ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-39

EVALUATION OF THE RESULTS OF STUDIES
OF ANTHROPOGENIC REMEDIATION OF DISTURBED LANDSE. G. Meshcheryakova, V. S. Bocharnikov
M. P. Meshcheryakov, O. V. Bocharnikova*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

Received 11.01.2021

Submitted 10.03.2021

Summary

The article presents the results of laboratory experimental studies of the applications developed by the authors technologies rehabilitate contaminated light brown medium loam Rostov region and dark brown light loamy soils of the Volgograd region on the basis of application of complex natural sorbent meliorant. Comparative data on the speed and degree of their purification are given. The component composition of the preparation based on zeolite and humic acid used in the course of recultivation is considered. The main technological parameters of the applied solution are determined: the proportional composition, the air-temperature regime, the set level of soil moisture, the terms of remediation work. In the course of experimental and laboratory studies, it was possible to reduce the content of oil pollution to a safe level within a given period (6 months): on light chestnut medium loamy soil from 50 g/kg to 0.562 g/kg and on dark chestnut light loamy soil-from 50 g/kg to 0.489 g/kg (below 1 g/kg) in soil samples taken from two experimental plots. It should be noted that this degree of sorption could be maintained only under the specified conditions: with the maintenance of soil moisture at the level of 60 % and the air-temperature regime not lower than +30C, this indicates the need to comply with this technological regime in experimental field conditions. The analysis of the results of our research allows us to talk about the production feasibility and practical effectiveness of the use in the process of reclamation of soils contaminated with petroleum hydrocarbons, the proposed technology for cleaning and restoring agricultural land based on a complex natural reclamation sorbent.

Abstract

Relevance. The problem of effective restoration in the course of reclamation work of the soil biocenosis, disturbed as a result of technogenic human activity, is especially acute. In the course of decontamination measures, it is always relevant to address the following issues: the degree and speed of cleaning disturbed lands, the safety of the drugs and technologies used, their economic feasibility, the possibility of not only restoring, but also improving soil properties in order to return them to economic circulation, including for further cultivation of various agricultural crops on them. **object.** The object of the study was the technology of using a complex natural sorbing ameliorant for the reclamation and purification of oil-contaminated soils. **Purpose.** To study the efficiency of the applied technological solution in terms of the timing and degree of restoration of technologically disturbed lands. **Materials and methods.** Laboratory and experimental studies were carried out in accordance with the current methodological documents. The collection of mixed soil samples from the field was carried out in accordance with the general requirements for sampling. The results obtained during the experiment were processed using standard statistical methods. In the process of preparing and writing this article, the scientific and practical experience of the authors was analyzed and used, investigating the problems of reclamation of technologically disturbed soils by oil and oil products as a result of the use of natural sorbing materials - zeolites and humic preparations. **Results and conclusions.** In the course of experimental laboratory studies, the effectiveness of the application of the technology developed by the authors for the reclamation of oil-contaminated agricultural soils was confirmed. As a result of the use of a complex natural sorbing ameliorant in the process of reclamation, it was possible to reduce the content of oil pollution below the maximum permissible level of 1 g / kg. Statistical processing of the obtained experimental data was carried out and graphical dependencies were presented. In conclusion, on

the basis of the studies carried out, a conclusion was made about the feasibility of applying the developed technological solution, the feasibility of introducing into production for the effective restoration of soils disturbed by petroleum hydrocarbons with the aim of their further return to agricultural circulation was substantiated.

Key words: *complex ameliorant, natural sorbent, humic preparation, clinoptilolite, soil reclamation, oil pollution, seed germination.*

Citation. Meshcheryakova E. G., Bocharnikov V. S., Meshcheryakov M. P., Bocharnikova O. V., Evaluation of the results of studies of anthropogenic remediation of disturbed lands. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 410-420 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-39.

