

Научная статья

Original article

УДК 631.347.3

DOI 10.55186/25880209_2025_9_3_16

Научная специальность 4.1.5 «Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика»

**ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА РАССАДЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР
ШЛАНГОВЫМ ДОЖДЕВАТЕЛЕМ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО
ГРУНТА**

DEVELOPMENT OF INVESTMENT PROJECT ELEMENTS BASED ON THE
PROJECT FOR THE ORGANIZATION AND ARRANGEMENT OF THE
TERRITORY OF AN INTENSIVE GARDEN



Рязанцев Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник отдела систем орошения дождеванием, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483, Россия, г. Коломна, городской округ Коломна, посёлок Радужный, 38), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-8196>, ryazantsev.41@mail.ru

Травкин Владислав Сергеевич, младший научный сотрудник отдела сельскохозяйственного водоснабжения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483, Россия, г. Коломна, городской округ Коломна, посёлок Радужный, 38), аспирант отдела мелиорации, ФГБНУ «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» (127434, Россия, г. Москва, [ул. Большая Академическая, д. 44, к.2](#)), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1052-0125>, vlad.travkin.1992@mail.ru

Евсеев Евгений Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем, теории и методики образовательных процессов ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (140411, Россия, г. Коломна, ул. Зеленая, д. 30) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6133-2661>, evseev.evgeniy.1995@mail.ru

Травкина Алина Рафиковна, магистрант технологического факультета, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (390044, Россия, г. Рязань, ул. Костычева, д 1) ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0770-4292>, gimazova.a@bk.ru

Малько Игорь Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технических систем, теории и методики образовательных процессов ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (140411, Россия, г. Коломна, ул. Зеленая, д. 30) ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9128-6975>, centorion@yandex.ru

Anatoly I. Ryazantsev, Doctor of technical sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, chief researcher at the department of sprinkler irrigation systems, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga" (38, Raduzhny settlement, Kolomna urban district, Kolomna, 140483 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-8196>, ryazantsev.41@mail.ru

Vladislav S. Travkin, junior researcher at the department of agricultural water supply, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga" (38, Raduzhny settlement, Kolomna urban district, Kolomna, 140483 Russia); postgraduate student at the department of land reclamation, Federal State Budgetary Scientific Institution "A.N. Kostyakov Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation" (44/2, Bolshaya Akademicheskaya Street, Moscow, 127434 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1052-0125>, vlad.travkin.1992@mail.ru

Evgeny Yu. Evseev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Technical Systems, Theory and Methodology of Educational Processes at the State Social and Humanitarian University (30, Zelenaya Street, Kolomna, 140411 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6133-2661>, evseev.evgeniy.1995@mail.ru

Alina R. Travkina, master's student at the faculty of technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev" (1, Kostycheva Street, Ryazan, 390044 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0770-4292>, gimazova.a@bk.ru

Igor V. Malko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical Systems, Theory and Methodology of Educational Processes, State University of Higher Education, State University of Social Sciences and Humanities (30 Zelenaya str., Kolomna, 140411, Russia) ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9128-6975>, centorion@yandex.ru

Аннотация. В статье определено, что овощеводство является одним из важных и высокотехнологичных направлений сельского хозяйства. Также выявлено, что наиболее часто для выращивания овощей применяется рассадный метод. При этом для возделывания рассады рекомендуется использовать кассетную технологию в весенних (сезонных) пленочных теплицах с применением орошения. Однако современные стационарные системы, обеспечивающие приемлемое качество дождя, не могут устанавливаться в сезонных теплицах в связи с низкой устойчивостью конструкции. Для решения данной проблемы коллективом авторов ФГБНУ ВНИИ «Радуга» был разработан мобильный шланговый дождеватель на базе существующей установки ДШ-0,6 и произведена оптимизация его параметров для полива овощной кассетной рассады в теплицах, где качественные показатели дождя соответствуют необходимым критериям: коэффициент эффективного полива — не менее 0,7, а средняя интенсивность дождя — не более 0,15 мм/мин. При этом технология

работы предлагаемого шлангового дождевателя остается позиционной, что способствует снижению интенсивности дождя. Вместе с тем работа дождеобразующих устройств, как и методика оценки их качественных показателей, подразумевает перекрытие между поливными позициями в 0,5 диаметра орошаемого круга, что в условиях защищенного грунта критически снижает эффективность полива за счет образования неполиваемых участков. Для устранения имеющихся недостатков было предложено технологическое решение, предполагающее увеличение перекрытия между позициями от 0,5 до 0,7 диаметра. Теоретически это снизит неполиваемую площадь с 20 м² до 4 м² и увеличит коэффициент эффективного полива до 0,74. Для подтверждения эффективности предлагаемого технологического решения были проведены лабораторно-полевые исследования. В результате установлено, что при перекрытии между позициями в 0,7 диаметра орошаемого круга коэффициент эффективного полива составляет 0,72 при средней интенсивности дождя 0,15 мм/мин, что полностью соответствует агротехническим требованиям для полива кассетной рассады.

