СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-06

COMPARATIVE ECONOMIC ASSESSMENT OF VARIOUS NATURAL SORBENT FOR WASTEWATER TREATMENT

A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. A. Denisova,
O. V. Bocharnikova, O. V. Kozinskaya

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 17.12.2019

Submitted 25.05.2020

Summary

We propose a method for treating poultry wastewater using a sorption filter. This method consists in using the environmentally friendly natural origin of the sorbent as a filter load, and is also cost-effective. The article provides a comparative assessment of various natural sorbents used as filter media, such as natural zeolite, activated carbon and quartz sand. Preliminary studies on the sorption properties of each natural sorbent on the absorbing properties of chemical elements exceeding the maximum permissible concentration in the studied poultry wastewater have been carried out. A comparative economic assessment of the cost of 1 m³ of treated wastewater after each natural sorbent has been performed.

Abstract

Relevance. Long-term practice of operating treatment facilities of existing large poultry farms has shown that none of them has effective wastewater treatment technology that allows reaching the maximum permissible concentration of chemical indicators for wastewater discharged into surface water bodies or used for irrigation of agricultural territory. Therefore, the search for effective and cost-effective ways of wastewater treatment is relevant. **An object.** The object of study is the wastewater of poultry enterprises. **Materials and methods.** The experience of operation of wastewater treatment systems of poultry enterprises, the results of numerous experimental studies carried out at existing facilities by Russian and foreign research organizations, show that the main requirements of the wastewater used for fertilizing and moistening agricultural land, discharge of untreated wastewater into water bodies, from environmental pollution are provided when applying the standard cleaning method. We propose a method for treating poultry wastewater using a sorption filter. This method consists in using an environmentally friendly natural sorbent as a filter load. **Results and conclusions.** As a result of filtration through a zeolite filter, the concentration of impurities decreased by 85%, and through a column loaded with activated carbon of the BAU-A grade, the content of all substances decreased by only 25%, respectively, loading from quartz sand by 15%. The economic evaluation of testing filter media with natural zeolite, the cost of 1 m³ of treated wastewater was 0,8 rubles, when activated carbon was 1.02 rubles, and with quartz sand it was 2,8 rubles.

Key words: *natural zeolite, filtration, activated carbon, quartz sand, poultry wastewater, cost*

Citation. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Denisova M. A., Bocharnikova O. V., Kozinskaya O. V. Comparative economic assessment of various natural sorbent for wastewater treatment. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 65-72 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-06.

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 628.316.12

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ
СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

А. С. Овчинников, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

В. С. Бочарников, доктор технических наук, доцент

М. А. Денисова, ассистент

О. В. Бочарникова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О. В. Козинская, кандидат сельскохозяйственных наук

«Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Россия

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 25.05.2020

Актуальность. Многолетняя практика эксплуатации очистных сооружений действующих крупных птицефабрик показала, что ни одно из них не располагает эффективной технологией очистки сточных вод, позволяющей достигнуть предельно допустимой концентрации химических показателей, предъявляемой к сточным водам, сбрасываемым в поверхностные водоемы или используемым для полива сельскохозяйственной территории. Поэтому поиск эффективных и экономически выгодных способов очистки является актуальным. **Объект.** Объектом исследований являются сточные воды птицеводческих предприятий. **Материалы и методы.** Опыт эксплуатации систем очистки сточных вод птицеводческих предприятий, результаты многочисленных экспериментальных исследований, выполненных на действующих объектах российскими и зарубежными научно-исследовательскими организациями, показывают, что основные требования использования сточных вод для удобрения и увлажнения сельскохозяйственных угодий, сброс неочищенных сточных вод в водоемы, загрязнение окружающей среды обеспечиваются при применении стандартных способов очистки. Нами предлагается способ очистки птицеводческих сточных вод с использованием сорбционного фильтра. Данный способ заключается в использовании экологически безопасного природного происхождения сорбента в качестве фильтрующей загрузки. **Результаты и выводы.** В результате фильтрования через цеолитовый фильтр концентрация примесей уменьшилась на 85 %, а через колонну, загруженную активированным углем марки БАУ-А, содержание всех веществ снизилось всего лишь на 25 %, соответственно загрузка из кварцевого песка на 15 %. Экономическая оценка испытаний фильтрующих загрузок с природным цеолитом себестоимость 1 м³ очищенной сточной воды составила 0,8 руб., при использовании в качестве сорбента активированный уголь – 1,02 руб., а с кварцевым песком составила 2,8 руб.