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

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РЕМЕДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Е. Г. Мещерякова, ассистент

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 11.01.2021

Дата принятия к печати 10.03.2021

Актуальность. Проблема эффективного восстановления в процессе проведения рекультивационных работ почвенного биоценоза, нарушенного в результате техногенной деятельности человека, стоит особенно остро. В ходе проведения деконтаминационных мероприятий всегда актуальным остается решение вопросов степени и скорости очистки нарушенных земель, безопасности используемых препаратов и технологий, их экономической целесообразности, возможности не только восстановления, но и улучшения свойств почвы с целью возвращения их в хозяйственный оборот, в том числе и для дальнейшего возделывания на них различных сельскохозяйственных культур. **Объект.** Объектом исследования являлась технология применения комплексного природного сорбирующего мелиоранта для рекультивации и очистки нефтезагрязненных почв. **Цель.** Изучить эффективность применяемого технологического решения с точки зрения сроков и степени восстановления техногенно нарушенных земель. **Материалы и методы.** Лабораторно-экспериментальные исследования проводились в соответствии с актуальными методическими документами. Отбор смешанных почвенных образцов с поля осуществлялся в соответствии с общими требованиями к отбору проб. Обработка полученных в ходе эксперимента результатов проводилась с применением стандартных статистических методов. В процессе подготовки и написания данной статьи был проанализирован и использован научно-практический опыт авторов, исследующих проблемы рекультивации техногенно нарушенных нефтью и нефтепродуктами почв в результате применения природных сорбирующих материалов – цеолитов и гуминовых препаратов. **Результаты и выводы.** В ходе экспериментально-лабораторных исследований была подтверждена эффективность применения разработанной авторами технологии рекультивации нефтезагрязненных почв сельскохозяйственного назначения. В результате использования комплексного природного сорбирующего мелиоранта в процессе рекультивации удалось снизить содержание нефтезагрязнений ниже предельно допустимого уровня 1 г/кг. Была проведена статистическая обработка полученных экспериментальных данных и представлены графические зависимости. В заключении на основании проведенных исследований сделан вывод о целесообразности применения разработанного технологического решения, обоснована целесообразность внедрения в производство для эф-

фективного восстановления нарушенных нефтяными углеводородами почв с целью их дальнейшего возвращения в сельскохозяйственный оборот.

Ключевые слова: комплексные мелиоранты, природные сорбенты, гуминовые препараты, клиноптилолит, рекультивация почв, нефтяные загрязнения, всхожесть семян.

Цитирование: Мещерякова Е. Г., Бочарников В. С., Мещеряков М. П., Бочарникова О. В., Оценка результатов ремедиационных исследований техногенно нарушенных земель.

Известия НВ АУК. 2021. 1(61). 410-420. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-39.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Земли, по территории которых проходят нефтетрубопроводы, находятся в зоне повышенного риска с точки зрения техногенного нарушения в процессе строительства, реконструкции трубопроводов, а также большой вероятности возникновения аварийных ситуаций, связанных с утечками нефти при транспортировке. Это объясняется большой разветвленностью нефтетрубопроводной сети на территории Российской Федерации: общая протяженность только магистральных составляет более 48 тыс. км. Многие из них физически изношены. Продолжается строительство новых: так, в рамках проекта «Юг» для экспорта российской нефти в европейские страны по территории, в том числе Волгоградской и Ростовской областей, прокладывается нефтетрубопровод «Сызрань – Саратов – Волгоград – Новороссийск» общей протяженностью более 1463 км и предварительной мощностью около 8,5 тонн в год [1, 4]. При этом российское законодательство не запрещает осуществлять их прокладку и эксплуатацию на территории сельскохозяйственных земель, в том числе и пахотных (рисунки 1, 2).

Это создает особую угрозу, так как эффективность сельскохозяйственного производства в первую очередь зависит от плодородия почв, а в процессе антропогенной деятельности человека происходит изменение физических, биологических, химических свойств почвы, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на урожайности и качестве сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то что нефтезагрязненные почвы способны к самовосстановлению, оно может растянуться на десятки лет, нанося непоправимый экологический и экономический ущерб сельскому хозяйству. В первые несколько месяцев после загрязнения происходит испарение только легких углеводородов, их содержание может уменьшиться вдвое за относительно короткий срок, но тяжелые углеводороды, смолы, асфальтены остаются в почвенном профиле [2, 6, 7]. На скорость их разложения влияет множество факторов: химический состав нефтяных поллютантов, климат, гранулометрический, микробиологический, химический состав почв и т.д. (рисунок 3).