Abstract. The study establishes that vegetable farming represents one of the most important and technologically advanced sectors of agricultural production. The research confirms that seedling cultivation remains the predominant method for vegetable production. For seedling cultivation, the implementation of cassette technology in seasonal polyethylene greenhouses with irrigation systems is recommended. However, contemporary stationary irrigation systems capable of providing adequate rainfall simulation cannot be installed in seasonal greenhouse structures due to their insufficient structural stability. To address this challenge, researchers from the Federal State Budgetary Scientific Institution "VNII Raduga" developed a mobile hose-type sprinkler system based on the existing DSH-0.6 unit, optimizing its parameters for irrigation of vegetable seedlings in greenhouse cassette systems. The optimized system meets critical rainfall quality parameters: an effective irrigation coefficient of at least 0.7 and average rainfall intensity not exceeding 0.15 mm/min. The proposed sprinkler system maintains positional operation technology,

which contributes to reduced rainfall intensity. Current operational methodologies for rainfall simulation devices and their performance evaluation assume a 0.5 diameter overlap between irrigation positions. Under protected cultivation conditions, this configuration significantly reduces irrigation efficiency due to unirrigated zones. To overcome these limitations, a technological solution was proposed involving an increase in position overlap from 0.5 to 0.7 diameters. Theoretical calculations indicate this modification would reduce unirrigated areas from 20 m² to 4 m² while increasing the effective irrigation coefficient to 0.74. Laboratory and field studies conducted to validate the proposed technological solution demonstrated that a 0.7 diameter position overlap achieves an effective irrigation coefficient of 0.72 with average rainfall intensity of 0.15 mm/min, fully complying with agrotechnical requirements for cassette seedling irrigation.

Ключевые слова: орошение, дождевание, шланговый дождеватель, качественные показатели дождя, коэффициент эффективного полива, равномерность дождя, интенсивность дождя, защищенный грунт, теплица, кассетная рассада.

Keywords: irrigation, sprinkling, hose-type sprinkler, irrigation quality parameters, effective irrigation coefficient, water distribution uniformity, rainfall intensity, protected cultivation, greenhouse, cassette-grown seedlings.

Введение. Продовольственная безопасность России во многом зависит от объёма выращивания сельскохозяйственных культур. При этом одним из важных и высокотехнологичных направлений считается овощеводство. По данным Минсельхоза России, за последние 5 лет валовый сбор овощной продукции в открытом грунте увеличился на 10%, а в защищённом – на 23%. Это обусловлено расширением обрабатываемых площадей, а также внедрением современной сельскохозяйственной и оросительной техники [6].

Для производства овощных культур в открытом грунте чаще всего применяется рассадный метод, при котором молодые растения сначала выращиваются в условиях защищённого грунта, а затем пересаживаются в

открытый. При этом для производства овощной рассады рекомендуется использовать весенние (сезонные) плёночные теплицы, что обеспечивает лучшую приживаемость растений по сравнению с зимними (круглогодичными) теплицами [8].

Кроме того, наиболее распространённой технологией возделывания рассады является кассетная. Она способствует эффективному использованию пространства теплиц, автоматизации процессов на всех этапах вегетации и экономии семенного материала по сравнению с грунтовым или горшочным способами [10,16].

Как известно, для успешного производства овощной рассады необходимо обеспечение качественного почвосберегающего полива, при котором показатели дождя должны соответствовать следующим критериям: коэффициент эффективного полива – не менее 0,7, а средняя интенсивность дождя – не более 0,15 мм/мин. Такие параметры исключают повреждение растений дождевыми каплями. Однако современные стационарные системы, обеспечивающие необходимые показатели полива, применимы только в зимних теплицах, обладающих более прочной и устойчивой конструкцией [4, 9].

Для решения данной проблемы во ФГБНУ ВНИИ «Радуга» был разработан мобильный шланговый дождеватель на базе дождевальной установки ДШ-0,6, а также проведена оптимизация его параметров. Это позволило получить необходимые качественные показатели полива для овощной кассетной рассады в теплицах (рисунок 1).

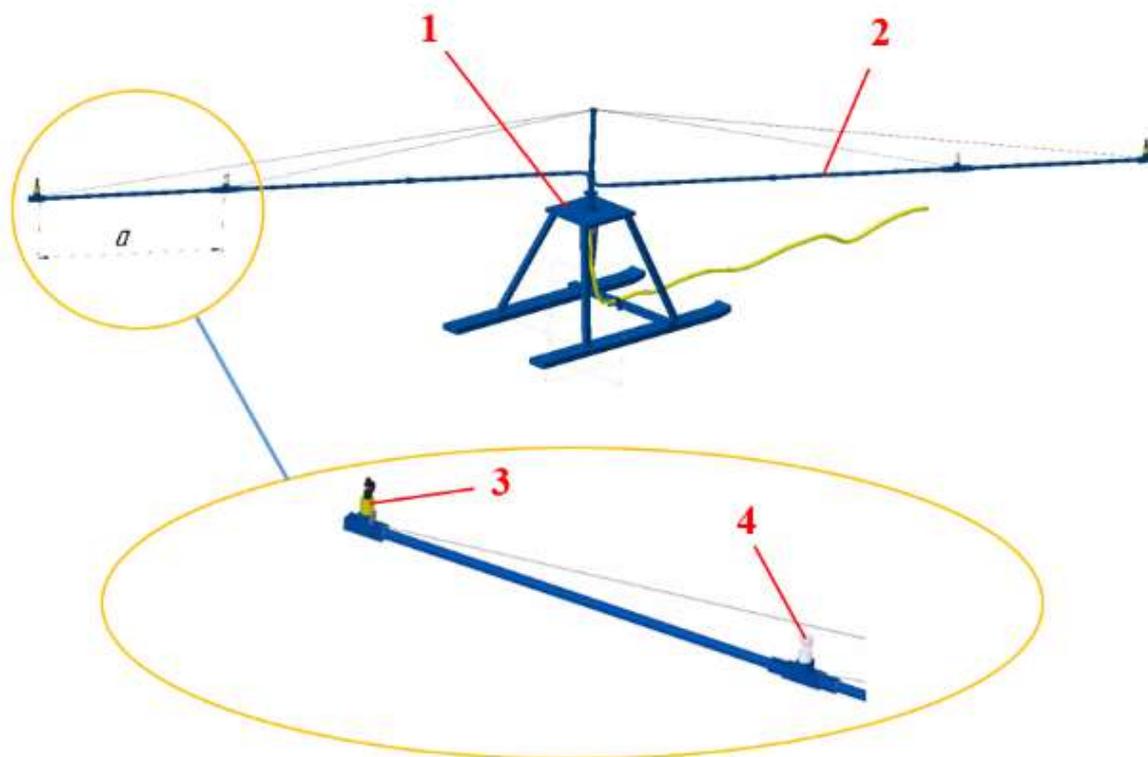


Рисунок 1 – Общий вид мобильного шлангового дождевателя для теплиц
 1 – опорное основание; 2 – дождевательные крылья; 3 – концевые насадки кругового действия; 4 – реактивные насадки секторного действия; a – расстояние между насадками кругового и секторного действия

