СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-25

RESEARCH OF THE ABSORPTION PROPERTIES OF NATURAL MELIORANTS ON TECHNOGENIC DISTURBED LANDS

E.G. Meshcheryakova, V.S. Bocharnikov
M.P. Meshcheryakov, O.V. Bocharnikova

¹*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia*

Received 10.07.2020

Submitted 02.09.2020

Summary

The problem of finding an effective reclamation sorbent for the purpose of restoring agricultural land contaminated with oil and its processed products, which have a special economic value, is considered. The analysis of domestic and foreign experience of using the sorption method of recultivation of disturbed soils is carried out. It is established that natural sorption materials, due to such objective reasons as: widespread use in the environment, low cost of use, high sorption properties, environmental safety, are the most attractive. In order to select an effective natural adsorbent, a laboratory analysis of the absorption properties of the selected minerals was carried out: activated carbon, zeolite and vermiculite, on light brown medium-clay soils of the Gorodishchensky district of the Volgograd region, contaminated with oil and petroleum products, and their main physical and chemical characteristics were given. The results of the study are presented. It was found that the share of extraction of petroleum products from the soil using vermiculite was 36 %, zeolite - 76 %, activated carbon - 67 %. However, based on the data obtained, it can be concluded that the use of natural zeolite not only contributes to better sorption, but also allows you to keep the accumulated sorbate in the pores of the mineral for a long period of time, preventing desorption of pollutants. The prospect of creating a combined natural meliorant used for cleaning and recultivation of technogenically disturbed soils is considered.

Abstract

Relevance. The soil environment is a complex systemically functioning organism. The seriousness of this problem is compounded by the fact that soil contamination with technogenic hydrocarbons violates all its properties: physical and chemical, biotic, morphological, destroying a particularly valuable, fertile layer. Therefore, the search for the most effective ways to clean and restore soils after oil and oil products contamination is relevant. **Object.** The object of research is light chestnut soils of gorodishchensky district of the Volgograd region, located along the Kuibyshev-Tikhoretsk oil pipeline. **Materials and methods.** In the course of writing of article were used the materials of scientific publications and papers that describe the problem of soil pollution by oil and oil products and characterizing natural sorbents and methods for their use during the reclamation and clean-up if contamination of anthropogenic hydrocarbons. Experimental studies were based on modern methodological guidelines for their implementation. **Results and conclusions.** According to the results of the study, a natural meliorant with the best absorption properties in relation to soil oil pollutants was established. Statistical processing of the obtained experimental data was performed and graphical dependencies were presented. In conclusion, based on the conducted research, it is concluded that it is appropriate to use zeolite sorbents in the course of reclamation and cleaning activities on soils disturbed by man-made hydrocarbons, and the prospect of creating a complex combined meliorant is considered on their basis.

Key words: *meliorant, natural sorbent, soil reclamation, oil and petroleum products, agricultural land, pollutant, sorbate.*

Citation: Meshcheryakova E.G., Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikova O.V., Research of absorption properties of natural meliorants on technogenic disturbed lands. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 3(59). 239-248. (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-25.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 628.16.067.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Е. Г. Мещерякова, *соискатель*

В. С. Бочарников, *доктор технических наук, профессор*

М. П. Мещеряков, *кандидат технических наук, доцент*

О. В. Бочарникова, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 10.07.2020

