

УДК 911.8 / 504.54.062.4

Е.А. Цешковская¹, Е.И. Голубева², Н.К. Цой³, А.Т. Оралова⁴, В.В. Матонин⁵**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)**

На примере Шубаркольского месторождения каменного угля Карагандинской области Республики Казахстан рассмотрены геоэкологические особенности и прогнозируемые нарушения территории, которую необходимо рекультивировать. Проанализированы различные варианты восстановления земель, нарушенных работами по добыче угля открытым способом. На основе комплексного анализа природных условий выбран оптимальный способ рекультивации, обеспечивающий не только снижение экологической напряженности и максимальное восстановление биосферных функций экосистем, но и улучшение социально-экономического состояния района.

Ключевые слова: угольное месторождение, карьер, отвал, техническая, биологическая рекультивация, степные ландшафты, геоэкологические факторы, эстетические, биосферные функции ландшафта

Введение. Образование техногенного рельефа при открытых горных работах, занимающих обширные земельные пространства, уничтожает естественные природные ландшафты и нарушает экологический баланс окружающей среды. Учитывая масштабы работ по добыче полезных ископаемых, можно прогнозировать только увеличение площадей нарушенной земной поверхности.

На сегодняшний день перед добывающими предприятиями законодательными требованиями [Кодекс ..., 2017] стоит задача планирования и выбора направления рекультивации до начала ведения работ по добыче. И это требование является обоснованным, поскольку еще на стадии проектирования необходимо оценить масштабы трансформации естественного ландшафта, возможные негативные последствия и выбрать оптимальный способ рекультивации нарушенных земель.

Республика Казахстан располагает значительными ресурсами разнообразных по качеству и марочному составу ископаемых углей, общие запасы которых составляют более 170 млрд т [Министерство по инвестициям ..., <http://www.info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik...kazakhstanatverdye...>]. Добыча угля для Республики в целом и для Карагандинской области в частности является стратегическим направлением развития экономики. Несмотря на продвижение к Зеленой экономике, предусматривающей применение альтернативных источников энергии, проблемы последствий добычи угля на сегодняшний день остаются значимыми.

Рассматриваемая тема актуальна для промышленных регионов с развитой добывающей промышленностью, к которым относится Карагандинская область. Здесь сосредоточена мощная сырьевая база месторождений полезных ископаемых, что явилось фактором развития горнодобывающей промышленности и неизбежно повлекло сильное техногенное воздействие на окружающую среду: атмосферу, водные и земельные ресурсы, недра, растительный и животный мир. Геоэкологические факторы играют важную роль как в процессе добычи полезных ископаемых, так и при восстановлении земель. Они обуславливают рельеф нарушенной территории, ветровую и водную деятельность, почвенные, растительные и животные ресурсы, социальные показатели территории. Социально-экономические условия, в свою очередь, диктуют необходимость разработки месторождений, формируют способы добычи и восстановления нарушенных земель.

Как правило, в результате открытых горных работ на земной поверхности остаются выемки значительных объемов. Одним из способов рекультивации нарушенных территорий, вероятно, самым простым, может выступать отсыпка карьеров грунтом. Но для проведения таких работ практически невозможно найти достаточное количество грунта для засыпки, а объем внутреннего отвалообразования не перекрывает потребностей. Поэтому необходимо вести поиск путей восстановления нарушенных ландшафтов с учетом геоэкологических и экономических факторов [Банчева, Алексеева, 2017].

¹ Карагандинский государственный технический университет, горный факультет, кафедра рудничной аэрологии и охраны труда, ст. преподаватель; Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, аспирантка; *e-mail:* elena_tesh@mail.ru

² Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, докт. биол. н., профессор; Балтийский федеральный университет им. И. Канта, докт. биол. н., профессор; *e-mail:* egolubeva@gmail.com

³ Карагандинский государственный технический университет, горный факультет, кафедра рудничной аэрологии и охраны труда, ст. преподаватель, канд. техн. н.; *e-mail:* zoinat@mail.ru

⁴ Карагандинский государственный технический университет, факультет инновационных технологий, кафедра химии и химической технологии, доцент, канд. хим. н.; *e-mail:* ogalovaat@gambler.ru

⁵ Карагандинский государственный технический университет, горный факультет, кафедра рудничной аэрологии и охраны труда, магистрант; *e-mail:* matoninvo@mail.ru

Нарушенные территории угольных месторождений имеют свою специфику негативного воздействия на компоненты ландшафта в связи с тем, что помимо разноса мелкодисперсных частиц пыли на большие расстояния, загрязняющего окружающую среду, угольная пыль может быть взрывоопасна [Брагина, 2013].