Разработанный мобильный шланговый дождеватель, как и установка ДШ-0,6, работает по позиционному принципу, осуществляя полив последовательным перемещением с одной позиции на другую. Однако существующая дождевальная техника предполагает расстояние между позициями не менее 0,5 диаметра орошаемого круга, что приводит к образованию неполиваемых участков в условиях защищенного грунта и критическому снижению эффективности полива.

Для устранения этих недостатков была предложена усовершенствованная технология перемещения, предусматривающая увеличение перекрытия между позициями до 0,7 диаметра орошаемого круга. Что, согласно теоретическим исследованиям, позволит сократить площадь неполиваемых участков с 20 м^2 до 4 м^2 и повысить коэффициент эффективного полива до 0,74. Однако для оценки

эффективности предложенных технических решений требуется проведение лабораторно-полевых исследований с определением качественных показателей дождя в соответствии с утвержденными методиками [5,7,14].

Цель и задачи исследования. Целью исследования является оценка эффективности предлагаемых технических решений посредством определения качественных показателей полива шлангового дождевателя в условиях защищенного грунта.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить качественные показатели дождя (интенсивность и коэффициент эффективного полива) шлангового дождевателя в лабораторно-полевых условиях;

2. Установить экспериментальные зависимости влияния предлагаемой технологии работы шлангового дождевателя (с увеличением перекрытия до 0,7 диаметра орошаемого круга) на коэффициент эффективного полива и площадь неполиваемых участков.

Материалы и методы. Оценка качественных показателей полива шлангового дождевателя проводилась в соответствии с методикой СТО АИСТ 11.1-2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей». При этом следует учитывать, что стандартная методика предусматривает для дождевальных установок позиционного действия оценку эффективности полива между тремя смежными позициями с расстоянием 0,5 диаметра орошаемого круга. В нашем случае при перекрытии 0,7 диаметра такой подход не обеспечивает необходимой достоверности результатов, поэтому было принято решение проводить оценку на делянке аналогичных размеров, но с увеличением количества позиций для полного покрытия орошаемой площади [3, 15].

Лабораторно-полевые исследования проводились в блочной пленочной теплице с расстоянием между опорными столбами 7,5×7,5 м. Шланговый дождеватель подключался к централизованной системе водоснабжения теплицы.

Регулирование и контроль напора осуществлялись с помощью манометра, установленного на входе в дождеватель (рисунок 2) [1,6,11].



Рисунок 2 – Оценка качественных показателей полива мобильного шлангового дождевателя в пленочных теплицах

1 – дождеватель; 2 – дождемер; 3 – подающий шланг

Для оценки интенсивности полива дождемеры устанавливали на делянке 9×9 м с шагом $1,5 \times 1,5$ м, что соответствовало радиусу полива шлангового дождевателя 4,5 м при рабочем давлении 0,15 МПа. Полив на каждой позиции продолжался 60 минут, после чего дождеватель перемещали на следующую позицию. Объем воды в дождемерах измеряли мерным цилиндром с точностью ± 5 мл. Минимальный уровень заполнения дождемеров составлял 80% от их объема. Полученные данные использовали для расчета интенсивности дождя и оценки равномерности полива (рисунок 3) [2, 12, 13].

