

Научная статья

Original article

УДК 338.43

doi: 10.55186/2413046X_2025_10_6_169

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ШЛАНГОВОГО ДОЖДЕВАТЕЛЯ ПРИ ПОЛИВЕ ОВОЩНОЙ
РАССАДЫ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ
ECONOMIC EFFICIENCY OF USING A HOSE SPRINKLER FOR
WATERING VEGETABLE SEEDLINGS IN A PROTECTED GROUND**



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, технологический факультет, 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

Ryazantsev Anatolii Ivanovich, 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

Travkin Vladislav Sergeevich, 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

Evseev Evgenii Yurevich, 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

Travkina Alina Rafikovna, 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

Malko Igor Valerevich, 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 отмечается, что овощные культуры в основном выращиваются рассадным методом в весенних плёночных теплицах. Наиболее распространённой технологией производства при этом является кассетная, с использованием качественного орошения. Поскольку современные поливные рампы неприменимы в условиях весенних теплиц, коллективом авторов ФГБНУ ВНИИ «Радуга» была разработана конструкция и технология полива мобильного шлангового дождевателя. Для внедрения данного оборудования в реальное сельскохозяйственное производство оно должно обладать инвестиционной привлекательностью. В связи с этим необходимо оценить экономическую эффективность предлагаемого технического решения при поливе рассады овощных культур, выращиваемой по кассетной технологии в условиях защищенного грунта. Учитывая, что в весенних теплицах большинства овощеводческих хозяйств уже установлены стационарные трубчатые системы с дождевальными насадками, целесообразно оценивать относительную экономическую эффективность (годовой экономический эффект) в сравнении с существующей системой. Для проведения исследования было выбрано сельскохозяйственное предприятие ООО «Сергиевское» (Коломенский район, Московская область), где тепличный комплекс включал три ангарные теплицы размером 9 × 50 м, в

которых выращивалась рассада белокочанной капусты, а полив осуществлялся с помощью стационарных систем с дефлекторными дождевальными насадками. На основе данных о производительности шлангового дождевателя была разработана технология полива, адаптированная к условиям данного хозяйства. Оценка экономической эффективности проводилась в соответствии с методикой ГОСТ 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки». Установлено, что годовой экономический эффект от внедрения шлангового дождевателя при поливе кассетной рассады в теплицах по сравнению с существующей системой составил 412 187 руб. при сроке окупаемости 35 дней. Внедрение шлангового дождевателя в ООО «Сергиевское» позволило хозяйству увеличить выход товарной продукции на 10–12% с одного модуля теплицы, что подтверждается статистическими данными.

Abstract. The article notes that vegetable crops are mainly grown by the seedling method in spring film greenhouses. The most common production technology in this case is cassette, using high-quality irrigation. Since modern irrigation ramps are not applicable in spring greenhouses, the design and technology of irrigation of a mobile hose sprinkler was developed by the team of authors of the Federal State Budgetary Institution VNIИ Raduga. To implement this equipment in real agricultural production, it must have investment attractiveness. In this regard, it is necessary to evaluate the economic efficiency of the proposed technical solution for watering vegetable seedlings grown using cassette technology in protected soil conditions. Considering that stationary tubular systems with sprinkler nozzles have already been installed in the spring greenhouses of most vegetable farms, it is advisable to assess the relative economic efficiency (annual economic effect) in comparison with the existing system. The agricultural enterprise Sergievskoye LLC (Kolomenskoye district, Moscow Region) was selected for the study, where the greenhouse complex included three 9x50 m hangar greenhouses in which cabbage seedlings were grown, and irrigation was carried out using stationary systems with deflector sprinkler nozzles. Based on the

data on the performance of the hose sprinkler, irrigation technology has been developed, adapted to the conditions of this farm. The economic efficiency assessment was carried out in accordance with the methodology of GOST 53056-2008 "Agricultural machinery. Methods of economic assessment". It was found that the annual economic effect of the introduction of a hose sprinkler when watering cassette seedlings in greenhouses, compared with the existing system, amounted to 412,187 rubles. with a payback period of 35 days. The introduction of a hose sprinkler in Sergievskoye LLC allowed the farm to increase the yield of marketable products by 10-12% from one module of the greenhouse, which is confirmed by statistical data.

