

УДК 528.44:574

DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-138-149

Мониторинг земель, занятых техногенными минеральными образованиями

И. А. Басова^{1}, Д. О. Прохоров¹, С. В. Пьянков², Л. К. Трубина³*

¹ Тульский государственный университет, г. Тула, Российская Федерация

² Пермский национальный государственный исследовательский университет, г. Пермь, Российская Федерация

³ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: biajjs20051@yandex.ru

Аннотация. В горнопромышленных районах Тульской области находится более 130 техногенных минеральных образований, сформированных в результате добычи, переработки и использования полезных ископаемых. Проведение мониторинга земель вокруг техногенных минеральных образований является важной задачей, и решать ее необходимо с привлечением самых современных технологий. Предложена схема усредненного зонирования негативного воздействия на окружающие земли техногенных минеральных образований (ТМО) за счет водной и ветровой эрозии пород ТМО, деформаций ТМО, фильтрации воды через тело ТМО в водоносные горизонты. Рассмотрены возможности онлайн-сервиса «Публичная кадастровая карта» для проведения мониторинга земель вокруг техногенных минеральных образований. На примере терриконов шахт № 27 «Лесная» («Мостовая») и «Западно-Щекинская 17-бис» проведен мониторинг всех учтенных земельных участков, расположенных в каждой зоне влияния. Мониторинг показал, что при выявлении негативного воздействия техногенных минеральных образований на окружающие земли важно уделять внимание форме и размерам ТМО, площадям земельных участков, категориям земель, проценту учтенных земель вокруг ТМО.

Ключевые слова: мониторинг земель, земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов, техногенное минеральное образование, земельный участок

Введение

Одной из важнейших задач мониторинга земель является своевременное выявление изменений состояния земель, оценка и прогнозирование этих изменений, выработка предложений о предотвращении негативного воздействия на земли и устранении последствий такого воздействия [1]. Результаты мониторинга земель могут послужить основанием для изменения кадастровой стоимости земельных участков [2–5].

В горнопромышленных районах страны основными источниками негативного воздействия на окружающие земли являются техногенные минеральные образования, сформированные в результате добычи, переработки и использования полезных ископаемых.

За 150 лет добычи угля Подмосквовного угольного бассейна в Тульской области на дневной поверхности скопилось более 300 млн т горных пород в виде различных отходов производства [6–11]. Основной объем

этих отходов размещается в ТМО, представленных терриконами угольных шахт. Распределение по районам следующее: Киреевский район – 26, Богородицкий район – 22, Щекинский район – около 20, городской округ Донской – 16, Новомосковский район – 14, Узловский район – 14, Кимовский район – 13 и Суворовский район – 4 (рис. 1).

Значительный охват территории Тульской области размещением ТМО позволяет говорить о серьезных масштабах проблемы негативного воздействия ТМО на окружающие земли, и производить мониторинг этих земель необходимо с привлечением самых современных технологий.

В зоне влияния ТМО загрязнение вредными веществами сельскохозяйственных угодий происходит за счет водной и ветровой эрозии пород ТМО, деформаций ТМО (осыпи и обвалы пород ТМО, создающие дополнительные поверхности для эрозионных процессов), фильтрации воды через тело ТМО в водоносные горизонты [12–15].

Степень воздействия ТМО на окружающие земли зависит от географических и климатических факторов, формы и размеров ТМО, химического и минералогического состава, дисперсности, пористости, водопроницаемости и других свойств пород, слагающих ТМО [12].

Усредненное зонирование (буферизация) негативного воздействия на окружающие земли техногенных минеральных образований, сформированных в результате добычи угля в Подмосковном угольном бассейне, для условий Тульской области приведено на рис. 2.