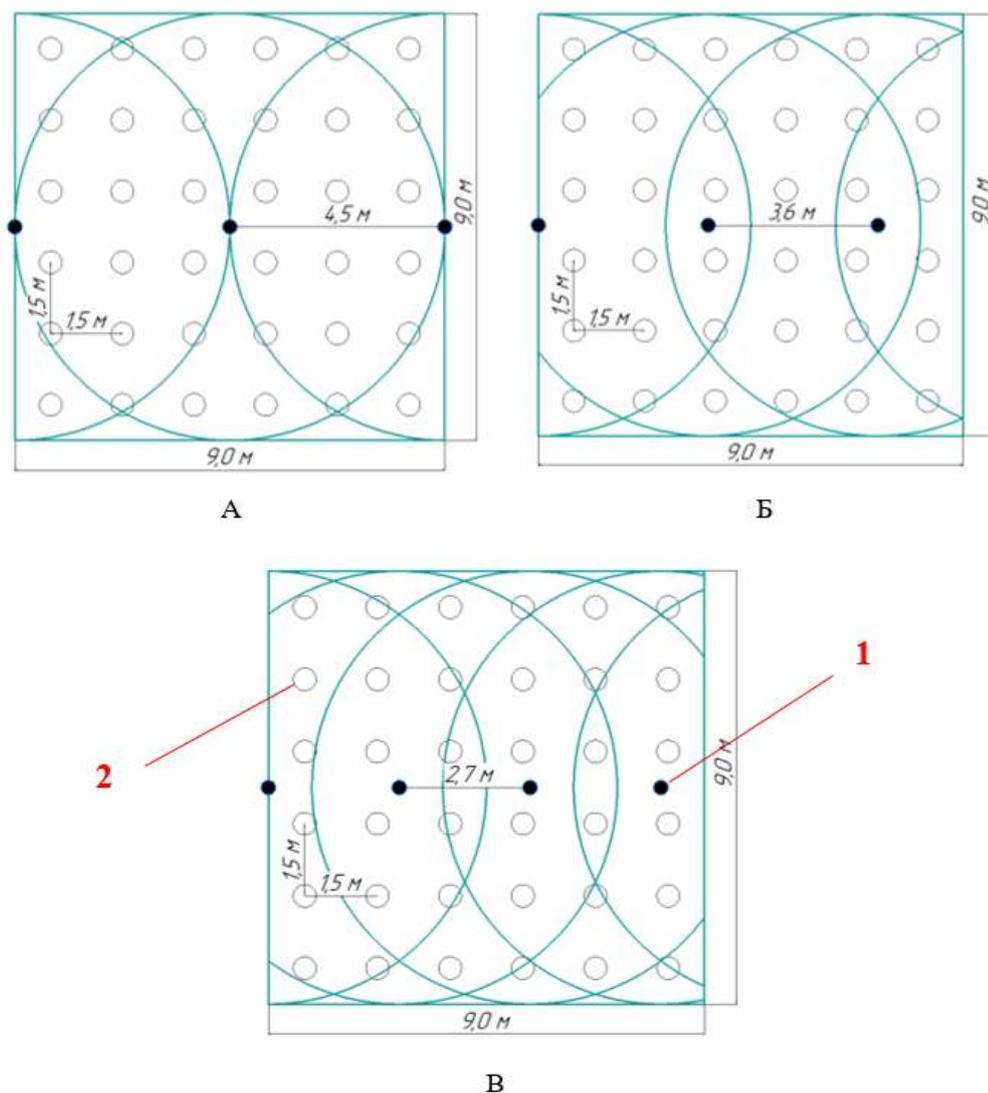


Рисунок 3 – Схема опыта по оценке качественных показателей дождя

1 - поливная позиция; 2 – дождемер

А – 0,5d; Б – 0,6d; В – 0,7d

Интенсивность дождя ρ_{po} , мм/мин по дождемеру вычисляли по формуле:

$$\rho_{po} = \frac{10 \times V_i}{S_d \times t_d}, \text{ где} \quad (1)$$

V_i – объем воды по дождемеру, см³;

S_d – приемная площадь дождемера, см²;

t_d – продолжительность заполнения i -го дождемера, мин.

На основе полученных данных были построены частотные графики распределения дождя и рассчитана средняя интенсивность (ρ_{cp}). Эффективно

политая площадь определялась по показаниям дождемеров, где величина осадков находилась в диапазоне $\pm 25\%$ от среднего значения.

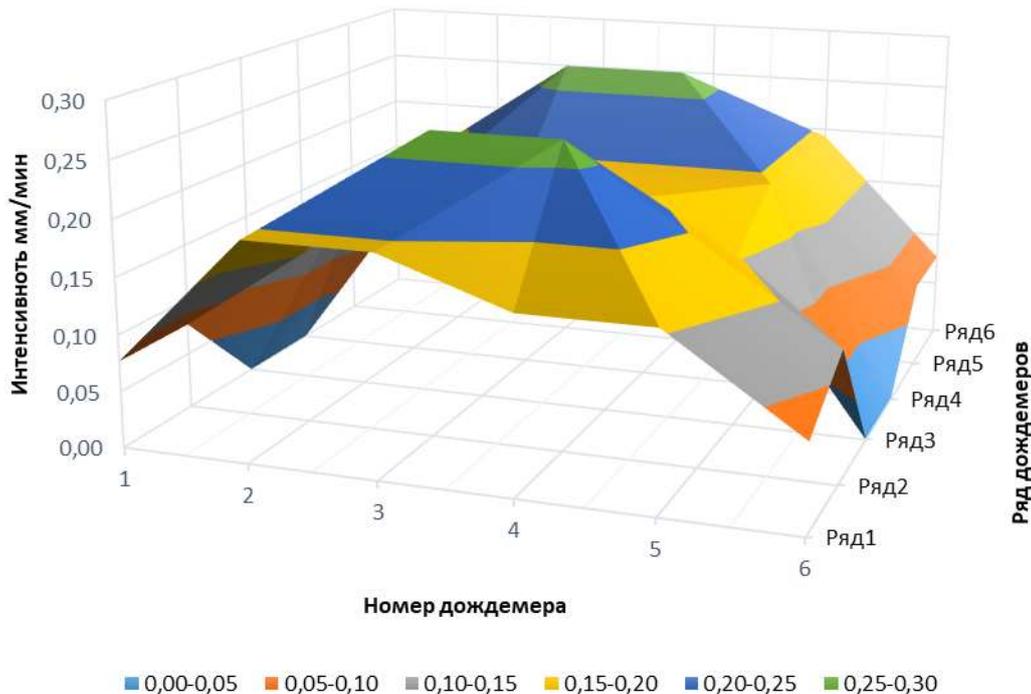
В последующем коэффициент эффективного полива ($K_{эф.п}$) определялся по формуле:

