

**Urazbaev Zhumatai Zeinollaevich**, Doctor of Engineering Sciences, Director of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 010000, Astana, Al-Farabi, 47), e-mail: zhz1964@mail.ru

**Kerimbekova Nurai Murathanovna**, 1st year master's student, researcher of Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 010000, Astana, Al-Farabi, 47), e-mail: kerimbekova\_nur@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-52

## OPTIMIZATION OF DESIGN PARAMETERS OF WIDE-GRIP SPRINKLER EQUIPMENT

**O. V. Kozinskaya, A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, S. V. Tronev,  
O. V. Bocharnikova, M. A. Denisova, E. P. Borovoy**

*Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: bocharnikov\_vs@mail.ru

Received 17.09.2023

Submitted 03.11.2023

### Summary

The article presents theoretical results on determining optimal (best) parameters of a new wide-spread sprinkler using the Rechtshafner method. The coefficients  $B_0$ ,  $B_i$ ,  $B_{ij}$  and  $B_{ii}$  were obtained based on experimental data and presented in form of a mathematical model, the significance of which was assessed using the Student's test. For identifying the correctness of the experimental results obtained using the Fisher criterion studied the coefficients gave an error of 5%, which is quite acceptable. As a result of the compromise solution task, we determined the optimal values of factors for the wide-cut section sprinkler.

### Abstract

**Introduction.** Design engineers are tasked with developing a new generation of irrigation equipment using modern construction materials, with reduced energy consumption, with maximum automation, and a wide range of adjustable parameters when used for certain irrigation conditions. The quality of irrigation with a sprinkler is characterized by the uniform distribution of irrigation water over the area. To determine the quality of uniform distribution of artificial rain by wide-span sprinklers, the coefficient of effective irrigation is used, which characterizes the uniformity of the distribution of irrigation water in the irrigated area. **Object.** Wide-span pivot irrigation machine. **Materials and methods.** Theoretical studies were carried out to determine the optimal parameters of a new wide-spread sprinkler using the Rechtshafner method. **Results and conclusions.** The coefficients  $B_0$ ,  $B_i$ ,  $B_{ij}$  and  $B_{ii}$  were obtained based on experimental data and presented in the form of a mathematical model, the significance of which was assessed using the Student's t-test. To determine the correctness of the obtained experimental results using the Fisher criterion, the studied coefficients gave an error of 5%, which is quite acceptable. As a result of solving the compromise problem, we determined the optimal values that ensure uniform distribution of rain with an effective irrigation coefficient of at least 0.8.

**Key words:** *sprinkler machines, sprinkler equipment parameters, sprinkler equipment design.*

**Citation.** Kozinskaya O. V., Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Tronev S. V., Bocharnikova O. V., Denisova M. A., Borovoy E. P. Optimization of design parameters of wide-grip sprinkler equipment. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 518-528 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-52.

**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

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ  
ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ****О. В. Козинская**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**А. С. Овчинников**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук**В. С. Бочарников**, доктор технических наук, профессор**С. В. Тронеv**, доктор технических наук, профессор**О. В. Бочарникова**, доктор технических наук, профессор**М. А. Денисова**, кандидат технических наук, доцент**Е. П. Боровой**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

**Актуальность.** Перед инженерами-проектировщиками ставится задача разработать поливную технику нового поколения с использованием современных конструкционных материалов, с уменьшенным энергопотреблением, с максимальной автоматизацией, широким спектром регулируемых параметров при использовании для определенных условий орошения. Качество полива дождевальной машиной характеризуется равномерностью распределения оросительной воды по площади. Для определения качества равномерного распределения искусственного дождя широкозахватными дождевальными машинами используют коэффициент эффективного полива, характеризующий равномерность распределения оросительной воды на орошаемом участке. **Объект.** Широкозахватная дождевальная машина кругового действия. **Материалы и методы.** Проведены теоретические исследования по определению оптимальных параметров новой широкозахватной дождевальной машины по методике Рехтшафнера. **Результаты и выводы.** Получены коэффициенты  $V_0$ ,  $V_i$ ,  $V_{ij}$  и  $V_{ii}$  на основании экспериментальных данных и представлены в виде математической модели, значимость которых оценивалась по критерию Стьюдента. Для выявления корректности полученных результатов эксперимента по критерию Фишера изучаемые коэффициенты дали погрешность 5 %, что вполне допустимо. В результате решения компромиссной задачи нами были определены оптимальные значения обеспечивающие равномерное распределение дождя с коэффициентом эффективного полива не менее 0,8.

**Ключевые слова:** дождевальные машины, параметры дождевальной техники, конструкции дождевальной техники.

**Цитирование.** Козинская О. В., Овчинников А. С., Бочарников В. С., Тронеv С. В., Бочарникова О. В., Денисова М. А., Боровой Е. П. Оптимизация конструктивных параметров широкозахватной дождевальной техники. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 518-528. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-52.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** В настоящее время большое значение в России уделяется развитию мелиорации, а именно разработке новых ресурсосберегающих технологий, технических средств и в частности, новой дождевальной техники, способной составить конкуренцию зарубежной [1, 2]. Перед инженерами-проектировщиками ставится задача разработать поливную технику нового поколения с использованием современных конструкционных материалов, с уменьшенным энергопотреблением, с максимальной автоматизацией, широким спектром регулируемых параметров при использовании для определенных условий орошения [3, 4]. Источники воды для орошения используются, как правило, поверхностные [5].

При любом способе полива целью является выдача расчетной поливной нормы воды на конкретный орошаемый участок с обеспечением соответствующего качества, экологических требований и рационального использования затрачиваемых ресурсов. Качество полива дождевальными машинами характеризуется равномерностью распределения оросительной воды по площади [6, 7]. Технически она достигается расстановкой дождеобразующих устройств (дождевальных насадок) на водопроводящем поясе дождевальной машины, причем радиус действия между ними должен перекрывать орошаемую площадь. Равномерность распределения дождя при работе дождевальной машины по кругу и равном расстоянии между дождеобразующими устройствами и равном диаметре водопроводящего пояса достигается изменением их расхода при увеличении диаметра сопла, тогда площадь орошения имеет трапецеидальную форму, которая равна сумме трапеций соответствующих расходов участка [8, 9]. Для определения качества равномерного распределения искусственного дождя широкозахватными дождевальными машинами используют коэффициент эффективного полива, характеризующий равномерность распределения оросительной воды на орошаемом участке. По агротехническим требованиям значение его должно быть не менее 0,7, а коэффициенты недостаточного и избыточного полива – не более 0,15 каждый [10, 11].

**Материалы и методы.** Для проведения исследования по определению оптимальных (наилучших) параметров новой широкозахватной дождевальной машины нами был проведен четырехфакторный эксперимент по методике Рехтшафнера. Для выбранных факторов назначаем верхний, нижний и нулевой уровни и величины варьирования (таблица 1).

Таблица 1 – Условия опыта  
Table 1 – Experimental conditions

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ε
	0	-1	+1	
$x_1$ – диаметр трубопровода, мм	150	100	200	50
$x_2$ – диаметр насадки, мм	2	1	3	1
$x_3$ – длина участка, мм	18000	14000	22000	4000
$x_4$ – расстояние между насадками, мм	2500	2000	3000	500

Выходными показателями послужили коэффициенты эффективного (Кэф), избыточного (Кизб) и недостаточного (Кнед) поливов.

Получены коэффициенты  $B_0$ ,  $B_i$ ,  $B_{ij}$  и  $B_{ii}$  на основании экспериментальных данных и представлены в виде уравнения (1) значимость которых оценивалась по критерию Стьюдента [12, 13].

$$y = B_0 + \sum B_i x_i + \sum B_{ij} x_i x_j + \sum B_{ii} x_i^2 \quad (1)$$

Во внимание не принимались незначимые коэффициенты, вследствие чего нами проводился перерасчет коэффициентов регрессионной модели.

На окончательном этапе получены уравнения регрессии в виде кодировки:

$$K_{эф} = 0,812 - 0,37x_3 + 0,023x_4 - 0,019x_1x_2 + 0,011x_1x_3 - 0,018x_1x_4 - 0,043x_2x_3 - 0,048x_2x_4 - 0,033x_3x_4 - 0,081x_1^2 - 0,113x_2^2 - 0,09x_3^2 - 0,086x_4^2 \quad (2)$$

$$K_{изб} = 0,106 + 0,019x_3 - 0,021x_4 + 0,021x_1x_2 + 0,012x_2x_3 + 0,019x_2x_4 - 0,011x_3x_4 + 0,022x_1^2 + 0,06x_2^2 + 0,035x_3^2 + 0,046x_4^2 \quad (3)$$

$$K_{нед} = 0,082 + 0,018x_3 - 0,002x_4 - 0,002x_1x_2 + 0,011x_1x_3 + 0,018x_1x_4 + 0,031x_2x_3 + 0,029x_2x_4 + 0,044x_3x_4 + 0,059x_1^2 + 0,053x_2^2 + 0,055x_3^2 + 0,04x_4^2 \quad (4)$$

Верификация полученных уравнений проверялась по критерию Фишера [12]. Для выявления корректности полученных результатов эксперимента по критерию Фишера коэффициенты  $K_{эф} = 1,311$ ,  $K_{изб} = 0,944$  и  $K_{нед} = 1,085$  дали погрешность 5 %, что вполне допустимо.

В таблице 2 представлены наилучшие экспериментальные данные.

Таблица 2 – Наилучшие значения факторов

Table 2 – Best values of factors

Фактор	Критерий оптимизации		
	$K_{эф}$	$K_{изб}$	$K_{нед}$
$x_1$	08/150	0/150	- 0,01/146,5
$x_2$	0/2	0/2	0/2
$x_3$	- 0,25/17000	- 0,24/17040	- 0,25/17000
$x_4$	0,2/2600	0,21/2605	0,19/2595

Примечание: в числителе – кодированный вид, в знаменателе – раскодированный вид.

Стандартный вид математической модели представлен уравнением второго порядка:

$$Y - Y_s = B_{11}x_1^2 + B_{22}x_2^2 + B_{33}x_3^2 + B_{44}x_4^2 \quad (5)$$

где  $Y$  – значение критерия оптимизации;  $Y_s$  – значение критерия оптимизации в значимой точке;  $X_1, X_2, \dots, X_k$  – новые оси координат, повернутые относительно старых  $x_1, x_2, \dots, x_k$ ;  $B_{11}, B_{22}, \dots, B_{kk}$  – коэффициенты регрессии в канонической форме.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведения расчетов, получены коэффициенты регрессии в стандартной форме  $B_{11}, B_{22}, B_{33}, B_{44}$  и значения критерия оптимизации в значимой точке  $Y_s$ .

Приведем уравнения регрессии (2), (3), (4) к стандартной форме:

$$Y_{K_{эф}} - 0,818 = -0,054x_1^2 - 0,138x_2^2 - 0,091x_3^2 - 0,085x_4^2 \quad (6)$$

$$Y_{K_{изб}} - 0,102 = 0,019x_1^2 + 0,068x_2^2 + 0,032x_3^2 + 0,044x_4^2 \quad (7)$$

$$Y_{K_{нед}} - 0,08 = 0,064x_1^2 + 0,045x_2^2 + 0,081x_3^2 + 0,017x_4^2 \quad (8)$$

На основании уравнений (6), (7) и (8) можно сделать вывод, что оптимальные значения координаты центров поверхностей наилучших факторов представлены в виде четырехмерных параболоидов.

Представленные двумерные сечения на рисунках 1-6 дадут возможность решить компромиссную задачу с целью определения наилучших параметров, где коэффициент эффективного полива ( $K_{эф}$ ) является основным критерием оптимизации, а коэффициенты избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов – дополнительными.

Были выбраны варианты определения значения факторов при максимальном коэффициенте эффективного полива и минимальных коэффициентах недостаточного и избыточного поливов.

Уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_1$ ) и ( $x_2$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_3$ ) и ( $x_4$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_3 = -0,25$  и  $x_4 = 0,2$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_1 = -0,2 \dots + 0,1$  и  $x_2 = -0,1 \dots + 0,1$ , (рисунок 1).

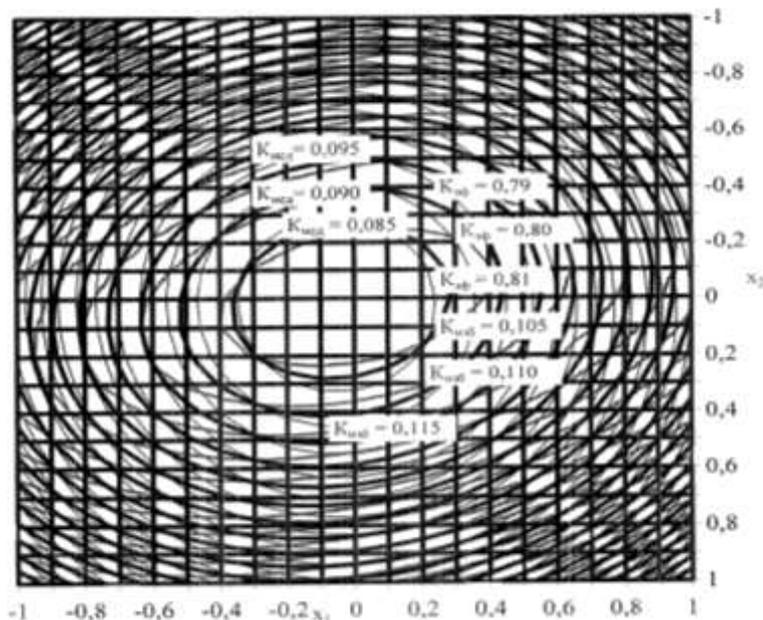


Рисунок 1 – Двумерное сечение для изучения влияния диаметра трубопровода и диаметра насадки при  $x_3 = -0,25$  и  $x_4 = 0,2$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов

Figure 1 – Two-dimensional cross-section for studying the influence of factors  $x_1$  and  $x_2$  at  $x_3 = -0.25$  and  $x_4 = 0.2$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{эф}$ ), excessive ( $K_{изб}$ ) and insufficient ( $K_{нед}$ ) irrigation

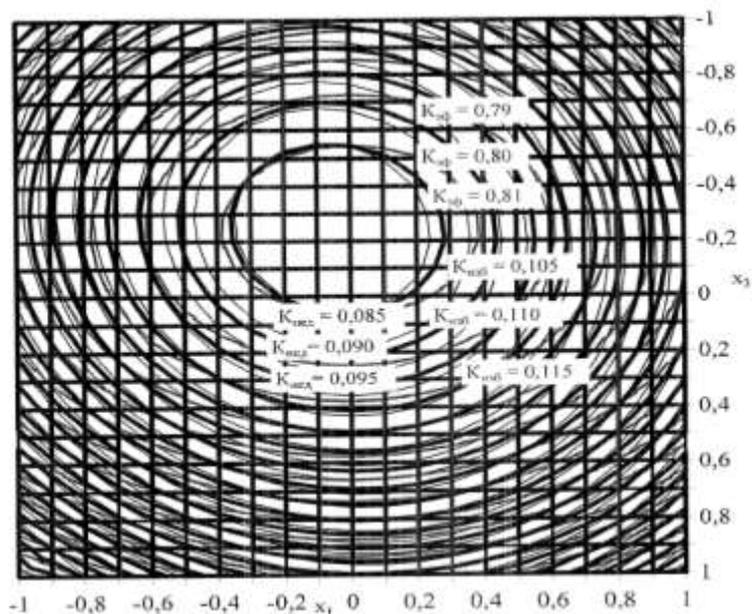


Рисунок 2 – Двумерное сечение для изучения влияния диаметра трубопровода и длины участка при  $x_2 = 0$  и  $x_4 = 0,2$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов

Figure 2 – Two-dimensional cross-section for studying the influence of the pipeline diameter and the length of the section at  $x_2 = 0$  and  $x_4 = 0.2$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{эф}$ ), excessive ( $K_{изб}$ ) and insufficient ( $K_{нед}$ ) irrigation

На основании рисунка 2 видно, что уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_1$ ) и ( $x_3$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_2$ ) и ( $x_4$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_3 = 0$  и  $x_4 = 0,2$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_1 = -0,2 \dots +0,1$  и  $x_3 = -0,4 \dots -0,1$ .

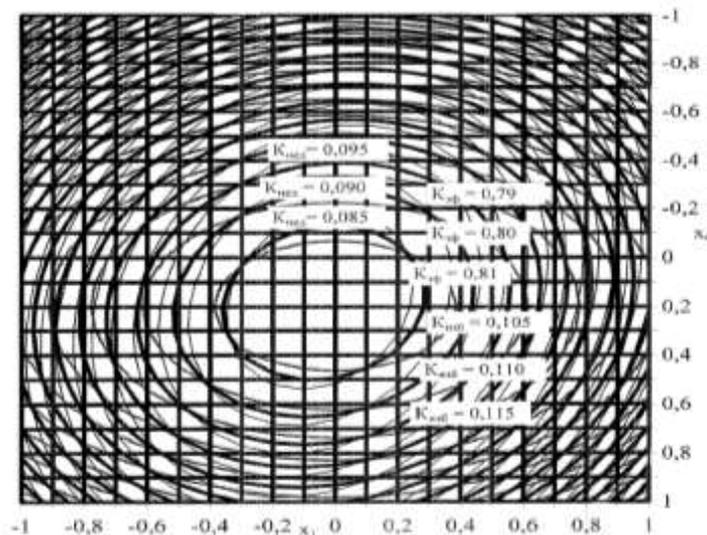


Рисунок 3 – Двумерное сечение для изучения влияния диаметра трубопровода и расстояния между насадками при  $x_2 = 0$  и  $x_3 = -0,25$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов  
Figure 3 – Two Two-dimensional cross-section for studying the effect of the pipeline diameter and the distance between the nozzles at  $x_2 = 0$  and  $x_3 = -0,25$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{ef}$ ), excessive ( $K_{ins}$ ) and insufficient ( $K_{ex}$ ) irrigation

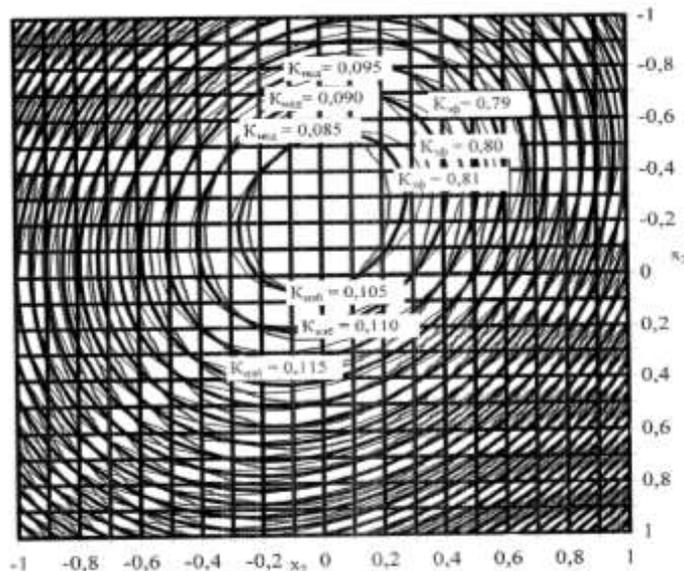


Рисунок 4 – Двумерное сечение для изучения влияния диаметра насадки и длины участка при  $x_1 = 0$  и  $x_4 = 0,2$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов  
Figure 4 – Two-dimensional cross-section to study the influence of nozzle diameter and section length at  $x_1 = 0$  and  $x_4 = 0,2$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{ef}$ ), excessive ( $K_{ins}$ ) and insufficient ( $K_{ex}$ ) irrigation

На основании рисунка 3 видно, что уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_1$ ) и ( $x_4$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_2$ ) и ( $x_3$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_3 = 0$  и  $x_4 = -0,25$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_1 = -0,1 \dots +0,1$  и  $x_4 = +0,1 \dots +0,3$ .

На основании рисунка 4 видно, что уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_2$ ) и ( $x_3$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_1$ ) и ( $x_4$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_3 = 0$  и  $x_4 = 0,2$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_1 = -0,1 \dots +0,1$  и  $x_3 = -0,4 \dots -0,1$ .

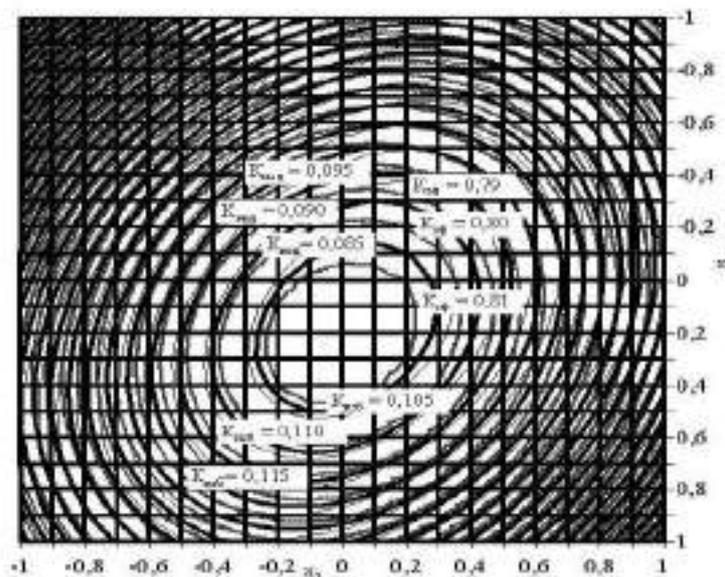


Рисунок 5 – Двумерное сечение для изучения влияния факторов диаметра насадка и расстояния между насадками при  $x_1 = -0,01$  и  $x_3 = 0,02$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов

Figure 5 – Two-dimensional cross section for studying the influence of factors of nozzle diameter and distance between nozzles at  $x_1 = -0.01$  and  $x_3 = 0.02$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{ef}$ ), excessive ( $K_{ins}$ ) and insufficient ( $K_{ex}$ ) irrigation

На основании рисунка 5 видно, что уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_2$ ) и ( $x_4$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_1$ ) и ( $x_3$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_1 = -0,01$  и  $x_3 = -0,02$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_2 = -0,1 \dots +0,1$  и  $x_4 = +0,1 \dots +0,3$ .

На основании рисунка 6 видно, что уравнения регрессии применительно к выбранным нами факторам ( $x_3$ ) и ( $x_4$ ) представлены двумерным сечением поверхности относительно факторов ( $x_1$ ) и ( $x_2$ ), которые фиксировались на уровнях оптимальных критерию оптимизации:  $x_3 = 0$  и  $x_4 = 0$ , тогда оптимальные значения будут находиться в пределах:  $x_2 = -0,4 \dots -0,1$  и  $x_4 = +0,1 \dots +0,3$ .

Для того чтобы обеспечить максимальное значение коэффициента эффективного полива ( $K_{эф} = 0,81$ ) при минимальных значениях коэффициентов избыточного ( $K_{изб} = 0,105$ ) и недостаточного ( $K_{нед} = 0,085$ ) поливов следует сочетать следующие наилучшие значения факторов:  $x_1 = -0,2 \dots +0,1$  (140...155 мм),  $x_2 = -0,1 \dots +0,1$  (1,9...2,1 мм),  $x_3 = -0,4 \dots -0,1$  (16400...17600 мм) и  $x_4 = +0,1 \dots +0,3$  (2550...2650 мм).

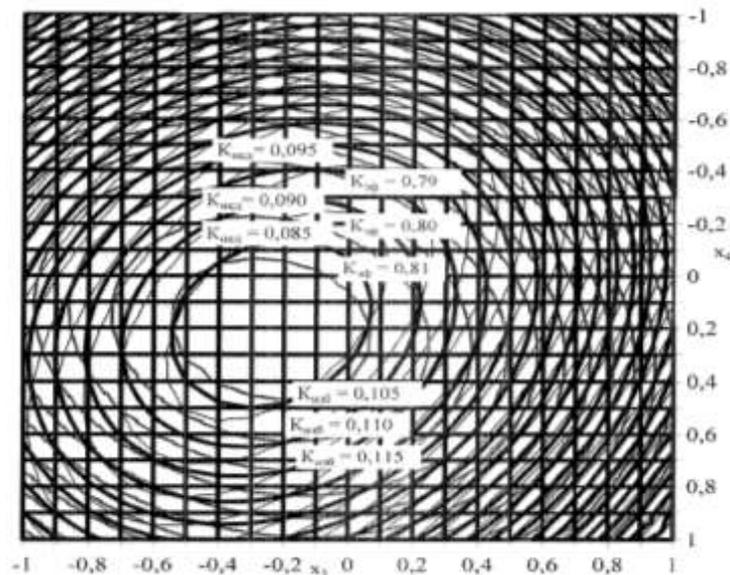


Рисунок 6 – Двумерное сечение для изучения влияния длины участка и расстояния между насадками при  $x_1 = 0$  и  $x_2 = 0$  на значения коэффициентов эффективного ( $K_{эф}$ ), избыточного ( $K_{изб}$ ) и недостаточного ( $K_{нед}$ ) поливов

Figure 6 – Two Two-dimensional cross section to study the influence of the length of the section and the distance between the nozzles at  $x_1 = 0$  and  $x_2 = 0$  on the values at  $x_1 = 0$  and  $x_2 = 0$  on the values of the coefficients of effective ( $K_{эф}$ ), excessive ( $K_{изб}$ ) and insufficient ( $K_{нед}$ ) irrigation

**Заключение.** В результате решения компромиссной задачи нами были определены оптимальные значения факторов, в частности диаметр трубопровода, длина участка трубопровода, расстояние между насадками, обеспечивающие равномерное распределение дождя с коэффициентом эффективного полива не менее 0,8.

**Conclusions.** As a result of solving the compromise problem, we determined the optimal values of the factors, in particular the diameter of the pipeline, the length of the pipeline section, the distance between the nozzles, ensuring uniform distribution of rain with an effective irrigation coefficient of at least 0.8.

