

ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**SOIL AND LAND RESOURCES****ГЛЕБАВА-ЗЯМЕЛЬНЫЯ РЭСУРСЫ**

УДК 504.064.2

М. А. Ересько

*Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», Минск, Беларусь,
e-mail: kisa_marina@mail.ru*

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВОССТАНОВЛЕНИЮ НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ
В МЕСТАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Аннотация. Показана актуальность комплексного подхода к восстановлению нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых. Выявлены пробелы в действующих актах законодательства, регулирующих отношения в области рекультивации земель. Установлены критерии оценки перспективности использования восстанавливаемых (рекультивируемых) территорий в зависимости от функционального назначения. Созданы модели комплексного функционального использования территории на краткосрочный и долгосрочный периоды с учетом альтернатив, обусловленных динамикой ландшафтно-геохимических условий территории. Разработан алгоритм реализации комплексного подхода восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых, утвержденный локальным нормативным актом.

Ключевые слова: почва, экосистема, принцип комплексности

M. A. Yeresko

*Belarusian Research Center «Ecology», Minsk, Belarus,
e-mail: kisa_marina@mail.ru*

INTEGRATED APPROACH TO RESTORATION OF DAMAGED ECOSYSTEMS IN PLACES OF MINING

Abstract. The relevance of an integrated approach to the restoration of damaged ecosystems in places of mining is shown. Gaps have been identified in the existing legislative acts regulating relations in the field of land restoration. Criteria are established for assessing the prospects of using the restored (reclaimed) territories depending on their functional purpose. Models have been created for the integrated functional use of the territory for the short and long term, taking into account alternatives caused by the dynamics of the landscape-geochemical conditions of the territory. An algorithm has been developed for implementing an integrated approach for restoration of damaged ecosystems at mining sites, approved by a local statutory act.

Keywords: soil, ecosystem, principle of complexity

M. A. Ерэсько

*Беларускі навукова-даследчы цэнтр «Экалогія», Мінск, Беларусь,
e-mail: kisa_marina@mail.ru*

**КОМПЛЕКСНЫ ПАДХОД ДА АДНАЎЛЕННЯ ПАРУШАНЫХ ЭКАСІСТЭМ
У МЕСЦАХ ЗДАБЫЧЫ КАРЫСНЫХ ВЫКАПНЯЎ**

Анатацыя. Паказана актуальнасць комплекснага падыходу аднаўлення парушаных экасістэм у месцах здабычы карысных выкапняў. Выяўлены прабелы ў дзеючых актах заканадаўства, якія рэгулююць адносіны ў галіне рэкультывацыі зямель. Устаноўлены крытэрыі ацэнкі перспектывнасці выкарыстання тэрыторый пасля іх аднаўлення ў залежнасці ад функцыянальнага прызначэння. Створаны мадэлі комплекснага функцыянальнага выкарыстання тэрыторыі на каротка- і доўгатэрміновыя перыяды з улікам альтэрнатыв, абумоўленых дынамікай ландшафтна-геахімічных умоў тэрыторыі. Распрацаваны алгарытм рэалізацыі комплекснага падыходу аднаўлення парушаных экасістэм у месцах здабычы карысных выкапняў, які зацверджаны лакальным нарматыўным актам.

Ключавыя словы: глеба, экасістэма, прынцып комплекснасці

Введение. Как показывает практика, не существует однозначного пути решения проблемы рекультивации горных выработок (карьеров). Проект рекультивации горной выработки, созданный до начала выполнения горных работ, не учитывает комплекса природных и антропогенных условий, возникающих в процессе осуществления добычных работ. Это усложняет реализацию

проекта рекультивации после окончания выработки полезного ископаемого. Ситуацию усугубляет наличие пробелов в актах законодательства Республики Беларусь и неурегулированности крупных блоков вопросов восстановления экосистем в рамках рекультивации территорий.

Добыча полезных ископаемых открытым способом приводит к образованию горных выработок различной глубины и конфигурации. Рекультивация горных выработок глубиной 50 м и более требует оценки и анализа комплекса факторов, определяющих изменение качественных и количественных характеристик экосистем прилегающей территории. Необходимость максимально точного прогнозирования влияния водоотлива карьера на рекультивированные участки, а также предполагаемых изменений структуры ландшафтов после прекращения работ по водоотливу требует дополнительных расчетов и оценок возможных экологических рисков с учетом сложившихся горнотехнических, геологических и гидрогеологических условий, а также влияния биологических факторов.

Особенности залегания подстилающих пород горной выработки определяются в зависимости от качества проведения валовых вскрышных работ. Восстановить первоначальное естественное залегание слоев горных пород не представляется возможным, что обуславливает изменение (квази)равновесного состояния взаимосвязанных прилегающих экосистем, трансформирует внутренние и внешние миграционные геохимические потоки вещества и энергии. Устойчивость ландшафта к внешнему техногенному воздействию понижается, что требует проведения дополнительных мер по поддержанию целостности экосистемы.

По окончании добычи полезных ископаемых в местах, характеризующихся значительной глубиной горной выработки, формируются уникальные по количественным и качественным характеристикам техногенные ландшафты, последующее функциональное назначение которых должно определяться исходя из индивидуальных характеристик территории с учетом экономической целесообразности и на основании расчета рисков возникновения неблагоприятных экологических последствий в процессе проведения работ по восстановлению территорий.

Методика исследования. Методологической базой исследования являются гипотезы, научные концепции, иные данные об оценке экологического состояния экосистем. Объект исследования – нарушенные экосистемы в местах добычи полезных ископаемых, характеризующиеся значительной глубиной горной выработки. Основным объектом являлся карьер «Гралево», где в настоящее время проводится добыча доломита.