$$K_{эф.п} = \frac{S_{эф.}}{S_{об.}}, \text{ где} \quad (2)$$

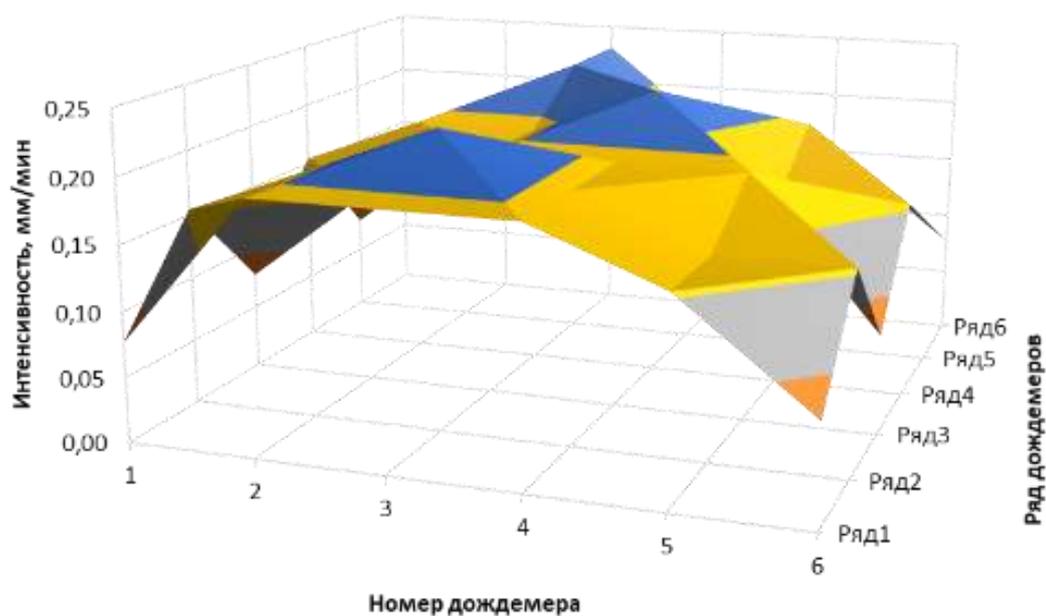
$S_{эф.}$ – площадь эффективного полива, m^2 ;

$S_{об.}$ – общая поливная площадь, m^2 .

Результаты и обсуждение. В ходе проведённых исследований были получены поверхностные графики интенсивности дождя по рядам дождемеров при различном перекрытии площади полива (рисунок 4).

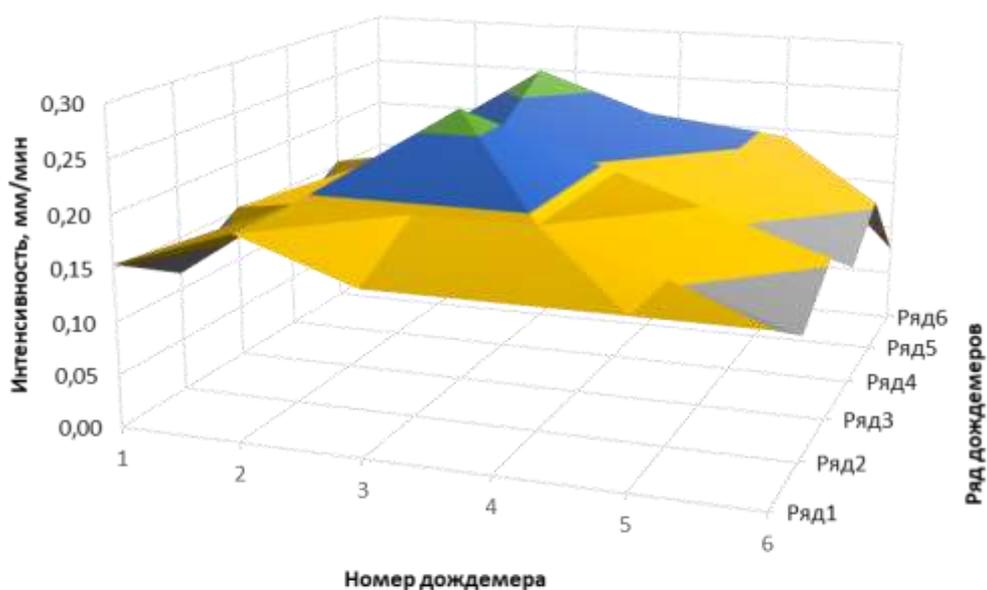


А



■ 0,00-0,05 ■ 0,05-0,10 ■ 0,10-0,15 ■ 0,15-0,20 ■ 0,20-0,25

Б



■ 0,00-0,05 ■ 0,05-0,10 ■ 0,10-0,15 ■ 0,15-0,20 ■ 0,20-0,25 ■ 0,25-0,30

В

а – 0,5 d; б – 0,6 d; в – 0,7 d

Рисунок 4 – Поверхностные графики интенсивности дождя при перекрытии

Для расчета коэффициента эффективного полива ($K_{эф.п}$) использовались частотные графики, построенные по результатам исследований. Графики

отражают распределение случаев эффективного, недостаточного и избыточного полива (рисунок 5).

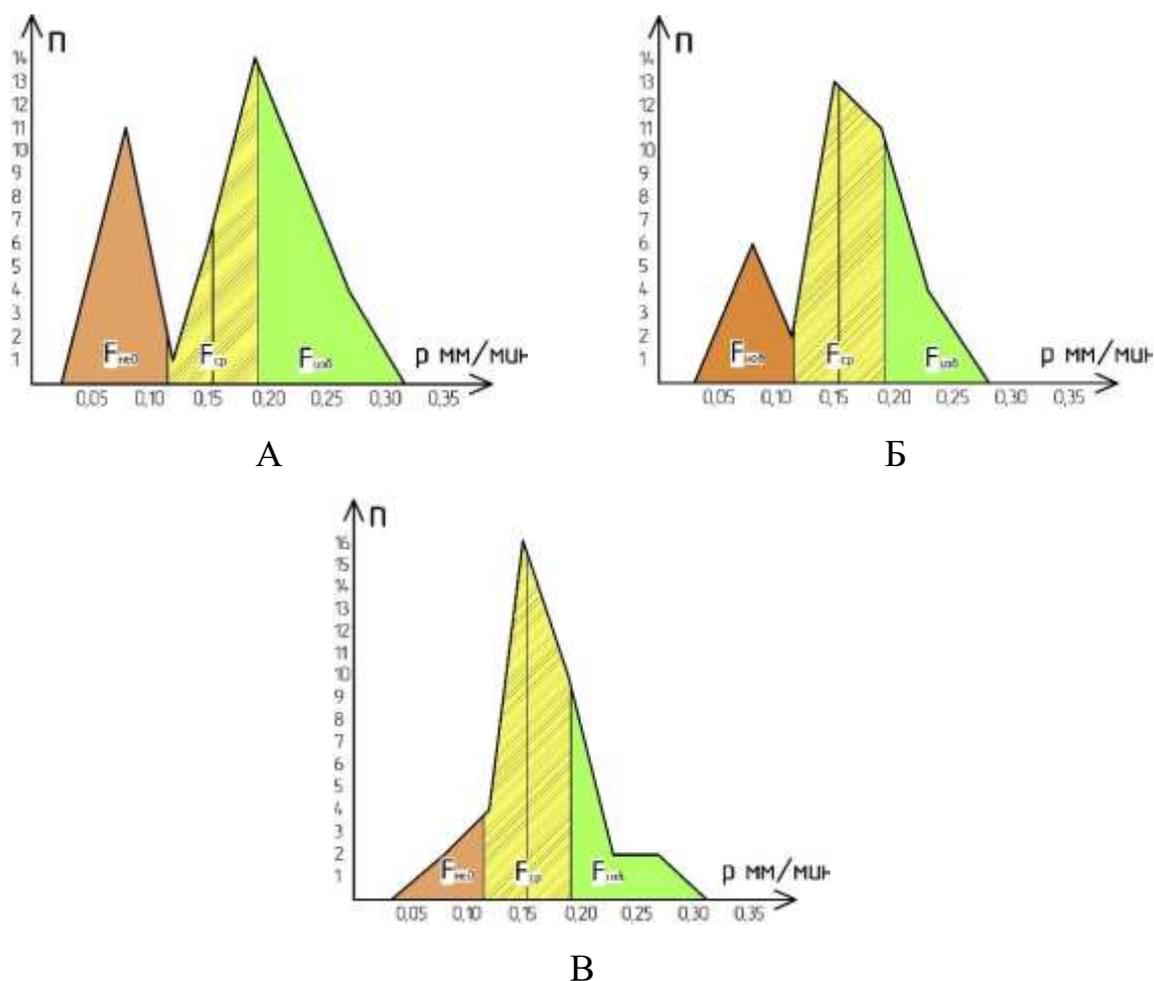


Рисунок 5 – Частотные графики равномерности распределения дождя по орошаемой площади при перекрытии
а – 0,5d; б – 0,6d; в – 0,7d

Анализ графических данных показывает, что при перекрытии 0,7 диаметра орошаемого круга (расстояние между позициями 2,7 м) достигаются следующие показатели: 26 случаев эффективного полива, 4 случая недостаточного полива и 6 случаев избыточного полива. Коэффициент эффективного полива при этом составил 0,72, что существенно выше значения 0,55, полученного при перекрытии 0,5 диаметра (расстояние между позициями 4,5 м).

На основе экспериментальных данных построен график зависимости коэффициента эффективного полива ($K_{эф.п}$) и площади неполиваемых участков

($S_{\text{неп.}}$) от степени перекрытия (x/d), представленный на рисунке 6. Полученные математические зависимости отражены в формулах 3 и 4.

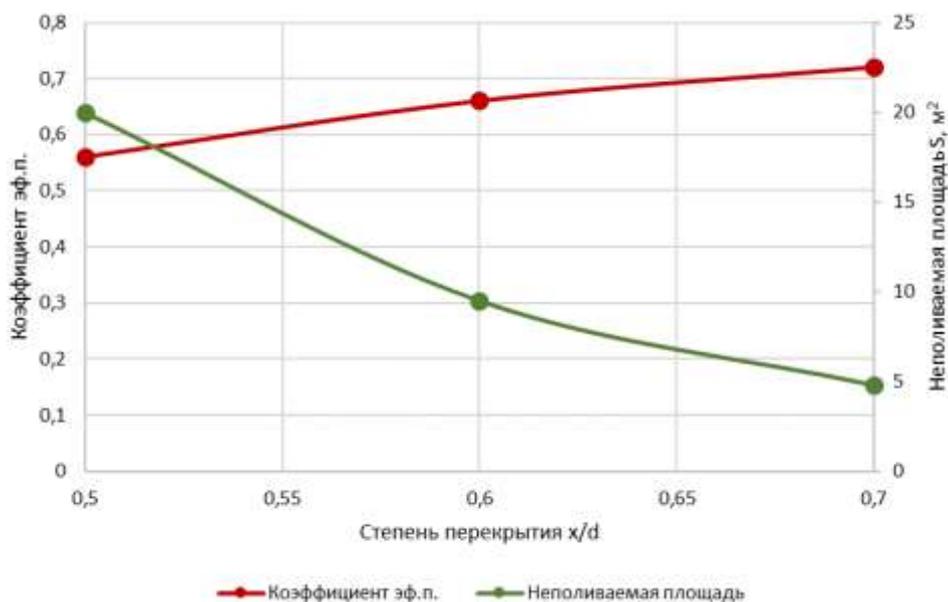


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента эффективного полива ($K_{\text{эф.п}}$) и неполиваемой площади ($S_{\text{неп.}}$) от степени перекрытия (x/d)

$$K_{\text{эф. п.}} = 0,4777 \ln\left(\frac{x}{d}\right) + 0,8952, R^2 = 0,991 \quad (3)$$

$$S_{\text{неп.}} = 701,51 e^{-7,136(x/d)}, R^2 = 0,9994 \quad (4)$$

Из графика видно, что коэффициент эффективного полива при увеличении перекрытия между позициями от 0,5 до 0,7 диаметра возрастает с 0,55 до 0,72 или на 31%.