Цель работы – обосновать оптимальное решение по рекультивации нарушенных открытыми горными работами земель Шубаркольского угольного месторождения Карагандинской области. В соответствии с целью решались следующие задачи: 1) рассмотреть геоэкологические условия территории месторождения и прогнозируемых нарушенных участков, подлежащих восстановлению; 2) проанализировать различные варианты рекультивации территории, нарушенной работами по добыче угля открытым способом; 3) выбрать оптимальный способ восстановления нарушенных земель, принимая во внимание не только снижение экологической напряженности и максимальное восстановление биосферных функций экосистем, но и улучшение социально-экономического состояния района с учетом мирового опыта и особенностей рассматриваемой территории [Чижова, Шлякова, 2017].

При исследовании проблемы рассмотрен опыт разных стран и географических регионов по восстановлению нарушенных земель и возможности их возврата в хозяйственную деятельность [Анянова с соавт., 2016; Olwig, 2005; Makhzoumi, Pungetti, 1999; Wu, 2006; Kirchhoff, 2012; Troll, 2006; Sanderson, Harris, 2000; Schaller, 2000; Будина, 2013, Авессаломова с соавт., 2014]. Так, в Германии при добыче лигнита открытым способом, нарушались огромные территории земель, на которых была проведена сельскохозяйственная или лесохозяйственная рекультивация с положительными результатами [The post-mining landscape. Recultivation in the Rhineland, <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/352232/data/0/2/dl-en-recultivation.pdf>]. Интересен опыт Китая в восстановлении нарушенных земель и создании дизайна «постиндустриальных территорий», который также может быть применен для рекультивации в Карагандинской области [Yijie, Xiaoxia, 2014]. Сочетание современных технологий и традиционных методов дают возможность выбора оптимального метода восстановления промышленных территорий, при этом существующие объекты, такие как станции, водонапорные башни, остаются на месте, облагораживаются, становятся привлекательными для туристов, отражая индустриальную атмосферу прошлых лет. При необходимости проводится и специальная очистка – ремедиация земель, в частности, загрязненных ксенобиотиками [Rebecca et al., 2014]. На отработанных месторождениях полезных ископаемых Карагандинской области этот этап необходим, поскольку недопустимо проводить биологический этап рекультивации нарушенных поверхностей без предварительной очистки почв от химических загрязнений. Таким образом, комплексными работами экологов, ландшафтных планировщиков, инже-

неров, нарушенная геосистема и ее ресурсы регенерируются и могут быть использованы.

В последние годы в мировой практике ключевым при отработке месторождений полезных ископаемых является возможность восстановления нарушенных горными работами земель. Так, согласно законодательству Российской Федерации, в случае невозможности проведения рекультивационных работ, разработка месторождений полезных ископаемых исключается. В литературе уделяется внимание вопросам восстановления нарушенных земель в условиях урбанизированных территорий, например, методом восстановления плодородного почвенного слоя и лесопосадками на породных отвалах [Брыжко, 2016; Галанина, Любимова, 2010]. В настоящее время приоритетным подходом является проведение рекультивационных работ одновременно с добычей полезных ископаемых открытым способом.

В Казахстане одним из ярких примеров восстановления нарушенной территории является образование водоема на территории г. Караганды на месте бывшего угольного разреза. Длина образовавшегося Федоровского водохранилища составляет 4,1 км, ширина – 2,2 км, площадь поверхности – 4,32 км². На сегодняшний день на водохранилище обустроены спасательная станция и яхт-клуб, пляжи. Близ водохранилища расположен дачный массив, пользующийся популярностью у населения города. Из водохранилища в дачный массив подается вода для полива.

Однако, несмотря на то, что поиск методов восстановления нарушенных горными работами территорий идет уже не одно десятилетие, на территории Карагандинской области повсеместно формируются техногенные ландшафты (рис. 1).

Материал и методы исследований. *Природные условия.* Климатические условия области отличаются большим разнообразием, что обусловлено обширностью территории, значительной протяженностью с севера на юг и еще большей – с запада на восток, а также разнообразием рельефа. Климат области резко континентальный, сухой. Наиболее высокие значения температуры характерны для самых южных районов. Лето на территории области очень жаркое, зима – холодная, продолжительная. Среднегодовое количество осадков по области изменяется от 130 мм до 310 мм. На большей территории средняя годовая скорость ветра составляет 2,0–4,4 м/сек. Преобладающее направление ветра в равнинных районах южной половины области – восточное и северо-восточное, в северо-восточной части территории – юго-западное и южное [Акимаг Карагандинской ..., https://karaganda-region.gov.kz/ru/region_1_3], что обуславливает активный перенос загрязняющих веществ. На территории Карагандинской области представлены степные, полупустынные и пустынные ландшафты.