Экспедиционный метод применен при проведении полевых исследований, в ходе которых осуществлена закладка почвенных разрезов с последующим отбором образцов исследуемых почв (послойно – по генетическим горизонтам), проведены наблюдения за склоновыми и эрозийными процессами. Экспериментальные исследования с отбором проб почв и вод выполнены с помощью пробоотборного оборудования (лаборатория РУП «Бел НИЦ «Экология» аккредитована на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17 025, в область аккредитации включено право на отбор проб почв, поверхностных и подземных вод). Полевые изыскания и отбор почвенных проб осуществлены согласно общепринятой методике [1] и в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 [2, 3]. Отбор образцов воды проведен согласно СТБ ГОСТ Р 51 592-2001 и СТБ ISO 5667-11-2011 [4, 5] с применением соответствующего пробоотборного оборудования. По результатам отборов проб подготовлены акты установленного образца.

Химико-аналитические испытания выполнены с привлечением лабораторий, которые соответствуют критериям Системы аккредитации Республики Беларусь и аккредитованы на независимость и техническую компетентность в соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17 025. Картографические работы выполнены с применением средств Google Earth, Adobe Illustrator CC2015, ArcGIS 10.2.

Основная часть. Действующие нормы права, регулирующие процедуру рекультивации территорий, содержатся в природоресурсных кодексах и законах [6–8], подзаконных нормативных правовых актах [9, 10], а также технических нормативных правовых актах [11–14]. Однако ни одна из действующих норм не содержит четких критериев выбора направления рекультивации,

возможности сочетания нескольких направлений и, самое главное, восстановления нарушенных экосистем.

Для не крупных горных выработок зачастую простое обводнение и/или залесение территории не означает выбор оптимального подхода рекультивации территории и восстановления экосистем. Экономически обоснованное и эффективное использование нарушенных горными выработками экосистем – сложный поэтапный путь, включающий ряд последовательно выполняемых работ в рамках реализации комплексного подхода восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых (рис. 1).



Рис.1. Алгоритм реализации комплексного подхода восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых

На первом этапе необходимо аккумулировать всю имеющуюся предшествующую информацию по объекту исследования, его гидрогеологических, орографических, гидрологических, ландшафтно-геохимических условиях. Требуется также уточнение и обновление исходных данных посредством проведения натурных исследований экологического состояния почв, вод (подземных и поверхностных, при их наличии), степени преобразованности форм рельефа, почвенного и растительного покрова, ландшафтов в целом.

Вся информация о состоянии объекта и его динамике, устойчивости экосистем должна быть положена в основу оценки перспективности использования территории после окончания добычи полезного ископаемого. Взаимосвязанная совокупность гидрологических, гидрогеологических, ландшафтно-геохимических условий устанавливает облик экосистемы, направленность и динамичность ее видоизменения, интенсивность внутренних и внешних потоков вещества и энергии, в связи с чем направления хозяйственного использования в кратко- и долгосрочном периодах неодинаковы. Оценка перспективности направлений хозяйственного использования необходимо проводить по комплексу критериев. Ввиду сложности и мозаичности условий восстанавливаемой территории выбранные перспективные направления хозяйственного использования целесообразно сочетать для получения наиболее экономически обоснованного результата.

Гидрогеологические условия территории являются, вероятно, наименее изменчивыми и определены геологическим строением территории, определяющим в свою очередь особенно-

сти залегания и режима подземных вод. Динамичность гидрогеологических условий возрастает с увеличением степени техногенного преобразования территории. В связи с этим основополагающим критерием, положенным в основу создания 3D-модели территории объекта исследования, является абсолютная отметка уровня подземных вод.

Выбор обусловлен тем, что глубина залегания подземных вод в сочетании с горными породами разного минерального и петрографического состава формируют условия для заболачивания территории, являются одним из определяющих факторов формирования элементарных ландшафтов разных типов (элювиальный, трансэлювиальный, элювиально-аккумулятивный, супераквальный), корректируют направленность и интенсивность почвообразующих процессов.

Гидрологические условия территории определены степенью развития гидрографической сети, климатическими факторами (режим увлажнения и термический режим), определяющими коэффициент увлажнения территории, диманику и интенсивность гидрологических процессов и параметров (обводненность, изменчивость уровней воды, расход воды, русловые процессы).

Тесная гидродинамическая связь поверхностных и подземных вод определяет закономерности изменения уровней поверхностных и подземных вод под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. В связи с этим наряду с критерием «абсолютная отметка уровня подземных вод» в основу моделирования комплексного функционального использования территории на краткосрочный и долгосрочный периоды положен критерий «абсолютная отметка уровня поверхностных вод».

Для реализации направления «размещение садоводческих товариществ и дачных кооперативов» основополагающими являются геологические (степень восстановления стратиграфии горных пород) и гидрогеологические (уровень подземных вод) критерии, во многом определяющие орографические особенности территории, направленность и интенсивность почвообразующих процессов, гранулометрический состав почв содержание гумуса и, как следствие, буферность почв к загрязняющим веществам.

Для реализации данного направления наиболее перспективны участки, в пределах которых стратиграфия горных пород будет восстановлена на 70–80 %, что позволит получить пологоволнистую в орографическом отношении территорию, вертикальное расчленение которой не превышает 10–15 м/км². Стабилизация уровня подземных вод на глубине 3–5 м в сочетании с распространением суглинистых пород на поверхности слоем не менее 50 м оптимальна и обусловит формирование полугидроморфных почв. В сочетании с формированием густого травянистого напочвенного покрова из злаков (виды овсяниц, тимофеевки, полевиц, ежа сборная и др.), разнотравья (вероника длиннолистная, тысячелистник, лапчатка гусиная, подорожник средний) и бобовых (разные виды клевера, люцерны, донника, лядвенец рогатый) такие условия активизируют дерновый почвообразовательный процесс. Дерновые глееватые суглинистые почвы характеризуются содержанием гумуса около 4 % и повышенной буферностью, что определяет относительную устойчивость экосистем к химическому воздействию [15].

