

УДК 504.1:502.1

DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-135-144

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ЗЕМЕЛЬ ОТ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

**Ирина Анатольевна Басова**

Тульский государственный университет, 300012, Россия, г. Тула, пр. Ленина, 92, доктор технических наук, зав. кафедрой геоинженерии и кадастра, тел. (4872)73-44-38, e-mail: biajis20051@yandex.ru

**Дмитрий Олегович Прохоров**

Тульский государственный университет, 300012, Россия, г. Тула, пр. Ленина, 92, кандидат технических наук, доцент кафедры геоинженерии и кадастра, тел. (4872)25-47-25, e-mail: 9202779115@mail.ru

**Сергей Васильевич Пьянков**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15, доктор географических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, тел. (342)2-396-852, pyankovsv@gmail.com

Рассматриваются процессы, влияющие на кадастровую стоимость земельных участков, в результате действия которых происходит загрязнение земель, расположенных вокруг техногенных минеральных образований. Масштаб проблемы показан на примере Тульской области, в которой наследием от разработки Подмосковного угольного бассейна остались на поверхности большие объемы пустых пород в виде терриконов. Дается оценка способам уменьшения этого загрязнения, снижения экологических рисков, ликвидации накопленного вреда с точки зрения их экологической эффективности и экономической целесообразности, позволяющим в дальнейшем увеличить кадастровую стоимость земельных участков, находившихся в зоне влияния техногенных минеральных образований. Предлагается способ консервации и изоляции техногенных минеральных образований, обеспечивающий более эффективное снижение негативного влияния на окружающие земли, в том числе земли населенных пунктов и земли сельскохозяйственного назначения.

**Ключевые слова:** кадастровая стоимость, загрязнение земель, охрана земель, техногенное минеральное образование, рекультивация, ликвидация, консервация, земельный участок

### *Введение*

Вопросам учета экологического состояния территории при кадастровой оценке земельных участков в настоящее время уделяется большое внимание. Работы [1–4] показывают важность использования экологической составляющей при определении кадастровой стоимости объектов недвижимости.

Одним из негативных экологических факторов, понижающих стоимость земельных участков, является загрязнение окружающей природной среды вредными веществами от различных негативных воздействий в результате хозяйственной деятельности человека [1]. Таким образом, только наличие на территории техногенного минерального образования (ТМО) должно быть отражено в кадастровой стоимости окружа-

ющих его земельных участков, так как влияние ТМО вызывает деградацию земель, т. е. изменение функций почвы, количественное и качественное ухудшение ее свойств, постепенное снижение и утрату плодородия.

### *Алгоритм решения проблемы*

Масштаб проблемы можно оценить на примере Тульской области. Промышленная добыча бурого угля в Подмосковном угольном бассейне началась в 1920-х гг. Максимальная добыча в бассейне была достигнута в шестидесятые годы – более 40 млн. т в год. Добыча в основном была сосредоточена в Тульской области. Помимо угля шахты выдавали на поверхности пустые породы в объеме порядка 10–20 % от добычи.

На территории Тульской области располагалось более 130 действующих шахт, возле каждой из которых вырастали ТМО в виде терриконов. С 1929 г. на территории Подмосковского бассейна накопился большой объем техногенных отложений – примерно 160–180 млн м<sup>3</sup>, который занимает порядка 350–400 га земельных угодий, а с учетом ареалов загрязнений – 5–6 тыс. га [5–9]. В состав техногенных отложений входят обломки бурого угля (до 12 %), минеральные образования – пирит, марказит, сидерит.

Техногенные минеральные образования Подмосковского угольного бассейна по площади, объему и времени воздействия на окружающую среду представляют собой серьезную проблему для окружающих земель [10].

В зоне влияния ТМО основными процессами, вызывающими загрязнение земель вредными веществами, являются [11]:

- ветровая эрозия пород ТМО;
- водная эрозия пород ТМО;
- деформация ТМО – осыпи и обвалы пород ТМО, создающие дополнительные поверхности для эрозионных процессов;
- фильтрация воды через тело ТМО в водоносные горизонты.

Для понимания остроты проблемы необходимо показать всю сложность происходящих процессов.