Исследуемое Шубаркольское месторождение расположено в степном ландшафте (Нуринский район Карагандинской области). Гидрографическая



Рис. 1. Изменение естественных ландшафтов при разработке месторождений открытым способом: А – на этапе буровых разведочных работ; Б – при добыче известняка; В – при добыче угля

Fig. 1. Technogenic forms of the relief from «small to large» (photos by authors): А – drilling exploration works (the start of mining operations); Б – limestone mining; В – coal mining

сеть представлена здесь частично пересыхающими в летний период реками Кызылжал, Карасу, Сарыкенгир и множеством небольших озер, удаленных на расстояние 500 м и более друг от друга. Водоёмов с пресной водой на месторождении нет, за исключением временных водотоков. Преобладают каштановые почвы и встречаются участки малогумусных южных черноземов. Растительный и почвенный покров в районе месторождения легко подвергается разрушению. Земельные угодья представлены низкопродуктивными пастбищами.

На нарушенных горными разработками землях самовосстановление растительного покрова обуславливается природными почвенно-климатическими условиями, но при этом важную роль играет и состав техногенного грунта. Например, на промышленных отвалах зарастание может происходить десятилетиями (рис. 2, А), в степной зоне на насыпях из природного грунта зарастание происходит значительно быстрее (рис. 2, Б), а в понижениях рельефа

степной зоны возможно даже скопление воды, обеспечивающее благоприятные условия для роста растений (рис. 2, В).

Рассматриваемое Шубаркольское месторождение каменного угля [Информационный портал ..., <http://nurinsk.gov.kz/ru/news/id/1198>] представляет собой асимметричную мульду, вытянутую в субширотном направлении, с наибольшими размерами осей 15,0 и 6,5 км и общей площадью 67,18 км². В качестве модельного рассматривается участок «Центральный».

В Нуринском районе находятся 27 сельских округов, ближайшим населенным пунктом к угольному разрезу является поселок Шубарколь (рис. 3). Необходимо отметить, что в Нуринском районе расположено 92 исторических памятника культуры. В 10 км к северу от восточного крыла Шубаркольского угольного месторождения разведано Кудукское месторождение строительного камня, а в центральной части Шубаркольского угольного месторождения де-



Рис. 2. Восстановление растительного покрова на разных участках нарушенных земель: А – промышленный отвал, не подвергающийся зарастанию десятки лет; Б – зарастание насыпи в течение двух лет; В – образование небольшого водоема в понижениях рельефа местности в степи

Fig. 2. Restoration of vegetation cover in different parts of disturbed lands: А – an industrial dump that has not been overgrown for decades; Б – overgrowth of embankment during two spring-summer periods; В – formation of a small reservoir in depressions in the steppe



Рис. 3 Расположение Шубаркольского угольного разреза (снимок Google Earth Pro, 13.04.2019 г.)

Fig. 3 Location of the Shubarkol coalmine (snapshot Google Earth Pro, April 13, 2019)

тально разведано месторождение кирпичных глин, пригодных для производства керамического кирпича. В совокупности, это обуславливает активную промышленную деятельность в ближайшей перспективе, что может привести к росту населения и необходимости создания комфортной среды проживания, в том числе рекреационных зон.

Результаты исследований и их обсуждение.

Анализируя варианты рекультивации нами рассматривалась возможность использования отработанного карьера по следующим направлениям:

- полная засыпка карьера, с использованием грунта из отвалов;
- в случае затопления карьера и низкой минерализации воды его можно использовать как зону для рыболовства, либо для бальнеологических целей при соответствующем составе воды и отсутствии токсичных грунтов;
- в случае отсутствия возможности затопления или засыпки карьера, предполагалось использование отвалов и карьера для рекреации и занятий спортом (организация мест для обучения скалолазанию в летнее время, горнолыжных спусков в зимнее время года). Тем самым улучшились бы не только биосферные функции территории, но также повысилась бы ее социальная значимость.

