 109-113.
16. Лагунова Ю.А., Контеев О.Ю. Диверсификационный проект «Русский магний» // Горное оборудование и электромеханика. 2010. № 9. С. 44-48.
17. Лобковский Л.И., Вержбицкий В.Е., Мерклин Л.Р., Росляков А.Г., Поляков А.С., Левченко О.В., Ковачев С.А., Зверев А.С., Мутовкин А.Д., Путанс В.А., Либина Н.В., Слободян В.Ю., Мар Г.Н., Гонтарев С.В. Складки подводного оползания и гравитационные сбросы в четвертичных отложениях северного склона дербентской котловины (каспийское море) // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420. № 3. С. 401-405.
18. Мажитов А.М. Обоснование параметров технологии отработки пологих медноколчеданных месторождений с обрушением руды и вмещающих пород // Диссертация ... кандидата технических. - Магнитогорск, 2013
19. Матвеев А.С., Матвеев О.А. Роль сырьевого сектора в инновационном развитии России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 5. С. 53-59.
20. Миронова О.С., Остах С.В. Эшелонированная защита уязвимых природных объектов от глубинного нефтяного загрязнения // Экологический вестник России. 2014. № 7. С. 24-29.
21. Остах С.В., Миронова О.С. Мультиценарное прогнозирование последствий глубинного нефтяного загрязнения почвенных объектов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. № 9. С. 47-51.
22. Палеев Д.Ю., Лукашов О.Ю. Программа расчета вентиляционных режимов в шахтах и рудниках // Горная промышленность. 2007. № 6 (76). С. 20-23.
23. Патутин А.В., Тимонин В.В., Кондратенко А.С., Рыбалкин Л.А. Комплексные исследования угольных пластов в глубоких скважинах //

- Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2014. Т. 1. № 2. С. 23-26.
24. Полева Т.В., Сазонов А.М. Геология золоторудного месторождения благодатное в Енисейском кряже. - Москва, 2012.
25. Портнягина В.В., Петрова Н.Н., Заровняев Б.Н. Исследование работоспособности уплотнительных резин горнодобывающей техники в экстремальных климатических условиях Севера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 9. С. 371-380.
26. Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В., Соколова С.А. Факторы влияния диффузного загрязнения на водные объекты // Природообустройство. 2016. № 3. С. 64-75.
27. Румянцев А.А., Эртель А.Г. Что такое субстрат и для чего он нужен // Современная научная мысль. 2012. № 1. С. 134-139.
28. Сальва А.М. Инженерно-геокриологические условия района строительства магистрального канала в центральной якутии // Криосфера Земли. 2006. Т. 10. № 4. С. 14-18.
29. Сясько А.А., Гриб Н.Н., Никитин В.М. Сравнительная характеристика архейских золоторудных месторождений // Наука и образование. 2006. № 4. С. 58-65.
30. Троценко А.А., Журавлева Н.Г. Влияние экологических факторов на неспецифический иммунитет человека, проживающего в условиях северо-запада // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2006. Т. 9. № 5. С. 851-857.
31. Троянов А.К., Иголкина Г.В., Астраханцев Ю.Г., Баженова Е.А. Трехкомпонентный геоакустический каротаж для контроля при разработке газовых месторождений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. № 2. С. 53-58.
32. Федорова Э.Р. Распределение питающего потока между параллельными сгустителями при управлении технологическим переделом сгущения и промывки красных шламов глиноземного производства: автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Санкт-Петербург, 2017
33. Федорчук Ю.М. Азработка способов вовлечения сульфаткальциевых отходов фтороводородных производств в круговорот промышленного использования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 11-2. С. 151-155.
34. Хасанов Р.Р., Гиниятуллин Р.Р. Экспериментальные исследования деформативности водонасыщенных глинистых грунтов при циклических нагрузениях // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 2 (10). С. 85-89.
35. Шпакова Р.Н., Ротарь Т.С. Многомерная классификация субъектов российской федерации по основным экологическим характеристикам // Экономика природопользования. 2014. № 1. С. 108-112.
36. Якуба С.Н., Глушко О.А. Правовое регулирование использования и

- охраны земельных ресурсов: проблемы правоприменения // Научное обеспечение агропромышленного комплекса 2012. С. 563-565.
- 37.Fedorova E.R., Yu Firsov A. Red mud flocculation process in alumina production // Journal of Physics: Conference Series (см. в книгах). 2018. Т. 1015. С. 032035.
- 38.Georgij K., Konstantin D., Evgenij Y., Sergej D. Radiometric and seismic study of chidvinskaya kimberlite pipe (arkhangelsk diamondiferous province, north of the east european craton, russia) // Geofisica International. 2017. Т. 56. № 2. С. 147-155.
- 39.Gertner I., Tishin P., Vrublevskii V., Kolmakov Y., Sazonov A., Zvyagina E. Neoproterozoic alkaline igneous rocks, carbonatites and gold deposits of the yenisei ridge, central siberia: evidence of mantle plume activity and late collision shear tectonics associated with orogenic gold mineralization // Resource Geology. 2011. Т. 61. № 4. С. 316-343.
- 40.Kapitonov I.A., Voloshin V.I. Strategic directions for increasing the share of renewable energy sources in the structure of energy consumption // International Journal of Energy Economics and Policy. 2017. Т. 7. № 4. С. 90-98.
- 41.Putans V.A., Merklin L.R., Levchenko O.V. Sediment waves and other forms as evidence of geohazards in caspian sea // International Journal of Offshore and Polar Engineering. 2010. Т. 20. № 4. С. 241-246.