Рисунок 1 – Нефтепровод, проходящий по территории сельхозугодий
Городищенского района Волгоградской области

Figure 1 – Oil pipeline passing through the farmland of Gorodishchensky district
of the Volgograd region

Рисунок 2 – Нефтепровод, проходящий по территории сельхозугодий
Зимовниковского района Ростовской области

Figure 2 – Oil pipeline passing through the farmland of the Zimovnikovsky district
of the Rostov region

Рекультивационные мероприятия, проводимые с целью очистки и восстановления нарушенных земель, являются необходимыми с точки зрения значительного сокращения сроков разложения нефтяных загрязнителей и улучшения плодородных свойств почвы. Целесообразность применения выбранных рекультивационных технологий должно, помимо вышеуказанных факторов, обеспечиваться их экономической эффективностью и экологической безопасностью. Этим критериям отвечают биотехнологии рекультивации и очистки почв, основанные на применении природных мелиорирующих сорбентов, к кото-

рым можно отнести препараты гуминовой кислоты и цеолиты [4, 9, 11].

Гуминовые концентраты представлены на рынке двумя типами препаратов в жидкой и гранулированной (порошкообразной) формах, отличающихся концентрацией гуминовых кислот в составе. Именно последние обладают уникальными свойствами, позволяющими эффективно применять их в процессе рекультивации нарушенных почв. Они стимулируют развитие почвенных микроорганизмов, повышают плодородие почв, увеличивают их влагоёмкость, порозность, выступают сорбентом по отношению к различным почвенным поллютантам, в том числе и органическим. Гуминовые кислоты способны коагулироваться и образовывать труднорастворимые химически нейтральные соединения с почвенными загрязнителями, как бы обволакивая, поглощая и локализуя их. Гуминовые кислоты экологичны, так как синтезируются только из природных материалов, например, таких как торф, сапропели, бурые угли [3, 10].

Рисунок 3 – Закономерности, влияющие на динамику показателей содержания
нефтяных поллютантов в почве

Figure 3 – Patterns affecting the dynamics of indicators of the content
of oil pollutants in the soil

Цеолиты – это природные минералы, обладающие высокими сорбционными свойствами по отношению к различным загрязнителям. Алюмосиликаты имеют жесткую кристаллическую структуру, способную к ионозамещению. Они хорошо структурируют почву, увеличивают ее воздухопроницаемость, ускоряя процессы окисления нефтяных углеводородов, являются дополнительным источником минеральных веществ в почве. Совместное применение данных препаратов способно ускорить ремедиационные процессы, образуя с загрязнителями малоподвижные нерастворимые соеди-

нения, блокируя их движение к корням растений, препятствуя их попаданию в грунтовые воды, природные мелиоранты улучшают физико-химические свойства почвы и качество выращиваемой на ней сельскохозяйственной продукции [5, 8, 10].

Целью проводимых исследований стало изучение эффективности применения разработанного технологического решения с точки зрения сроков и степени восстановления земель, загрязненных нефтяными углеводородами.

Для достижения поставленной цели авторами проводились лабораторные исследования по очистке и восстановлению нарушенных нефтяными поллютантами почв.

Материалы и методы. Для проведения лабораторных исследований были отобраны смешанные почвенные образцы с двух пахотных участков площадью по 1 га, расположенных в Городищенском районе Волгоградской области (участок № 1) и в Зимовниковском районе Ростовской области (участок № 2), участки были выбраны как потенциально опасные с точки зрения возможного загрязнения нефтью, так как по ним проходит нефтепровод «Куйбышев – Тихорецк» (таблица 1). В три емкости объемом 5 л на дно насыпали мелкий гравийный щебень фракции 10-20 мм слоем 1,5-2 см, а сверху 3 кг почвы, загрязненной искусственно нефтью Южно-Первомайского месторождения Саратовской области в концентрации 50 г/кг.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика почв в отобранных образцах

Table 1 – Comparative characteristics of the soils in the selected samples

Почва Городищенского района Волгоградской области (участок № 1) / Soil of the Gorodishchensky district of the Volgograd region (plot No. 1)	Почва Зимовниковского района Ростовской области (участок № 2) / Soil of the Zimovnikovsky district of the Rostov region (plot No. 2)
Светло-каштановая / Light chestnut	Темно-каштановая / Dark chestnut
Среднесуглинистая / Medium loamy	Легкосуглинистая / Light loamy
Среднегумусированные / Medium humus 2,05 %	Среднегумусированные / Medium humus 2,28 %
Низкое содержание обменного калия / Low content of exchangeable potassium 187,0 мг/кг	Высокое содержание обменного калия / Low content of exchangeable potassium 571 мг/кг
Среднее содержание подвижного фосфора / Average content of available phosphorus 24,0 мг/кг	Среднее содержание подвижного фосфора / Average content of available phosphorus 23,0 мг/кг
Гидролизующий азот среднее / Hydrolysable nitrogen medium 162,0 мг/кг	Гидролизующий азот низкое / Hydrolysable nitrogen low 105,0 мг/кг

Обеспечивалась трехкратная повторность для исследования почв по каждому участку. Измерения проводили каждые 10 дней, по результатам трех параллельных измерений в каждом опыте находили среднеарифметическое значение, которое учитывали как результат. Измерение содержания нефти и нефтепродуктов в почве осуществляли методом колориметрии.

Препарат вносили в каждый контейнер в виде смеси из расчета 150 г/кг почвы цеолита (фракцией 1-3 мм, с содержанием клиноптилолита 60-70 %) и 15 г/м² гуминового порошкообразного препарата на основе бурового угля (с содержанием гуминовых кислот не менее 65 %), в пересчете на наш объем и площадь поверхности загрязненного грунта – 450 г природного цеолита и 6 г гуминового препарата. После чего осуществляли рыхление (перемешивание) загрязненного грунта с комплексным сорбирующим мелиорантом. Рекультивацию осуществляли на протяжении 6 месяцев (один се-

зон), при этом влажность почвы поддерживалась на уровне 60 %. Температура воздуха окружающей среды на протяжении всего опыта была выше +3 °С.

Согласно ГОСТ Р 57447-2017 при оценке степени загрязнения земель и земельных участков нефтью и нефтепродуктами в качестве допустимого уровня принято использовать значение, равное 1,0 г/кг, хотя фоновые концентрации углеводородов в почвах значительно варьируются в зависимости от типа почв и могут быть выше 1,0 г/кг. Поэтому рекультивацию проводят до условного предела – допустимого остаточного содержания нефти в почве (ДОСНП), который разрабатывают с учетом природно-климатических, ландшафтных, почвенных и иных особенностей регионов, состава и свойств нефти, в ряде случаев – с учетом конечного прогнозируемого результата очистки почвы после технического и биологического этапов и потенциала (скорость, направленность процессов дальнейшего очищения и восстановления почв) после завершения рекультивации.

Результаты и обсуждение. В результате были получены данные по снижению концентрации загрязнения светло-каштановой среднесуглинистой почвы с 50 г/кг до 0,562 г/кг и темно-каштановой легкосуглинистой – с 50 г/кг до 0,489 г/кг (таблица 2).

Процесс восстановления и очистки образцов почв шел неравномерными темпами: большая степень сорбции, более 80 %, наблюдалась в первые 3 месяца, замедляясь по мере насыщения сорбента. К концу периода наблюдений снижение содержания нефтезагрязнений происходило еще и за счет стимулирующего действия, оказанного нашим препаратом на почву в процессе улучшения ее способности к самоочистке по мере увеличения полезной почвенной микрофлоры из-за содержания в препарате гуминовой кислоты.

Таблица 2 – Результаты рекультивации нефтезагрязненных почв

Table 2 - Results of recultivation of oil-contaminated soils

Номер участка / Plot number	Тип почвы / Soil type	Исходное загрязнение до рекультивации, г/кг / The source of the contamination to remediation, g/kg	Остаточное загрязнение после рекультивации, г/кг / Residual contamination after remediation, g / kg					
			через 1 месяц / through 1 month	через 2 месяца / through 2 month	через 3 месяца / through 3 month	через 4 месяца / through 4 month	через 5 месяцев/ through 5 month	через 6 месяцев / through 1 month
1	Светло-каштановые (среднесуглинистые) / Light chestnut (medium loamy)	50	35,379	23,240	13,373	5,784	2,543	0,562
2	Темно-каштановые (легкосуглинистые) / Dark chestnut (light loamy)	50	34,867	22,744	11,523	6,035	2,421	0,489

Восстановление почвы участка № 2 шло несколько быстрее, и остаточное содержание нефтяных поллютантов по истечении исследуемого периода (6 месяцев) в образцах почв участка № 1 было на 13 % больше. Необходимо отметить, что на 4 месяце в образцах почвы участка № 2 наблюдалось некоторое замедление процессов очистки, предполагаем, что данный эффект мог быть спровоцирован недоувлажнением почвы (на уровне 60 %) в результате неравномерного распределения влаги в ее нижние слои.

Рисунок 4 – Диаграмма сравнения результатов рекультивации нефтезагрязненных почв по месяцам

Figure 4 – Comparison diagram of the results of reclamation of oil-contaminated soils by month

При этом необходимо отметить, что в результате применения предложенной технологии рекультивации техногенно нарушенных земель сельскохозяйственного назначения концентрацию нефтяных загрязнителей в почве удалось снизить до допустимого уровня 0,562 и 0,489 г/кг (ниже предельно допустимого 1 г/кг согласно ГОСТу Р 57447-2017) (рисунок 4).

Следовательно, заявленный способ очистки нефтезагрязненных почв позволяет повысить качество очистки в процессе рекультивации и снизить содержание нефтезагрязнений ниже 1 г/кг для дальнейшего использования очищенной почвы при возделывании сельскохозяйственных культур.

Выводы. Итак, в ходе экспериментально-лабораторных исследований удалось в течение заданного периода (6 месяцев) снизить содержание нефтяных загрязнений до безопасного уровня 0,562 и 0,489 г/кг (ниже 1 г/кг) в образцах почв, взятых с двух опытных участков. Необходимо отметить, что данную степень сорбции удавалось сохранять только при заданных условиях: с поддержанием влажности почвы на уровне 60 % и воздушно-температурном режиме не ниже +3 °С, это говорит о необходимости соблюдения данного технологического режима и в опытно-полевых условиях. Анализ результатов проведенных нами исследований позволяет говорить о производственной целесообразности и практической эффективности применения в процессе рекультивации загрязненных нефтяными углеводородами почв, предложенной технологии очистки и восстановления земель сельскохозяйственного назначения на основе комплексного природного мелиорирующего сорбента.

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 Сара-

товского университета. 2013. Т. 13. № 1. С. 102-107.

3. Гильманова М. В., Грехова И. В. Оценка применения гуминовых препаратов для биологической рекультивации // АПК: инновационные технологии. 2018. № 1. С. 6-12.

4. Заболотских В. В., Танких С. Н., Васильев А. В. Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязнённых земель // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5-3 (85). С. 341-351.

5. Исследование поглотительных свойств природных мелиорантов на техногенно нарушенных землях / Е. Г. Мещерякова, В. С. Бочарников, М. П. Мещеряков, О. В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 239-248.

6. 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.

7. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil Siberian / T. P. Alekseeva [et al.] // Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agriculture Science Centre. Russian Academy of Sciences. 2017. V. 33. P. 85-91.

8. 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.

9. Knust Kumasi Effects of gasoline-contamination on geotechnical properties of clayey soil Ghana // Faculty of Engineering. Tanta. Egypt 5AYGEC. 2016.

10. View Correspondence (jump link) Remediation of contaminated lands in the Niger Delta, Nigeria / N. Zabbey [et al.] // Prospects and challenges(Review). Science of the Total Environment Volume. 2017. V. 586. P. 952-965.