Использование территории в сельскохозяйственных целях (пашни, сенокосы, пастбища) будет перспективным в случае, если характеристики почв будут достаточными для обеспечения необходимого уровня плодородия и, как следствие, развития растений, а также если буферная способность почв будет достаточной для сохранения этих характеристик при внешнем воздействии. Выровненные участки (вертикальное расчленение до 5 м/км²) площадью не менее 2 га с наиболее плодородными почвами (дерново-подзолистые на легких лессовидных суглинках) могут быть предложены в качестве пахотных угодий. Участки с более значительным вертикальным расчленением (5–10 м/км²) и развитыми полугидроморфными почвами оптимальны для использования под постоянные культуры, как луговые земли.

Использование восстанавливаемой территории в лесном хозяйстве регламентировано качественными характеристиками почв и, кроме того, особенностями рельефа, ввиду того что для закрепления и произрастания древесной и кустарниковой растительности существуют морфометрические ограничения по крутизне и форме склонов. Для развития лесного хозяйства перспективны неоднородные участки – мелко-, средне- и крупнохолмистые, пологоволнистые

с вертикальным расчленением 10–25 м/км². Оптимальны супесчаные и суглинистые почвы с содержанием гумуса 2,5–3,0 %.

Для использования территории в направлениях водного и рыбного хозяйства первостепенными являются качественные характеристики подземных (химический состав, минерализация, динамика уровня) и поверхностных (скорость течения водотоков, проточность водоемов) вод. Кроме того, важное значение имеет буферная способность почв, формирующая особенности латеральной и радиальной миграции геохимических потоков веществ и, как следствие, интенсивность вторичного загрязнения сопредельных сред, в том числе эвтрофикации озер.

Природоохранное и рекреационное направления использования территории может быть реализовано посредством вовлечения участков, характеризующихся уникальностью и неповторимостью сочетания природных компонентов, формирующих ландшафт, наиболее подходящий для целей сохранения биологического разнообразия, а также природоохранных, научно-исследовательских, для отдыха и туризма, в образовательно-воспитательных целях. В качестве подходящей альтернативы, гармонично сочетающейся с рядом вышеназванных, может быть вариант использования территории под торгово-развлекательный комплекс.

На этапе оценки альтернатив прогнозируемого состояния нарушенных экосистем должны быть сопоставлены данные о фактическом состоянии территории, устойчивости экосистем, существующих и потенциальных природных и антропогенных факторах.

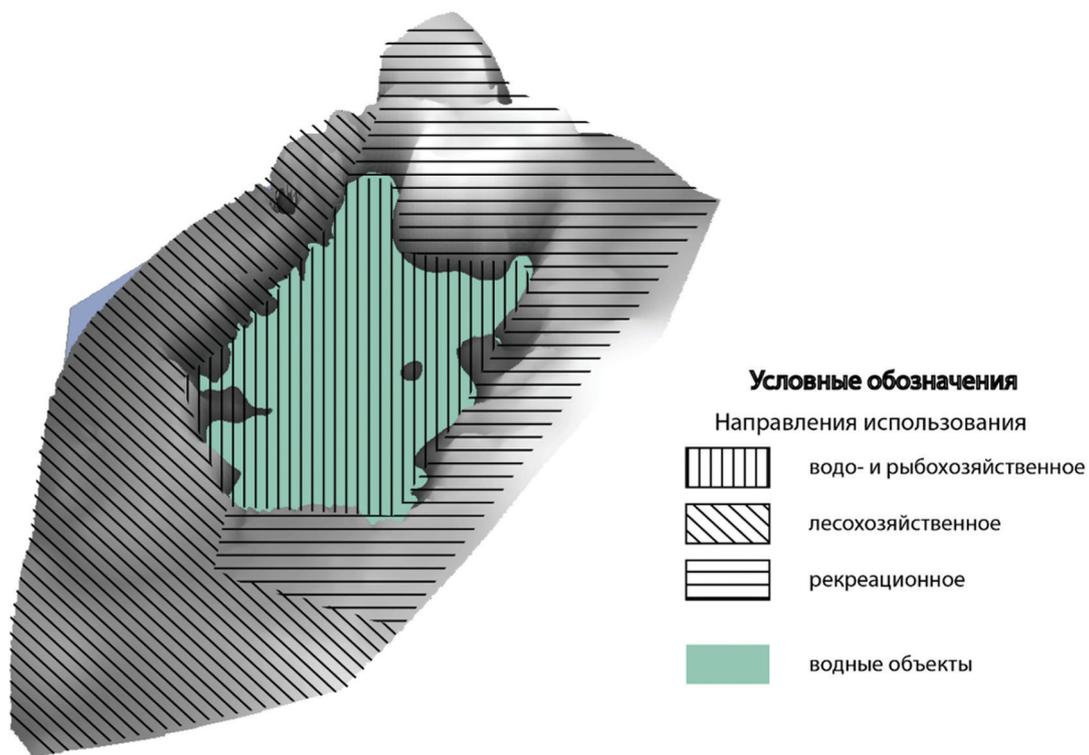
В рамках проводимых исследований альтернативы будущего хозяйственного использования территорий с нарушенными экосистемами в местах добычи полезных ископаемых, характеризующихся значительной глубиной горной выработки, и их комплексное сочетание определены путем сопоставления фактических данных о состоянии нарушенных экосистем и их устойчивости, прогнозных данных об изменении гидрологических, гидрогеологических, ландшафтно-геохимических условий территории с критериями оценки перспективности использования восстанавливаемых (рекультивируемых) территорий в зависимости от функционального назначения.

Исследованиями установлено, что обводненные участки карьера «Руба» пригодны для водохозяйственного и рыбохозяйственного направлений использования, согласно классификации по ГОСТ 17.5.1.02-85 [13] и результатам работ (рис. 2, а). При этом значимость рыбохозяйственного направления будет возрастать при увеличении уровня воды при одновременном возрастании доли эвфотической (освещенной) зоны толщи воды (рис. 2, б). Обеспечить это возможно путем дополнительной планировки склонов в долгосрочном периоде, согласно имеющимся технологиям [16–25].