#### Библиографический список

1. Дубенок Н. Н., Ольгаренко Г. В. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 56-59.
2. Olgarenko G. V., Olgarenko V. I., Olgarenko I. G., Olgarenko V. I. Justification of methodological approaches to standardisation of irrigation as an element of resource saving and minimization of the anthropogenic load on agrobiocenosis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific Conference on Efficient Waste Treatment 2018, EWT 2018. 2019. P. 012027.
3. Шевченко В. А., Щедрин В. Н., Куприянова С. В. Задачи и проблемы восстановления оросительных мелиораций на юге России. Мелиорация и водное хозяйство. 2023. № 3. С. 28-32.
4. Юрченко И. Ф. Перспективные технологии инновационного орошения. Мелиорация и гидротехника. 2022. № 4 (12). С. 20-23.
5. Ovchinnikov A. S., Loboyko V. F., Bocharnikov V. S., et al. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. V. 341. P. 012107.
6. Chernovolov V. A., Kravchenko L. V., Litvinov V. B., Nikitina A. N., Filina A. A. Computational Mathematics and Information Technologies. Robabilistic modeling of overhead irrigation processes. 2019. № 1. V. 1. Pp. 50-63.

7. Черноволов В. А., Кравченко Л. В., Протасов Д. Н. Расчет показателей равномерности дождевания по результатам испытания аппарата радиальным методом. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 1 (21). С. 182-195.
8. Желязко В. И., Лукашевич В. М. Способы повышения качества дождевания при поливе машиной BAUER "RAINSTAR-61". Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 3. С. 25-27.
9. Bocharnikov V. S., Kozinskaya O. V., Denisova M. A., Bocharnikova O. V., Repenko T. V., Pustovalov E. V. Effect of the structure of artificial rain on the soil IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 965 (1). 012008.
10. Есин А. И., Соловьев Д. А., Журавлева Л. А. Исследование характеристик потока воды в водопроводящем поясе дождевальных машин. Научная жизнь. 2018. № 2. С. 16-25.
11. Овчинников А. С., Бочарников В. С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1 (25). С. 119-124.
12. Ольгаренко В. И., Ольгаренко И. В., Дезюра С. Д., Герасименко М. В., Ольгаренко В. И. Система интегральных показателей оценки эффективности водопользования. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 1 (33). С. 139-152.
13. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Тронев С. В., Мещеряков М. П., Бочарникова О. В., Несмиянов И. А., Воробьева Н. С. Оптимизация основных параметров трубчатых оросительных систем. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 303-309.

#### **References**

1. Dubenok N. N., Olgarenko G. V. Prospects for the restoration of the reclamation complex of the Russian Federation. Bulletin of Russian Agricultural Science. 2021. № 2. S. 56-59.
2. Olgarenko G. V., Olgarenko V. I., Olgarenko I. G., Olgarenko V. I. Justification of methodological approaches to standardisation of irrigation as an element of resource saving and minimization of the anthropogenic load on agrobiocenosis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific Conference on Efficient Waste Treatment 2018, EWT 2018. 2019. P. 012027.
3. Shevchenko V. A., Shchedrin V. N., Kupriyanova S. V. Tasks and problems of restoring irrigation reclamation in southern Russia. Reclamation and water management. 2023. № 3. Pp. 28-32.
4. Yurchenko I. F. Promising technologies of innovative irrigation. Reclamation and hydraulic engineering. 2022. № 4 (12). Pp. 20-23.
5. Ovchinnikov A. S., Loboyko V. F., Bocharnikov V. S., et al. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. V. 341. P. 012107.
6. Chernovolov V. A., Kravchenko L. V., Litvinov V. B., Nikitina A. N., Filina A. A. Computational Mathematics and Information Technologies. Robabilistic modeling of overhead irrigation processes. 2019. № 1. V. 1. Pp. 50-63.
7. Chernovolov V. A., Kravchenko L. V., Protasov D. N. Calculation of sprinkling uniformity indicators based on the results of testing the apparatus by the radial method. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems. 2016. № 1 (21). Pp. 182-195.
8. Zhelyazko V. I., Lukashevich V. M. Ways to improve the quality of sprinkling when watering with the BAUER "RAINSTAR-61" machine. Reclamation and water management. 2015. № 3. Pp. 25-27.
9. Bocharnikov V. S., Kozinskaya O. V., Denisova M. A., Bocharnikova O. V., Repenko T. V., Pustovalov E. V. Effect of the structure of artificial rain on the soil IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 965 (1). 012008.
10. Esin A. I., Soloviev D. A., Zhuravleva L. A. Research of water flow characteristics in the water supply belt of sprinkler machines. Scientific life. 2018. № 2. Pp. 16-25.

11. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S. New technical solutions to increase the efficiency of resource-saving irrigation methods. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2012. № 1 (25). Pp. 119-124.

12. Olgarenko V. I., Olgarenko I. V., Desyura S. D., Gerasimenko M. V., Olgarenko V. I. System of integral indicators for assessing the effectiveness of water use. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems*. 2019. № 1 (33). Pp. 139-152.

13. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Tronev S. V., Meshcheryakov M. P., Bocharnikova O. V., Nesmiyanov I. A., Vorobyova N. S. Optimization of the main parameters of tubular irrigation systems. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2018. № 2 (50). Pp. 303-309.

#### **Информация об авторах**

**Козинская Ольга Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: kozinska1977@mail.ru

**Овчинников Алексей Семенович**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: oas\_volgau@mail.ru

**Бочарников Виктор Сергеевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: bocharnikov\_vs@mail.ru

**Тронеv Сергей Викторович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26), e-mail: stronev@mail.ru

**Бочарникова Олеся Владимировна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru

**Денисова Мария Алексеевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: masha2008-1988@mail.ru

**Боровой Евгений Павлович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: borovoy.e.p@mail.ru

#### **Author's Information**

**Kozinskaya Olga Vladimirovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Use, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: kozinska1977@mail.ru

**Ovchinnikov Aleksey Semenovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, professor, head of the department of “Applied geodesy, environmental management and water use”, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: oas\_volgau@mail.ru.

**Bocharnikov Viktor Sergeevich**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: bocharnikov\_vs@mail.ru.

**Tronev Sergey Viktorovich**, Doctor of Engineering Sciences, professor of the department “Operation and technical service of machines in the agro-industrial complex”, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: stronev@mail.ru

**Bocharnikova Olesya Vladimirovna**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru

**Denisova Maria Alekseevna**, Ph.D. in Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: masha2008-1988@mail.ru

**Borovoy Evgeny Pavlovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department "Land Reclamation and Integrated Use of Water Resources", Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), e-mail: borovoy.e.p@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-53

## CLEANING WATER CONSUMPTION IN MILKING PARLOURS CAROUSEL

**T. Yu. Mironova, V. V. Gordeev, S. V. Kovalev, T. I. Gordeeva**

*Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of FSAC VIM  
Saint Petersburg, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: mironova-tat@mail.ru

Received 17.07.2023

Submitted 10.10.2023

### Summary

The article presents an analysis of the actual water consumption for cleaning each zone of various technological operations during the operation of a milking parlor of the "Carousel" type in the conditions of an operating farm. The data obtained can be used at the design stage to calculate the consumption of water resources and the amount of sewage contaminated with manure that requires further storage and disposal.

### Abstract

**Introduction.** The capacity of livestock complexes on an industrial basis is increasing, both in the whole country and in the Leningrad region. In agricultural organizations of the Leningrad region, the majority of cows are milked in milking parlors. On large dairy farms, it is recommended to use automated rotating milking parlors, the specific area of which, taking into account the holding area and galleries, is on average 8.8% of the animal placement area. These areas should always be kept clean and their washing is carried out, as a rule, after each milking. The purpose of the research is to analyze the actual water consumption for cleaning each zone of various technological operations during the operation of a milking parlor of the "Carousel" type in the conditions of an operating farm. **Object.** The object of research is the milking and dairy unit. **Materials and methods.** The research was carried out during the operation of a milking parlor with a Carousel-type installation for 50 seats in an operating farm with an average milking herd of 1200 heads and triple milking. Water consumption was recorded every hour in automatic mode in various areas of the milking parlor. The total area requiring cleaning was 925 m<sup>2</sup>. **Results and conclusions.** During the monitoring, the average daily water consumption in the milking parlor was 33.5 m<sup>3</sup>. The main amount of water (45.8%) is spent on cleaning the udders of animals and maintaining cleanliness in the milking parlor during and after milking, 29.3% – on cleaning the pre-milking area and the area of entry and exit of animals to the milking unit, 23.4% – on cleaning the sanitary zone and hoof treatment, 1.5% – on cleaning the maintenance area (inner circle) of the milking machine. The average daily water consumption per unit area when washing the floor and fences in different areas ranges from 5.6 to 49.3 l/(m<sup>2</sup>·day), depending on the washing zone and the degree of its contamination. The data obtained can be used at the design stage to calculate the consumption of water resources and the amount of sewage contaminated with manure that requires further storage and disposal.

**Key words:** manure-bearing wastewater, milking rooms, cleaning of milking rooms, water consumption, milking plants.

**Citation.** Mironova T. Yu, Gordeev V. V., Kovalev S. V., Gordeeva T. I. Cleaning water consumption in milking parlours Carousel. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 528-538 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-53.

**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.