Ключевые слова: природный цеолит, очистка сточных вод, активированный уголь, кварцевый песок, птицеводческие сточные воды, себестоимость очистки сточных вод, природные сорбенты.

Цитирование. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Денисова М. А., Бочарникова О. В., Козинская О. В. Сравнительная экономическая оценка различных природных сорбентов для очистки сточных вод. *Известия НВ АУК*. 2020. 2(58). 65-72. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-06.

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. Интенсификация производства, в том числе перевод животноводства на индустриальную основу, является решающим фактором в решении продовольственной проблемы.

В зависимости от региональных условий и ресурсного обеспечения в нашей стране осуществляется строительство птицеводческих предприятий производительностью 12, 24, 54, 108, 250 и более тысяч птиц в год, общее число которых достигает 19,5 млн птицы в год.

Таблица 1 – Усредненные расходы сточных вод птицеводческих предприятий различной производительности

Table 1 – The average cost of wastewater poultry enterprises of various capacities

Производительность предприятий, год / Productivity of the enterprise, year	Расход сточных вод, м ³ /сут, при различных системах удаления птичьего помета / Wastewater consumption, m ³ /day for various bird droppings			
	Самотечная/Gravity		Гидросмывная/Water wash	
	непрерывного действия и секционная / continuous and sectional	периодического действия/periodic action	Бесканальная / channelless	канальная / channel
12000	150	180	225	350
24000	300	360	450	700
54000	700	800	1000	1400
108000	1400	1600	2000	2800
250000	2800	3200	4000	5600

В таблицах 1 и 2 приведены расходы и концентрации загрязнений сточных вод птицефабрик на территории РФ.

Таблица 2 – Характеристика птицеводческих сточных вод

Table 2 – Characterization of poultry wastewater

№ п/п / № p/p	Химические показатели / Chemical indicators	Концентрация загрязнений, мг/л / Pollution concentration, mg/l
1	pH	7,1-8,0
2	Взвешенные вещества/Suspended matter	8000-39600
3	Сухое вещество/Dry matter	10500-13500
4	ХПК/CPK	7600-40000
5	БПК/BPC	6400-33600
6	Общий азот/Total nitrogen	1700-4370
7	Аммонийный азот/Ammonia nitrogen	480-1430
8	Фосфаты/Phosphates	430-900
9	Калий/Potassium	150-630
10	Карбонаты/Carbonates	1560-2160
11	Гидрокарбонаты/Hydrocarbonate	4760-5110
12	Кальций/Calcium	140-380
13	Магний/Magnesium	145-270
14	Натрий/Sodium	100-150
15	Сульфаты/Sulphates	140-600
16	Мочевина/Urea	1500-7200

Большая концентрация птицы, гидравлический способ удаления птичьего помета из помещений птицефабрики связаны с образованием больших объемов высококонцентрированных сточных вод. Наличие высоких концентраций патогенных и условно-патогенных микробов в птичьем помете характеризует их как особо опасные в санитарном отношении.

Материалы и методы. В зависимости от региональных, климатических условий, наличия сельскохозяйственных угодий, запасов воды для разбавления сточных вод, а также хозяйственно-экономических условий размещения птицефабрик в нашей стране и за рубежом предусматриваются два основных способа обработки и использования птицеводческих сточных вод:

1. Использование и доочистка сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения после механического разделения. При недостаточных площадях орошения и неблагоприятной экологической ситуации дополнительно к механической очистке предусматривается одно- или двухступенчатая биологическая очистка.

2. Сброс сточных вод в водоем или на очистные сооружения городов и промышленных предприятий после сооружений механической и двухступенчатой биологической очистки.

Наиболее распространено использование птицеводческих сточных вод в южных районах России – на орошение после механической очистки; в северных районах – на орошение после обработки на сооружениях двухступенчатой биологической очистки [5].

Многолетняя практика эксплуатации очистных сооружений действующих крупных птицефабрик показала, что ни одно из них не располагает эффективной технологией очистки сточных вод, позволяющей достигнуть предельно допустимой концентрации химических показателей, предъявляемой к сточным водам, сбрасываемым в поверхностные водоемы или используемым для полива сельскохозяйственной территории [7].

Опыт эксплуатации систем очистки сточных вод птицеводческих предприятий, результаты многочисленных экспериментальных исследований, выполненных на действующих объектах российскими и зарубежными научно-исследовательскими организациями, показывают, что основные требования использования сточных вод для удобрения и увлажнения сельскохозяйственных угодий, сброс неочищенных сточных вод в водоемы, загрязнение окружающей среды обеспечиваются при применении стандартных способов очистки [1, 10-12].

Нами предлагается способ очистки птицеводческих сточных вод с использованием сорбционного фильтра. Данный способ заключается в использовании экологически безопасного природного происхождения сорбента в качестве фильтрующей загрузки.

В данный момент времени современные российские и зарубежные ученые разрабатывают и производят поиск более эффективных и экономически выгодных технологий по очистке сточных вод. Сейчас наиболее эффективными, по мнению компаний, которые занимаются очисткой сточных вод, считаются сорбционные фильтры для механической очистки с загрузкой из активированного угля древесного [2, 3, 6, 8, 9].

Результаты и обсуждение. Перед тем как была выполнена технико-экономическая оценка по сравнению сорбентов в качестве фильтрующей загрузки, таких как активированный уголь марки БАУ-А, кварцевого песка и природного цеолита, выполнен эксперимент по их поглощательным свойствам в отношении загрязнений (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты ступенчатой фильтрации через каждый сорбент

Table 3 – The results of stepwise filtration through each sorbent

Показатели / Indicators	Нитраты/Nitrates	Total Общий азот/nitrogen	Сульфаты / Sulphates	Магний / Magnesium	Кальций / Calcium	Калий / Potassium	Натрий / Sodium	Ammonia Аммонийный азот / nitrogen
Начальная концентрация / Initial concentration	70	62	582	72	7,5	61	55	10,5
После фильтрации через: стадия 1 –	52	30,5	526	55,5	4,36	48,2	36,4	8,5

активированный уголь / After filtration through: stage 1 – activated carbon								
стадия 2 – кварцевый песок / stage 2 – quartz sand	68	55	545	62	5,5	53	40	9,3
стадия 3 – цеолит / stage 3 – zeolite	48	26,8	512	47,2	4,15	32,3	21,3	3,4
ПДК сточные воды / PDK wastewater	45	25	500	50	3,5	30	20	2

Эффективность фильтрации определяется по остаточному содержанию примесей в отфильтрованной сточной воде [4]. При спуске очищенных сточных вод в водоемы качество воды в них происходит с небольшим изменением.

Концентрации всех исследуемых веществ в процессе фильтрации через цеолитовый фильтр уменьшились на 85 %. А через колонну, загруженную активированным углем марки БАУ-А, содержание всех веществ снизилось всего лишь на 25 %, соответственно загрузка из кварцевого песка – на 15 %.

Технико-экономический расчет себестоимости 1 м³ сточных вод производится по результатам испытаний фильтрующих загрузок с различными природными сорбентами для сорбционного фильтра. В расчете определяется составная часть себестоимости очистки 1 м³ сточных вод на сорбционных фильтрах.

Для исследования и расчета себестоимости одного кубометра сточной воды были взяты стоки птицефабрики ЗАО «Птицефабрика «Волжская», она составляла 360 м³ч. Данный расчет проводился по следующим пунктам: время защитного слоя сорбента, ч; годовые затраты на фильтрующий сорбент, т; затраты на сорбент, руб.; расчет удельного расхода сорбционного материала, кг/м³ и соответственно себестоимость 1 м³ очищаемой сточной воды через каждую исследуемую загрузку, руб.

Сравнительная экономическая эффективность по себестоимости 1 м³ очищенной сточной воды различными природными сорбентами с использованием ферритовых реагентов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость 1 м³ очищенных сточных вод с различными природными сорбентами, руб.

Table 4 – cost of 1 m³ of treated wastewater with various natural sorbents, rub.

№ п/п/ № p/p	Наименование природных сорбентов/Name of natural sorbents	Стоимость 1 м ³ очищенных сточных вод, руб. / Cost of 1 m ³ of treated wastewater, rub.
1	Природный цеолит/Natural zeolite	0,8
2	Активированный уголь марки БАУ-А/Activated carbon stamps BAU-A	1,02
3	Кварцевый песок/Quartz sand	2,8

Выводы. В результате фильтрования через цеолитовый фильтр концентрация примесей уменьшилась на 85 %, а через колонну, загруженную активированным углем марки БАУ-А, содержание всех веществ снизилось всего лишь на 25 %, соответственно загрузка из кварцевого песка – на 15 %. Экономическая оценка испытаний фильтрующих загрузок с природным цеолитом себестоимость 1 м³ очищенной сточной воды составила 0,8 руб., при использовании в качестве сорбента активированный уголь – 1,02 руб., а с кварцевым песком составила 2,8 руб. По итогам экономического расчета можно сделать следующий вывод: в качестве фильтрующей загрузки был выбран природный цеолит, поэтому способ очистки птицеводческих сточных вод является выгодным

и характеризуется явным экономичным результатом.

Библиографический список

1. Кружилин И. П., Козинская О. В. Оценка состояния поля и агромелиоративных приемов на качество полива дождевальными машинами // Плодородие. 2011. № 2. С. 52.
2. Москалев Е. В., Кудряшов А. Ф., Рабин А. В. Применение графенового сорбента в фильтрах для очистки поверхностных вод и горячей воды // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 12. С. 18-23.
3. Назаров В. Д., Назаров М. В. Электрохимические фильтры для очистки природных и сточных вод // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2017. № 5 (113). С. 16-24.
4. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Денисова М. А. Технология очистки стоков птицеводческих предприятий с использованием природных сорбентов при добавлении ферритной суспензии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. №1 (1). С. 15-22.
5. Чертков М. П. Применение биологических методов очистки воды при водоподготовке и очистке сточных вод // Российский инженер. 2017. №1. С. 44-49.
6. Юрков А. К., Козлова И. А., Бирюлин С. В. Исследование возможности применения угольных фильтров для очистки радоносодержащей воды // Уральский геофизический вестник. 2018. № 2 (32). С. 67-70.
7. Яловая Н. П., Барсук И. П. Очистка природных вод от загрязнения нефтесодержащими сточными водами // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное Строительство, теплоэнергетика и геоэкология. 2011. № 2. С. 87-90.
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. V. 33. I. 4. P. 85-91.
9. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter / X. Feng, X. Wang, Z. Chen, J. Chen // Bioresource Technology. 2019. P. 17-24.
10. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian J. of Agricultural Science. 2018.
11. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga / A. S. Ovchinnikov, V. F. Loboyko, V. S. Bocharnikov, A. Yu. Ovcharova, S. D. Fomin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019.
12. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access. 2018. V. 13, I. 13. P. 4181-4184.