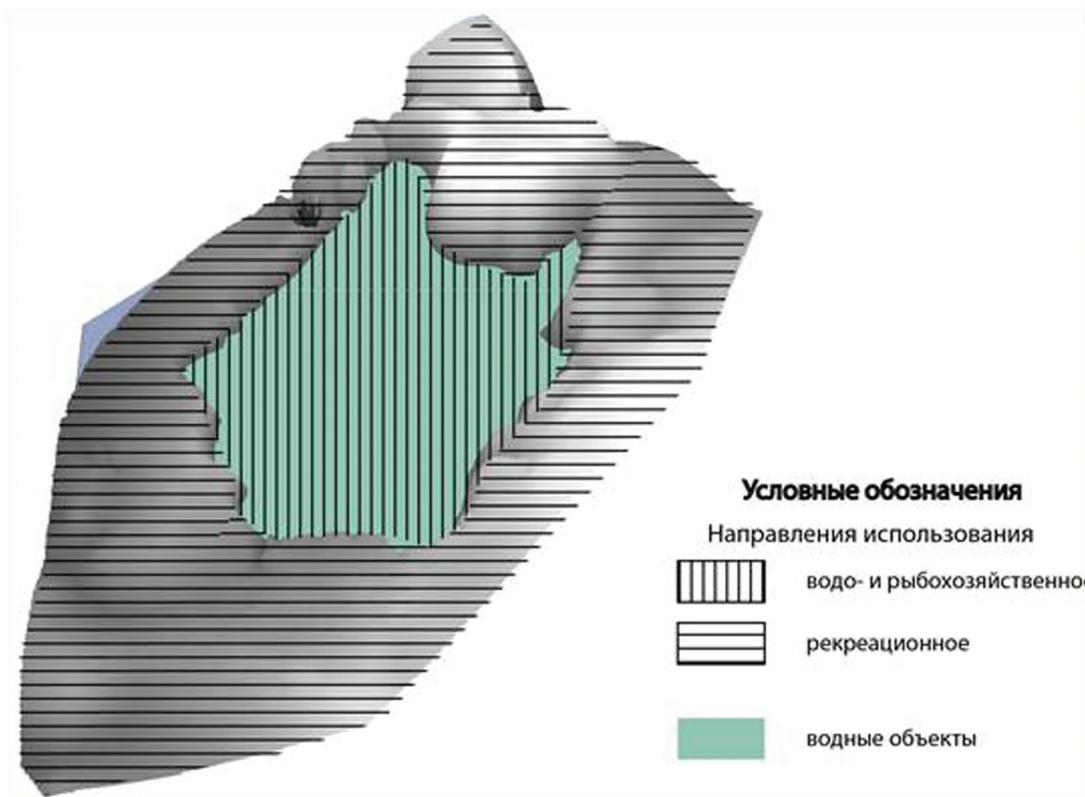
Обводненные участки карьера «Гралево» в краткосрочной перспективе будут находиться на близком расстоянии от зоны добычи полезного ископаемого (рис. 3, а), что обеспечит возможность для самовосстановления наземных и водных экосистем ввиду нецелесообразности их хозяйственного использования. В долгосрочной перспективе (рис. 3, б) роль водоема как водохозяйственного и рыбохозяйственного объекта возрастет. Конкретные условия использования территории будут определены уровнем воды и его чувствительностью к изменению режима увлажнения территории.

Собственно, создание модели комплексного функционального использования территории осуществлено на основании результатов проведенных исследований путем анализа альтернатив функционального использования территории исследования с нарушенными экосистемами, определения локализации ареалов разной хозяйственной направленности на краткосрочный и долгосрочный периоды, построения 3D-моделей средствами ArcCatalog, ArcMap и ArcScene.

Процедура построения полноценной 3D-модели комплексного функционального использования территории, выполненной в трех измерениях, включала следующие этапы: обработка и оцифровка массивов данных; приведение данных в требуемый формат; расчет модели рельефа в плоскости методом обратно-взвешенных расстояний; расчет 3D-модели рельефа в модуле ArcScene; нанесение слоя данных о направлениях хозяйственного использования территории; дифференцирование слоя данных о направлениях хозяйственного использования территории для краткосрочного и долгосрочного периодов.