Как показали наши исследования, необходима комбинация методов восстановления нарушенных земель. Комбинированный метод требует детального исследования для внедрения на предприятиях добывающей промышленности, учитывая значительное число месторождений, обрабатываемых открытым способом, с образованием глубоких выемок и недостаточности пустой породы для отсыпки.

Основными участками нарушения земель в период строительства и эксплуатации месторождения являются: карьер, отвалы пустых пород, склады угля, пруд-испаритель карьерных вод, промышленная площадка с комплексом зданий и сооружений, транспортные коммуникации. Расчетный объем карьера на конец отработки составит 445,49 млн м³.

Прогнозируемая площадь нарушенных земель составит 1770,671 га, из них почти 90% приходится на карьерную выемку и внешние отвалы вскрышных пород (55,2 и 33,5%, соответственно) (рис. 4).

Проанализировав рассмотренные возможные варианты рекультивации и использования отработанного карьера, решено было остановиться на проекте создания водоема на его месте. Учитывая климатические условия и дефицит поверхностных вод, необходимо уменьшить объем карьера при помощи

отсыпки дна имеющимся в наличии грунтом с выполаживанием откосов карьера.

При отсыпке дна и бортов слабофильтрующими и *практически водонепроницаемыми грунтами* (например, глинами и суглинками) вода не сможет просачиваться сквозь дно, и при этом будет перекрыт подземный приток воды. Поэтому обустройство изоляционного слоя на дне карьера неприемлемо, но оно должно быть предусмотрено для его бортов.

Для устранения опасности развития эрозийных процессов и преобразования незатопленной части карьера в местах посадки зеленых насаждений рекомендуется проведение террасирования склонов карьера. Посадка растений необходима как способ задержания влаги и укрепления склонов, при этом некоторые преимущества имеет гидропосев [Васючков, 2011]. Грунт отвалов считается малопродуктивным для роста растений в силу его низкого плодородия. Землевание же является дорогостоящим мероприятием для больших площадей, однако помимо финансовых затрат, проблема в том, что плодородного или потенциально-плодородного слоя почвы для засыпки отработанного карьера и отвалов в необходимых объемах нет. Для решения этой проблемы можно рассмотреть возможность использования обезвреженных бытовых отложений (иловые отложения очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод), внесение гуминовых удобрений из некондиционного угля и посев самых распространенных травянистых растений.

Положительные формы рельефа на месторождении, представленные отвалами и насыпями, также нуждаются в рекультивации, что обеспечит эстетический эффект, а также предотвратит возможные негативные воздействия от распространения пыли и загрязняющих веществ. Основной способ решения этой задачи – фитомелиорация, т. е. закрепление поверхностей растениями, адаптированными к произрастанию в конкретных географических условиях и пригодных для рекультивации. Также важно провести террасирование склонов отвалов и насыпей, что облегчит посадку зеленых насаждений, обеспечит влагозадержание и предотвратит процесс эрозии почв в период роста растений.

При проведении технического этапа восстановительных работ запланированы следующие мероприятия:

- снятие плодородного слоя почвы толщиной не менее 20 см и его хранение во временном отвале для последующего использования при биологическом этапе рекультивации еще в процессе отработки запасов;
- уборка крупнообломочного материала и обораживания после завершения добычных работ;
- первичная планировка прикарьерной территории. На территории, прилегающей к карьеру, на расстоянии 50 м от его бровки засыпаются впадины, трещины, размывы, недействующие канавы и другие бессточные понижения;

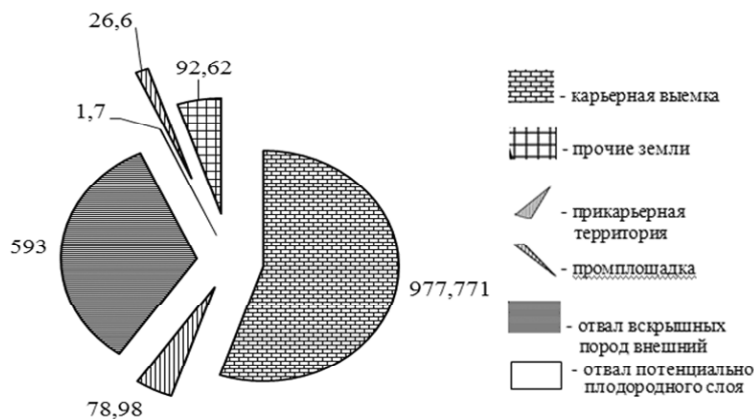


Рис. 4. Прогнозируемые площади нарушенных земель, га

Fig. 4. Forecasted area of disturbed lands, ha

- выполаживание откосов бортов карьера;
- заключительная планировка рекультивируемых участков.