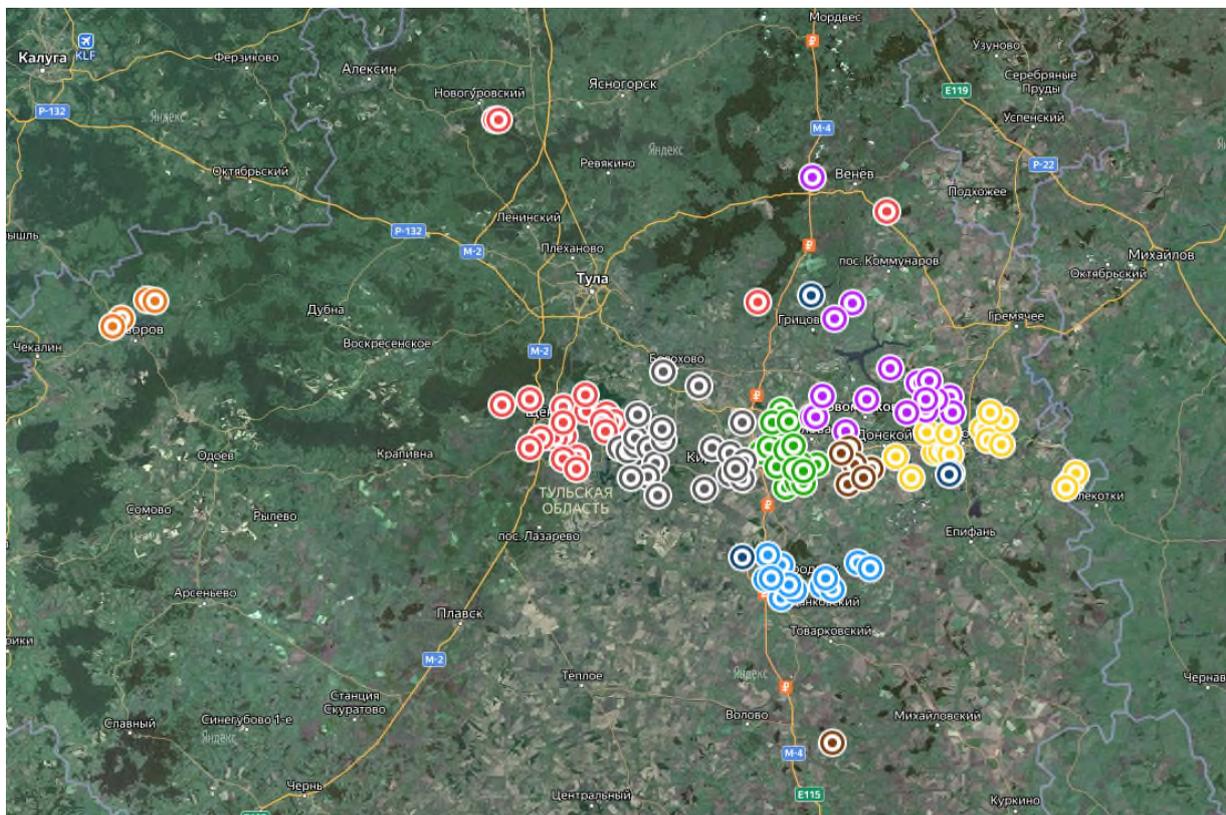


Рис. 1. Размещение ТМО, образованных в результате разработки Подмосковного угольного бассейна в Тульской области



Рис. 2. Усредненное зонирование негативного воздействия ТМО на окружающие земли

Под явным воздействием здесь понимается воздействие, подтвержденное натурными наблюдениями и (или) анализом снимков поверхности (оползни, облака пыли, стоки с поверхности). Неявное воздействие – подтвержденное натурными, лабораторными и (или) вычислительными экспериментами. Для оценки и прогнозирования изменений состояния земель и выработки предложений о предотвращении негативного воздействия на земли, а также предложений по устранению последствий такого воздействия, необходимо производить детальный мониторинг по каждому ТМО с учетом зонирования негативного воздействия.

В нашей стране и за рубежом накоплен большой опыт использования геоинформационных систем для проведения мониторинга земель [16–22]. В данном случае мы в качестве основы при проведении мониторинга земель используем возможности онлайн-сервиса «Публичная кадастровая карта» (ПКК) [23], так как только ПКК содержит необходимые нам характеристики объектов.

В качестве объектов мониторинга на первоначальном этапе нами выбраны ТМО и земельные участки в Щекинском районе Туль-

ской области. В результате мониторинга были получены площади полигонов ТМО, площади буферных зон негативного влияния ТМО на окружающие земли, площади частей земельных участков, входящих в ту или иную буферную зону. Для анализа категорий земель и видов разрешенного использования земельных участков, входящих в буферные зоны негативного влияния ТМО, были исследованы только учтенные земельные участки.

На примере террикона шахты № 27 «Лесная» («Мостовая») рассмотрим возможности ПКК для проведения мониторинга земель вокруг ТМО.

Вначале с помощью инструмента *Полигон* получаем контур ТМО и определяем его площадь и периметр. После этого задаем значения буфера и измеряем его периметр и площадь. Далее определяем характеристики земельных участков, попадающих в данную буферную зону. Вычислительные эксперименты позволяют нам определить размеры усредненных зон (буферов) вокруг полигона ТМО. На рис. 3 показаны буферные зоны, в которых есть возможность наблюдать явное воздействие ТМО на окружающие земли.