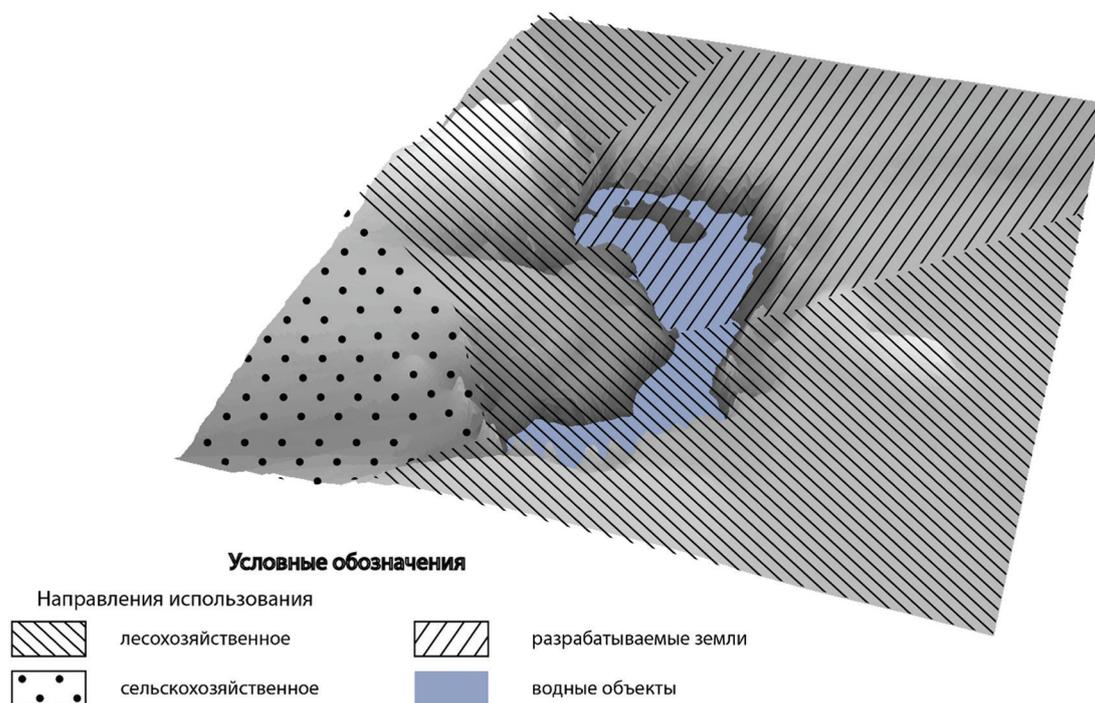
а



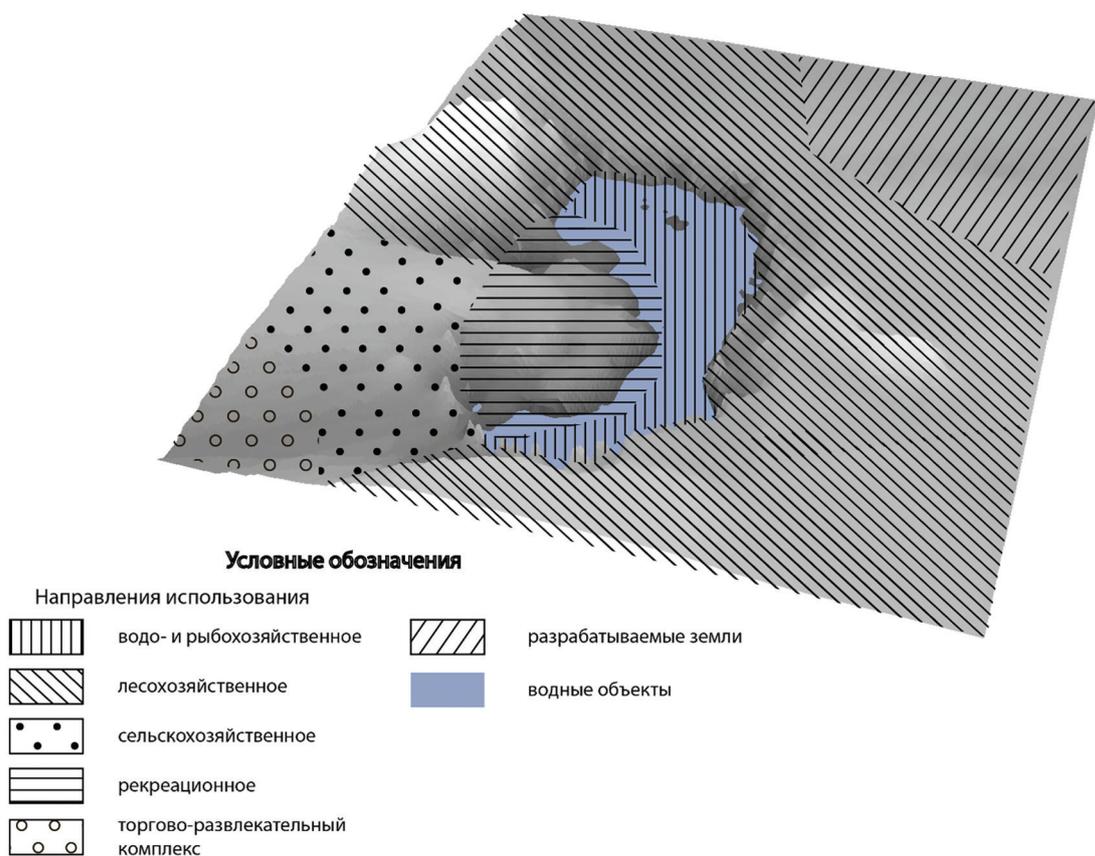
б

Рис. 2. 3D-модель комплексного использования территории размещения бывшего карьера «Руба» (при абсолютной отметке уровня вод: а – 135 м, б – 140 м)

Примечание. Графические материалы здесь и далее подготовлены специалистами ГИС отдела мониторинга окружающей среды РУП «Бел НИЦ «Экология».



а



б

Рис. 3. 3D-модель комплексного использования территории размещения карьера «Гралево» при абсолютной отметке уровня вод: а – 135 м, б – 140 м

Ландшафтно-геохимические условия территории накладываются на гидрогеологические и гидрологические и определяют направленность, интенсивность геохимических потоков вещества и энергии, формируют геохимические барьеры, завершают облик экосистемы.

В ряду ландшафтно-геохимических основополагающим является рельеф, так как орографические условия территории в совокупности с протекающими геологическими процессами являются базисными и устанавливают основы будущей экосистемы. На основании этого для создания 3D-моделей комплексного функционального использования территории на краткосрочный и долгосрочный периоды использованы критерии, характеризующие рельеф территории: густота и глубина расчленения, крутизна склонов. В качестве дополнительного корректирующего параметра использованы данные о наблюдаемых на территории исследования геологических процессах (эрозия, обвалы).

Проведенные исследования гидрологических, гидрогеологических, ландшафтно-геохимических условий территории, устанавливающих облик нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых, характеризующихся значительной глубиной горной выработки, а также работы по оценке состояния экосистем, в том числе с точки зрения их устойчивости к внешним воздействиям, позволили установить значения оценочных параметров для выявления наиболее перспективных альтернатив функционального использования территории; провести анализ возможностей использования территории по разным направлениям в соответствии с разработанными критериями.

Проведенные построения прогнозных 3D-моделей подтопления карьеров «Гралево» и «Руба» дали возможность провести зонирование территории карьера «Гралево» в зависимости от абсолютной отметки уровня подземных вод (рис. 4), что в свою очередь позволяет определить варианты перспективного использования территории. Результаты исследований позволяют наметить возможные способы консервации, рекультивации и использования выработанных карьеров на открытой разработке месторождений полезных ископаемых на основе построения прогнозных 3D-моделей подтопления карьера.