Выводы. 1. В ходе лабораторно-полевых исследований установлено, что при перекрытии между поливными позициями шлангового дождевателя 0,7 диаметра орошаемого круга коэффициент эффективного полива ($K_{\text{эф.п}}$) составляет 0,72 при средней интенсивности дождя ($\rho_{\text{ср}}$) 0,15 мм/мин, что полностью соответствует агротехническим требованиям для полива кассетной рассады в теплицах.

2. Экспериментально подтверждено, что увеличение степени перекрытия от 0,5 до 0,7 диаметра повышает коэффициент эффективного полива с 0,55 до 0,72 и сокращает неполиваемую площадь с 20 м² до 4 м².

Литература

1. Евсеев, Е. Ю. Повышение эффективности применения многофункциональной машины на склоновых площадях / Е. Ю. Евсеев // Нива Поволжья. – 2023. – № 2(66). – DOI 10.36461/NP.2023.66.2.005. – EDN JDPNNM.
2. Нино, Т. П. 277. СТО АИСТ 11. 1-2010. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей: СТО АИСТ 11. 1-2010.-Москва, 2012.-54 с.-(Стандарт организации). Шифр *Росинформагротех / Т. П. Нино // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2013. – № 1. – С. 277.
3. Оценка почвосохранивающей технологии шланговым дождевателем при поливе кассетной рассады в защищенном грунте / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев, А. Р. Травкина // International Agricultural Journal. – 2025. – Т. 68, № 2. – DOI 10.55186/25880209_2025_9_2_2.
4. Патент № 2672313 С2 Российская Федерация, МПК А01G 25/02. Дождевальная установка : № 2017109826 : заявл. 24.03.2017 : опубл. 13.11.2018 / А. И. Рязанцев, Г. В. Ольгаренко, Н. А. Мищенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга" (ФГБНУ ВНИИ "Радуга").
5. Патент на полезную модель № 227062 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. Дождевальная установка для теплиц : № 2024113866 : заявл. 22.05.2024 : опубл. 04.07.2024 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".
6. Патент на полезную модель № 229619 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. Дождевальная установка для теплиц с кассетной рассадой : № 2024126181 : заявл. 05.09.2024 : опубл. 16.10.2024 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-

исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

7. Патент на полезную модель № 230448 U1 Российская Федерация, МПК A01G 9/24, A01G 25/09. Дождевальная установка для теплиц : № 2024127532 : заявл. 18.09.2024 : опубл. 04.12.2024 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, В. С. Травкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

8. Перспективные методы и эксплуатационные особенности технических систем орошения сельскохозяйственных угодий для условий Рязанской области / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, В. Н. Мальчиков, Д. С. Мельничук // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 280-283.

9. Рекомендации по применению низконапорного дождевателя для орошения рассады овощных культур / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. И. Рязанцев [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – 36 с.

10. Рязанцев, А. И. Дождевальная система для полива кассетной рассады овощных культур в закрытом грунте / А. И. Рязанцев, Н. Н. Егорова // Вестник Коломенского государственного педагогического института. – 2009. – № 1(7). – С. 135-139.

11. Рязанцев, А. И. К вопросу агрегатирования дождевальной установки в теплице с кассетной рассадой / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев //

Повышение эффективности использования и экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения в условиях мелиорации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ВНИИМЗ, посвященной 50-летию освоения Нечерноземной зоны, Тверь, 30 сентября 2024 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2024. – С. 325-333.

12. Рязанцев, А. И. Повышение качества полива дождевальной установкой для орошения рассады овощных культур / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 2. – С. 56-60.

13. Рязанцев, А. И. Совершенствование дождевальной системы для полива кассетной рассады овощных культур в теплицах / А. И. Рязанцев, Н. Н. Егорова // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов рязанского государственного агротехнологического университета : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 78-87.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025618710 Российская Федерация. «Расчет расходно-напорных показателей шлангового дождевателя» : заявл. 01.04.2025 : опубл. 07.04.2025 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

15. Совершенствование шлангового дождевателя при поливе рассады овощных культур, выращиваемых кассетным способом в закрытом грунте / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев, О. В. Ануфриева // Природообустройство. – 2025. – № 2. – С. 24-32. – DOI 10.26897/1997-6011-2025-2-24-32.

16. Травкин, В. С. Краткий анализ технических средств полива для кассетной рассады в закрытом грунте и направление их совершенствования / В. С. Травкин, А. И. Рязанцев, Е. Ю. Евсеев // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 2. – С. 83-90.

References

1. Evseev, E.Yu. (2023). Povyshenie effektivnosti primeneniya mnogofunktional'noy mashiny na sklonovykh ploshchadyakh [Improving the efficiency of multifunctional machinery use on sloping lands]. Niva Povolzh'ya [Volga Farmland], no. 2(66). DOI: 10.36461/NP.2023.66.2.005. EDN: JDPPNM.
2. Nino, T.P. (2013). STO AIST 11.1-2010. Ispytaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. Mashiny i ustanovki dozhdeval'nye. Metody otsenki funktsional'nykh pokazateley [Agricultural machinery testing. Sprinkler machines and installations. Methods for evaluating functional indicators]. Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie APK. Referativnyy zhurnal [Engineering and Technical Support of AIC. Abstract Journal], no. 1, p. 277.
3. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu., Travkina, A.R. (2025). Otsenka pochvosokhrannoy tekhnologii shlangovym dozhdevatelem pri polive kasetnoy rassady v zashchishchennom grunte [Evaluation of soil conservation technology using hose sprinklers for irrigation of plug seedlings in protected cultivation]. International Agricultural Journal, vol. 68, no. 2. DOI: 10.55186/25880209_2025_9_2_2.
4. Ryazantsev, A.I., Olgarenko, G.V., Mishchenko, N.A., et al. (2018). Dozhdeval'naya ustanovka [Sprinkler irrigation system]. Patent No. 2672313 C2, Russian Federation, IPC A01G 25/02. Application No. 2017109826, filed March 24, 2017, published November 13, 2018. Assignee: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga".
5. Ryazantsev, A.I., Turapin, S.S., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). Dozhdeval'naya ustanovka dlya teplits [Sprinkler system for greenhouses]. Patent for Utility Model No. 227062 U1, Russian Federation, IPC A01G 9/24, A01G 25/00. Application No. 2024113866, filed May 22, 2024, published July 4, 2024. Assignee: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga".