Дата принятия к печати 02.09.2020

Актуальность. Почвенная среда – сложный системно функционирующий организм. Серьезность обозначенной проблематики усугубляется тем, что загрязнение почв техногенными углеводородами нарушает все ее свойства: физико-химические, биотические, морфологические, разрушая особо ценный, плодородный слой. Следовательно, поиск наиболее эффективных способов очистки и восстановления почв после загрязнения нефтью и нефтепродуктами является актуальным. **Объект.** Объект исследований – светло-каштановые почвы Городищенского района Волгоградской области, расположенные вдоль нефтетрубопровода «Куйбышев-Тихорецк». **Материалы и методы.** В ходе написания статьи были использованы материалы научных публикаций и работ, описывающих проблему загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами и характеризующих природные сорбенты и способы их применения в ходе рекультивации и очистки земель при загрязнении техногенными углеводородами. Экспериментальные исследования основывались на современных методологических указаниях их проведения. **Результаты и выводы.** По результатам исследования был установлен природный мелиорант с наилучшими поглощательными свойствами по отношению к почвенным нефтяным поллютантам. Была проведена статистическая обработка полученных экспериментальных данных и представлены графические зависимости. В заключение, на основании проведенных исследований сделан вывод о целесообразности применения в ходе проведения рекультивационно-очистительных мероприятий на почвах, нарушенных техногенными углеводородами, цеолитовых сорбентов, на их основе рассмотрена перспектива создания комплексного комбинированного мелиоранта.

Ключевые слова: мелиоранты, природные сорбенты, рекультивация почв, нефтепродукты, земли сельскохозяйственного назначения, поллютанты, сорбаты.

Цитирование: Мещерякова Е. Г., Бочарников В. С., Мещеряков М. П., Бочарникова О. В. Исследование поглощательных свойств природных мелиорантов на техногенно нарушенных землях. *Известия НВ АУК*. 2020. 3(59). 239-248. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-25.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Высокие темпы развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности во всем мире неразрывно связаны с проблемой загрязнения почв, в том числе и особо ценных для народного хозяйства каждого государства земель сельскохозяйственного назначения, обеспечивающих продовольственную безопасность каждой страны. Поиски различных эффективных способов рекультивации и очистки таких почв с целью их возвращения в экономический оборот ведутся учеными многих стран, т.к., несмотря на постоянную погоню за добычей все большего количества основного энергоресурса –

нефти, рано или поздно приходит объективное осознание на государственном и мировом уровнях необходимости сохранения и восстановления природных биогеоценозов, в том числе и почвенных экосистем, с целью снижения угроз для жизни и здоровья человека.

По официальным данным, количество разливов нефти и нефтепродуктов в России с каждым годом растет, наибольший ущерб приносят аварийные ситуации, возникающие при транспортировке нефти трубопроводным транспортом, проходящим в том числе и по территории сельхозугодий. На территории России протяженность только линейной части магистрального трубопровода составляет более 265 тыс. км. Отрицательная динамика изменения площадей сельскохозяйственных земель в результате различной антропогенной деятельности составила за последние 10 лет около 10 млн га [2]. Нефтяные поллютанты меняют физические, биохимические свойства почв, разрушая ее гумусовый плодородный слой [7].

Соответственно проблема поиска эффективных методов рекультивации и очистки техногенно нарушенных земель в результате нефтеразливов приобретает все возрастающее значение.

Рисунок 1 – Классификация нефтяных сорбентов

Figure 1 – Classification of petroleum sorbents

Метод сорбции нефти и нефтепродуктов из почвы после аварийных разливов, является одним из наиболее эффективных. Этот метод может использоваться для удаления нефтяных поллютантов с поверхности почвы путем расстилания специальных впитывающих матов. Сорбенты могут формироваться для удобства их дальнейшего изъятия и вноситься в загрязненную почву; она может предварительно валковаться для зонированного внесения сорбента, одновременно с этим могут использоваться различные агротехнические приемы, такие как рыхление, полив и др. [7, 8]. На практике во всем мире используют сорбенты как природного, так и синтетического происхождения (рисунок 1).

Поиск наиболее эффективных мелиорантов обуславливает создание и производство не только однокомпонентных сорбентов, но и комбинированных. Для наших исследований наибольший интерес представляли природные вследствие их большей доступности и экологической безопасности в результате применения на сельскохозяйственных землях, низкой себестоимости применения: активированный уголь, цеолит, вермикулит, гуминовая кислота (соль) [4, 5, 6, 10].