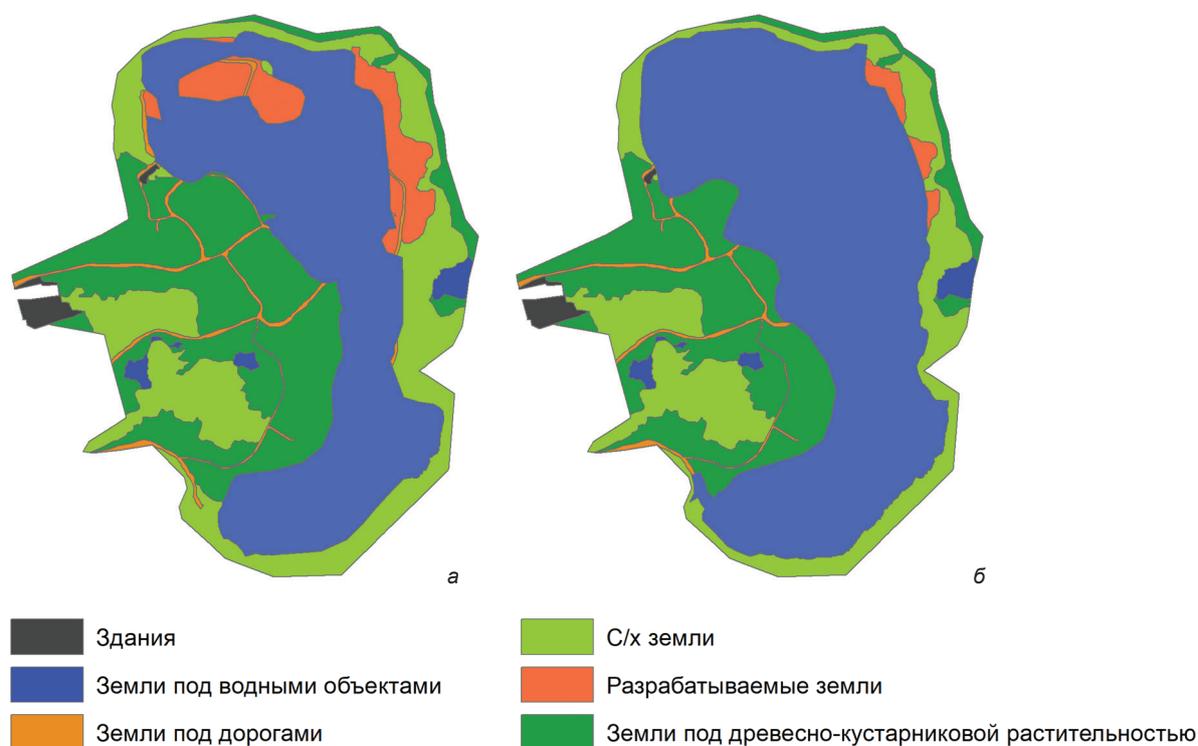


Рис. 4. Зонирование территории карьера «Гралево» в зависимости от прогнозного уровня подземных вод:
а – 135 м, б – 145 м