Conclusions. As a result of filtration through a zeolite filter, the concentration of impurities decreased by 85%, and through a column loaded with activated carbon of the BAU-A grade, the content of all substances decreased by only 25%, respectively, loading from quartz sand by 15%. The economic evaluation of testing filter media with natural zeolite, the cost of 1 m³ of treated wastewater was 0,8 rubles, when activated carbon was 1.02 rubles, and with quartz sand it was 2,8 rubles. Based on the results of economic calculation, we can draw the following conclusion as a filter load, natural zeolite was chosen, therefore, the method of treating poultry wastewater is profitable and is characterized by a clear economical result.

References

1. Kruzhilin I. P., Kozinskaja O. V. Ocenka sostojanija polja i agromeliiorativnyh priemov na kachestvo poliva dozhdeval'nymi mashinami // Plodorodie. 2011. № 2. Pp. 52.
2. Moskaev E. V., Kudryashov A. F., Rabin A. V. Application of graphene sorbent in filters for surface water and hot water purification // Ecology and industry of Russia. 2017. V. 21. № 12. P. 18-23.

3. Nazarov V. D., Nazarov M. V. Electrochemical filters for the treatment of natural and waste water // Water purification. Water treatment. Water supply. 2017. № 5 (113). Pp. 16-24.
4. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Denisova M. A. Technology of wastewater treatment of poultry enterprises using natural sorbents with the addition of ferrite suspension // Proc. of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2019. N.1(1). P. 15–22.
5. Chertkov M. P. Application of biological methods of water purification during water treatment and wastewater treatment // Russian engineer. 2017. № 1. Pp. 44-49.
6. Yurkov A. K., Kozlov I. A., Biryulin S. V. Investigation of the possibility of using carbon filters for purification of radon-containing water // Ural Geophysical Bulletin. 2018. № 2 (32). Pp. 67-70.
7. Jalovaja N. P., Barsuk I. P. Purification of natural waters from oil-containing wastewater pollution // Bulletin of the Brest State Technical University. Water construction, heat power and geology. 2011. No. 2. Pp. 87-90.
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. V. 33. I. 4. P. 85-91.
9. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter / X. Feng, X. Wang, Z. Chen, J. Chen // Bioresource Technology. 2019. P. 17-24.
10. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian J. of Agricultural Science. 2018.
11. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga / A. S. Ovchinnikov, V. F. Loboyko, V. S. Bocharnikov, A. Yu. Ovcharova, S. D. Fomin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019.
12. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access. 2018. V. 13, I. 13. P. 4181-4184.

Authors Information

Ovchinnikov Aleksey Semenovich, head of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt, 26,), doctor of agricultural sciences, professor, Academician of the Russian Academy of Sciences tel. 8 (8442) 41-17-84. E-mail: volgau@volgau.com

Bocharnikov Victor Sergeevich, professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt, 26,), doctor of technical sciences, professor, tel. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: bocharnikov_vs@mail.ru.

Denisova Maria Alekseevna, Assistant of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, assistant tel. 8 (8442) 41-81-53, E-mail: masha2008-1988@mail.ru.

Bocharnikova Olesya Vladimirovna, Associate Professor, Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor tel. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Kozinskaya Olga Vladimirovna, Associate Professor, Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor tel. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: kozinska1977@mail.ru.

Информация об авторах

Овчинников Алексей Семенович, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор сельскохозяйственных наук,

******* ИЗВЕСТИЯ *******

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

№ 2 (58), 2020

профессор, академик РАН, тел. 8 (8442) 41-17-84. E-mail: volgau@volgau.com

Бочарников Виктор Сергеевич, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор технических наук, профессор, тел. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: bocharnikov_vs@mail.ru

Денисова Мария Алексеевна, ассистент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), ассистент, тел. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: masha2008-1988@mail.ru

Бочарникова Олеся Владимировна, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, тел. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Козинская Ольга Владимировна, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: kozinska1977@mail.ru.