Вермикулит, цеолит, активированный уголь представляют собой пористые вещества, за счет чего их удельная поверхность и адсорбционные свойства значительно

увеличиваются. Эти сорбенты не растворяются в воде, являются ускорителями процессов самоочищения и восстановления нарушенных почв, улучшая ее физико-химические свойства. В отличие от цеолита, вермикулит и активированный уголь, требуют предварительной производственной обработки (нагрева, химического синтеза) для дальнейшего их использования в качестве сорбентов. Уникальные же ионообменные свойства кристаллической решетки цеолитов имеют исключительно природно-геологическое происхождение. Активированный уголь состоит из почти не содержащих примесей углеродных форм [1, 3, 11, 12]. Вермикулит и цеолит содержат в своем составе калий, магний, кальций, железо, алюминий и др. и могут служить источниками микро- и макроэлементов для нарушенных почв, улучшая, стимулируя рост растений и влияя на качество производимой на сельскохозяйственных землях продукции [2, 7, 9].

Целью настоящей работы стало изучение поглощительных свойств природных мелиорантов, схожих по механизмам сорбции, при извлечении нефти и нефтепродуктов из техногенно загрязненных светло-каштановых среднесуглинистых почв Волгоградской области.

Для выполнения поставленной цели были проведены лабораторные исследования для определения поглощительных свойств у различных сорбентов природного происхождения.

Материалы и методы. В работе исследовались поглощительные свойства активированного угля марки БАУ-А, цеолита Иловлинского месторождения Волгоградской области, вермикулита месторождения Челябинской области.

Опытный участок сельскохозяйственных угодий располагался в районе поселка Кузьмичи Городищенского района Волгоградской области. Объединенная почвенная проба для проведения анализа отбиралась как с поверхности участка, так и по горизонтам в соответствии с ГОСТом 17.4.3.01-2017, ГОСТом 17.4.02-84 на линейном земельном участке протяженностью 100 м вдоль нефтепровода «Куйбышев-Тихорецк». Почвы на участке светло-каштановые, по гранулометрическому составу – преимущественно среднесуглинистые.

Массовую долю нефти и нефтепродуктов в почве определяли гравиметрическим и фотоколориметрическим методами в лаборатории ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

Гравиметрический способ применяли в соответствии с утвержденной методикой выполнения измерений ПНД Ф 16.1.41-04. На основе данного метода из почвы происходит хроматографическое отделение нефтепродуктов от различных органических соединений с последующим количественным определением гравиметрическим методом. По формуле рассчитывали массовую долю нефтепродуктов в каждом образце почвы:

$$M = \frac{H_{\phi} \cdot 1000}{P}, \quad (1)$$

где H_{ϕ} – количество нефтепродуктов (найденное), в мг; P – взятая навеска почвы для анализа, в граммах.

Для проверки приемлемости измерений определяли среднее значение по результату параллельного определения массовой доли нефтепродуктов:

$$M_{\text{д}} = \frac{M_1 + M_2}{2}, \quad (2)$$

где M_1 и M_2 – арифметическое значение результатов двух определений.

С целью дальнейшего сравнения результатов анализ грунта на содержание нефти и нефтепродуктов проводили фотоколориметрическим методом на приборе «Эксперт-003», длина волны светофильтра которого составляет 470 нм. При помощи

тест-систем МЭТ определялось начальное и остаточное содержание нефтепродуктов в почве после ее контакта с природными сорбентами (мг/кг).

До настоящего времени предельно допустимую концентрацию в почве нефтепродуктов не представляется возможным обосновать, так как некоторые соединения, входящие в состав загрязненной почвы, являются обязательными компонентами.

В лабораторных условиях подготовка проб осуществлялась следующим образом: на поверхности каждого загрязненного почвенного образца массой 500 г равномерным слоем распределяли по одному из сорбентов и выдерживали в течение 1, 4, 7, 10 суток. Затем сорбент удаляли, а нефтепродукты экстрагировали органическим растворителем (гексаном). Полученную почвенную суспензию отфильтровывали на бумажном фильтре, в дальнейшем фильтрат отправляли на химический анализ с целью определения остаточной концентрации нефтепродукта в почве.