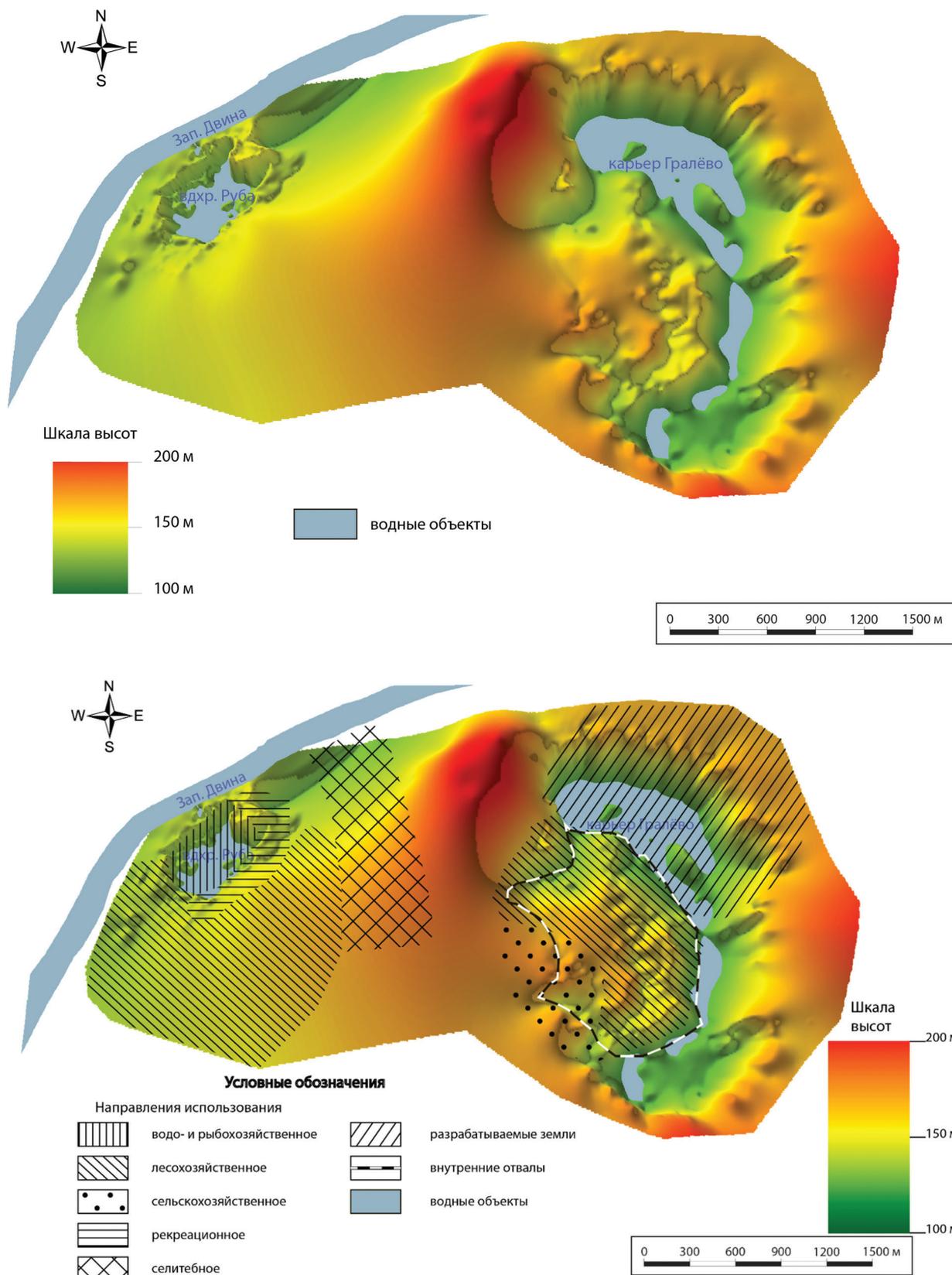


Рис. 5. Модель комплексного функционального использования территории на краткосрочный период

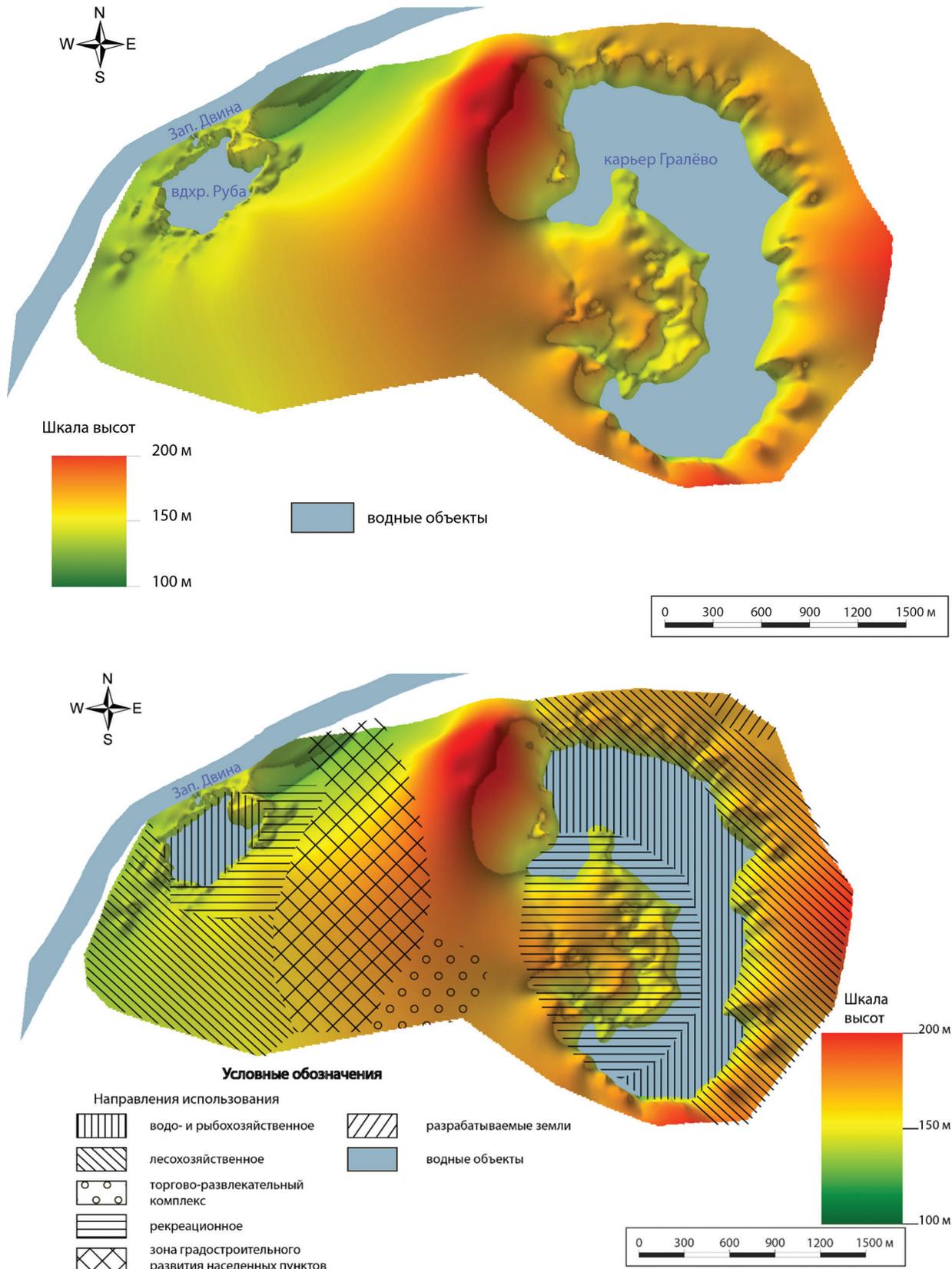


Рис. 6. Модель комплексного функционального использования территории на долгосрочный период

При осуществлении процедуры моделирования комплексного функционального использования территории карьерного хозяйства ОАО «Доломит» на краткосрочный и долгосрочный периоды (рис. 5, 6) при разработке слоя «направление функционального использования» в качестве основополагающих (базовых) были использованы критерии: абсолютная отметка уровня подземных вод, абсолютная отметка уровня поверхностных вод, густота и глубина расчленения, крутизна склонов, интенсивность развития геологических процессов, отражающие гидрогеологические, гидрологические, ландшафтно-геохимические условия территории исследования и определяющие альтернативы возможных видов хозяйственной деятельности.