Различают водную эрозию, проявляющуюся в размывах и смывах пород, и ветровую эрозию или дефляцию, состоящую в выдувании пород ТМО. Смыв и выдувание пород (рис. 1) называют еще плоскостной, а разрыв пород – линейной эрозией [12].



Рис. 1. Пыление породного отвала шахты № 16

Интенсивность выдувание пород ТМО зависит:

- от скорости ветра;
- параметров ТМО;
- устойчивости пород;
- наличия растительного покрова;
- особенностей рельефа.

Смыв и разрыв пород ТМО происходит в результате дождевого (ливневого) и талого

стока (рис. 2). При смыве затрагиваются поверхностные горизонты пород; разрыв пород – более глубокий процесс, проявляющийся в виде формирования различного рода промоин и рытвин. Смыв и разрыв пород при снеготаянии отличаются меньшими проявлениями, но большей длительностью, чем при дождевом стоке. Продолжительность процессов смыва и разрыва пород ТМО при

дождях гораздо меньше, чем при снеготаянии, и измеряется минутами и часами, а количество смываемых пород – больше. Поверхностный поток воды на склоне обладает определенной кинетической энергией, кото-

рая пропорциональна массе воды и скорости ее стекания. Часть энергии расходуется на разрушение (размыв) пород, их отдельных комочков, а также на перенос разрушенного материала [13].



Рис. 2. Южный сток с породного отвала шахты № 67

Ветровая и водная эрозия могут проявляться совместно при различном чередовании процессов, например:

– после стока талых вод (в конце марта – начале апреля) происходят смыв и размыв пород, далее (в конце мая – начале июня) следуют их иссушение и выдувание;

– после иссушения пород (май) происходят ливневые осадки (июнь, июль), и как результат – переувлажнение, смыв и размыв пород.

Деформации ТМО также появляются в комплексе с водной и ветровой эрозией под действием гравитации. По внешнему проявлению деформации ТМО можно разделить на следующие виды [14]:

– осыпи из отдельных частиц и кусков породы. Сползают по откосу к подошве ТМО, могут возникать, когда угол естественного откоса ТМО превышает угол внутреннего трения пород, слагающих ТМО;

– размывы, просадки и трещины (разломы) ТМО могут явиться следствием как не-

устойчивости их оснований, так и горения ТМО отдельными ячейками;

– оползни – смещения (скольжения) массы пород, слагающих ТМО вниз по склону под влиянием силы тяжести. Оползни следует рассматривать как результат нарушения равновесия пород под воздействием выветривания или переувлажнения их атмосферными осадками или подземными водами, процесса горения пород ТМО, а также действия внешних сил (сейсмические толчки, увеличение нагрузки в верхней части склона и др.);

– обвалы – это отрывы и перемещения масс пород вниз по склону, их опрокидывание и дробление. Оползни происходят в результате ослабления связности пород и действия силы тяжести. Их возникновению способствует неправильное ведение работ при разборке ТМО, которое сводится к образованию крутых или вертикальных откосов.

Фильтрация воды через тело ТМО в водоносные горизонты вызывает вертикаль-

ную миграцию фильтрата ТМО в почву его основания. Для ТМО характерно образование жидкой фазы, появлению которой предшествует вода, накапливающаяся в результате выпадения атмосферных осадков. Вода, просачиваясь сквозь породную массу, уносит с собой растворимые вещества, образуя фильтрат, который поступает в грунтовые воды [15].

Рассмотренные процессы оказывают воздействие на земли всех категорий в зоне влияния ТМО. Особенно важно учитывать влияние этих процессов при определении кадастровой стоимости земельных участков категорий – «земли населенных пунктов» и «сельскохозяйственные земли». Для земель населенных пунктов еще одним важным фактором, влияющим на кадастровую стоимость земельных участков, является эстетическая и рекреационная ценность территории [1].

Для охраны земель от негативного влияния ТМО необходимо осуществлять деятельность, направленную на уменьшение загрязнения территории, снижения экологических рисков, ликвидацию накопленного вреда [16].

Если задачи уменьшения загрязнения территории и снижения экологических рисков можно решить с помощью только рекультивационных мероприятий [17], то для ликвидации накопленного вреда во многих случаях необходимо производить либо консервацию, либо ликвидацию ТМО.

Рекультивация земель [18] – мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почв, восстановления плодородного слоя почвы, создания защитных лесных насаждений.