Результаты и обсуждение. На основании проведенных исследований в таблице 1 представлены данные по определению поглотительных свойств выбранных минералов: активированного угля, цеолита и вермикулита, на светло-каштановых почвах Волгоградской области.

Таблица 1 – Содержание нефтепродуктов в почве по дням

Table 1 – Content of petroleum products in the soil by day

Наименование сорбента / Name of the sorbent	Содержание нефтепродуктов в почве по дням, (мг/кг) / Content of petroleum products in the soil by day, mg / kg			
	1	4	7	10
Вермикулит / Vermiculite	167	116	107	110
Природный цеолит / Natural zeolite	165	82	46	41
Активированный уголь / Activated carbon	162	88	54	58

Из анализа приведенных данных таблицы 1, очевидно, что результаты в образцах в разные периоды исследований отличаются. Более высокую степень извлечения нефтяных поллютантов продемонстрировал природный цеолит. Как видно из таблицы, по прошествии 7 дней во всех представленных образцах происходила сорбция нефтепродуктов, а после 10 дня наблюдений вермикулит и активированный уголь стали не поглощать, а даже отдавать некоторое количество нефтепродуктов.

Рисунок 2 наглядно демонстрирует динамику извлечения загрязнителя природными сорбентами. Увлажнение каждого из образцов почвы в некоторой степени усиливало процесс десорбции.

Рисунок 2 – Динамика снижения нефтепродуктов в почве при внесении различных природных сорбентов

Figure 2 – Dynamics of reduction of petroleum products in the soil when applying various natural sorbents

При внесении в почву, как видно из проведенных многократных опытов, все исследуемые мелиоранты способны с достаточно высокой долей эффективности извлекать и поглощать из нее техногенные углеводороды, но только природный цеолит обладает уникальным преимуществом перед другими природными сорбентами – не отдавать все накопленные в порах загрязнители обратно в почву.

Создание комбинированных сорбентов на основе цеолитовых мелиорантов с целью применения в ходе рекультивационных работ при загрязнении почв нефтяными поллютантами считаем особенно перспективными.

С целью определения глубины проникновения нефтяных загрязнителей было проведено исследование, характеризующее их содержание в различных почвенных горизонтах на исследуемом участке, данные были получены различными аналитическими методами (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание нефтепродуктов по горизонтам в почвенном профиле

Table 2 – Content of petroleum products by horizons in the soil profile

Разрез по горизонтам / Horizontal section	Фотоколориметрический метод «Эксперт-003», мг/кг / Photocolorimetric method "Expert-003", mg / kg	Гравиметрический метод, мг/кг / Gravimetric method, mg / kg	Расхождение, % от «Эксперт-003» / Discrepancy, % from «Expert-003»
Плодородный слой, А – 1 / Fertile layer, A – 1	189,4	162,3	14,3
Разрез А – 2 / Section A – 2	67,8	59,5	12,2
Разрез А – 3/Section A – 3	56,3	51,2	9,05
Плодородный слой, В – 1 / Fertile layer , B – 1	187,1	166,2	12,17
Разрез В – 2/Section B – 2	64,3	62,9	13,17
Разрез В – 3/Section B – 3	58,1	53,4	13,03

Рисунок 3 – Сравнение данных содержания нефтепродуктов по горизонтам в почвенном профиле определенных фотоколориметрическим и гравиметрическим методами

Figure 3 – Comparison of data on the content of petroleum products by horizons in the soil profile determined by photocolorimetric and gravimetric methods

По данным таблицы 2 и рисунка 3 можно сделать вывод, что в одном и том же образце содержание нефтепродуктов отличается в зависимости от выбранного метода проведения исследований. При определении содержания нефтепродуктов, расхождения в среднем составили в первом варианте – 11,85 %, а во втором – 12,79 %.