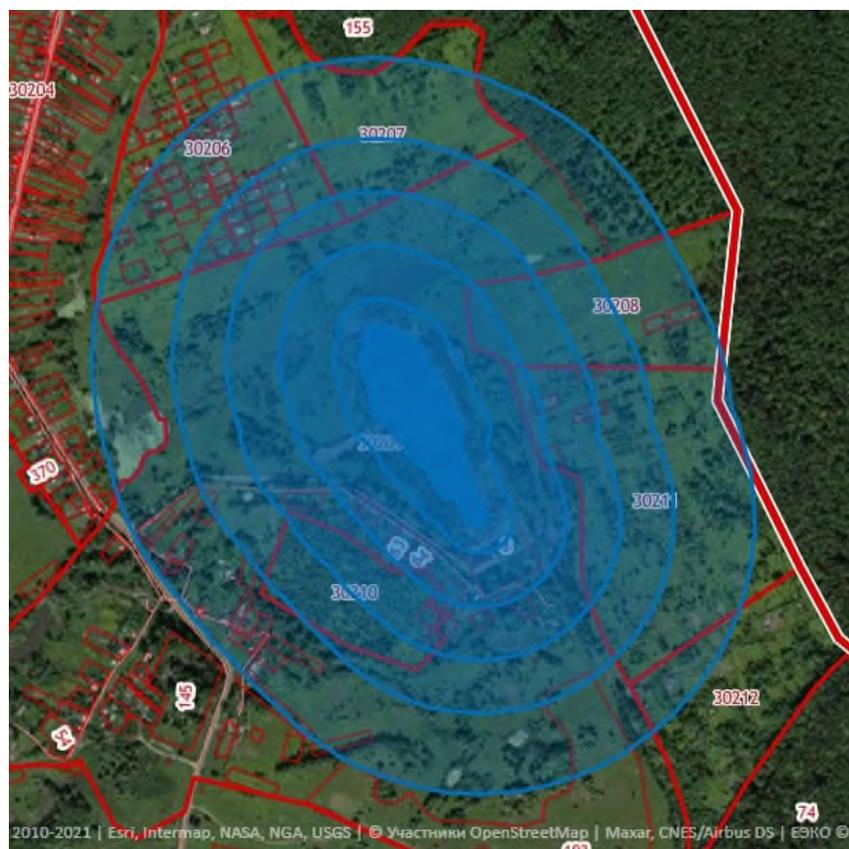


Рис. 3. Построение буферных зон явного воздействия ТМО на окружающие земли

Нами проведен мониторинг всех учтенных земельных участков, входящих в буферные зоны влияния ТМО. Характеристики земельных участков определялись исходя из имеющейся на ПКК информации и путем измерения частей участков, входящих в конкретную буферную зону рис. 4 и 5.

Результаты мониторинга представлены для земельных участков, расположенных вокруг ТМО шахт № 27 «Лесная» («Мостовая») и «Западно-Щекинская 17-бис». Особый интерес для исследований представляют земли населенных пунктов и сельскохозяйственного назначения, так как земельные участки данных категорий расположены в большинстве буферных зон.

Из графика (рис. 6) видно, что 6 332 м² земель населенных пунктов расположены в буферной зоне 50–150 ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»), а это значит, что они подвергаются сильному воздействию пыления и стока вод с поверхности ТМО и существенному воздействию воды через тело ТМО в водоносные горизонты. 3 422 м² земельных

участков с категорией – земли населенных пунктов находятся в буферной зоне 150–250 – сильное воздействие пыления, существенное воздействие стока с поверхности и фильтрации воды сквозь тело ТМО. В буферной зоне 350–500 расположено еще более 10 000 м² земель населенных пунктов, на которые воздействуют пыление, сток и фильтрация.

График (рис. 7) показывает, что 1 308 м² земель населенных пунктов расположены в буферной зоне 50–150 ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис» и подвергаются сильному воздействию пыления и стока вод с поверхности ТМО и существенному воздействию воды через тело ТМО в водоносные горизонты. Более 4 000 м² земельных участков с категорией – земли населенных пунктов находятся в буферных зонах 150–250 и 250–350 – сильное воздействие пыления, существенное воздействие стока с поверхности и фильтрации воды сквозь тело ТМО. В буферной зоне 350–500 расположено еще более 6 000 м² земель населенных пунктов, на которые воздействуют пыление, сток и фильтрация.



Рис. 4. Буфер 50-150 ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая») с выделенной частью земельного участка 71:22:30209:8