Расчет объемов необходимого грунта показал, что в целом необходимо 5,7 млн м³, в том числе на: откосы бортов карьера – 34,29%; поверхность дна карьера – 30,49%; планировку прилегающей нарушенной территории – 4,12%; внешние отвалы пород вскрыши – 30,97%; обваловку спланированной поверхности по периметру – 0,13%.

Таким образом, полученного в результате ведения горных работ грунта достаточно для частичной отсыпки дна карьера, с целью снижения его объемов и времени заполнения водой. Выполаживание откосов верхних уступов до нормативного отношения (1:3) проводится по периметру карьера.

В исследовании проведен расчет притока воды в карьер (табл.) [Методика ..., 2011; СН РК 4.01-03-2011].

Завершающим этапом восстановления нарушенных земель является проведение биологического этапа рекультивации. Работы по биологическому восстановлению земель ведутся для создания растительных сообществ, имеющих озеленительную и декоративную функции. В соответствии с почвенно-климатическими условиями рассматриваемого участка, основным мероприятием биологического этапа является посев многолетних трав на подготовленных площадях. Вскрышные и вмещающие

Расчетные величины возможного поступления воды в карьер

Источники воды	Расход воды, м ³ /сут
Подземные воды продуктивной толщи	978,0
Талые воды паводкового периода	13 298,0
Дождевые воды	7 356,3
ИТОГО (максимально возможное поступление)	21 632,3

породы миоцена и плиоцена, добытые попутно с полезными ископаемыми из недр земли, и деградированные в ходе производственной деятельности грунты в основном пригодны для проведения рекультивации и являются, по сути, потенциально-плодородной субстанцией. В почву можно вносить бактериальные препараты, содержащие активные культуры азотфиксирующих и фосфатрастворяющих бактерий. Для этого поверхность породного отвала сначала нейтрализуют известью, затем инокулируют бактериальными препаратами и засеивают смесью семян коостреца безостого (*Bromus inermis*), донника желтого (*Melilotus officinalis*) и белого (*Melilotus albus*). Кострец безостый характеризуется высокой устойчивостью, мощной корневой системой, хорошо держит влагу. Донник способствует накоплению азота в почве в результате деятельности бактерий в прикорневой зоне. Возможно применение для восстановления нарушенных земель достаточно неприхотливой люцерны желтой (*Medicago falcata*), которая улучшает физико-химические и биологические свойства почвы, ее структуру, усиливает деятельность микроорганизмов. Надо отметить, что корневая система люцерны мощная, глубоко проникающая в почву и разветвленная, что улучшает устойчивость бортов отвала, снижает риск оползней и размывов.

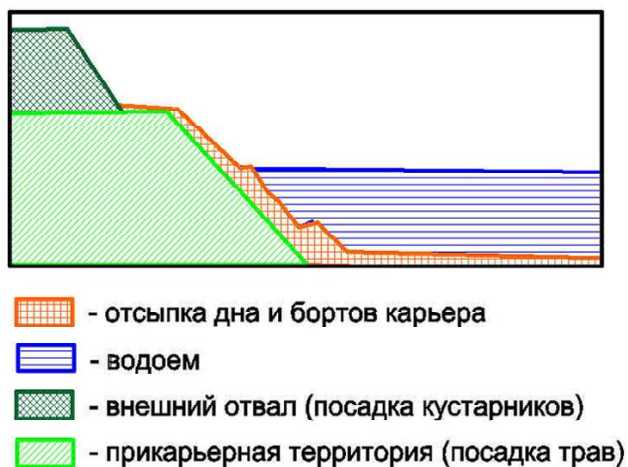


Рис.5. Схематический профиль через карьер и прилегающую территорию после проведения рекультивации

Fig. 5. Plot of the quarry and adjacent territory after reclamation

Учитывая частые сильные ветра, на восстанавливаемой территории предусматривается посадка защитных древесно-кустарниковых лесополос. В рассматриваемых условиях они создаются преимущественно из кустарников, которые высаживаются по периметру карьера в 2–3 ряда. Для посадки рекомендуется использовать карагану мелколистную (*Caragana microphylla*), акацию желтую (*Caragana frutex*), шиповник (*Rosa majalis Herrm*), а также терн (*Prunus spinosa*). Такие кустарники имеют свое преимущество, так как практически не нуждаются в уходе. Для этих видов подходят глинистые, песчаные, суглинистые, супесчаные почвы, характерные для рассматриваемой территории.