11. Wastewater preparation for irrigation based on the sorption filtering technology / A. S. Ovchinnikov [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. V. 488. 012056.

Conclusions. In the course of experimental and laboratory studies, it was possible to reduce the content of oil pollution to a safe level of 0.562 and 0.489 g/kg (below 1 g/kg) in soil samples taken from two experimental sites during a given period (6 months). It should be noted that this degree of sorption could be maintained only under the specified conditions: with the maintenance of soil moisture at the level of 60 % and the air-temperature regime not lower than +30C, this indicates the need to comply with this technological regime in experimental field conditions. The analysis of the results of our research allows us to talk about the production feasibility and practical effectiveness of the use in the process of reclamation of soils contaminated with petroleum hydrocarbons, the proposed technology for cleaning and restoring agricultural land based on a complex natural reclamation sorbent.

References

1. Bocharnikov V. S., Meshcheryakov M. P., Denisova M. A. Investigation of sorption properties of sorbents using ferrite reagents in wastewater treatment // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. 2019. № 1 (53). P. 242-249.

2. Buluktaev A. A., Sagandzhiev L. H., Dordjiev Ts. D. Change of ecological and biological properties of light-chestnut soils of Kalmykia under oil product contamination // Izvestiya Saratovskogo universiteta. 2013. Vol. 13. No. 1. P. 102-107.

3. Gilmanova M. V., Grekhova I. V. Assessment of the application of humic preparations for biological remediation // APK: innovative technologies. 2018. No. 1. P. 6-12.

4. Zabolotskikh V. V., Tankikh S. N., Vasiliev A. V. Technological approaches to detoxification and bioremediation of oil-contaminated soil // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 20. No. 5-3 (85). P. 341-351.

5. Research of the absorption properties of natural meliorants on technogenously disturbed lands / E. G. Meshcheryakova, V. S. Meshcheryakov, M. P. Meshcheryakov, O. V. Bocharnikova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshego professional obrazovanie. 2020. № 3 (59). Pp. 239-248.

6. Sambueva B. V., Paraskieva Z. V., Scherbakova L. F. Method of cleaning soil from oil pollution using natural sorbents // Bulletin of the Volga State University. Ser. 9. Natural Sciences. 2017. Vol. 7. No. 2. P. 19-25.
7. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil Siberian / T. P. Alekseeva [et al.] // Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agriculture Science Centre. Russian Academy of Sciences. 2017. V. 33. P. 85-91.
8. 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.
9. Knust Kumasi Effects of gasoline-contamination on geotechnical properties of clayey soil Ghana // Faculty of Engineering. Tanta. Egypt 5AYGEC. 2016.
10. View Correspondence (jump link) Remediation of contaminated lands in the Niger Delta, Nigeria / N. Zabbey [et al.] // Prospects and challenges(Review). Science of the Total Environment Volume. 2017. V. 586. P. 952-965.
11. Wastewater preparation for irrigation based on the sorption filtering technology / A. S. Ovchinnikov [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. V. 488. 012056.

Authors Information

Meshcheryakova Elena Gennadyevna, Assistant of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (400002, Southern Federal District, Volgograd Region Volgograd Universitetskiy Ave, 26), E-mail: ale-sn@yandex.ru

Viktor Sergeyevich Bocharnikov, Professor of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (400002, Southern Federal District, Volgograd Region Volgograd Universitetskiy Ave, 26), Doctor of Technical Sciences, E-mail: bocharnikov_vs@mail.ru

Meshcheryakov Maxim Pavlovich, Associate Professor of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (400002, Southern Federal District, Volgograd Region Volgograd Universitetskiy Ave, 26), Candidate of Technical Sciences, E-mail: maks-sln@yandex.ru

Bocharnikova Olesya Vladimirovna, Scientific Secretary of the Dissertation Council for Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (400002, Southern Federal District, Volgograd Region Volgograd Universitetskiy Ave, 26) Candidate of Agricultural Sciences, E-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru

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" 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

******* ИЗВЕСТИЯ *******

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

№ 1 (61), 2021

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