Рекультивацию нарушенных в результате воздействия ТМО земель характеризуют в основном направлением и технологией технического и биологического этапов (рис. 3).

Направление и технологию рекультивации выбирают исходя из типа нарушенных земель, вида нарушений, агрохимических характеристик грунтов-субстратов, пригодности

пород ТМО для биологической рекультивации. Затраты на рекультивацию земель, нарушенных в результате воздействия ТМО, тоже зависят от вышеперечисленных факторов. Затраты могут быть умеренными, а могут быть настолько значительными, что при высокой токсичности пород ТМО и санитарно-гигиеническом направлении рекультивации могут сравниться с затратами на ликвидацию ТМО.



Рис. 3. Способы охраны земель от воздействия техногенных минеральных образований

Ликвидацию ТМО можно осуществить, если поблизости есть пространство для размещения пород ТМО, например, выработанный карьер. Также полная разборка возможна при вовлечении большей части пород ТМО в переработку для извлечения полезных компонентов и использовании пород в качестве сырья или материалов в других видах деятельности. Ликвидация ТМО – наиболее действенный, но самый дорогостоящий способ ликвидации накопленного вреда [19, 20].

Еще одним способом для достижения желаемых результатов по ликвидации накопленного вреда при оптимальных затратах является консервация ТМО (рис. 3). Консервация техногенного минерального образования позволяет в дальнейшем при более благоприятных обстоятельствах (например, появились средства или новые технологии для переработки и извлечения полезных компонентов из пород ТМО и т. д. [21–23]) перейти к его полной ликвидации. Кроме этого, при консервации, в отличие от рекультивации, запас сырья ТМО будет сохранен за счет изоляции ТМО от



взаимодействия с агрессивными природными факторами, которые могут повлечь не только количественные потери пород в результате ветровой и водной эрозии, но и качественные в результате изменения пород под воздействием негативных биохимических и физико-химических процессов, инициированных проникновением воды, кислорода и микроорга-

низмов в тело ТМО. Существует различные способы консервации ТМО, которые достаточно эффективны в борьбе с ветровой и водной эрозией пород, но ни один из этих способов не может остановить вертикальную миграцию фильтрата уже сформированных ТМО в грунтовые воды, которые, в свою очередь, загрязняют окружающие земли.

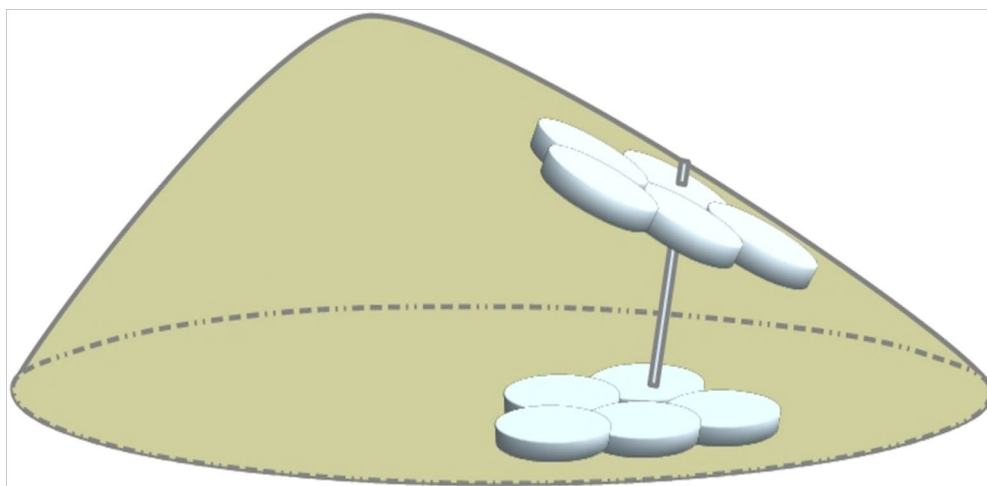


Рис. 4. Формирование изоляционных слоев породобетона в теле техногенного минерального образования

Предлагаемый нами способ консервации и изоляции позволяет в полном объеме защитить окружающие земли от вредного воздействия ТМО [24].

Основной целью способа консервации и изоляции является расширение технических возможностей для эффективного снижения влияния токсичных компонентов техногенных минеральных образований на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели реализуются следующие процессы (рис. 5):

- на поверхности техногенного образования производится разметка сетки для бурения скважин;
- по намеченной сетке осуществляется бурение до расчетной глубины пилотных скважин;
- производится нагнетание под высоким давлением водоцементного раствора, что позволяет струей с высокой кинетической энергией резать и перемешивать породы и формировать изолирующий породобетонный массив.



Рис. 5. Схема формирования породобетонного экрана

Размеры сетки скважин рассчитывают таким образом, чтобы массивы породобетона соседних скважин формировались с перекрытием, необходимым для образования сплошного водонепроницаемого экрана.

Нагнетание водоцементного раствора под высоким напором осуществляется при подъеме буровой колонны через струеформирующие насадки, которые направлены перпендикулярно оси пробуренной скважины. При этом колонна вращается с частотой 10–25 об./мин. Струя водоцементного раствора с высокой кинетической энергией режет и перемешивает породы, формируя цилиндрический массив из породобетона с диаметром, во много раз превышающим диаметр скважины. Нагнетание водоцементного раствора прекращают после доведения мощности водонепроницаемого экрана до необходимой. Далее продолжают поднимать буровую колонну и при достижении нижней границы поверхностного водонепроницаемого экрана возобновляют нагнетание высоконапорного водоцементного раствора. Производится создание водонепроницаемого экрана на (у) поверхности техногенного образования (рис. 4).

Данный способ является уникальным и самым эффективным среди способов консервации и изоляции и позволяет:

- осуществить высокотехнологичное формирование эффективных водонепроницаемых экранов под основаниями и на поверхностях (у поверхностей) техногенных образований;
- устранить вредное влияние ТМО и сохранить окружающие земли.

Использование данного способа делает консервацию ТМО более конкурентоспособной по отношению к рекультивации или полной разборке ТМО. Основным отличием консервации ТМО от рекультивации является сохранение их для последующей разработки. При этом запас сырья ТМО будет сохранен за счет изоляции ТМО от взаимодействия с агрессивными природными факторами, которые приводят не только к физиче-

ским потерям массы горных пород терриконов в результате ветровой и водной эрозии, но и к снижению важных потребительских свойств ее компонентов в результате трансформации под воздействием негативных физико-химических и биохимических процессов, инициированных проникновением воды, кислорода и микроорганизмов в тело терриконов, описанных в [23].

Учитывая значительные объемы средств, требующихся на проведение рекультивации, ликвидации и консервации ТМО, затраты на данные виды работ следует предусматривать при построении финансовой модели работы угледобывающего предприятия. Одним из возможных путей решения данного вопроса является финансирование проектов по рекультивации или консервации ТМО с наименьшим получением из складированных в них горных пород целевых продуктов за счет фонда устойчивого развития (ликвидационного фонда) угледобывающего предприятия [25]. Надо понимать, что затраты на охрану земель от негативного влияния ТМО будут возвращаться при повышении кадастровой стоимости земельных участков.

### *Заключение*

Применение способа консервации и изоляции позволит обеспечить достаточно высокий уровень экологической безопасности в районе расположения ТМО путем снижения их негативного влияния на окружающие земли, в том числе земли населенных пунктов и земли сельскохозяйственного назначения, за счет существенного уменьшения водной и ветровой эрозии пород ТМО, деформаций ТМО и фильтрации воды через тело ТМО в водоносные горизонты. При существенном улучшении экологической ситуации за счет применения способа консервации и изоляции ТМО повышается эколого-экономическая ценность земель [26] и увеличивается кадастровая стоимость земельных участков [1, 4].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попп Е. А. Методическое обеспечение учета экологического состояния территории при кадастровой оценке объектов недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природо-

- пользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ. Т. 2. – С. 204–209.
2. Татаренко В. И., Попп Е. А. О необходимости учета влияния экологической составляющей на кадастровую стоимость объектов недвижимости на территории населенных пунктов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 165–170.
  3. Трубина Л. К. Некоторые аспекты учета экологической составляющей при оценке объектов недвижимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов Национальной научно-практической конференции. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – Т. 1. – С. 149–152.
  4. Сизов А. П., Хабаров Д. А. Прогнозирование стоимости сельскохозяйственных земель Краснодарского края с учетом экологической ситуации // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2017. – № 4. – С. 96–103.
  5. Тимакова М. С. Историко-географические особенности и современные проблемы развития Подмосковского угольного бассейна (на примере территории Тульской области) // Изв. Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2013. – Вып. 2. – С. 136–146.
  6. Соколов Э. М., Качурин Н. М., Мелехова Н. И. Рекультивация отвалов отработанных шахт подмосковского бассейна // Изв. Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 1. – С. 102–105.
  7. Калаева С. З., Богданов С. М., Лукин Н. О., Огер А. А. Породные отвалы угольных шахт России // Изв. Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 1. – С. 3–23.
  8. Kachurin N. M., Vorobev S. A., Shkuratckiy D. N., Bogdanov S. M. Environmental Danger of Worked and Liquidated Coal Mines Open Areas // 5th International Symposium Mining and Environmental Protection (10–13 June 2015). – Vrdnik. Serbia, 2015. – P. 141–149.
  9. Качурин Н. М., Соломатин А. П., Рыбак Л. Л., Рыбак В. Л. Проблемы экологической безопасности освоения месторождений при подземной добыче угля // Изв. Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2012. – Вып. 2. – С. 17–31.
  10. Басова И. А., Ионина М. А., Глухова Е. Н. Геоэкологическое состояние почвенного покрова в горнопромышленных регионах // Изв. Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 1. – С. 16–20.
  11. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А., Харламова А. В., Воробьев С. Г., Макаришина Ю. И., Буняченко В. В. Терриконы. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2015. – 712 с.
  12. Комонов С. В., Комонова Е. Н. Ветровая эрозия и пылеподавление. Курс лекций. – Красноярск : Изд-во СФУ, 2008. – 192 с.
  13. Заславский М. Н. Эрозия почв. – М. : Мысль, 1979. – С. 228–241.
  14. Ступин А. Б., Аревадзе И. Ю. Оценка геодинамического состояния, прогнозирование и управление геоэкологической безопасностью породных отвалов // Вісник СумДУ. Серія «Технічні науки». – 2008. – № 2. – С. 106–109.
  15. Посохов Е. В. Формирование химического состава подземных вод (основные факторы). – Л. : ГИ, 1969. – 335 с.
  16. Гайдай М. Ф., Вайсман Я. И. Оценка негативного воздействия терриконов на экологическую ситуацию в угледобывающих районах и пути его снижения // Экологические системы и приборы. – 2015. – Вып. 12. – С. 11–21.
  17. Tichanek F., Tichanek R. Contribution to the solution of thermally active reclamation of coal waste heaps // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM Proceedings. – Albena, 2014. – P. 777–791.
  18. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
  19. Технологические схемы рекультивации терриконов и плоских породных отвалов шахт и обогатительных фабрик / ВНИИОСуголь. – Пермь : ВЦ Статуправления, 1981. – 158 с.
  20. Шевченко Е. Н., Киселев Н. Н., Филатов В. Ф., Дуброва Н. А. Проект технологии захоронения породных отвалов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2014. – № 14. – С. 143–149.
  21. Макаров А. Б. Техногенные месторождения минерального сырья // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 8. – С. 76–80.
  22. Баталин Б. С., Белозерова Т. А., Гайдай М. Ф. Строительная керамика из терриконов Кизеловского угольного бассейна // Стекло и керамика. – 2014. – № 3. – С. 8–10.

23. Вайсман Я. И., Гайдай М. Ф. Разработка технологии консервации террикоников в целях снижения их негативного воздействия на окружающую среду и сохранения ресурсного потенциала // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15, № 19. – С. 175–174.

24. Патент РФ № 2636174. Способ консервации и изоляции промышленных отвалов. Ковалев Р. А., Головин К. А., Прохоров Д. О. – Опубл. 21.11.2017. – Бюл. № 33.

25. Шматко С. И. О мерах по комплексному развитию угольной отрасли Российской Федерации и его законодательному обеспечению // Горная промышленность. – 2010. – № 6. – С. 14–20.

26. Кудряшова С. Я. Экологические факторы эколого-экономической оценки земель // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 27–31.

Получено 08.07.2021

© И. А. Басова, Д. О. Прохоров, С. В. Пьянков, 2021

## PROPOSALS FOR THE PROTECTION OF LAND FROM THE NEGATIVE IMPACT OF TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS

*Irina A. Basova*

Tula State University, 92, Prospect Lenin St., Tula, 300012, Russia, D. Sc., Head of the Department of Geoenvironment and Cadastre, phone: (4872)73-44-38, e-mail: [biajis20051@yandex.ru](mailto:biajis20051@yandex.ru)

*Dmitry O. Prokhorov*

Tula State University, 92, Prospect Lenin St., Tula, 300012, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Geoenvironment and Cadastre, phone: (4872)25-47-25, e-mail: [9202779115@mail.ru](mailto:9202779115@mail.ru)

*Sergey V. Pyankov*

Perm State National Research University, 15, Bukireva St., Perm, 614068, Russia, D. Sc., Vice-Rector for Research and Innovation, phone: (342)2-396-852, e-mail: [pyankovsv@gmail.com](mailto:pyankovsv@gmail.com)

The article considers the processes affecting the cadastral value of land plots, as a result of which occurs land contamination around technogenic mineral formations. The scale of the problem is shown on the example of the Tula region, where large volumes of waste rocks in the form of waste heaps remained on the surface as a legacy from the development of the Moscow Region coal basin. The article gives an assessment of the ways to reduce this pollution, reduce environmental risks, eliminates accumulated harm from the point of view of their environmental efficiency and economic feasibility, which will further increase the cadastral value of land plots located in the zone of influence of technogenic mineral formations. The article proposes a method for the conservation and isolation of man-made mineral formations, which ensures a more effective reduction of the negative impact on the surrounding lands, including the lands of settlements and agricultural lands.

**Keywords:** cadastral value, land pollution, land protection, technogenic mineral formation, reclamation, elimination, conservation, land plot

## REFERENCES

1. Popp, E. A. (2016). Cadastral valuation of real property units: techniques for taking into account ecological state of territory. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Ekonomicheskoe razvitie Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodnopol'zovaniia, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravlenii e nedvizhimost'iu [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Vol. 2. Economic Development of Siberia and the Far East. Environmental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management]* (pp. 204–209). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].