После проведения восстановительных работ карьерная выемка будет представлять собой водоем, а прикарьерная область – благоустроенную, озелененную территорию (рис. 5).

Выводы.

Законодательством предусмотрено выполнение технического и биологического этапов рекультивации, однако в настоящее время многие горнодобывающие предприятия, ссылаясь на возможное самозарастание нарушенной земной поверхности не проводят биологический этап. Как показали наши исследования, на Шубаркольском месторождении Карагандинской области, учитывая климатические условия, проведение биологического этапа рекультивации с посадкой растений представляется необходимым:

- для карьера, образовавшегося после добычи угля предпочтительно водохозяйственное направление рекультивации с частичным самозатоплением, которое достигается отсыпкой дна;
- террасирование и выполаживание откосов для посадки зеленых насаждений, позволят сократить время затопления карьера и восстановления нарушенного участка;
- предлагаемый вариант является наиболее рациональным с точки зрения охраны окружающей среды, восстановления эстетических и биосферных функций ландшафта, экономики;
- в результате реализации предложенной схемы рекультивации на месте карьера и отвалов будут созданы зона отдыха и место любительского рыболовства.

Благодарности. Публикация подготовлена в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта, а также в рамках научной темы госзадания кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Теория и практика рационального природопользования для устойчивого развития территорий» (№ АААА-А16-116032810096-3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Савенко А.В., Харитонова Т.И.* Геохимическая трансформация постмелиорированных ландшафтов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2014. № 2. С. 17–24.
- Анянова Е.В., Крайнова Т.С., Воронов М.П.* Проблема рекультивации земель, нарушенных в процессе угледобычи // Научное обозрение. Биологические науки. 2016. № 3. С. 36–46.
- Банчева А.И., Алексеева Н.Н.* Геоэкологическая оценка о. Хоккайдо // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 3. С. 34–41.
- Брагина П.С.* Самовозгорание угольных отвалов в Кемеровской области // Вестник Кузбасской гос. пед. акад. Новокузнецк. 2013. № 4(29). С. 57–64.
- Брыжко В.Г.* Восстановление нарушенных земель в условиях крупного города // Фундаментальные исследования. 2016. № 6–1. С. 134–138.
- Будина Т.Ю.* Рекультивация земель при различных видах работ // Справочник эколога. 2013. № 3. С. 35–38.
- Васючков Ю.Ф.* Биотехнология горных работ. М.: Горная книга, 2011. 351 с.
- Галанина Т.В., Любимова К.В.* Проблемы рекультивации и восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. № 8. С. 256–259.
- Кодекс Республики Казахстан О недрах и недропользовании от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК. 2017.
- Методика расчета сброса ливневых стоков с территорий населенных пунктов и предприятий (утверждена приказом Министра охраны окружающей среды РК № 203 – п от 05.08.2011 г.). 2011.
- СН РК 4.01-03-2011. Водоотведение. Наружные сети и сооружения (утвержден и введен в действие Приказом Председателя Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 29 декабря 2011 года № 539). 2011.
- Чижова В.П., Шлякова Е.С.* Рекреационный потенциал ландшафтов Алтачейского заказника // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 5. С. 90–98.
- Kirchhoff T., Trepl L., Vicenzotti V.* What is landscape ecology? An analysis and evaluation of six different conceptions // Landscape Research. 2012. Vol. 38, P. 33–51.
- Makhzoumi J., Pungetti G.* Ecological landscape design and planning: the Mediterranean context. London: Spon-Routledge, 1999. 330 p.
- Olwig K.R.* Representation and alienation in the political landscape // Cultural Geographies. 2005. P. 19–40. DOI: 10.1191/1474474005eu321oa
- Rebecca G., Varsha J., Aishwarya S., Priya A.J.* Treatment methods for contaminated soils – translating science into practice // International J. of Education and Applied Research. 2014. V. 4. Iss. 1. P. 17–19.
- Sanderson J., Harris L.D.* Landscape ecology: a top-down approach. Boca Raton, Florida, USA: Lewis Publishers, 2000. 1082 p.
- Troll C.* The geographic landscape and its investigation // Foundation papers in landscape ecology (Ed. J.A. Wiens, M.R. Moss, M.G. Turners; and D.J. Mladenoff) New York: Columbia University Press, 2007. P. 71–101.
- Wu J.* Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science // Landscape Ecology. 2006. Vol. 21, Iss. 1. P. 1–4. DOI 10.1007/s10980-006-7195-2.
- Yijie L., Xiaoxia P.* Ecotope-based urban post-industrial landscape design // IERI Procedia 9. 2014. P. 185–186.
- Электронные ресурсы:
Акимат Карагандинской области. Природно-климатические условия [Электронный ресурс]: URL: https://karaganda-region.gov.kz/ru/region_1_3 (дата обращения 06.08.2018).
Информационный портал акимата Нуринаского района [Электронный ресурс]: URL: <http://nurinsk.gov.kz/ru/news/id/1198> (дата обращения 06.08.2018).
Министерство по инвестициям и развитию республики Казахстан. Комитет геологии и недропользования [Электронный ресурс]: URL: <http://www.info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik...kazakhstan/tverdye.../> (дата обращения 06.08.2018).
The post-mining landscape. Recultivation in the Rhineland [Электронный ресурс]: URL: <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/352232/data/0/2/dl-en-recultivation.pdf> (дата обращения 06.08.2018).