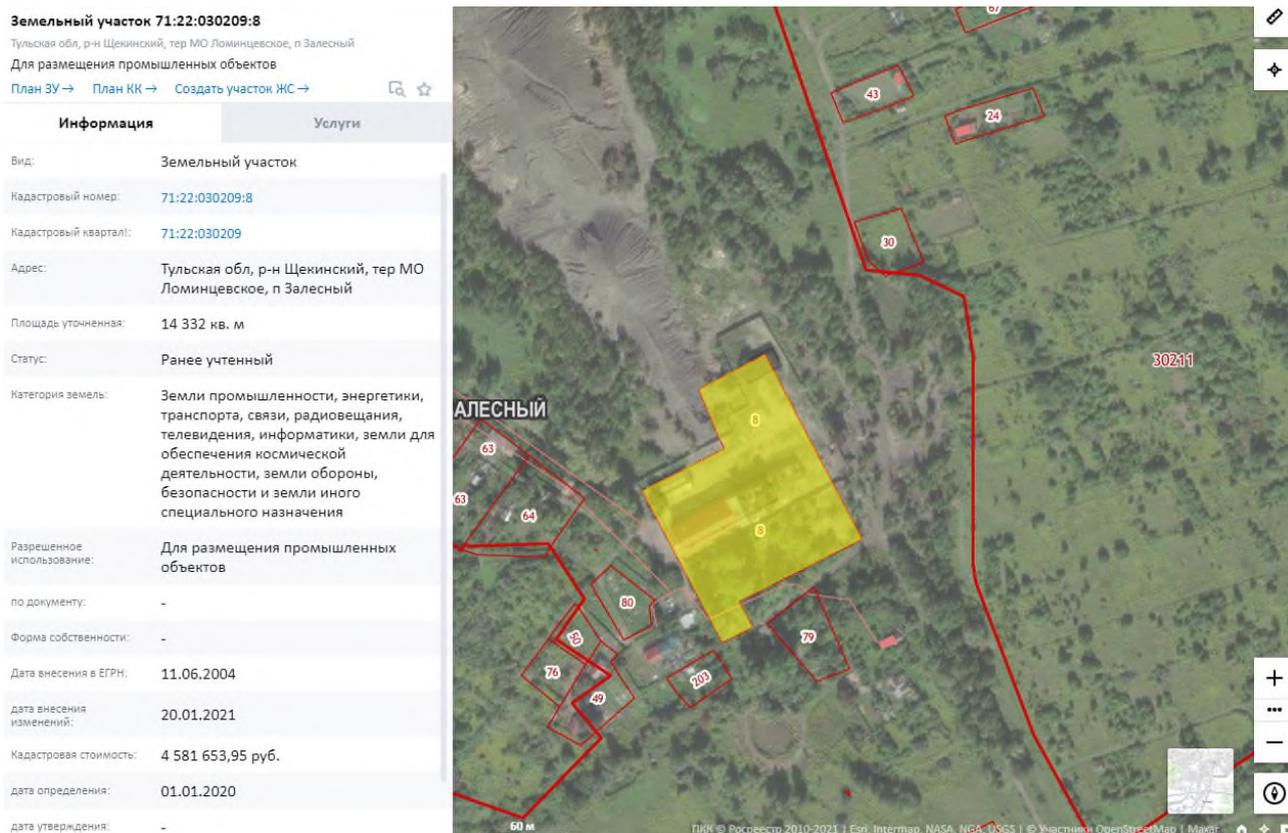


Рис. 5. Получение информации о земельных участках ПКК



Рис. 6. Распределение земель населенных пунктов в буферных зонах ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»)

График (рис. 8) отображает распределение земель сельскохозяйственного назначения в четырех буферных зонах – 50–150, 150–250, 250–350 и 350–500 ТМО шахты № 27 «Лес-

ная» («Мостовая»). На эти участки в разной степени оказывают влияние водная и ветровая эрозия пород ТМО и фильтрация воды через тело ТМО в водоносные горизонты.

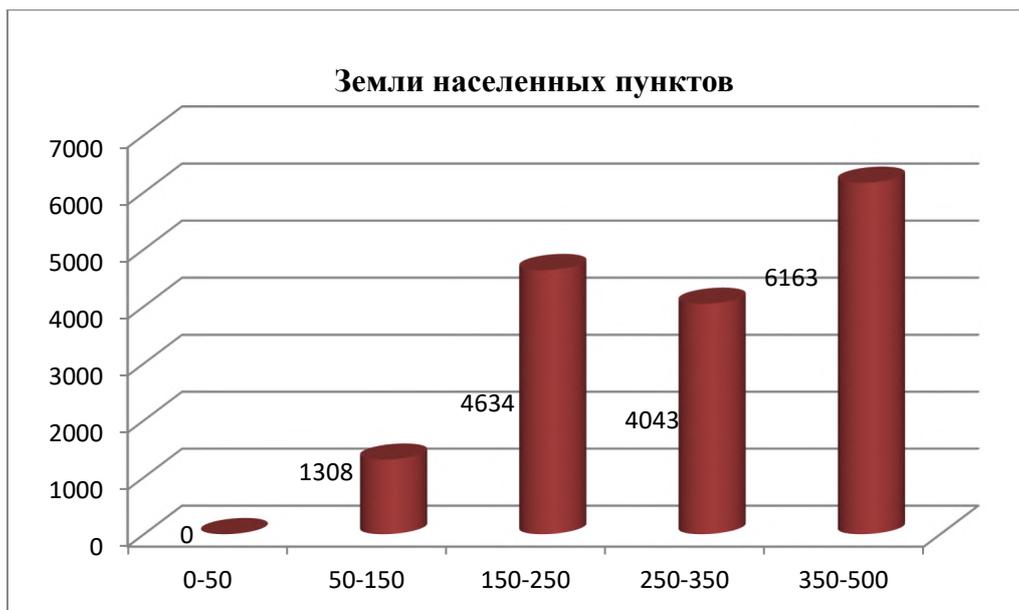


Рис. 7. Распределение земель населенных пунктов в буферных зонах ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис»

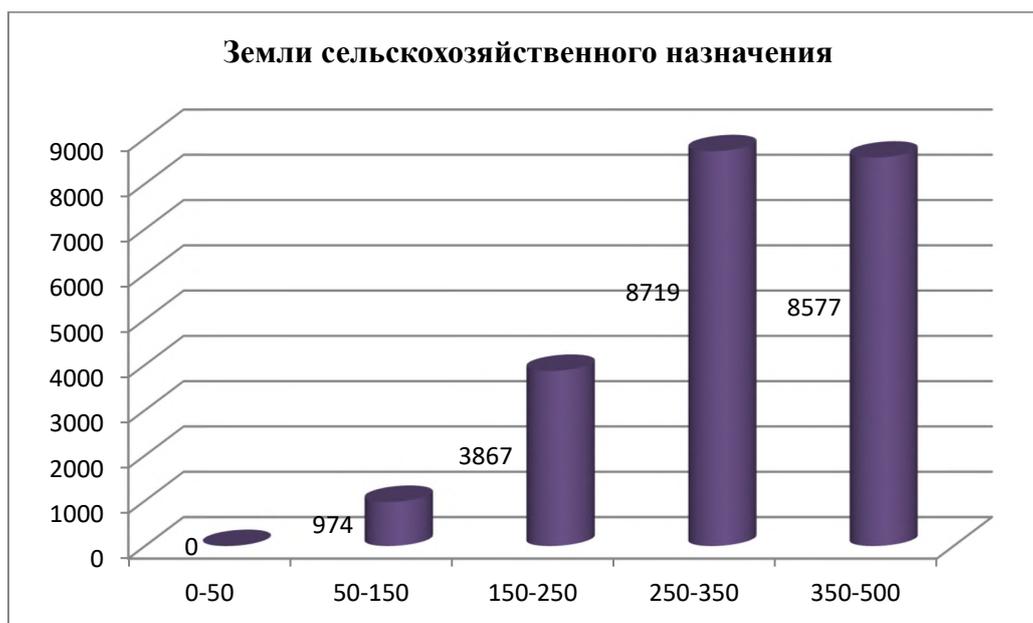


Рис. 8. Распределение земель сельскохозяйственного назначения в буферных зонах ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»)

Из графика (рис. 9) видно, что площади земель сельскохозяйственного назначения, расположенных в буферных зонах ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис», в разной степени подвергающихся влиянию водной и ветровой эрозии пород ТМО и фильтрации воды через тело ТМО в водоносные горизонты ТМО, превышают больше чем на

порядок площади земель сельскохозяйственного назначения, расположенных в буферных зонах ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»).

Состав земель, находящихся в зоне влияния явных воздействий ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»), представлен на рис. 10.

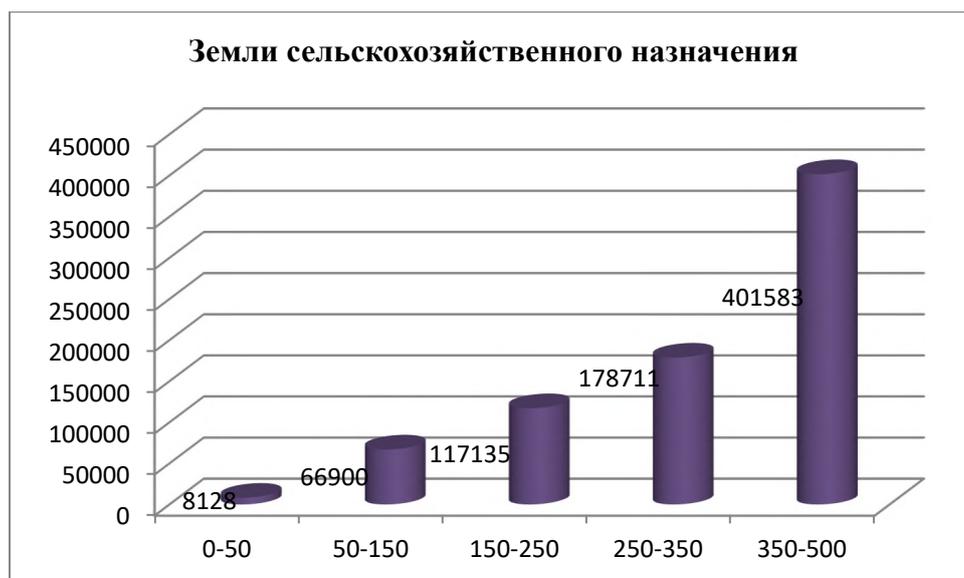


Рис. 9. Распределение земель сельскохозяйственного назначения в буферных зонах ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис»



Рис. 10. Площади по категориям земель в пределах буферных зон ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»)

Состав земель, находящихся в зоне влияния явных воздействий ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис», представлен на рис. 11.

Большая разница в площадях земель в зонах влияния ТМО шахт № 27 «Лесная» («Мостовая») и «Западно-Щекинская 17-бис»

обусловлено формой и размерами ТМО, процентом учтенных земель (рис. 12) и распределением земель по категориям вокруг ТМО.

Процент учтенных земель дает нам возможность прогнозировать изменения площадей земель разных категорий.



Рис. 11. Площади по категориям земель в пределах буферных зон ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис»

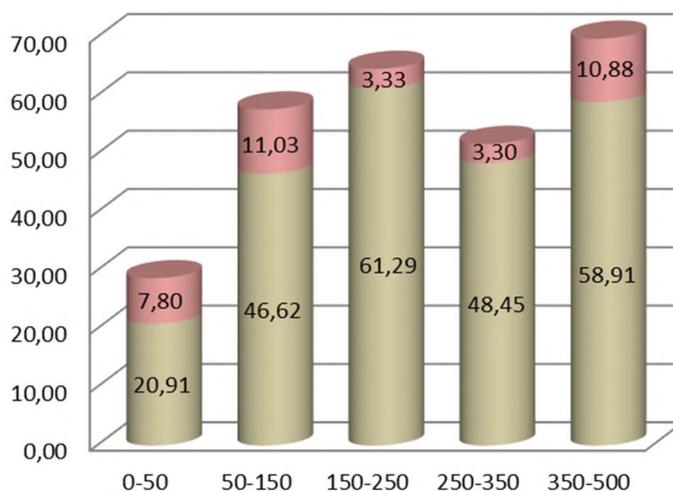


Рис. 12. Процент площади учтенных земельных участков в общей площади буферных зон
 ■ – ТМО шахты № 27 «Лесная» («Мостовая»); ■ – ТМО шахты «Западно-Щекинская 17-бис»

Заключение

Выполненные исследования по мониторингу земель показывают, что при выявлении негативного воздействия на окружающие земли ТМО, представленных породными отвалами угольных шахт, важно уделять внимание следующим параметрам:

– форме и размерам ТМО, определяющим форму и размеры зон влияния;

– площадям частей земельных участков, входящих в ту или иную зону влияния;

– категориям земель, расположенных в зонах влияния ТМО;

– проценту учтенных земель вокруг ТМО.

На основании результатов мониторинга может быть проведена корректировка кадастровой стоимости земельных участков [2, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. 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 природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 204–209.
3. Попп Е. А., Татаренко В. И. О необходимости учета влияния экологической составляющей на кадастровую стоимость объектов недвижимости на территории населенных пунктов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № С/4. – С. 165–170.
4. 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 науч.-практ. конф. в 2 ч. (Новосибирск, 14–15 декабря 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Ч. 1. – С. 149–152.
5. 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.
6. Тимакова М. С., Шульгина О. В. Историко-географические особенности и современные проблемы развития Подмосковского угольного бассейна (на примере территории Тульской области) // Вестник МГПУ. Сер. Естественные науки. – 2013. – № 2 (12). – С. 91–101.
7. Соколов Э. М., Качурин Н. М., Мелехова Н. И. Рекультивация отвалов отработанных шахт подмосковного бассейна // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 1. – С. 102–105.
8. Калаева С. З., Богданов С. М., Лукин Н. О., Огер А. А. Породные отвалы угольных шахт России // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 1. – С. 3–23.
9. Kachurin N. M., Vorobev S. A., Shkuratkiy 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.
10. Качурин Н. М., Соломатин А. П., Рыбак Л. Л., Рыбак В. Л. Проблемы экологической безопасности освоения месторождений при подземной добыче угля // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2012. – Вып. 2. – С. 17–31.
11. Качурин Н. М., Левкин Н. Д., Комиссаров М. С. Геоэкологические проблемы угледобывающих регионов. – Тула : Изд-во ТулГУ, 2011. – 560 с.
12. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А., Харламова А. В., Воробьев С. Г., Макаришина Ю. И., Буняченко В. В. Терриконы. – Луганск : Ноулидж, 2015. – 712 с.
13. Ефимов В. И., Стась Г. В., Корчагина Т. В., Прохоров Д. О. Методические положения комплексной экологической оценки воздействия породных отвалов шахт на окружающую среду // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2020. – № 3. – С. 18–28.
14. Левкин Н. Д., Калаева С. З., Рыбак В. Л., Богданов С. М. Методические положения комплексной оценки воздействия породных отвалов шахт на окружающую среду // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2016. – № 1. – С. 43–52.
15. Басова И. А., Ионина М. А., Глухова Е. Н. Геоэкологическое состояние почвенного покрова в горнопромышленных регионах // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 1. – С. 16–20.
16. Ходов, К. А., Аврунев Е. И. Геоинформационное обеспечение мониторинга загрязнения городской среды // Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации (Улан-Удэ, 23–25 апреля 2015 г.). – Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова, 2015. – С. 64–67.
17. Карпик А. П., Аврунев Е. И., Добротворская Н. И., Дубровский А. В., Малыгина О. И., Попов В. К. Организация системы геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов

прибрежной зоны Новосибирского водохранилища // Изв. Томского политехнического ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 8. – С. 133–145.

18. Сладкопепцев С. А., Сизов А. П., Анциферов А. Ю. Методика мониторинга загрязнений в почвах в целях кадастровой оценки земель // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 211–216.

19. Батыкова А. Ж., Богданова О. В., Бударова В. А. и др. Геоинформационные технологии в мониторинге и использовании земельных ресурсов : коллективная монография. – Пенза : Пензенский государственный ун-т архитектуры и строительства, 2019. – 156 с.

20. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1(14). – С. 33–39.

21. Прохоров Д. О., Сушков С. Л. Оценка экологической опасности породных отвалов угольных шахт на основе данных дистанционного зондирования // Изв. Тульского государственного ун-та. Науки о Земле. – 2018. – № 1. – С. 51–63.

22. Харламов А. В. Оценка площадей терриконов по данным спутниковых снимков // Сб. науч. тр. междунар. конф. – Луганск, 2011. – № 11. – С. 24–29.

23. Публичная кадастровая карта. Описание функций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pkk.rosreestr.ru/help/pkk_help.pdf (дата обращения: 24.05.2021 г.).

Об авторах

Ирина Анатольевна Басова – доктор технических наук, зав. кафедрой геоинженерии и кадастра.

Дмитрий Олегович Прохоров – кандидат технических наук, доцент кафедры геоинженерии и кадастра.

Сергей Васильевич Пьянков – доктор географических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям.

Людмила Константиновна Трубина – доктор технических наук, профессор кафедры экологии и природопользования.

Получено 01.06.2022

© И. А. Басова, Д. О. Прохоров, С. В. Пьянков, Л. К. Трубина, 2022

Monitoring of land around technogenic mineral formations

I. A. Basova^{1}, D. O. Prokhorov¹, S. V. Pyankov², L. K. Trubina³*

¹ Tula State University, Tula, Russian Federation

² Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

³ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: biajjs20051@yandex.ru

Abstract. In the mining areas of the Tula region there are more than 130 technogenic mineral formations formed as a result of the extraction, processing and using of minerals. Monitoring of lands around technogenic mineral formations is an important task and it should be solved with the application of advanced technologies. We propose the scheme for averaged zoning of the negative impact on the surrounding lands of technogenic mineral formations on account of water and wind erosion of TMT rocks, TMT deformations, water filtration through the TMT body into aquifers. The possibilities of the online service "Public Cadastral Map" for monitoring lands around technogenic mineral formations are considered. Waste heaps of mines No. 27 Lesnaya (Mostovaya) and Zapadno-Shchekinskaya 17-bis were taken as an example for monitoring all registered land plots was carried out, located in each zone of influence. The monitoring showed that when identifying the negative impact of technogenic mineral formations on the surrounding lands, it is important to pay attention to the shape and size of TMT, areas of land plots, land categories, the percentage of accounted lands around TMT.

Keywords: monitoring of land, agricultural land, land of settlements, technogenic mineral formation, land plot