Анализ построенных 3D-моделей (рис. 5, 6) показал практическую возможность реализации концепции комплексного функционального использования территории, совмещая следующие направления, установленные ГОСТом 17.5.1.02-85 [13]: лесохозяйственное – под лесные насаждения общего хозяйственного и полезационного назначения; водохозяйственное – карьерные водоемы для хозяйственно-бытовых, промышленных, рыбохозяйственных целей; рекреационное – зоны отдыха: сочетания парков и лесопарков с водоемами для оздоровительных и туристских целей; природоохранное и санитарно-гигиеническое – участки самозарастания и самовосстановления экосистем (специально не благоустраиваемые), под древесно-кустарниковой растительностью или травянистыми многолетними растениями.

Заключение. Доказана состоятельность комплексного подхода к восстановлению нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых как научной основы для экономически эффективного возвращения в хозяйственный оборот земель, нарушенных в ходе добычи полезных ископаемых.

Разработанная по результатам исследования инструкция о порядке проведения комплексного восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых утверждена и введена в действие приказом ОАО «Доломит» от 2 декабря 2019 г. № 447. Кроме объектов ОАО «Доломит» комплексный подход восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых был апробирован и на объектах КУП «Минскоблдорстрой». Этим подтверждена универсальность разработки и ее практическая применимость на неограниченном числе объектов. Проведенные исследования закладывают научные основы реализации концепции комплексного восстановления нарушенных экосистем для эффективного их возвращения в хозяйственный оборот.

Список использованных источников

1. Полевое исследование и картографирование почв БССР (Метод. указания) / Под ред. Н. И. Смяна, Т. Н. Пучкаревой, Г. А. Ржеутской. – Минск: Ураждай, 1990. – 223 с.
2. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 17.4.3.01-83. – Введ. 01.07.1984. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 8 с.
3. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. – Введ. 01.01.1986. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 16 с.
4. Вода. Общие требования к отбору проб: СТБ ГОСТ Р 51592-2001. – Введ. 01.11.2002. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2020. – 42 с.
5. Качество воды. Отбор проб. Часть 11. Руководство по отбору проб подземных вод: СТБ ISO 5667-11-2011. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 32 с.
6. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь от 26 нояб. 1992 г. № 1982-XII: в ред. от 18 июня 2019 г. // ИПС «Эталон» [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
7. Кодекс Республики Беларусь о земле [Электронный ресурс]: принят Палатой представителей 17 июня 2008 г.: одобр. Советом Респ. 28 июня 2008 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 24.10.2016 г. № 439-З // ИПС «Эталон» / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
8. Кодекс Республики Беларусь о недрах [Электронный ресурс]: принят Палатой представителей 10 июня 2008 г.: одобр. Советом Респ. 20 июня 2008 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 18.06.2019 г. № 201-З // ИПС «Эталон» / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
9. Положение о рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ [Электронный ресурс]: приказ Гос. комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Респ. Беларусь, 25 апреля 1997 г., № 22 // ИПС «Эталон» / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
10. Положение о порядке передачи рекультивированных земель землевладельцам, землепользователям субъектами хозяйствования, разрабатывающими месторождения полезных ископаемых и торфа, а также проводящими

геологоразведочные, изыскательские, строительные и иные работы, связанные с нарушением почвенного покрова [Электронный ресурс] : приказ Гос. комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Респ. Беларусь, 25 апр. 1997 г., № 22 // ИПС «Эталон» / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

11. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения: ГОСТ 17.5.1.01-83. – Введ. 01.07.1984. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 12 с.

12. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель: ГОСТ 17.5.3.04-83. – Введ. 01.07.1984. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 16 с.

13. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации: ГОСТ 17.5.1.02-85. – Введ. 01.01.1986. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2020. – 20 с.

14. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности: ЭкоНИП 17.01.06-001-2017. – Введ. 01.10.2017. – Минск: Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 2020. – 188 с.

15. *Ересько, М. А.* Оценка кислотно-основной буферности почв Западно-Белорусской физико-географической провинции: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.03.01 / М. А. Ересько; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2016. – 24 с.

16. Методические указания по созданию экологически устойчивых водоемов многоцелевого назначения на месте отработанных карьеров минерального сырья: отчет о НИР / Ин-т геолог. наук НАН Беларуси; рук. С. А. Хомич. – Минск, 1998. – 32 с. – № ГР 1997895.

17. *Левкевич, В. Е.* Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2015. – 306 с.

18. *Левкевич, В. Е.* Динамика береговых процессов русловых, наливных и озерных водохранилищ Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2015. – 202 с.

19. *Бирюков, М. Э.* Совершенствование технологии рекультивации карьеров по разработке месторождений строительного сырья (на примере Московской области): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / М. Э. Бирюков; Гос. ун-т по землеустройству. – М., 2003. – 23 с.

20. *Тальгамер, Б. Л.* Классификация и обоснование схем консервации карьеров / Б. Л. Тальгамер, Е. А. Коробкова // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 3 (62). – С. 56–60.

21. *Елсуков, П. Ю.* Классификация и типизация в информатике / П. Ю. Елсуков // Перспективы науки и образования; Междунар. электрон. журн. – 2016. – № 2 (20). – С. 7–11.

22. Способ рекультивации карьеров (варианты) // FindPatent.ru – пат. поиск [Электронный ресурс]. – 2012–2017. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/243/2433268.html>. – Дата доступа: 02.01.2020.

23. Способ консервации карьеров с затоплением выработанного пространства // FindPatent.ru – пат. поиск [Электронный ресурс]. – 2012–2017. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/245/2451179.html>. – Дата доступа: 02.01.2020.

24. Способ восстановления выработанных карьеров // FindPatent.ru – пат. поиск [Электронный ресурс]. – 2012–2017. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2442896.html>. – Дата доступа: 02.01.2020.

25. Способ восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений полезных ископаемых // FindPatent.ru – пат. поиск [Электронный ресурс]. – 2012-2017. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2444628.html>. – Дата доступа: 02.01.2020.

26. Разработать и внедрить комплексный подход восстановления нарушенных экосистем в местах добычи полезных ископаемых: отчет о НИР (промежуточн.) / РУП «Бел НИЦ «Экология»; рук. М. А. Ересько. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2017. – 95 с. – № ГР 20164556.

Поступила 21.02.2020