Поступила в редакцию 20.09.2018
После доработки 24.03.2019
Принята к публикации 15.04.2019

**Ye.A. Tseshkovskaya¹, E.I. Golubeva², N.K. Tsoy³,
A.T. Oralova⁴, V.V. Matonin⁵**

**GEOECOLOGICAL ASPECTS OF DISTURBED LANDS RECLAMATION
IN THE KARAGANDA REGION (THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)**

The Shubarkol coal deposit in the Karaganda region (the Republic of Kazakhstan) was an area to study geoeological conditions and predicted disturbances of a territory designed for reclamation. Various options for the reclamation of the territory disturbed by the open-pit coal mining are analyzed. Basing on the integrated analysis of natural conditions the optimal reclamation method was chosen that provides both

¹ Karaganda State Technical University, Kazakhstan, Mining Faculty, Department of Mine Aerology and Labor Protection, Senior Lecturer; Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Environmental Management, postgraduate student; *e-mail*: elena_tsesh@mail.ru.

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Environmental Management, Professor, Doctor of Biological Sciences; Baltic Federal University, D.Sc. in Biology, Professor; *e-mail*: egolubeva@gmail.com.

³ Karaganda State Technical University, Kazakhstan, Mining Faculty, Department of Mine Aerology and Labor Protection, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer; *e-mail*: zoinat@mail.ru.

⁴ Karaganda State Technical University, Kazakhstan, Faculty of Innovative Technologies, Department of Chemistry and Chemical Technology, Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor; *e-mail*: oralovaat@rambler.ru.

⁵ Karaganda State Technical University, Kazakhstan, Mining Faculty, Department of Mine Aerology and Labor Protection, graduate student; *e-mail*: matonin@vov@mail.ru.

the reduction of environmental tensions and the maximum restoration of the ecosystem biosphere functions, and also the improvement of socio-economic situation in the area.

Key words: coal deposit, quarry, dump, technical and biological reclamation, steppe landscapes, geoecological factors, aesthetic and biospheric functions of landscape

Acknowledgements. The publication was prepared under the Russian Academic Excellence Project at the Immanuel Kant Baltic Federal University and partly under the scientific theme № AAAA-A16-116032810096-3 at the Lomonosov Moscow State University.