Ключевые слова: орошение, дождевание, шланговый дождеватель, экономическая эффективность, годовой экономический эффект, срок окупаемости, защищенный грунт, теплица, кассетная рассада

Keywords: irrigation, sprinkling, hose-type sprinkler, economic efficiency, annual economic effect, payback period, protected cultivation, greenhouse, cassette-grown seedlings

Введение. Сельскохозяйственное производство в современной России постоянно совершенствуется. Ежегодно появляются новые технические и технологические решения, способствующие увеличению урожайности, снижению капитальных и трудовых затрат. Важным направлением, регулярно требующим внедрения передовых научных разработок, является овощеводство.

На сегодняшний день самым распространённым методом выращивания овощных культур считается рассадный. Это обусловлено его преимуществами, среди которых: раннее плодоношение, упрощённый контроль условий выращивания, экономия семенного материала, улучшенная приживаемость при пересадке и возможность отбора наиболее сильных растений.

Известно, что эффективное выращивание рассады овощных культур производится в защищённом грунте. В настоящее время большая часть теплиц в России строится в соответствии с рекомендациями по проектированию объектов защищённого грунта РД-АПК 1.10.09.01-14 «Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады». При этом они различаются по следующим основным критериям: конструктивному исполнению (ангарные, блочные и модульные), режиму использования (зимние и весенние) и материалу покрытия (стекло, поликарбонат и плёнка). Стоит отметить, что рассаду овощных культур чаще всего выращивают в весенних плёночных теплицах, так как получаемые в них растения обладают более высокой жизнеспособностью при пересадке [2].

Производство овощной рассады в весенних плёночных теплицах предполагает грунтовую, горшочную или кассетную технологию возделывания. При грунтовом способе семена высаживаются непосредственно в грунт теплицы, однако он применяется крайне редко из-за большого количества недостатков, среди которых сложность пересадки и малое количество растений с 1 м². Устранить эти недостатки способна горшочная технология, предусматривающая размещение каждого растения в отдельную ёмкость (стаканчики, горшки, коробки), но и она уступает более современной кассетной, где рассада высаживается и развивается в отдельно взятой ячейке с дренажным отверстием в основании. Данная технология позволяет выращивать в среднем около 900 растений с 1 м² и автоматизировать большую часть технологических процессов высадки и пересадки [1].

Одним из важнейших элементов технологии выращивания рассады является орошение. Для кассетной технологии обычно применяется дождевание, причём наибольшее распространение получили стационарные системы, в особенности подвесные поливочные рампы. Однако их установка в весенние теплицы затруднена из-за неустойчивой конструкции. Достаточно

популярны и системы микрождевания, где на подвешенных в теплице полиэтиленовых трубопроводах устанавливают распылители и дождевальные насадки, но в условиях низких температур пластиковые соединения обладают ограниченным сроком службы [5, 7].

Описанные недостатки стационарных оросительных систем послужили предпосылкой для разработки мобильных дождевальных установок, способных обеспечивать качественный полив овощной рассады, выращиваемой кассетным способом в весенних плёночных теплицах [3]. При этом предлагаемое оборудование должно не только обеспечивать необходимое качество полива, но и быть экономически эффективным, способствующим увеличению прибыльности агробизнеса по производству овощной товарной продукции.

В связи с этим сотрудниками ФГБНУ ВНИИ "Радуга" был разработан шланговый дождеватель для полива рассады овощных культур, выращиваемой кассетным способом в защищённом грунте (рисунок 1).



Рисунок 1 – Шланговый дождеватель с намоточным устройством
 1 - опорное основание; 2 - дождевальные крылья; 3 - питающий шланг; 4 - реактивные насадки секторного действия; 5 - концевые насадки кругового действия; 6 - барабан для шланга; 7 - мотор редуктор

Орошение шланговым дождевателем осуществляется по принципу сегнерова колеса, где за счёт реактивных сил струй из насадок на дождевальных крыльях происходит их вращение, обеспечивая круговой полив орошаемой площади. Перемещение установки между позициями осуществляется с помощью намоточного устройства, состоящего из шлангового барабана и мотор-редуктора (рисунок 2) [6, 15].

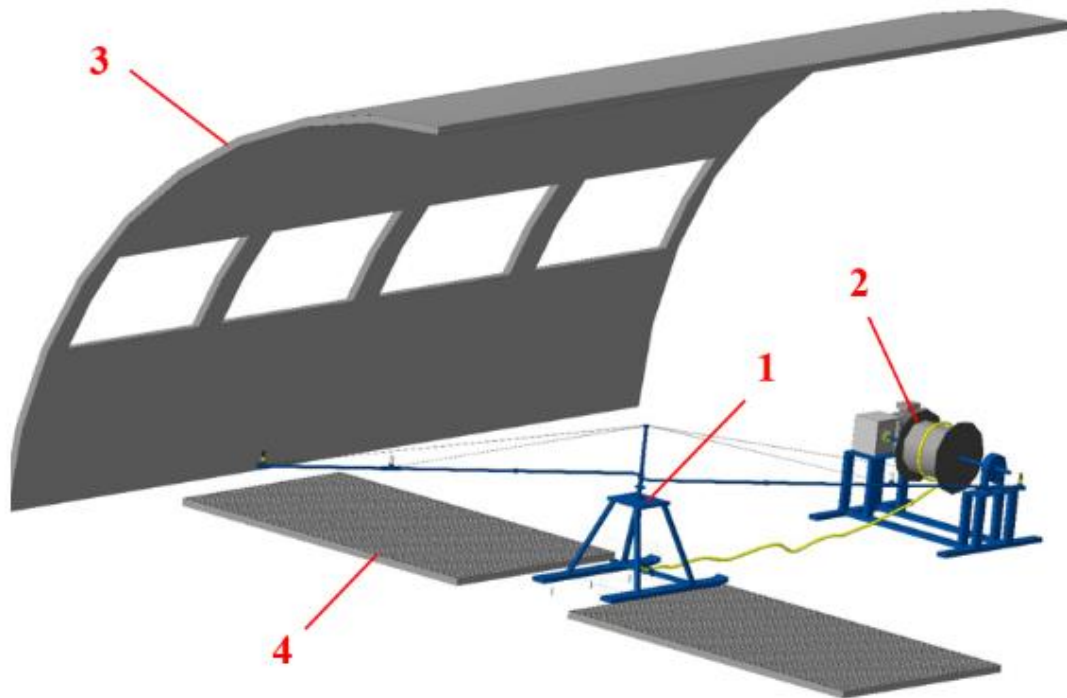


Рисунок 2 – Шланговый дождеватель с намоточным устройством
в теплице с кассетами

1 - шланговый дождеватель; 2 – намоточное устройство; 3 – теплица; 4 –
кассеты

Однако, несмотря на обеспечение необходимых качественных показателей полива шланговым дождевателем, необходимо оценить экономический эффект от его внедрения для орошения овощной кассетной рассады в тепличных предприятиях. Поскольку в некоторых хозяйствах уже используются стационарные системы с полиэтиленовыми трубопроводами, целесообразно проводить расчёт экономической эффективности в сравнении с существующей системой [8, 9, 14].

Цель и задачи исследования. Целью исследования является оценка экономической эффективности шлангового дождевателя при поливе овощной кассетной рассады в весенних плёночных теплицах.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести расчёт годового экономического эффекта от внедрения шлангового дождевателя для полива кассетной рассады в сравнении с существующей системой.
2. Оценить технико-экономический эффект от внедрения шлангового дождевателя в сельскохозяйственном предприятии.

Материалы и методы. Шланговый дождеватель был внедрён в ООО «Сергиевское» Коломенского района Московской области. Предприятие специализируется на выращивании овощных культур в открытом и защищённом грунте. Тепличный комплекс включает три ангарные теплицы стандартной конструкции размером 9×50 м, в которых осуществляется выращивание кассетной рассады белокочанной капусты.

Следует отметить, что в указанных теплицах орошение осуществлялось посредством однотрубной стационарной системы с применением дефлекторных дождевательных насадок секторного действия, схема представлена на рисунке 3 [13].

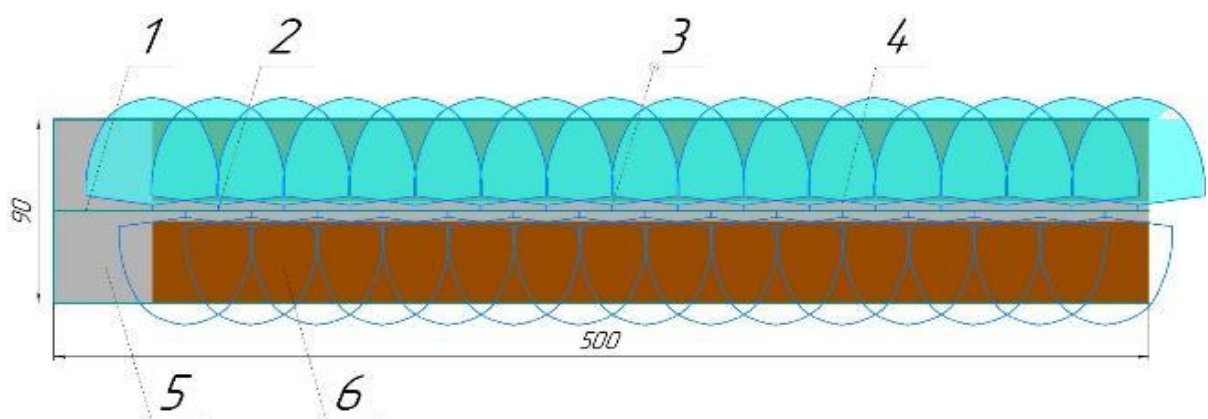


Рисунок 3 – Схема однотрубной системы в теплице при поливе

- 1 – магистральный трубопровод; 2 – поливной трубопровод (патрубок);
3 – дождевательная насадка секторного действия; 4 – технологическая дорога;
5 – техническая площадка; 6 – кассетная рассада

Технология полива при внедрении разрабатывалась на основе показателей производительности шлангового дождевателя, приведённых в таблице 1 [11].

Таблица 1 – Параметры производительности шлангового дождевателя при поливе в теплице

Нормы полива, т л/м ²	Показатели					
	Время полива модуля, Т мин (ч)	Количество обслуживаемых модулей за 8 ч	Производительность дождевателя, W га/ч	Количество позиций в модуле теплицы, N шт.	Время стоянки на одной позиции, t мин	Расход воды на одной стоянке, Q _п л
2,0	102,4 (1,7)	4,7	0,027	16	6,4	53,75
3,0	153,6 (2,5)	3,2	0,018	16	9,6	80,62
4,0	204,8 (3,4)	2,35	0,013	16	12,8	107,5

Согласно агротехническим требованиям, для орошения рассады капусты рекомендуется норма полива 3 л/м². При такой норме один шланговый дождеватель за сезон способен обеспечить полив трёх тепличных сооружений стандартной конструкции с размерами 9×50 м [4].

Технологическая схема работы предполагала установку дождевателя с намоточным устройством у входа в теплицу, подключение к водопроводу и электросети, а также ручную размотку шланга при перемещении дождевателя к противоположному краю. После этого выполнялся позиционный полив первой теплицы, затем оборудование перемещали в следующую, повторяя весь цикл (рисунок 4).

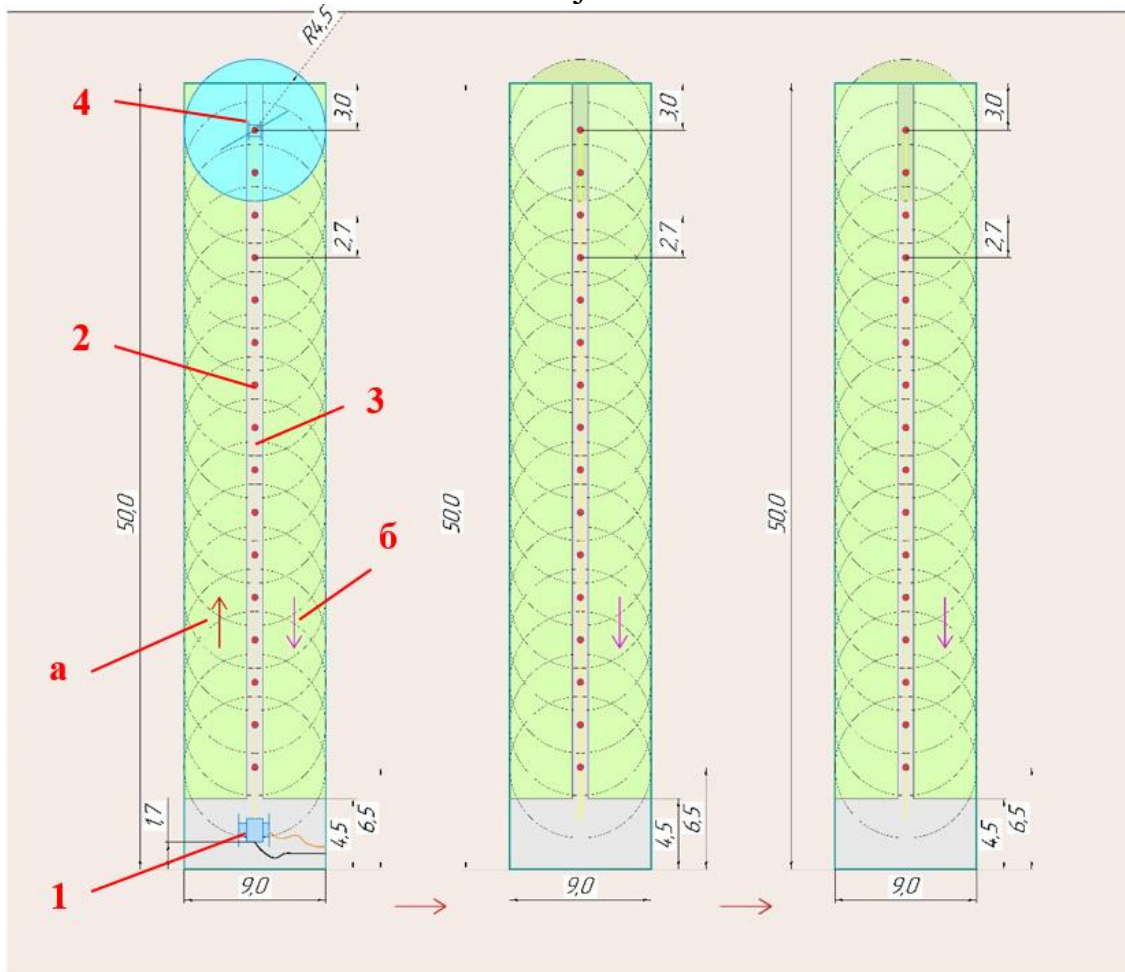


Рисунок 4 – Технологическая схема работы шлангового дождевателя при
норме полива 3 л/м² (3 модуля теплицы)

- 1 – намоточное устройство; 2 – поливная позиция; 3 – шланг;
4 – дождеватель (в работе);
а – движение вручную (размотка, перемещение);
б – движение автоматическое (смотка шланга при поливе)

Оценка годового экономического эффекта от внедрения шлангового дождевателя в сравнении с существующей системой производилась в соответствии с методикой ГОСТ 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки»

Для определения годового экономического эффекта ($\mathcal{E}_Г$) системы применялась формула:

$$\mathcal{E}_Г = ((I_6 + 0,15K_6) - (I_H + 0,15K_H)) \times W_Г, \quad (1)$$

где $I_б$, $I_н$ – эксплуатационные затраты базовой и новой системы, руб.

$K_б$, $K_н$ – капитальные затраты базовой и новой системы, руб.

$W_г$ – годовая выработка новой системы, руб. [10,12]

Для лучшего понимания экономического эффекта дополнительно производился расчет срока окупаемости ($T_{ок}$) через удельные капитальные затраты:

$$T_{ок} = \frac{K_{общ.}}{\varepsilon_г}, \quad (2)$$

где $K_{общ.}$ – общая экономия капитальных затрат, руб/м²

Разница в удельных капитальных затратах базовой и новой системы определялась по формуле:

$$\Delta K_{уд.} = K_{уд.б.} - K_{уд.н.} \quad (3)$$

где $K_{уд.б.}$ – удельные капитальные затраты базовой системы, руб/м²;

$K_{уд.н.}$ – удельные капитальные затраты новой системы, руб/м²;

$$\Delta K_{общ.} = \Delta K_{уд.} \cdot S_{нов.} \quad (4)$$

где $S_{нов.}$ – площадь обслуживания новой системы, м²

Результаты и обсуждение. Имеющиеся технико-экономические показатели новой и базовой систем сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Техничко – экономические показатели новой и базовой системы

Показатели	Шланговый дождеватель		Стационарная дождевальная система	
	50 000	Прейскурант	30 000	Прейскурант
Цена системы, руб	50 000	Прейскурант	30 000	Прейскурант
Годовая загрузка, ч	400	Данные производственных испытаний	400	Данные производственных испытаний
Обслуживающий персонал, чел. оператор	1	Технические условия	1	Технические условия
Площадь обслуживания, м ²	1350	-	450	-
Тарифная ставка оператора, руб./ч	500	Нормативно – справочный материал	500	Нормативно – справочный материал
Эксплуатационные издержки				
Амортизационные отчисления (12,5 %),	4,63	$A = \frac{50000 \times 12,5}{100 \times 1350}$	7,9	$A = \frac{30000 \times 12,5}{100 \times 450}$

Показатели	Шланговый дождеватель		Стационарная дождевальная система	
руб./ м ²				
Отчисления на ремонт (6 %) руб/м ²	2,23	$A = \frac{50000 \times 6}{100 \times 1350}$	4,0	$A = \frac{30000 \times 6}{100 \times 450}$
Издержки на з./плату, руб. оператор	148,15	$z = \frac{500 \times 400 \times 1}{1350}$	444	$z = \frac{500 \times 400 \times 1}{450}$
Итого издержки на эксплуатацию, руб	155,01	-	455,9	-
Удельные капитальные затраты по вариантам, руб/м ²	15,24	-	44,8	-

Согласно расчёту, годовой экономический эффект от внедрения шлангового дождевателя в сезонные теплицы ООО «Сергиевское» по сравнению с существующей системой составил 412 187,4 руб. со сроком окупаемости 35 дней.

Акт внедрения с ООО «Сергиевское» был подписан 27 мая 2024 года. Согласно документу, предприятие увеличило выход товарной рассады с модуля теплицы в среднем на 10–12%.

Выводы

1. Годовой экономический эффект от внедрения шлангового дождевателя в весенние плёночные теплицы по сравнению с существующей системой составил 412 187,4 руб. при сроке окупаемости 35 дней.
2. Внедрение шлангового дождевателя для полива кассетной рассады капусты в ООО «Сергиевское» (Коломенский район, Московская область) позволило увеличить выход товарной продукции на 10–12% с одного тепличного модуля.

Список источников

1. Булгаков, Д. В. Методика расчета систем капельного орошения для выращивания перца и баклажан в условиях природно-климатической зоны Московской области / Д. В. Булгаков, Д. А. Лебедев, В. С. Травкин //

Экология и строительство. – 2022. – № 3. – С. 14-23. – DOI 10.35688/2413-8452-2022-03-002.

2. Нино, Т. П. 14. РД-АПК 1. 10. 09. 01-14. Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады: РД-АПК 1. 10. 09. 01-14/ Виноградов П.Н.- Москва: Росинформагротех, 2014.-III, 103 С.-(система рекомендательных документов агропромышленного комплекса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации). Шифр *Росинформагротех / Т. П. Нино // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2015. – № 1. – С. 14.

3. Оценка почвосохранной 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. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Сорокин, Н. Т. Методика оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники / Н. Т. Сорокин, А. Т. Табашников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 2. – С. 41-44.

11. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки по ГОСТ Р 53056-2008 // Справочник. Инженерный журнал. – 2009. – № 8(149). – С. 52-58.

12. Тишанинов, Н. П. Анализ стандартных методов оценки эффективности сельскохозяйственной техники / Н. П. Тишанинов // Наука в центральной России. – 2022. – № 3(57). – С. 60-69. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-3-60-69.

13. Травкин, В. С. Для чего необходимо орошение, его виды. Преимущества конструкции шланговых дождевателей барабанного типа Irrimes / В. С. Травкин, А. И. Рязанцев // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции,

Рязань, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 300-304.

14. 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.

15. Шланговые дождеватели для полива малых площадей / А. И. Рязанцев, А. Н. Зазуля, Л. К. Козлова [и др.] // Наука в центральной России. – 2024. – № 6(72). – С. 64-74. – DOI 10.35887/2305-2538-2024-6-64-74.

References

1. Bulgakov, D.V., Lebedev, D.A., Travkin, V.S. (2022). Metodika rascheta sistem kapel'nogo orosheniya dlya vyrashchivaniya pertsy i baklazhan v usloviyakh prirodno-klimaticheskoy zony Moskovskoy oblasti [Methodology for designing drip irrigation systems for growing peppers and eggplants in the climatic conditions of the Moscow region]. *Ekologiya i stroitel'stvo* [Ecology and Construction], no. 3, pp. 14-23. DOI: 10.35688/2413-8452-2022-03-002.
2. Nino, T.P. (2015). *RD-APK 1.10.09.01-14. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu teplits i teplichnykh kombinatov dlya vyrashchivaniya ovoshchey i rassady* [Guidelines for technological design of greenhouses and greenhouse complexes for vegetable and seedling production]. *Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie APK. Referativnyy zhurnal* [Engineering and Technical Support of AIC. Abstract Journal], no. 1, p. 14.
3. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu., Travkina, A.R. (2025). Otsenka pochvosokhrannoy tekhnologii shlangovym dozhdevatelem pri polive kassetnoy rassady v zashchishchennom grunte [Assessment of soil-conservation technology using hose sprinklers for irrigating plug seedlings in protected cultivation]. *International Agricultural Journal*, vol. 68, no. 2. DOI: 10.55186/25880209_2025_9_2_2.

4. 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 low-pressure sprinkler irrigation of vegetable seedlings]. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Ryazan State Agrotechnological University. Ryazan: RGATU. 36 p.
5. Ryazantsev, A.I., Egorova, N.N. (2009). Dozhdeval'naya sistema dlya poliva kassetnoy rassady ovoshchnykh kul'tur v zakrytom grunte [Sprinkler system for irrigating plug seedlings of vegetable crops in protected ground]. Vestnik Kolomenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta [Bulletin of Kolomna State Pedagogical Institute], no. 1(7), pp. 135-139.
6. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). K voprosu agregatirovaniya dozhdeval'noy ustanovki v teplitse s kassetnoy rassadoy [On the integration of sprinkler systems in greenhouses for plug seedling irrigation]. In: Povysheenie effektivnosti ispol'zovaniya i ekologicheskoy bezopasnosti zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v usloviyakh melioratsii [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference on Land Reclamation]. Tver: Tver State University, pp. 325-333.
7. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu. (2024). Povysheenie kachestva poliva dozhdeval'noy ustanovkoy dlya orosheniya rassady ovoshchnykh kul'tur [Improving irrigation quality of sprinkler systems for vegetable seedlings]. Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], no. 2, pp. 56-60.
8. Ryazantsev, A.I., Egorova, N.N. (2011). Sovershenstvovanie dozhdeval'noy sistemy dlya poliva kassetnoy rassady ovoshchnykh kul'tur v teplitsakh [Optimization of sprinkler systems for plug seedling irrigation in greenhouses]. In: Sbornik nauchnykh trudov prepodavateley i aspirantov RGATU [Proceedings of RGATU Scientific Conference]. Ryazan, pp. 78-87.
9. Ryazantsev, A.I., Travkin, V.S., Evseev, E.Yu., Anufrieva, O.V. (2025). Sovershenstvovanie shlangovogo dozhdevalya pri polive rassady ovoshchnykh kul'tur, vyrashchivaemykh kassetnym sposobom v zakrytom grunte [Enhancement of hose sprinklers for irrigating plug-grown vegetable seedlings]. Prirodoustroystvo [Land Reclamation], no. 2, pp. 24-32. DOI: 10.26897/1997-6011-2025-2-24-32.

10. Sorokin, N.T., Tabashnikov, A.T. (2015). Metodika otsenki ekonomicheskoy effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Methods for assessing economic efficiency of agricultural machinery]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii [Agricultural Machinery and Technologies], no. 2, pp. 41-44.
11. Tekhnika sel'skokhozyaystvennaya. Metody ekonomicheskoy otsenki po GOST R 53056-2008 [Agricultural machinery. Economic evaluation methods according to GOST R 53056-2008]. (2009). Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal [Handbook. Engineering Journal], no. 8(149), pp. 52-58.
12. Tishaninov, N.P. (2022). Analiz standartnykh metodov otsenki effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Analysis of standard methods for evaluating agricultural machinery efficiency]. Nauka v tsentral'noy Rossii [Science in Central Russia], no. 3(57), pp. 60-69. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-3-60-69.
13. Travkin, V.S., Ryazantsev, A.I. (2017). Dlya chego neobkhodimo oroshenie, ego vidy. Preimushchestva konstruktсии shlangovykh dozhdevateley barabannogo tipa Irrimec [Purposes and types of irrigation. Advantages of Irrimec hose reel sprinklers]. In: Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy... [Proceedings of the International Conference on Environmental Technologies in AIC]. Ryazan: RGATU, vol. 2, pp. 300-304.
14. Travkin, V.S., Ryazantsev, A.I., Evseev, E.Yu. (2024). Kratkiy analiz tekhnicheskikh sredstv poliva dlya kassetnoy rassady v zakrytom grunte i napravlenie ikh sovershenstvovaniya [Review of irrigation technologies for plug seedlings in protected cultivation and improvement strategies]. Vestnik meliorativnoy nauki [Bulletin of Reclamation Science], no. 2, pp. 83-90.
15. Ryazantsev, A.I., Zazulya, A.N., Kozlova, L.K., et al. (2024). Shlangovye dozhdevali dlya poliva malykh ploshchadey [Hose sprinklers for small-scale irrigation]. Nauka v tsentral'noy Rossii [Science in Central Russia], no. 6(72), pp. 64-74. DOI: 10.35887/2305-2538-2024-6-64-74.

© *Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю., Травкина А.Р., Малько И.В.* 2025.

Московский экономический журнал, 2025, № 6.