2. Tatarenko, V. I., & Popp, E. A. (2014). The need to consider the impact of environmental component on the cadastral value of the property in the residential areas. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, S/4, 165–170 [in Russian].
3. Trubina L. K. (2018). Some aspects of taking into account the environmental component in the appraisal of real estate objects. In *Sbornik materialov Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii: T. 1. Regulirovanie zemel'no-imushhestvennyh otnoshenij v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, ocenka nedvizhimosti, jekologija, tehnologicheskie reshenija [Proceedings of National Scientific and Practical Conference: Vol. 1. Regulation of Land and Property Relations in Russia: Legal and Geospatial Support, Real Estate Valuation, Ecology, Technological Solutions]* (pp. 149–152). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].
4. Sizov, A. P., & Khabarov, D. A. (2017). Forecasting the value of agricultural land in the Krasnodar Territory, taking into account the environmental situation. *Modeli i tehnologii prirodoobustrojstva (regional'nyj aspekt) [Models and Technologies of Environmental Management (Regional Aspect)]*, 4, 96–103 [in Russian].
5. Timakova, M. S. (2013). Historical and geographical features and modern problems of the development of the Moscow region coal basin (on the example of the territory of the Tula region). *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences]*, 2, 136–146 [in Russian].
6. Sokolov, E. M., Kachurin, N. M., & Melekhova, N. I. (2010). Reclamation of waste dumps of mines near Moscow. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences]*, 1, 102–105 [in Russian].
7. Kalaeva, S. Z., Bogdanov, S. M., Lukin, N. O., Oger, A. A. (2016). Waste heaps of coal mines in Russia. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences]*, 1, 3–23 [in Russian].
8. Kachurin, N. M., Vorobev, S. A., Shkuratckiy, D. N., & Bogdanov, S. M. (2015). Environmental Danger of Worked and Liquidated Coal Mines Open Areas. *5th International Symposium Mining and Environmental Protection, 10–13 June 2015* (pp. 141–149). Vrdnik. Serbia.
9. Kachurin, N. M., Solomatin, A. P., Rybak, L. L., & Rybak, V. L. (2012). Problems of the Environmental Safety of Deposits Development in Underground Coal Mining. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences]*, 2, 17–31 [in Russian].
10. Basova, I. A., Ionina, M. A., & Glukhova, E. N. (2010). Geoecological state of soil cover in mining regions. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences]*, 1, 16–20 [in Russian].
11. Zubova, L. G., Zubov, A. R., Zubov, A. A., Kharlamova, A. V., Vorobiev, S. G., Makarishina, Yu. I., & Bunyachenko, V. V. (2015). *Terrikony [Waste heaps]*. Lugansk: "Noulidzh" Publ., 712 p. [in Russian].
12. Komonov, S. V., & Komonova, E. N. (2008). *Vetrovaja jerozija i pylepodavlenie [Wind erosion and dust suppression]*. Krasnoyarsk: SFU Publ., 192 p. [in Russian].
13. Zaslavsky, M. N. (1979). *Jerozija pochv [Soil erosion]* (pp. 228–241). Moscow: Mysl' Publ. [in Russian].
14. Stupin, A. B., & Arevadze, I. Yu. (2008). Assessment of geodynamic condition, forecasting and management of geoecological safety of waste heaps. *Bulletin of Sumy State University*, 2, 106–109 [in Ukrainian].
15. Possokhov, E. V. (1969). *Formirovanie himicheskogo sostava podzemnyh vod (osnovnye faktory) [Formation of the chemical composition of groundwater (main factors)]*. Leningrad: GI Publ., 335 p. [in Russian].
16. Gaidai, M. F., & Vaisman, Ya. I. (2015). Evaluation of the negative impact of waste heaps on the ecological situation in coal-mining regions and ways to reduce it. *Jekologicheskie sistemy i pribory [Ecological Systems and Devices]*, 12, 11–21 [in Russian].
17. Tichanek, F., & Tichanek, R. (2014). Contribution to the solution of thermally active reclamation of coal waste heaps. *14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM Proceedings* (pp. 777–791).
18. Federal Law of November 25, 2001 No. 136–FZ. The Land Code of the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
19. *Technological schemes for reclamation of waste heaps and flat waste dumps of mines and processing plants / VNIOSugol [Tehnologicheskie shemy rekul'tivacii terrikonov i ploskih porodnyh otvalov shaht i obogatitel'nyh fabrik / VNIOSugol']*. (1981). Perm: VC Statupravlenija Publ., 158 p. [in Russian].

20. Shevchenko, E. N., Kiselev, N. N., Filatov, V. F., & Dubrova, N. A. (2014). Project of technology of burial of waste heaps. *Scientific Works of UkrNDMI NAS of Ukraine*, 14, 143–149 [in Ukrainian].
21. Makarov, A. B. (2000). Technogenic deposits of mineral raw materials. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal [Sorosovsky Educational Journal]*, 8, 76–80 [in Russian].
22. Batalin, B. S., Belozerova, T. A., & Gaidai, M. F. (2014). Building ceramics from mounds of Kizelovsky coal basin. *Steklo i keramika [Glass and Ceramics]*, 3, 8–10 [in Russian].
23. Weissman, J. I., & Gaidai, M. F. (2016). Development of technology for conservation of waste heaps in order to reduce their negative impact on the environment and preserve resource potential. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and Gas and Mining]*, 15(19), 175–174 [in Russian].
24. Kovalev, R. A., Golovin, K. A., & Prokhorov, D. O. (2017). Method of conservation and isolation of industrial dumps. Patent of the Russian Federation No. 2636174.
25. Shmatko, S. I. (2010). On measures for the integrated development of the coal industry of the Russian Federation and its legislative support. *Gornaja promyshlennost' [Mining Industry]*, 6, 14–20 [in Russian].
26. Kudryashova, S. Ya. (2013). Ecological factors of land resources economic estimation. In *Sbornik materialov Interexpo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Ekonomicheskoe razvitie Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodnopol'zovaniia, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravlenii e nedvizhimost'iu [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2013: International Scientific Conference: Vol. 2. Economic Development of Siberia and the Far East. Environmental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management]* (pp. 27–31). Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].

Received 08.07.2021

© I. A. Basova, D. O. Prokhorov, S. V. Pyankov, 2021