Результаты исследований доказывают, что нефтепродукты, попадая в почву, способны передвигаться под действием влияния гравитационных сил как вертикально вниз, так и под действием поверхностных и капиллярных сил в горизонтальном направлении. Установлено, что скорость продвижения нефти в почве напрямую зависит от ее свойств, а также от соотношения состава грунта и нефти, влажности и температуры воздуха и почвы, плотности сложения почвенных горизонтов и т.д. От механического состава почвенного профиля зависит непосредственно глубина проникновения нефтепродуктов.

Таблица 3 – Степень извлечения нефтяных загрязнителей из почвенных проб природными сорбентами

Table 3 – degree of extraction of oil pollutants from soil samples natural sorbents

Дни сорбции / The days of sorption	Степень извлечения нефтяных загрязнителей природными сорбентами по дням, % / Degree of extraction of oil pollutants by natural sorbents by day, %		
	Вермикулит / Vermiculite	Природный цеолит / Natural zeolite	Активированный уголь / Activated carbon
1	4	5	6
4	29	47	43
7	5	21	20
10	-2	3	-2
Итого	36	76	67

Выводы. На основании проведенных исследований считаем, что использование природных мелиорантов для очистки и восстановления техногенно нарушенных в результате загрязнения нефтью и ее продуктами земель вполне оправдано (таблица 3).

Стоит отметить, что доля извлечения нефтепродуктов из почвы при помощи вермикулита составила 36 %, цеолита – 76 %, активированного угля – 67 %, однако исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что использование природно-

го цеолита способствует не только более качественной сорбции, но и позволяет удерживать накопленный сорбат в порах минерала продолжительный период времени, не допуская десорбции загрязняющих веществ.

Библиографический список

1. Бочарников В. С., Мещеряков М. П., Денисова М. А. Исследование сорбционных свойств сорбентов с использованием ферритовых реагентов при очистке сточных вод // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. №1 (53). С. 242-249.
2. Булуктаев А. А., Саганджиев Л. Х., Дорджиева Ц. Д. Изменение эколого-биологических свойств светло-каштановых почв Калмыкии при загрязнении нефтепродуктами // Известия Саратовского университета. 2013. Т. 13. № 1. С. 102-107.
3. Комаров В. С., Бесараб С. В. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры. М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2014. 203 с.
4. Морозкина Е. В. Природные сорбенты. Структура и свойства: монография. Саарбрюккен: LAP LAMBERT, 2013. 124 с.
5. Природные сорбенты технологиях ремедиации / Д. В. Ульрих, М. Н. Брюхов, Г. О. Жбанов., С. С. Тимофеева, С. Е. Денисов // Вода: химия и экология. 2014. Т. 69. № 3. С. 96-100.
6. Цеолиты и мезопористые материалы: достижения и перспективы: тезисы докладов VIII Всероссийской цеолитной конференции / сост.: Л. И. Родионова. М.: Некоммерческое партнерство «Национальное цеолитное объединение», 2018. 219 с.
7. Цомбуева Б. В., Горяшкиева З. В., Щербакова Л. Ф. Метод очистки почвы от нефтяного загрязнения с помощью природных сорбентов // Вестник ВолГУ. Сер. 9. Естественные науки. 2017. Т. 7. № 2. С. 19-25.
8. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil / T. P. Alekseeva, T. I. Burmistrova, N. M. Trunova, L. B. Naumova, L. P. Shilyaeva // Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agri-Science Centre, Russian Academy of Sciences. 2017. No. 33. P. 85-91.
9. Bochkarev G. R., Pushkareva G. I. On a new natural sorbent for the extraction of metals from aqueous media Physical and technical problems of mining, 1988. V. 4. P. 46-51.
10. Knust Kumasi Effects of gasoline-contamination on geotechnical properties of clayey soil Ghana // Faculty of Engineering, Tanta, Egypt. 5AYGEC, 2016.
11. Wastewater preparation for irrigation based on the sorption filtering technology / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. A. Denisova, M. P. Meshcheryakov, O. V. Bocharnikova // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci, 2020. 488 012056.
12. Zabbey N., Sam K., Onyebuchi A. T. View Correspondence (jump link) Remediation of contaminated lands in the Niger Delta, Nigeria: prospects and challenges(Review). Science of the Total Environment, 2017. V. 586. P. 952-965.