REFERENCES

1. Federal law of October 25, 2001 No. 136–FZ. Land Code of the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
2. E. A. Popp. (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 prirodopol'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].
3. Popp, E. A., & Tatarenko, V. I. (2014). On the need to take into account the impact of the environmental component on the cadastral value of real estate objects in the territory of settlements. *Izvestia vuzov. Geodeziya I aerofotos"emka* [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying], S/4, 165–170 [in Russian].
4. Trubina, L. K. (2018). Some Aspects of Environmental Components in Making Assessment of Real Estate Objects. In *Sbornik materialov Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii: ch. 1. Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnosheniy v Rossii: pravovoe i geopro-stranstvennoe obespechenie, otsenka nedvizhimosti, ekologiya, tekhnologicheskie resheniya* [Proceedings of the National Scientific and Practical Conference: Part 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].
5. Sizov, A. P., & Khabarov, D. A. (2017). Prediction of the cost of agricultural land of Krasnodar region in view of the environmental situation. *Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva (regional'nyy aspekt)* [Models and Technologies of Environmental Engineering (Regional Aspect)], 4, 96–103 [in Russian].
6. Timakova, M. S., & Shul'gina, O. V. (2013). Historical and geographical peculiarities and modern problems of the Moscow lignite basin development (by the example of Tula region's territory). *Vestnik MGPU. Seriya: estestvennye nauki* [MCU Journal of Natural Science], 2(12), 91–101 [in Russian].
7. Sokolov, E. M., Kachurin, N. M., & Melehova, N. I. (2010). Revegetation waste dumps of mines by using efficiency arrangements. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 1, 102–105 [in Russian].
8. Kalaeva, S. Z., Bogdanov, S. M., Lukin N. O., & Oger, A. A. (2016). Waste dumps of Russian coal mines. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 1, 3–23 [in Russian].
9. 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* (pp. 141–149). Vrdnik, Serbia.
10. Kachurin, N. M. Salomatin, A. P., Ribak L. L., & Ribak V. L. (2012). Problems environmental safety of using deposits by underground winning coal. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 2, 17–31 [in Russian].
11. Kachurin, N. M., Levkin, N. D., & Komissarov, M. S. (2011). *Geoekologicheskie problemy ugle-dobyvayushchikh regionov* [Geocological problems of coal mining regions]. Tula: TulGU Publ., 560 p. [in Russian].
12. Zubova, L. G., Zubov, A. R., Zubov, A. A., Kharlamova, A. V., Vorobyov, S. G., Makarishina, Yu. I., & Bunyachenko, V. V. (2015). *Terrikony* [Waste heaps]. Lugansk: "Noulidzh" Publ., 712 p. [in Russian].
13. Efimov, V. I., Stas, G. V., Korchagina, T. V., & Prokhorov, D. O. (2020). Methodological principals of the integrated ecological evaluating environmental influence of coal mine dumps. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 3, 18–28 [in Russian].
14. Lyevekin, N. D., Kalaeva, S. Z., Ribak, V. L., & Bogdanov, S. M. (2016). Methodical principals of complex evaluating mines waste dumps influence upon environment. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 1, 43–52 [in Russian].
15. Basova, I. A., Ioina, M. A., & Gluhova, E. N. (2010). Geocological condition of the soil covers in mining regions. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula state university. Sciences of Earth], 1, 16–20 [in Russian].
16. Khodov, K. A., & Avrunev, E. I. (2015). GIS software monitoring of urban pollution. In *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 10-letiyu Instituta zem-*

leustroystva, kadaastrov i melioratsii: Zemel'nye i vodnye resursy: monitoring ekologo-ekonomicheskogo sostoyaniya i modeli upravleniya [Proceedings of the International Scientific and practical Conference Dedicated to the 10th Anniversary of the Institute of Land Management, Cadastre and Melioration: Land and Water Resources: Monitoring of the Ecological and Economic State and Management Models] (pp. 64–67). Ulan-Ude: Buryat State Agricultural Academy. V. R. Filippova Publ. [in Russian].

17. Karpik, A. P., Avrunev, E. I., Dobrotvorskaya, N. I., Dubrovsky, A. V., Malygina O. I., & Popov V. K. (2019). Organization of the system of geoinformation monitoring the land resources in Novosibirsk basin shore zone. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering]*, 330(8), 133–145 [in Russian].

18. Sladkopevtsev, S. A., Sizov, A. P., & Antsiferov, A. U. (2019). Methods of monitoring of pollution in soils. *Izvestia vuzov. Geodeziya I aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 63(2), 211–216 [in Russian].

19. Batykova, A. Zh., Bogdanova, O. V., Budarova, V. A., & et al. (2019). *Geoinformatsionnye tekhnologii v monitoringe i ispol'zovanii zemel'nykh resursov [Geoinformation technologies in monitoring and use of land resources]*. Penza: Penza State University of Architecture and Construction Publ., 156 p. [in Russian].

20. Geniyatov, I. A., & Ilyinikh, A. L. (2011). GIS Dataware monitoring of rural land for agricultural use. *Vestnik SSGA [Vestnik SSGA]*, 1(14), 33–39 [in Russian].

21. Prokhorov, D. O., & Sushkov, S. L. (2018). Estimation of environmental hazards rock dumps of coal mines basing remote sensing data. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle [News of the Tula state university. Sciences of Earth]*, 1, 51–63 [in Russian].

22. Kharlamov, A. V. (2011). Estimation of waste heap areas according to satellite images. In *Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy konferentsii: no. 11 [Proceedings of the International Conference: No. 11]* (pp. 24–29). Lugansk [in Russian].

23. Public cadastral map. Description of functions. (n. d.). retrieved from https://pkk.rosreestr.ru/help/pkk_help.pdf (accessed May 24, 2021).

Author details

Irina A. Basova – D. Sc., Head of the Department of Geoengineering and Cadastre.

Dmitry O. Prokhorov – Ph. D., Associate Professor, Department of Geoengineering and Cadastre.

Sergey V. Pyankov – D. Sc., Vice-Rector for Research and Innovation.

Lyudmila K. Trubina – D. Sc., Professor, Department of Ecology and Environmental Management.

Received 01.06.2022

© I. A. Basova, D. O. Prokhorov, S. V. Pyankov, L. K. Trubina, 2022