ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-31

THE STUDIES OF HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF A CIRCULAR SPRINKLER MACHINE

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

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 20.03.2020

Submitted 25.05.2020

Summary

The article presents research aimed at studying the hydraulic characteristics of a circular sprinkler machine. The results of research have shown that the quality of the sprinkler machine is affected not only by the correct placement of sprinkler devices, but also by the pressure.

Abstract

Introduction. During the operation of wide-grip circular sprinklers, irregular distribution of irrigation water is often observed when the water flow along the irrigation pipeline increases in proportion to the radius. The uniform distribution of the rain layer over the irrigated circle of the sprinkler machine is achieved if the specific water consumption per unit length of the machine grip increases to the cantilever part of the proportionally increasing irrigation area. **Object.** The object of research is a wide-sprinkler sprinkler of circular action. **Materials and methods.** Investigated wide sprinkler machine «DON» was mounted at the Experimental training ground of the Educational Research and Production Center «Gornaya Polyana» of Volgograd State Agrarian University. We propose a method for calculating the pressure loss along the length of the water supply belt of a circular sprinkler machine, depending on the total flow of the machine, without summing the pressure loss over the sections between the individual devices. **Results and conclusions.** When operating wide-sprinkler sprinklers, there is a special case of uneven distribution along the axis of the pipeline, and the water flow increases in proportion to the radius. The flow rate of the «DON» sprinkler apparatus increases with distance from the fixed support by increasing the nozzle inlet diameter and pressure. When picking sprinkling machines of circular action, each device is assigned a strictly defined place. Our studies have shown that the actual flow rate of the sprinkler is 25-30% higher than the calculated one at the beginning of the irrigation pipeline and lower at the end of the machine within the same range. The reason for this was the discrepancy between the pressure in the compressed section of the jet calculated. So, in the devices installed from the hydrant at a distance of 200 m from the fixed support, the pressure was 20% lower, while the water flow deviated from the standard by 35% from the standard. At the end of the irrigation pipeline, 25% of the total number of devices worked with expenses that were less than the norm. Spray machine consumption was 50.05 l / s, i.e. decreased by 15% of the standard.

After the hydraulic adjustment of the sprinklers, the deviation from the standard costs in them did not exceed 12, and the total water supply increased to 56 l / s. The accuracy of the hydraulic settings of the sprinklers affects not only the flow rate of the sprinkler, but also the rain intensity.

Key words: *hydraulic characteristics, head loss, flow rate, flow rate of sprinklers, irrigation area.*

Citation. Bocharnikov V. S., Kozinskaya O. V., Denisova M. A., Bocharnikova O. V. Studies of hydraulic characteristics of a circular sprinkler machine. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 319-327 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-31.

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 631.347.4

ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

В. С. Бочарников, доктор технических наук, профессор

О. В. Козинская, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

М. А. Денисова, ассистент

О. В. Бочарникова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 20.03.2020

Дата принятия к печати 25.05.2020

Актуальность. При работе широкозахватных дождевальных машин кругового действия часто наблюдается неравномерность распределения поливной воды, когда расходы воды вдоль поливного трубопровода увеличиваются пропорционально радиусу. Равномерность распределения слоя дождя по площади орошаемого круга дождевальной машины достигается в том случае, если удельный расход воды на единицу длины захвата машины возрастает к консольной части пропорционально увеличивающейся площади полив. **Объект.** Объектом исследований является широкозахватная дождевальная машина кругового действия. **Материалы и методы.** Исследуемая широкозахватная дождевальная машина (ШДМ «ДОН») смонтирована на опытном полигоне учебно-методического центра «Горная поляна» Волгоградского ГАУ. Нами предлагается методика расчета потерь напора по длине водопроводящего пояса дождевальной машины кругового действия в зависимости от общего расхода машины, без суммирования потерь напора по участкам, между отдельными аппаратами. **Результаты и выводы.** При работе широкозахватных дождевальных машин имеет место частный случай неравномерного распределения вдоль оси трубопровода, расход воды увеличивается пропорционально радиусу. Расход дождевальных аппаратов ШДМ «ДОН» возрастает по мере удаления от неподвижной опоры за счет увеличения диаметра входного отверстия сопла и давления. При комплектации дождевальных машин кругового действия каждому аппарату отводится строго определенное место. Проведенные нами исследования показали, что фактический расход дождевальной машины на 25-30 % больше расчетного в начале поливного трубопровода и ниже в конце машины в таких же пределах. Причиной тому было несоответствие давления в сжатом сечении струи расчетному. Так, в аппаратах, установленных от гидранта на расстоянии 200 м от неподвижной опоры, давление было на 20 % ниже, расход воды при этом отклонялся от нормативного на 35 %. В конце поливного трубопровода 25 % аппаратов от общего числа работали с расходами, меньшими, чем положено по норме. Расход дождевальной машины составил 50,05 л/с, т.е. уменьшился на 15 % от нормативного. После гидравлической настройки дождевальных аппаратов отклонение от нормативных расходов в них не превысило 12, а суммарная подача воды увеличилась до 56 л/с. Точность гидравлических настроек дождевальных аппаратов влияет не только на расход дождевальной машины, но и на интенсивность дождя.

Ключевые слова: дождевальные машины, гидравлические характеристики дождевальных машин, потери напора, расход потока, площадь полива.

Цитирование. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Козинская О. В., Денисова М. А., Бочарникова О. В., Исследования гидравлических характеристик дождевальной машины кругового действия. *Известия НВ АУК*. 2020. 2(58). 319-327. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-31.

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. Равномерность распределения слоя воды, дождевальных машин кругового действия, достигается в том случае, если удельный расход воды на единицу

длины захвата машины возрастает к консольной части пропорционально увеличивающейся площади полива [1-3, 9, 12]. При работе широкозахватных дождевальных машин кругового действия часто наблюдается неравномерность распределения поливной воды, когда расходы воды вдоль поливного трубопровода увеличиваются пропорционально радиусу. Потери напора, вызываемые изменением расхода вдоль трубопровода с учетом потерь на трение по длине и потерь напора, вызываемых изменением расхода вдоль, можно выразить при помощи уравнения:

$$dh_w = \frac{Q^2}{K^2} dx + \frac{\alpha_0 Q}{g \omega^2} dQ, \quad (1)$$

где K – расходная характеристика; α_0 – коэффициент, учитывающий равномерность распределения скорости по живому сечению для случая применения закона количества движения; Q – расход потока в рассматриваемом сечении; dQ – присоединяемый или отделяемый расход на участке между двумя сечениями; dx – изменение длины.

Попытки вычислять параметры структуры дождя машин кругового действия по формулам, полученным для фронтальных дождевальных машин без учета особенностей их работы, не подтвердились экспериментальными данными [5-8, 10, 11].

Материалы и методы. Нами предлагается методика расчета потерь напора по длине водопроводящего пояса дождевальной машины кругового действия в зависимости от общего расхода машины, без суммирования потерь напора по участкам, между отдельными аппаратами. Исследуемая широкозахватная дождевальная машина (ШДМ «ДОН») смонтирована на опытном полигоне учебно-методического центра «Горная поляна» Волгоградского ГАУ.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим дождевальную машину как трубопровод, изготовленный из композитного материала, состоящий из двух труб различного диаметра.

При работе широкозахватных дождевальных машин имеет место частный случай неравномерного распределения вдоль оси трубопровода, расход воды увеличивается пропорционально радиусу (рисунок 1).

Рисунок 1 – Схема гидравлического расчета широкозахватных дождевальных машин кругового действия

Figure 1 – Scheme of hydraulic calculation of wide-grip circular sprinklers

Расход Q , проходящий на расстоянии x от неподвижной опоры дождевальной машины может быть найден как площадь трапеции

$$Q = \frac{1}{2} \left(\frac{2Q_p}{L^2} x + \frac{2Q_p}{L} \right) (L - x) = Q_p \left(1 - \frac{x^2}{L^2} \right), \quad (2)$$

где Q_p – расход распределяющийся; L – длина дуги.

Кроме расхода распределяющегося по длине машины по трубопроводу проходит еще и транзитный расход $Q_{тр}$, тогда:

$$Q = Q_0 \left(1 - \frac{Q_{тр} x^2}{Q_0 L^2} \right), \quad (3)$$

где $Q_{тр}$ – расход транзитный.

Одним из основных показателей, определяющих структуру дождя, качество полива, производительность ДМ, эффективность орошения является интенсивность дождя. Истинная величина ее определяется выражением:

$$\rho = \frac{dh}{dt}, \quad (4)$$

где ρ – интенсивность дождя; dh – изменение слоя дождя ht – изменение продолжительности дождения.

среднее значение – формулой:

$$\rho_{cp} = \frac{h}{t} \quad (5)$$

где ρ_{cp} – средняя интенсивность дождя.

Если предположить, что $h \rightarrow h \rightarrow const$ на всей площади захвата дождем, то выражение (5) можно представить в таком виде:

$$\rho'_{cp} = \frac{h_{cp}}{t}. \quad (6)$$

Так как $h_{cp} = v / F$, где v – объем воды, поданной на всю площадь F , то

$$\rho'_{cp} = \frac{v}{t \cdot F} \quad (7)$$

Выразив отношение v / t через расход установки Q , л/с, получим:

$$\rho''_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{F} \quad (8)$$

При кажущейся на первый взгляд однозначности выражении (4, 6, 8) они имеют совершенно различные значения средней интенсивности дождя. В выражении (4) интенсивность дождя осредняется только во времени, в выражении (6) она осредняется во времени и по площади, а в выражении (8) – только по площади.

Точка «С» в радиусе захвата машины кругового действия будет находиться в зоне дождя до тех пор, пока установка не повернется на угол φ_0 и ось машины из позиции I займет положение II. Среднеструйный аппарат за это время пройдет путь, равный длине дуги $\alpha_0 \alpha_n = l_0$. Общая продолжительность нахождения точки «С» в зоне дождя будет равна:

$$t_0 = l_0 \cdot v_a^{-1} \quad (9)$$

где l_0 – длина дуги, пройденной аппаратом, м ($l_0 = R_a \cdot \varphi_0$); v_a – окружная скорость машины в

точке установки аппарата, м/с.

Подставим эти выражения в уравнение (9), получим:

$$t_0 = \frac{R_\alpha \cdot \varphi_\alpha}{R_\alpha \cdot w_0} = \frac{\varphi_0}{w_0} . \quad (10)$$

Продолжительность полива при дождевании определяется также поливной нормой m (мм) и интенсивностью дождя ρ :

$$t = \frac{60 \cdot m}{\rho} . \quad (11)$$

Приравняв равные части уравнений (10) и (11), найдем интенсивность дождя:

$$\frac{\rho_0}{w_0} = \frac{60 \cdot m}{\rho} . \quad (12)$$

Откуда:

$$\rho = \frac{60 \cdot m \cdot w_0}{\varphi_0} . \quad (13)$$

Заменяя $\varphi_0 = l_0/R_\alpha$, получим:

$$\alpha = \frac{60 \cdot m \cdot w_0 \cdot R_\alpha}{l_0} . \quad (14)$$

Так как поливная норма при условии равномерного распределения осадков на площади равна:

$$m = \frac{2 \cdot Q}{R_M^2 \cdot w_0} , \quad (15)$$

то интенсивность дождя определится:

$$\alpha = \frac{60 \cdot 2 \cdot Q \cdot w_0 \cdot R_\alpha}{R_M^2 \cdot w_0 \cdot R_0} = \frac{120 \cdot Q \cdot R_\alpha}{R_M^2 \cdot l_0} . \quad (16)$$

Следовательно, интенсивность дождя в любой точке захвата машины кругового действия не зависит от скорости вращения установки, а определяется ее конструктивными размерами и схемой расстановки аппаратов [4].

Площадь одновременного полива при работе многоопорных машин кругового действия приближается по форме к трапециевидному овалу [6]. Ширина проекции дождевого облака (b_x) в этом случае будет ограничиваться уравнением вида:

$$b_x = \alpha + c \cdot x , \quad (17)$$

где α, c – постоянные величины; x – расстояние от оси вращения до рассматриваемой точки.

При $h \rightarrow const$

$$\alpha = h/t_x , \quad (18)$$

где t_x – продолжительность нахождения точки в зоне дождя описывается отрезком гиперболы:

$$t_x = \frac{b_x}{w \cdot x} = \frac{\alpha + c \cdot x}{w \cdot x} \quad (19)$$

Подставив (19) в (18), получим:

$$\alpha_x = \frac{h \cdot w \cdot x}{\alpha + c \cdot x} \quad (20)$$

Таким образом, при площади одновременного захвата дождем машин кругового действия, отличной от треугольной, интенсивность дождя, ширина дождевого облака и продолжительность нахождения точки в зоне дождя не остаются постоянными величинами, причем сочетания ρ_i , b_i , t_i , обеспечивают равномерное распределение поливной воды по радиусу орошаемого круга ($h \neq const$).

С целью уточнения вида и коэффициентов уравнений регрессии динамики параметров дождевого облака по длине захвата машины кругового действия необходима постановка экспериментальных исследований.

Равномерность распределения слоя дождя по площади орошаемого круга дождевальной машины достигается в том случае, если удельный расход воды на единицу длины захвата машины возрастает к консольной части пропорционально увеличивающейся площади полива, то должно выполняться условие:

$$\frac{q_1}{f_1} = \frac{q_2}{f_2} = \dots \frac{q_i}{f_i} = \frac{Q}{F}, \quad (21)$$

где q_1, q_2, q_i – расход дождевальных аппаратов; f_1, f_2, f_i – площадь полива отдельным аппаратом; Q – расход машины; F – площадь одновременного захвата дождем.

Тогда расход дождевального аппарата можно определить на любом удалении от неподвижной опоры по формуле:

$$q_1 = \frac{Q \cdot f_i}{F}.$$

Можно заметить, что расходы дождевальных аппаратов возрастают по мере удаления от неподвижной опоры за счет увеличения выходного отверстия сопла и давления. Каждому аппарату отводится строго определенное место, однако опытные данные показали, что правильная расстановка аппаратов не обеспечивает условие 1, фактический расход машины при полностью открытых регулируемых кранах на 25-30 % больше теоретического почти до половины длины дождевальной машины и ниже в таких же пределах в конце машины.

После гидравлической настройки дождевальных аппаратов отклонение от нормативных расходов не превышали $\pm 15 \%$, а суммарная подача воды машиной увеличилась до 60,5 л/с, уменьшение расхода на 4,6 л/с 3,6 л/с произошло вследствие того, что давление на гидранте неподвижной опоры было 2 Мпа, что на 1 МПа ниже нормального.

Выводы. Точность гидравлической настройки дождевальных аппаратов влияет не только на расход машины, но и на важнейший параметр техники полива – интенсивность дождя. На отлаженной машине интенсивность дождя изменяется по линейной зависимости 2, при полностью открытых регулировочных кранах интенсивность дождя равномерно увеличивается от 0,10 до 0,35 мм/мин, на расстоянии 50 м от неподвижной опоры остается на уровне 35 мм/мин и вновь возрастает до 0,45 мм/мин на расстоянии 100 м от неподвижной опоры.

Расход дождевальных аппаратов ШДМ «ДОН» возрастает по мере удаления от неподвижной опоры за счет увеличения диаметра входного отверстия сопла и давления. При

комплектации дождевальных машин кругового действия каждому аппарату отводится строго определенное место. Проведенные нами исследования показали, что фактический расход дождевальной машины на 25-30 % больше расчетного в начале поливного трубопровода и ниже в конце машины в таких же пределах. Причиной тому было несоответствие давления в сжатом сечении струи расчетному. Так, в аппаратах, установленных от гидранта на расстоянии 200 м от неподвижной опоры, давление было на 20 % ниже, расход воды при этом отклонялся от нормативного на 35 %. В конце поливного трубопровода 25 % аппаратов от общего числа работали с расходами, меньшими, чем положено по норме. Расход дождевальной машины составил 50,05 л/с, т.е. уменьшился на 15 % от нормативного. После гидравлической настройки дождевальных аппаратов отклонение от нормативных расходов в них не превысило 12, а суммарная подача воды увеличилась до 56 л/с.

Библиографический список

1. Есин А. И., Соловьев Д. А., Журавлева Л. А. Исследования характеристик потока воды в водопроводящем поясе дождевальной машины // Научная жизнь. 2018. № 2. С. 16-25.
2. Есин А. И., Соловьев Д. А., Журавлева Л. А. Рекомендации по выбору дождевателей "КАСКАД" для дождевальных машин // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 2. С. 16-22.
3. Исследование качества полива дождевальной машиной "Кубань-ЛПП" / И. П. Кружилин, А. С. Овчинников, Н. В. Кузнецова, О. В. Козинская // Научная жизнь. 2015. № 6. С. 102-108.
4. Мелихов К. М., Козинская О. В. Гидравлические исследования взаимодействия потока воды с плоским чувствительным элементом штангового расходомера и подача заданных расходов воды на открытых каналах оросительных систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5-6 (47). С. 39-42.
5. Мелихова Е. В., Рогачев А. Ф. Моделирование и оптимизация распределения ресурсов при внедрении технологических инноваций в орошаемом земледелии // Modern Economy Success. 2018. № 4. С. 113-119.
6. Снипич Ю. Ф. Конструктивно-технологические схемы дождевальных машин серии ДКФ и гидравлический расчет их водопроводящих элементов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 68. С. 23-34.
7. Снипич Ю. Ф. Интенсификация технологий и совершенствование технических средств орошения дождеванием // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3 (23). С. 238-244.
8. Снипич Ю. Ф., Щедрин В. Н., Колганов А. В. Дождевальная техника для открытой оросительной сети: проблемы и перспективы // Мелиорация и водное хозяйство. 2002. № 5. С. 2.
9. Теоретические исследования формирования дождя дождеобразующими устройствами / Л. А. Журавлева, И. В. Иванов, А. С. Гвоздков, И. В. Петровичев // Научная жизнь. 2018. № 7. С. 11-18.
10. Фокин Б. П., Мельникова И. А. Возможности рационального использования современной дождевальной техники // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 1 (9). С. 68-71.
11. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / A. I. Ryzantsev, G. V. Olgarenko, I. A. Uspensky, A. O. Antipov, G. K. Rembalovich, M. Yu. Kostenko, V. A. Makarov, B. A. Nefedorov, E. P. Borovoi, A. D. Akhmedov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. V. 14. № 3. P. 677-685.
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. 2018. V. 13. № 13. P. 4181-4184.

Conclusions. The accuracy of hydraulic settings of sprinklers affects not only the flow rate of the machine, but also the most important parameter of irrigation technology – the intensity of rain. On a well-established machine, the intensity of rain varies according to the linear dependence 2, with fully open control valves, the intensity of rain increases evenly from 0.10 to 0.35 mm/min, at a distance of 50 m from the fixed support remains at the level of 35 mm/min and again increases to 0.45 mm / min at a distance of 100 m from the fixed support.

The flow rate of SHDM "DON" sprinklers increases as it moves away from the fixed

support due to an increase in the diameter of the nozzle inlet and pressure. When completing circular sprinkler machines, each device is assigned a strictly defined place. Our research has shown that the actual flow rate of the sprinkler machine is 25-30% higher than the calculated one at the beginning of the irrigation pipeline and lower at the end of the machine within the same limits. The reason for this was the discrepancy between the pressure in the compressed section of the jet and the calculated one. So, in the devices installed from the hydrant at a distance of 200 m from the fixed support, the pressure was 20 % lower, while the water consumption deviated from the standard by 35% from the standard. At the end of the irrigation pipeline, 25 % of the devices from the total number worked with expenses less than the norm. The consumption of the sprinkler machine was 50.05 l/s, i.e. it decreased by 15% from the standard. After hydraulic adjustment of sprinklers, the deviation from the standard costs in them did not exceed 12, and the total water supply increased to 56 l/s.

References

1. Esin A. I., Soloviev D. A., Zhuravleva L. A. Studies of water flow characteristics in the water supply belt of a sprinkler machine // Scientific life. 2018. No.2. P. 16-25.
2. Esin A. I., Solovyov D. A., Zhuravleva L. A. Recommendations for choosing CASCADE sprinklers for sprinkler machines // Reclamation and water management. 2018. No. 2. P. 16-22.
3. Investigation of the quality of irrigation with a sprinkler machine "Kuban-LSH" / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya // Scientific life. 2015. No. 6. P. 102-108.
4. Melikhov K. M., Kozinskaya O. V. Hydraulic studies of the interaction of water flow with a flat sensitive element of a rod flow meter and the supply of specified water flows in open channels of irrigation systems // International scientific research journal. 2016. No. 5-6 (47). P. 39-42.
5. Melikhova E. V., Rogachev A. F. Modeling and Optimization of resource allocation when implementing technological innovations in irrigated agriculture // Modern Economy Success. 2018. No. 4. P. 113-119.
6. Snipich Yu. F. Structural and technological schemes of sprinkler machines of the DKF series and hydraulic calculation of their water supply elements // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University. 2011. No.68. Pp. 23-34.
7. Snipits Y. F. Intensification technologies and improving the technical means of irrigation sprinkler // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: Science and higher professional education. 2011. No. 3 (23). P. 238-244.
8. Snipits Y. F., Shchedrin V. N., Kolganov A. V. Sprinkler technique for irrigation of open networks: problems and PROSPECTS // Melioration and water economy. 2002. No. 5. Sec. 2.
9. Theoretical studies of rain formation by rain-forming devices / L. A. Zhuravleva, I. V. Ivanov, A. S. Gvozdkov, I. V. Petrovichev // Scientific life. 2018. No. 7. P. 11-18.
10. Fokin B. P., Melnikova I. A. Possibilities of rational use of modern sprinkler equipment // Bulletin of the Stavropol agro-industrial complex. 2013. No. 1 (9). P. 68-71.
11. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / A. I. Ryzantsev, G. V. Olgarenko, I. A. Uspensky, A. O. Antipov, G. K. Rembalovich, M. Yu. Kostenko, V. A. Makarov, B. A. Nefedorov, E. P. Borovoi, A. D. Akhmedov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. V. 14. № 3. P. 677-685.
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. 2018. V. 13. № 13. P. 4181-4184.

Authors Information

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

E-mail: kozinska1977@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

Информация об авторах

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.

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, доцент тел. 8 (8442) 41-81-53. E-mail: kozinska1977@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.