6. Ryazantsev, A.I., Turapin, S.S., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). Dozhdeval'naya ustanovka dlya teplits s kassetnoy rassadoy [Sprinkler system for greenhouses with plug seedlings]. Patent for Utility Model No. 229619 U1, Russian Federation, IPC A01G 9/24, A01G 25/00. Application No. 2024126181, filed September 5, 2024, published October 16, 2024. Assignee: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga".

7. Ryazantsev, A.I., Turapin, S.S., Travkin, V.S., et al. (2024). Dozhdeval'naya ustanovka dlya teplits [Sprinkler system for greenhouses]. Patent for Utility Model No. 230448 U1, Russian Federation, IPC A01G 9/24, A01G 25/09. Application No. 2024127532, filed September 18, 2024, published December 4, 2024. Assignee: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga".

8. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Malchikov, V.N., Melnichuk, D.S. (2017). Perspektivnye metody i ekspluatatsionnye osobennosti tekhnicheskikh sistem orosheniya sel'skokhozyaystvennykh ugodiy dlya usloviy Ryazanskoj oblasti [Advanced methods and operational features of irrigation systems for agricultural lands in Ryazan region]. In: Printsipy i tekhnologii ekologizatsii proizvodstva v sel'skom, lesnom i rybnom khozyaystve [Principles and technologies of ecological production in agriculture, forestry and fisheries]. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University, vol. II, pp. 280-283.

9. Byshov, N.V., Borychev, S.N., Ryazantsev, A.I., et al. (2018). Rekomendatsii po primeneniyu nizkonapornogo dozhdevalya dlya orosheniya rassady ovoshchnykh kul'tur [Guidelines for using low-pressure sprinklers for irrigation of vegetable seedlings]. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University. 36 p.

10. Ryazantsev, A.I., Egorova, N.N. (2009). Dozhdeval'naya sistema dlya poliva kassetnoy rassady ovoshchnykh kul'tur v zakrytom grunte [Sprinkler system for irrigation of vegetable plug seedlings in protected cultivation]. Vestnik Kolomenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta [Bulletin of Kolomna State Pedagogical Institute], no. 1(7), pp. 135-139.

11. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). K voprosu agregatirovaniya dozhdeval'noy ustanovki v teplitse s kasetnoy rassadoy [On the issue of integrating sprinkler systems in greenhouses with plug seedlings]. In: Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya i ekologicheskoy bezopasnosti zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v usloviyakh melioratsii [Improving efficiency and environmental safety of agricultural lands under reclamation]. Tver: Tver State University, pp. 325-333.

12. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). Povyshenie kachestva poliva dozhdeval'noy ustanovkoy dlya orosheniya rassady ovoshchnykh kul'tur [Improving irrigation quality with sprinkler systems for vegetable seedlings]. Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], no. 2, pp. 56-60.

13. Ryazantsev, A.I., Egorova, N.N. (2011). Sovershenstvovanie dozhdeval'noy sistemy dlya poliva kasetnoy rassady ovoshchnykh kul'tur v teplitсах [Improvement of sprinkler systems for irrigation of vegetable plug seedlings in greenhouses]. In: Sbornik nauchnykh trudov prepodavateley i aspirantov Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta [Collection of scientific works of teachers and graduate students of Ryazan State Agrotechnological University]. Ryazan, pp. 78-87.

14. Ryazantsev, A.I., Turapin, S.S., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2025). "Raschet raskhodno-napornykh pokazateley shlangovogo dozhdevalya" ["Calculation of flow-pressure parameters for hose sprinklers"]. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2025618710, Russian Federation. Application No. 20250401, filed April 1, 2025, published April 7, 2025. Assignee: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga".

15. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu., Anufrieva, O.V. (2025). Sovershenstvovanie shlangovogo dozhdevalya pri polive rassady ovoshchnykh kul'tur, vyrashchivaemykh kasetnym sposobom v zakrytom grunte [Improvement of hose sprinklers for irrigation of vegetable seedlings grown in plug trays in protected

cultivation]. Prirodoustroystvo [Land Reclamation], no. 2, pp. 24-32. DOI: 10.26897/1997-6011-2025-2-24-32.

16. Travkin, V.S., Ryazantsev, A.I., Evseev, E.Yu. (2024). Kratkiy analiz tekhnicheskikh sredstv poliva dlya kasetnoy rassady v zakrytom grunte i napravlenie ikh sovershenstvovaniya [Brief analysis of irrigation equipment for plug seedlings in protected cultivation and directions for improvement]. Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], no. 2, pp. 83-90.

© Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю., Травкина А.Р., Малько И.В. 2025.
International agricultural journal, 2025, № 3, 922-942.

Для цитирования: Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю., Травкина А.Р., Малько И.В. Оценка технологии полива рассады овощных культур шланговым дождевателем в условиях защищенного грунта // *International agricultural journal*. 2025, №3, 922-942.