Conclusions. Based on our research, we believe that the use of natural ameliorants for cleaning and restoring technogenically disturbed lands as a result of oil and its products pollution is justified, however, the use of natural zeolite contributes not only to better sorption, but also allows you to keep the accumulated sorbate in the mineral pores for a long period of time, preventing reverse sorption of pollutants.

Reference

1. Bocharnikov V. S., Meshcheryakov M. P., Denisova M. A. Investigation of sorption properties of sorbents using ferrite reagents in wastewater treatment // Izvestiya nizhnevolzhsky agrouniversity complex: science and higher professional education. 2019. № 1 (53). P. 242-249.
2. Buluktaev A. A., Sagandjiev L. H., Dorjiev Ts. D. Changes in the ecological and biological properties of light chestnut soils of Kalmykia when polluted with oil products // Izvestiya Saratovskogo universiteta. 2013. Vol. 13. No. 1. P. 102-107.

3. Komarov V. S., Besarab S. V. Adsorbents and carriers of catalysts. Scientific bases of regulation of porous structure. M.: LLC "Scientific publishing center INFRA-M", 2014. 203 p.
4. Morozkina E. V. Natural sorbents. Structure and properties: monograph. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2013. 124 p.
5. Natural sorbents in remediation technologies / D. V. Ulrich, M. N. Bryukhov, G. O. Zhdanov, S. S. Timofeeva, S. E. Denisov // Water: chemistry and ecology. 2014. Vol. 69. No. 3. Pp. 96-100.
6. Zeolites and mesoporous materials: achievements and prospects: abstracts of the VIII all-Russian zeolite conference / compiled by L. I. Rodionova. M.: non-profit partnership "National zeolite Association", 2018. 219 p.
7. Tsombueva B. V., Goryashkieva Z. V., Shcherbakova L. F. Method of cleaning the soil from oil pollution using natural sorbents // Vestnik Volgu. Ser. 9. Natural Sciences. 2017. Vol. 7. No. 2. P. 19-25.
8. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil / T. P. Alekseeva, T. I. Burmistrova, N. M. Trunova, L. B. Naumova, L. P. Shilyaeva // Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agri-Science Centre, Russian Academy of Sciences. 2017. No. 33. P. 85-91.
9. Bochkarev G. R., Pushkareva G. I. On a new natural sorbent for the extraction of metals from aqueous media Physical and technical problems of mining, 1988. V. 4. P. 46-51.
10. Knust Kumasi Effects of gasoline-contamination on geotechnical properties of clayey soil Ghana // Faculty of Engineering, Tanta, Egypt. 5AYGEC, 2016.
11. Wastewater preparation for irrigation based on the sorption filtering technology / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. A. Denisova, M. P. Meshcheryakov, O. V. Bocharnikova // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci, 2020. 488 012056.
12. Zabbey N., Sam K., Onyebuchi A. T. View Correspondence (jump link) Remediation of contaminated lands in the Niger Delta, Nigeria: prospects and challenges(Review). Science of the Total Environment, 2017. V. 586. P. 952-965.

Информация об авторах

Мещерякова Елена Геннадьевна, ассистент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), E-mail: ale-sn@yandex.ru

Бочарников Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», председатель Научно-технического совета, проректор по стратегическому развитию и цифровизации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), E-mail: bocharnikov_vs@mail.ru

Мещеряков Максим Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры "Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), E-mail: maks-sln@yandex.ru

Бочарникова Олеся Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, Ученый секретарь диссертационного совета по сельскохозяйственным наукам, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), E-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru