

Оригинальная статья

УДК 631.674.6 (470.0)

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-32-40>

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ МОЛОДОГО ВИШНЕВОГО САДА НА ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРУЮЩИХСЯ КОНТУРОВ УВЛАЖНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Н.Н. Дубенок¹, А.В. Гемонов², Е.С. Калмыкова³, А.В. Зубков⁴^{1, 2, 3, 4} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова; г. Москва, Российская Федерация¹ndubenok@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0002-9059-9023²agemonov@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0002-2561-8179³kalmukova.es@rgau-msha.ru; ORCID: 0009-0006-6951-030X⁴azubkov@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0003-2410-152X

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних исследований влияния режима капельного орошения молодого вишневого сада на параметры формирующихся контуров увлажнения и развитие корневой системы в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья. Целью исследований являлось установление зависимости геометрических характеристик контуров увлажнения и объема корневой системы от диапазона поддерживаемой влажности почвы (60-80, 70-90, 80-100% НВ) и обоснование оптимального режима орошения. В ходе исследований проведен анализ пространственного распределения влажности почвы в подкапельном пространстве, определены глубина и ширина контуров увлажнения, а также динамика объема корневой системы в 2023-2025 гг. Установлено, что с увеличением предполивного порога влажности возрастает глубина промачивания (до 50-60 см), расширяется горизонтальное распространение влаги и увеличивается объем почвы, поддерживаемый в диапазоне 70-90% НВ. Наибольший объем корневой системы зафиксирован при режиме 80-100% НВ (до 1294 см³ в 2025 г.), тогда как при отсутствии орошения показатели были минимальными. Статистическая обработка результатов методом дисперсионного анализа показала достоверность различий вариантов (НСР_{0,05} составила 25,6-31,1 см³ по годам). Полученные данные свидетельствуют о тесной взаимосвязи режима орошения с формированием корнеобитаемого объема и позволяют рекомендовать режим 70-90% НВ как обеспечивающий оптимальное соотношение глубины и ширины контура при рациональном использовании оросительной воды.

Ключевые слова: контур увлажнения, капельное орошение, молодой вишневый сад, объем корневой системы

Формат цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Калмыкова Е.С., Зубков Н.Н. Влияние режима капельного орошения молодого вишневого сада на параметры формирующихся контуров увлажнения в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья. Природообустройство. 2026;Т.19(4):32-40. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-32-40>

Scientific article

THE EFFECT OF THE DRIP IRRIGATION REGIME OF A YOUNG CHERRY ORCHARD ON THE PARAMETERS OF THE EMERGING MOISTURE CONTOURS IN THE CONDITIONS OF SOD-PODZOLIC SOILS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

N.N. Dubenok¹, A.V. Gemonov², E.S. Kalmykova³, N.N. Zubkov⁴^{1, 2, 3, 4} Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev. Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov; Moscow, Russian Federation¹ndubenok@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0002-9059-9023²agemonov@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0002-2561-8179³kalmukova.es@rgau-msha.ru; ORCID: 0009-0006-6951-030X⁴azubkov@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0003-2410-152X

Abstract. The article presents the results of three-year studies of the effect of drip irrigation of a young cherry orchard on the parameters of the emerging moisture contours and the development of the root

system in the conditions of sod-podzolic soils of the Central Non-Chernozem region. The aim of the work was to establish the dependence of the geometric characteristics of the humidification contours and the volume of the root system on the range of maintained soil moisture (60-80, 70-90 and 80-100% HB) and to substantiate the optimal irrigation regime. In the course of the research, the spatial distribution of soil moisture in the subshell space was analyzed, the depth and width of the moisture contours were determined, as well as the dynamics of the volume of the root system in 2023-2025. It has been found that with an increase in the pre-irrigation moisture threshold, the depth of soaking increases (up to 50-60 cm), the horizontal distribution of moisture expands, and the volume of soil maintained in the range of 70-90% HB increases. The largest volume of the root system was recorded at 80-100% RH (up to 1294 cm³ in 2025), while in the absence of irrigation, the indicators were minimal. Statistical processing of the results by the method of variance analysis showed the reliability of differences between the variants (HCR_{0.05} was 25.6-31.1 cm³ over the years). The data obtained indicate a close relationship between the irrigation regime and the formation of the root volume and allow us to recommend a regime of 70-90% HB as providing the optimal ratio of depth and width of the contour with the rational use of irrigation water.

Keywords: moisture contour, drip irrigation, young cherry orchard, volume of the root system

Citation format: Dubenok N.N., Gemonov A.V., Kalmykova E.S., Zubkov N.N. The effect of the drip irrigation regime of a young cherry orchard on the parameters of the emerging moisture contours in the conditions of sod-podzolic soils of the Central Non-Chernozem region. *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(4):32-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-32-40>

Введение. В условиях Центрального Нечерноземья при возделывании молодых плодовых садов особое значение приобретает оптимизация водного режима почвы, поскольку дерново-подзолистые почвы характеризуются сравнительно невысокой влагоемкостью, неоднородностью профиля и повышенной чувствительностью к переувлажнению и иссушению. В этой связи капельное орошение рассматривается как наиболее перспективный способ орошения молодых садов, обеспечивающий локальное увлажнение корнеобитаемой зоны и рациональное использование оросительной воды [1-3].

При капельном орошении в почве формируются локальные зоны увлажнения – контуры (или луговицы) увлажнения. В работах отечественных исследователей показано, что контуры увлажнения характеризуются выраженной пространственной неравномерностью распределения влаги, а их форма и размеры зависят от расхода капельниц, продолжительности и кратности поливов, водно-физических свойств почвы и предполивной влажности почвы [4-7]. В связи с этим параметры контуров увлажнения рассматриваются как важнейший критерий обоснования режима капельного орошения.

Существенный вклад в развитие научных представлений о формировании контуров увлажнения при капельном поливе внесли исследования, направленные на экспериментальное картирование влажности почвы и построение изолиний влажности. Установлено, что повышение поливной нормы

и продолжительности полива, как правило, приводит к росту глубины промачивания, тогда как горизонтальные размеры контура в большей степени зависят от расхода водовыпуска и параметров почвы [8-11].

В работах Л.В. Кирейчевой предложены расчетные подходы к определению параметров контуров увлажнения, позволяющие обосновывать поливные нормы при капельном орошении садовых насаждений. Автором показано, что оптимальный режим капельного полива должен обеспечивать формирование контура увлажнения, охватывающего активную часть корневой системы, при сохранении благоприятного воздушного режима почвы [12].

Для условий Центрального Нечерноземья значительный интерес представляют исследования, выполненные на дерново-подзолистых почвах. В них показано, что при правильно подобранном режиме капельного орошения возможно поддержание заданной влажности корнеобитаемого слоя без ухудшения аэрации и без потерь влаги за пределы корнеобитаемой зоны [13]. Это подтверждает целесообразность анализа не только средней влажности почвы, но и пространственных параметров контура увлажнения.

В исследованиях Н.Н. Дубенка и соавт. режим капельного орошения обосновывается через поддержание влажности почвы на уровне не ниже 60-80% НВ. При этом формирование контуров увлажнения рассматривается как ключевой фактор, определяющий развитие корневой системы и рост растений. Авторами показано, что

повышение уровня влажности сопровождается увеличением размеров и однородности контуров увлажнения, однако требует строгого контроля для предотвращения переувлажнения почвы [14, 15].

Таким образом, анализ отечественных исследований показывает, что при капельном орошении молодых плодовых садов, в том числе вишни, параметры контуров увлажнения являются интегральным показателем эффективности выбранного режима полива. Для дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья оптимальный режим капельного орошения должен обеспечивать формирование устойчивых контуров увлажнения, охватывающих корнеобитаемую зону, без избыточного промачивания нижележащих горизонтов, что требует дальнейших экспериментальных исследований применительно к молодым вишневым садам.

Цель исследований: установление влияния различных режимов капельного орошения молодого вишневого сада на параметры формирующихся контуров увлажнения и динамику развития корневой системы в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья; обоснование оптимального диапазона поддерживаемой влажности почвы.

Материалы и методы исследований. Для построения контуров увлажнения в период с 2023 по 2025 гг. производились точечные измерения влажности по сетке в подкапельном пространстве на глубине 0-60 см и на расстоянии

от оси капельницы с шагом в 10 см. Данные представлялись в виде числовых матриц, которые интерпретировались в карты изопьез (в долях от НВ). Образцы почв на влажность отбирались почвенным буром, влажность определялась термостатно-весовым методом. Такой подход позволяет выделить внешнюю границу увлажнения по выбранному уровню, сравнить конфигурацию и «насыщенность» зоны при разных режимах, а также оценить риск избыточной фильтрации по поведению изолиний на глубине.

Объем корневой системы учитывался в конце каждого вегетационного периода путем отбора трех контрольных растений в каждой повторности по вариантам опыта. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнялась при помощи однофакторного дисперсионного анализа с расчетом наименьшей существенной разницы на 5%-ном уровне значимости. Статистические расчеты производились в пакете анализа данных Microsoft Office Excel 2016. Повторность опыта – трехкратная.

Результаты и их обсуждение. По результатам проведенных полевых наблюдений с 2023 по 2025 гг. были получены контуры увлажнения для каждого варианта опыта с поддержанием влажности в корнеобитаемом слое 60-80, 70-90 и 80-100% НВ (рис. 1-3).

Анализ распределения влажности почвы в подкапельном пространстве показал, что формирование контуров увлажнения существенно

Таблица 1. Средние значения основных характеристик почвы опытного участка

Table 1. Average values of the main soil characteristics of the experimental plot

Горизонт	Плотность, г/см ³	Пористость, %	НВ, %	Содержание глинистых частиц, %
$BPC \frac{0-5}{5}$	1,18	51,90	31,9	22,89
$Anax_1 \frac{5-25}{25}$	1,15	51,82	30,8	20,19
$Anax_2 \frac{25-42}{17}$	1,24	44,44	29,5	23,06
$A_2 \frac{43-50}{7}$	1,42	44,27	30,0	29,63
$A_2B \frac{50-62}{12}$	1,51	43,62	28,9	33,49
$B \frac{63-91}{28}$	1,53	43,75	25,4	30,42
$BC \frac{91-115}{24}$	1,52	42,14	21,6	30,16
$C > 115$	1,58	40,67	19,4	33,45

зависело от установленного режима орошения. На примере варианта 60-80% НВ (2023 г.) установлено, что максимальные значения влажности фиксировались в зоне, прилегающей к оси капельницы (0-10 см), где на глубине 10 см влажность достигала 94,3% НВ (табл. 2). По мере удаления от оси капельницы и увеличения глубины отмечалось снижение влажности почвы.

Вертикальное распределение влаги носило выраженный градиентный характер: на глубине 10-20 см формировалась наиболее интенсивно увлажненная зона (80-90 и 90-100% НВ), тогда как на глубине 40-60 см влажность снижалась до 40-60% НВ. Горизонтально контур увлажнения распространялся в пределах 20-30 см от капельницы, при этом за пределами 30 см влажность приближалась к фоновым значениям.

Сравнение контуров увлажнения по трем режимам орошения (60-80, 70-90 и 80-100% НВ) показало выраженную зависимость их параметров от установленного диапазона поддерживаемой влажности почвы.

С повышением интенсивности режима орошения последовательно возрастают глубина промачивания, ширина контура и объем почвы с влажностью выше 70-80% НВ. При этом режим 70-90% НВ обеспечивает оптимальное соотношение глубины и ширины контура.

В 2024 г. при режиме капельного орошения 70-90% НВ формировался более равномерный контур увлажнения по сравнению с вариантом 60-80% НВ предыдущего года (табл. 3). Максимальные значения влажности фиксировались в зоне, прилегающей к оси капельницы, где на глубине 10 см влажность достигала 94,3% НВ. В слое 10-30 см сохранялась устойчивая зона с влажностью 80-90% НВ, что свидетельствует о формировании оптимально увлажненного корнеобитаемого горизонта.

Анализ представленных контуров показал, что характер распределения влаги сохраняет общую закономерность, выявленную ранее: с увеличением диапазона поддерживаемой

Таблица 2. Данные по распределению влажности почвы в подкапельном пространстве на варианте 60-80% НВ в 2023 г.

Table 2. Data on the distribution of soil moisture in the sub-drip space on the 60-80% HB option in 2023

Глубина контура, см	Шаг замера от оси капельницы, см						
	30	20	10	0	10	20	30
	Влажность почвы, %НВ						
10	67,4	76,2	85,0	93,5	84,2	73,6	70,4
20	62,8	65,1	82,6	85,8	83,3	69,4	66,1
30	59,9	64,8	78,3	81,6	78,1	61,7	58,9
40	58,6	63,1	67,3	74,4	72,6	60,3	54,2
50	56,4	60,7	61,8	64,0	62,5	57,6	53,7
60	42,8	47,4	52,6	58,7	56,2	54,3	49,9

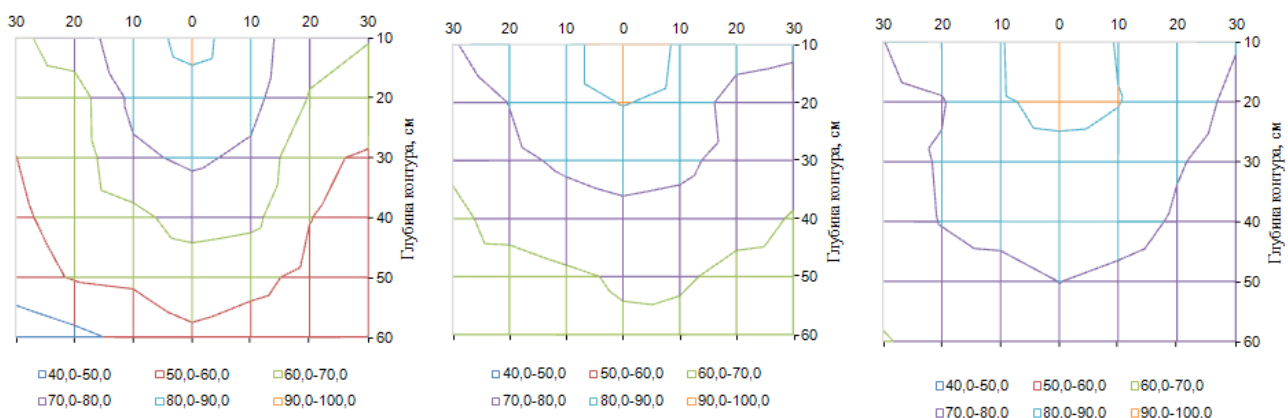


Рис. 1. Контурсы увлажнения варианта орошения 60-80, 70-90 и 80-100% НВ соответственно в 2023 г.

Fig. 1. The moisture contour of the irrigation option is 60-80% HB, 70-90% HB and, respectively, 80-100% HB in 2023

Таблица 3. Данные по распределению влажности почвы в подкапельном пространстве на варианте 70-90% НВ в 2024 г.

Table 3. Data on the distribution of soil moisture in the sub-drip space on the 70-90% HB option in 2024

Глубина контура, см	Шаг замера от оси капельницы, см						
	30	20	10	0	10	20	30
	Влажность почвы, % НВ						
10	77,8	84,1	88,3	94,3	87,8	77,4	67,7
20	72,3	69,0	88,4	90,9	88,6	68,8	61,2
30	64,8	66,9	80,8	84,2	82,9	73,4	58,9
40	59,2	65,0	75,2	77,2	76,3	68,6	54,1
50	53,6	59,8	66,8	68,2	67,3	65,0	49,3
60	46,9	48,1	57,9	65,2	56,7	53,8	47,4

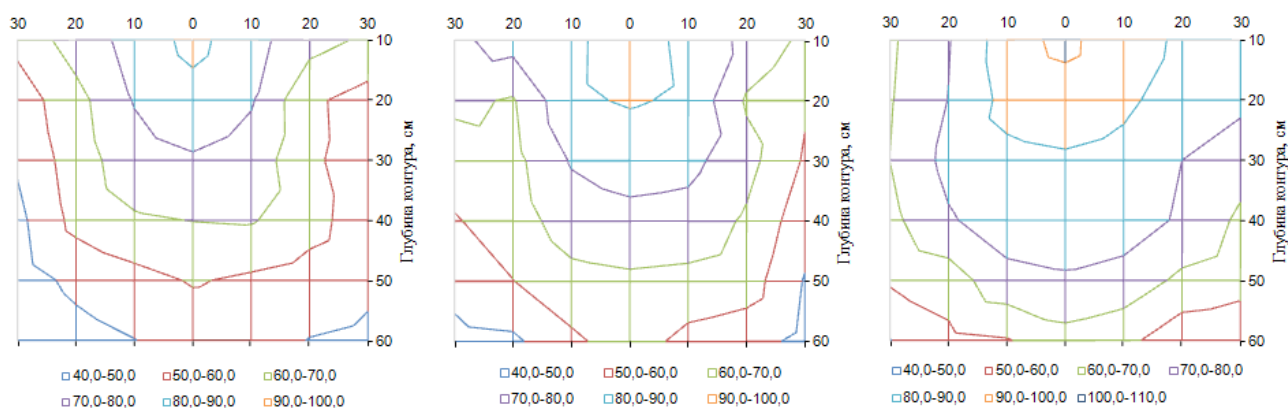


Рис. 2. Контурсы увлажнения варианта орошения 60-80, 70-90 и 80-100% НВ соответственно в 2024 г.

Fig. 2. The moisture contour of the irrigation option is 60-80% HB, 70-90% HB and, respectively, 80-100% HB in 2024

Таблица 4. Данные по распределению влажности почвы в подкапельном пространстве на варианте 80-100% НВ в 2025 г.

Table 4. Data on the distribution of soil moisture in the sub-drip space on the 80-100% HB option in 2025

Глубина контура, см	Шаг замера от оси капельницы, см						
	30	20	10	0	10	20	30
	Влажность почвы, % НВ						
10	81,2	86,7	91,4	99,9	92,2	87,6	79,8
20	76,4	82,9	93,5	97,2	93,7	83,9	77,4
30	71,8	85,0	88,3	89,8	88,7	85,2	73,7
40	67,5	82,8	85,5	86,9	85,8	83,3	69,5
50	62,1	76,5	80,1	80,3	78,4	74,2	67,6
60	56,4	64,8	75,8	73,4	72,6	69,8	64,1

влажности почвы возрастают глубина и ширина контура увлажнения.

Наиболее мощный контур формируется при режиме 80-100% НВ. В этом варианте зона повышенной влажности (80-90% НВ и выше) охватывает практически весь корнеобитаемый слой до 50-60 см. Отмечаются максимальное горизонтальное распространение влаги (до 25-30 см от оси капельницы) и наибольший объем почвы, вовлеченный в процесс водообеспечения.

В 2025 г. при режиме капельного орошения 80-100% НВ максимальные значения влажности фиксировались в приосевой зоне капельницы: на глубине 10 см влажность достигала 99,9% НВ, в слое 10-20 см устойчиво сохранялись значения 91-97% НВ.

Таким образом, увеличение предполивного порога влажности приводит к последовательному росту глубины и площади контура увлажнения. Режим 70-90% НВ обеспечивает более сбалансированное распределение влаги

в пределах корнеобитаемого слоя, тогда как режим 80-100% НВ формирует наиболее мощный, но более водоемкий контур.

Степень увлажнения почвы и распределения влаги по почвенному контуру оказывает влияние на биометрические показатели развития корневой системы вишни (рис. 4). Полученные данные свидетельствуют о выраженной зависимости формирования корневой системы от уровня влагообеспеченности. Во все годы исследований максимальный объем корней формировался при наиболее высоком режиме увлажнения (80-100% НВ). Вариант 70-90% НВ также обеспечивал интенсивное развитие корневой системы и лишь незначительно уступал максимальному режиму. При снижении влажности до 60-80% НВ наблюдалось уменьшение объема корней, однако показатели существенно превышали контроль. Минимальные значения во все годы отмечены без орошения, что подтверждает лимитирующее влияние дефицита влаги на рост корневой системы.

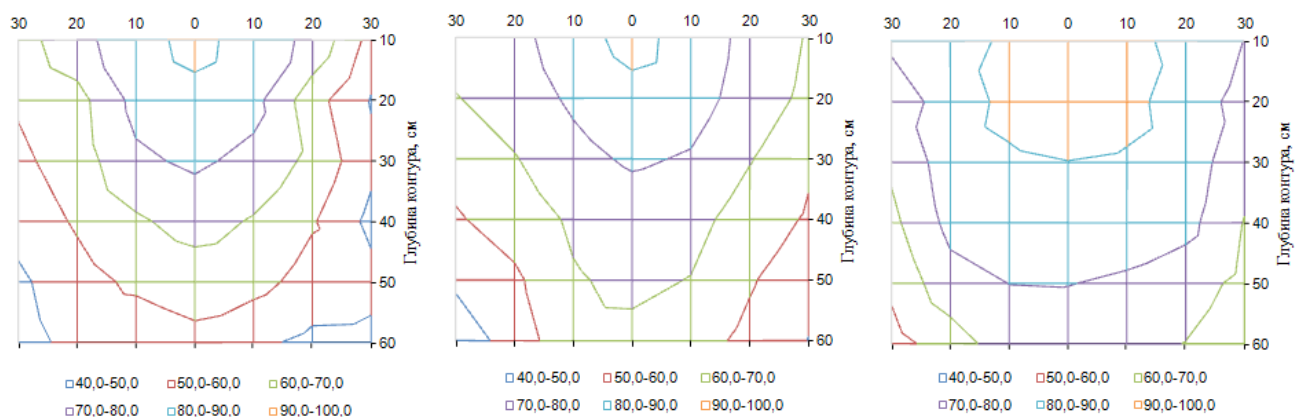


Рис. 3. Контурсы увлажнения варианта орошения 60-80, 70-90 и 80-100% НВ соответственно в 2025 г.

Fig. 3. The moisture contour of the irrigation option is 60-80% НВ, 70-90% НВ and, respectively, 80-100% НВ in 2025

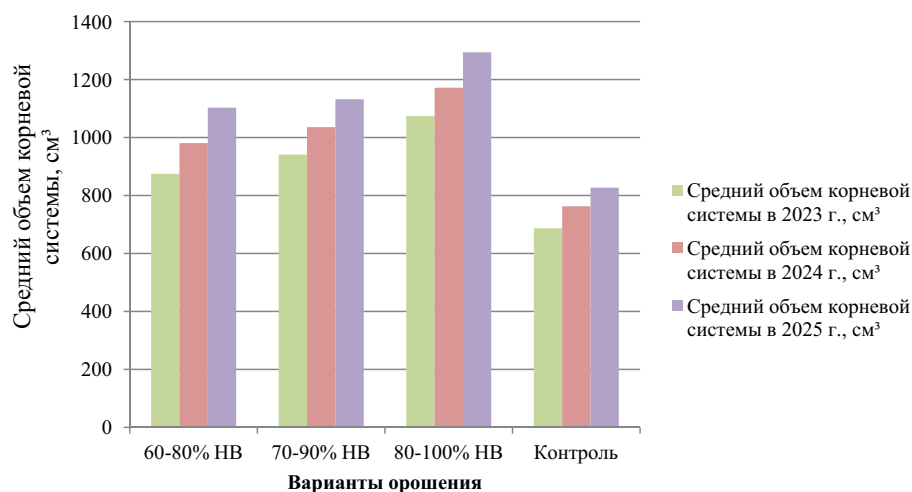


Рис. 4. Средний объем корневой системы вишни по вариантам опыта

Fig. 4. Average volume of the cherry root system according to the experimental variants

Статистический анализ подтвердил достоверность выявленных различий. Наименьшая существенная разница ($НСР_{0,05}$) составила: 25,6 см³ в 2023 г.; 27,9 см³ в 2024 г.; 31,1 см³ в 2025 г. Различия вариантов орошения превышали соответствующие значения $НСР_{0,05}$ во все годы исследований, что свидетельствует о статистически значимом влиянии режима капельного орошения на объем корневой системы вишни ($p \leq 0,05$).

Выводы

1. Установлено, что параметры формирующихся контуров увлажнения при капельном орошении существенно зависят от диапазона поддерживаемой влажности почвы. С увеличением предполивного порога от 60-80 до 80-100% НВ последовательно возрастали глубина промачивания (до 50-60 см), ширина горизонтального распространения влаги (до 25-30 см от оси капельницы) и объем почвы, поддерживаемый в диапазоне 70-90% НВ.

2. Объем корневой системы вишни во все годы исследований достоверно увеличивался по мере повышения уровня увлажнения почвы. Максимальные значения показателя отмечены при режиме 80-100% НВ (до 1294 см³ в 2025 г.), минимальные – на контроле без орошения.

3. Различия между вариантами орошения статистически достоверны ($НСР_{0,05}$ составила: 25,6 см³ в 2023 г.; 27,9 см³ в 2024 г.; 31,1 см³ в 2025 г.), что подтверждает значимое влияние режима капельного орошения на формирование корневой системы.

4. В условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья режим 70-90% НВ может рассматриваться как наиболее сбалансированный, обеспечивающий формирование достаточного объема увлажненной почвы

и интенсивное развитие корневой системы при более рациональном использовании оросительной воды по сравнению с режимом 80-100% НВ.

Таким образом, проведенные трехлетние исследования подтвердили определяющую роль режима капельного орошения в формировании параметров контуров увлажнения и развитии корневой системы молодого вишневого сада в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья. Установлено, что геометрические характеристики контуров увлажнения (глубина промачивания, горизонтальное распространение влаги и объем почвы, поддерживаемый в диапазоне оптимальной влажности) напрямую зависят от уровня поддерживаемой влажности почвы.

С увеличением предполивного порога влажности от 60-80 до 80-100% НВ наблюдалось последовательное расширение контура увлажнения и вовлечение в процесс водообеспечения более глубоких горизонтов почвы. Это сопровождалось достоверным увеличением объема корневой системы вишни и формированием более мощного корнеобитаемого слоя. В то же время чрезмерное повышение влажности приводило к углублению зоны промачивания, что потенциально может снижать экономию поливной воды.

Полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи водного режима почвы с морфогенезом корневой системы и подтверждают необходимость оптимизации параметров капельного орошения с учетом почвенно-климатических условий региона. В условиях Центрального Нечерноземья наиболее рациональным представляется режим 70-90% НВ, обеспечивающий сбалансированное формирование контура увлажнения и интенсивное развитие корневой системы при экономном использовании оросительной воды.

Список использованных источников

1. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В. Формирование корневой системы саженцев сливы при капельном орошении и распределение влаги по почвенному профилю в условиях Нечерноземной зоны // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 4. С. 9-13. EDN: UYXMLO
2. Штанько А.С., Шкура В.Н. Геометрия локальных контуров капельного увлажнения почвы, формирующихся в южных черноземах // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 123-140. DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-123-140. EDN: PTMNJY
3. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in central non-black soil zone of European Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18-20 июня 2020 г. Krasnoyarsk Science and

References

1. Dubenok N.N., Gemonov A.V. Formation of the root system of plum seedlings under drip irrigation and distribution of moisture along the soil profile in the conditions of the Non-Chernozem zone // Land Reclamation and Hydraulic Engineering. 2018. № 4. P. 9-13. EDN: UYXMLO
2. Shtanko A.S., Shkura V.N. Geometry of local contours of drip soil moistening formed in southern chernozems // Land reclamation and hydraulic engineering. 2022. V. 12, No 3. P. 123-140. DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-123-140. EDN: PTMNJY
3. Dubenok N.N. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in central non-black soil zone of European Russia / N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering

Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82014. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082014

4. Ахмедов А.Д., Галиуллина Е.Ю. Контуры увлажнения почвы при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 3 (27). С. 183-188. EDN: PCXLGR

5. Сторчоус В.Н., Кременской В.И., Вислобокова Т.О. Архитектоника корневой системы яблони в зависимости от объема локального увлажнения // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». Серия «Сельскохозяйственные науки». 2014. № 161. С. 102-108. EDN: STCATB

6. Штанько А.С., Шкура В.Н. Определение поливной нормы для формирования первичного локального контура капельно-увлажненной почвы // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 1. С. 19-38. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-1-19-38. EDN: ZXMTKO

7. Assouline S. The Effects of Microdrip and Conventional Drip Irrigation on Water Distribution and Uptake // Soil Science Society of America Journal. 2002. Vol. 66, № 5. Pp. 1630-1636. DOI: 10.2136/sssaj2002.1630

8. Васильев С.М., Шкура В.Н., Штанько А.С. Форма и параметры контуров капельного увлажнения почв на склоновых землях // Аграрный научный журнал. 2020. № 3. С. 70-75. DOI: 10.28983/asj.y2020i3pp70-75

9. Штанько А.С., Шкура В.Н. Внутриконтурное распределение влажности почвы при капельном орошении // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 4 (28). С. 62-78. EDN: ZRWIRF

10. Штанько А.С., Шкура В.Н. О трансформации контуров капельного увлажнения почвы в постполивной период // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 3. С. 69-86. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-69-86. EDN: AYRQFY

11. Кирейчева Л.В., Асканбек А.А., Нурабаев Д.М. Расчет контуров увлажнения для обоснования поливной нормы при капельном орошении плодоносящего сада в условиях предгорной зоны Жамбылской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 1 (91). С. 100-104. DOI: 10.23670/irj.2020.91.1.019

12. Обумахов Д.Л. Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 100. С. 735-748. EDN: SJAZBL

13. Романовская А.Ю., Шумакова К.Б. Регулирование водного режима дерново-подзолистого почв в условиях плодового питомника и характер распределения влаги в почвенном профиле при различных режимах увлажнения // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2021. № 106. С. 130-162. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-106-130-162. EDN: PCSYTS

14. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В. Параметры контуров увлажнения при капельном орошении саженцев сливы в плодном питомнике // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: Материалы Международной научно-практической интернет-конференции, г. Новочеркасск, 13-20 июля 2020 г. Новочеркасск: ООО «Лик», 2020. С. 21-25. EDN: DPTTNO

15. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Effects of drip irrigation regimes on growth, quality plum seedlings, and water use efficiency in European Russia // Journal of Physics:

and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18-20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82014. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082014.

4. Akhmedov A.D., Galiullina E.Yu. Contours of soil moistening in drip irrigation // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and higher professional education. 2012. № 3(27). P. 183-188. EDN: PCXLGR

5. Storchous V.N., Kremensky V.I., Vislobokova T.O. Architectonics of the root system of an apple tree depending on the volume of local moistening // Scientific works of the Southern branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine "Crimean Agrotechnological University". Series: Agricultural Sciences. 2014. № 161. P. 102-108. EDN: STCATB

6. Shtanko A.S., Shkura V.N. Determination of the irrigation rate for the formation of the primary local contour of drip-moistened soil. 2023. V. 13, No 1. P. 19-38. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-1-19-38. EDN: ZXMTKO

7. Assouline S. The Effects of Microdrip and Conventional Drip Irrigation on Water Distribution and Uptake // Soil Science Society of America Journal. 2002. Vol. 66. No. 5. P. 1630-1636 DOI: 10.2136/sssaj2002.1630.

8. Vasilyev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S. Form and parameters of contours of drip moistening of soils on slope lands // Agrarian Scientific Journal. 2020. No 3 P. 70-75. DOI: 10.28983/asj.y2020i3pp70-75.

9. Shtanko A.S., Shkura V.N. Intra-contour distribution of soil moisture in drip irrigation. 2017. № 4(28). P. 62-78. EDN: ZRWIRF

10. Shtanko A.S., Shkura V.N. On the transformation of the contours of drip soil moistening in the post-irrigation period. 2023. V. 13, No 3. P. 69-86. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-69-86. EDN: AYRQFY

11. Kireycheva L.V. Calculation of moisture contours for the justification of the irrigation rate in drip irrigation of a fruit-bearing garden in the conditions of the foothill zone of the Zhambyl region / L.V. Kireycheva, A.A. Askanbek, D.M. Nurabayev // International Research Journal. 2020. № 1 (91). P. 100-104. DOI: 10.23670/irj.2020.91.1.019

12. Obumakhov D.L. Linear parameters of moisture contours during drip irrigation // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. № 100. P. 735-748. EDN: SJAZBL

13. Romanovskaya A.Yu. Regulation of the water regime of sod-podzolic soil in the conditions of a fruit nursery and the nature of moisture distribution in the soil profile under various moisture regimes / A.Yu. Romanovskaya K.B. Shumakova // Bulletin of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. 2021. № 106. P. 130-162. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-106-130-162. EDN: PCSYTS

14. Dubenok N.N., Gemonov A.V. Parameters of moisture contours in drip irrigation of plum seedlings in a fruit nursery // Land reclamation as a driver of modernization of the agro-industrial complex in the context of climate change: Materials of the International Scientific and Practical Internet Conference, Novocherkassk, July 13-20, 2020. Novocherkassk: ООО «Лик», 2020. P. 21-25. EDN: DPTTNO

15. Dubenok N.N. Effects of drip irrigation regimes on growth, quality plum seedlings, and water use efficiency in European Russia / N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russian Federation, 25 сентября – 04 2020 года.

Conference Series, Krasnoyarsk, Russian Federation, 25 сентября 2020 г. Krasnoyarsk, Russian Federation: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. Vol. 1679. P. 52093. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/5/052093

Информация об авторах

Николай Николаевич Дубенок, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; WOS Research ID: AAC-7746-2020; Scopus Author ID: 57200111134; РИНЦ ID: 315062; ORCID: 0000-0002-9059-9023; ndubenok@rgau-msha.ru

Александр Владимирович Гемонов, д-р с.-х. наук, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; WOS Research ID: AAE-7030-2022; Scopus Author ID: 57214148770; РИНЦ ID: 877247; ORCID: 0000-0002-2561-8179; a.gemonov@rgau-msha.ru

Калмыкова Екатерина Сергеевна, аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; ORCID: 0009-0006-6951-030X; kalmukova.es@rgau-msha.ru

Зубков Александр Валерьевич, канд. экон. наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; WOS Research ID: AAE-3954-2022; Scopus Author ID: 5794682300; РИНЦ ID: 726066; ORCID: 0000-0003-2410-152X; a.zubkov@rgau-msha.ru

Вклад авторов в написание статьи:

Н.Н. Дубенок – руководство исследованием, формулирование основных направлений исследования, разработка методологии исследования

А.В. Гемонов – формулирование концепции экспериментальных исследований, проведение исследований

Е.С. Калмыкова – проведение исследований, подготовка рукописи и её графическое оформление

А.В. Зубков – проведение исследований

Поступила в редакцию / Received 15.05.2026

Поступила после рецензирования / Received 18.08.2026

Принята к публикации после доработки / Accepted 18.08.2026

Vol. 1679. Krasnoyarsk, Russian Federation: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 52093. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/5/052093.

Information about the authors

Nikolay N. Dubenok, Academician of the Russian Academy of Sciences, DSs (Agro), Professor, Head of the Department of Agricultural Reclamation of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; WOS Research ID: AAC-7746-2020; Scopus Author ID: 57200111134; RSCI ID: 315062; ORCID: 0000-0002-9059-9023;

Alexander V. Gemonov, DSs (Agro), Associate professor of the Department of Agricultural Reclamation of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; WOS Research ID: AAE-7030-2022; Scopus Author ID: 57214148770; RSCI ID: 877247; ORCID: 0000-0002-2561-8179; a.gemonov@rgau-msha.ru

Ekaterina S. Kalmykova, postgraduate student of the Department of Agricultural Reclamation ORCID: 0009-0006-6951-030X; kalmukova.es@rgau-msha.ru;

Alexander V. Zubkov, CSs (Econ), Associate professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; WOS Research ID: AAE-3954-2022; Scopus Author ID: 5794682300; RSCI ID: 726066; ORCID: 0000-0003-2410-152X; a.zubkov@rgau-msha.ru

Contribution of the authors to the writing of the article:

N.N. Dubenok – research management, formulation of the main directions of research, development of research methodology

A.V. Gemonov – formulation of the concept of experimental research, conducting research

E.S. Kalmykova – conducting research, preparing a manuscript and its graphic design

A.V. Zubkov – conducting research