REFERENCES

- Avessalomova I.A., D'yakonov K.N., Savenko A.V., Haritonova T.I.* Geohimicheskaya transformaciya postmeliorirovannyh landshaftov [Geochemical transformation of post-ameliorative landscapes] // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 2014. № 2. P. 17–24. (In Russian)
- Anyanova E.V., Krajnova T.S., Voronov M.P.* Problema rekul'tivacii zemel', narushennyh v processe ugledobychi [Problem of land recultivation disturbed during coal mining] // Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki. 2016. № 3. P. 36–46. (In Russian)
- Bancheva A.I., Alekseeva N.N.* Geoekologicheskaya ocenka o. Hokkajdo [Geoecological assessment of Hokkaido Island] // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 2017. № 3. P. 34–41. (In Russian)
- Bragina P.S.* Samovozgoranie ugol'nyh otvalov v Kemerovskoj oblasti [Spontaneous combustion of coal dumps in the Kemerovo Region] // Vestnik Kuzbasskoj gos. ped. akad. Novokuzneck, 2013. № 4(29). P. 57–64. (In Russian)
- Bryzhko V.G.* Vosstanovlenie narushennyh zemel' v usloviyah krupnogo goroda [Reclamation of disturbed land in a large city] // Fundamental'nye issledovaniya. 2016. № 6–1. P. 134–138. (In Russian)
- Budina T.Yu.* Rekul'tivaciya zemel' pri razlichnyh vidah rabot [Land reclamation in various types of work] // Spravochnik ekologiya. 2013. № 3. P. 35–38. (In Russian)
- Vasyuchkov Yu.F.* Biotekhnologiya gornyh rabot [Mining biotechnology]. M.: Gornaya kniga, 2011. 351 p. (In Russian)
- Galanina T.V., Lyubimova K.V.* Problemy rekul'tivacii i vosstanovleniya narushennyh zemel' pri otkrytoj razrabotke mestorozhdenij [Problems of recultivation and restoration of disturbed lands during open field mining] // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. 2010. № 8. P. 256–259. (In Russian)
- Kodeks Respubliki Kazahstan O nedrah i nedropol'zovanii ot 27 dekabrya 2017 goda № 125-VI ZRK [Code of the Republic of Kazakhstan On Subsoil and Subsoil Use]. 2017. (In Russian)
- Metodika rascheta sbrosa livnevnyh stokov s territorij naselennyh punktov i predpriyatij* [The method of calculating the discharge of stormwater runoff from the territories of settlements and enterprises] (utverzhdena prikazom Ministra ohrany okruzhayushchej sredy RK № 203 – p ot 05.08.2011 g.). 2011. (In Russian)
- SN RK 4.01-03-2011. Vodootvedenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya [Drainage. External networks and facilities] (utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Predsedatelya Agentstva Respubliki Kazahstan po delam stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva ot 29 dekabrya 2011 goda № 539). 2011. (In Russian)
- Chizhova V.P., Shlyakova E.S.* Rekreacionnyj potencial landshaftov Altachejskogo zakaznika [Recreational potential of landscapes of the Altachejskij partial reserve] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 2017. № 5. P. 90–98. (In Russian)
- Kirchhoff T., Trepl L., Vicenzotti V.* What is landscape ecology? An analysis and evaluation of six different conceptions // Landscape Research. 2012. Vol. 38, R. 33–51.
- Makhzoumi J., Pungetti G.* Ecological landscape design and planning: the Mediterranean context. London: Spon-Routledge, 1999. 330 p.
- Olwig K.R.* Representation and alienation in the political landscape // Cultural Geographies. 2005. P. 19–40. DOI: 10.1191/1474474005eu321oa
- Rebecca G., Varsha J., Aishwarya S., Priya A.J.* Treatment methods for contaminated soils – translating science into practice // International J. of Education and Applied Research. 2014. V. 4. Iss. 1. P. 17–19.
- Sanderson J., Harris L.D.* Landscape ecology: a top-down approach. Boca Raton, Florida, USA: Lewis Publishers, 2000. 1082 p.
- Troll C.* The geographic landscape and its investigation / Foundation papers in landscape ecology (Ed. J.A. Wiens, M.R. Moss, M.G. Turner, and D.J. Mladenoff) New York: Columbia University Press, 2006. P. 71–101.
- Wu J.* Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science // Landscape Ecology. 2006. Vol. 21, Iss. 1. P. 1–4. DOI 10.1007/s10980-006-7195-2.
- Yijie L., Xiaoxia P.* Ecotope-based urban post-industrial landscape design / IERI Procedia 9. 2014. P. 185–186.
- Web sources:
Akimat Karagandinskoj oblasti. Prirodno-klimaticheskie usloviya [Akimat of Karaganda region. Natural and climatic conditions] [Elektronnyj resurs]: URL: https://karaganda-region.gov.kz/ru/region_1_3 (access date 06.08.2018).
Informacionnyj portal akimata Nurinskogo rajona [Information portal of the akimat of Nurinsky district] [Elektronnyj resurs]: URL: <http://nurinsk.gov.kz/ru/news/id/1198> (access date 06.08.2018).
Ministerstvo po investiciyam i razvitiyu respubliki Kazahstan. Komitet geologii i nedropol'zovaniya [Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan. Committee of Geology and Subsoil Use] [Elektronnyj resurs]: URL: <http://www.info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik...kazakhstan/tverdye.../> (access date 06.08.2018).
The post-mining landscape. Recultivation in the Rhineland [Elektronnyj resurs]: URL: <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/352232/data/0/2/dl-en-recultivation.pdf> (access date 06.08.2018).

Received 20.09.2018

Revised 24.03.2019

Accepted 15.04.2019