

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-35-40>

УДК 631.674.6:551.502.4:634 (470.0)



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ САЖЕНЦЕВ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Н.Н. Дубенок<sup>✉</sup>, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49, Россия

**Аннотация.** Орошение имеет важное значение при выращивании посадочного материала в плодовых и ягодных питомниках, которые находятся в зоне недостаточного или неустойчивого увлажнения, а также в Центральной части Нечерноземной зоны России, по причине неравномерности распределения осадков в течение сезона. Цель исследований – обоснование необходимости проведения оросительных мелиораций саженцев плодовых и ягодных культур в Центральном Нечерноземье с использованием агрометеорологических данных. Исследования по разработке технологии капельного орошения саженцев плодовых и ягодных культур проводились в условиях Мичуринского сада РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В исследованиях использовались данные наблюдений (температура воздуха, количество осадков, относительная влажность воздуха), полученные на Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, за 2018-2023 гг. Для оценки обеспеченности отдельных периодов вегетационного периода теплом и влагой производился расчет гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова и коэффициента увлажнения Д.И. Шашко. В результате анализа агрометеорологических данных доказана необходимость проведения орошения в условиях Центральной Нечерноземной зоны России. Количество дней с продуктивными осадками более 5 мм составляет 39% от общего количества дней, в которые выпадали атмосферные осадки, а их распределение в течение вегетационного периода является неравномерным, что может совпадать с жаркими периодами, когда растения характеризуются повышенным водопотреблением.

**Ключевые слова:** орошение, агрометеорологические данные, плодовые культуры, ягодные культуры, Нечерноземная зона России

**Формат цитирования:** Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Использование агрометеорологических данных для обоснования оросительных мелиораций саженцев плодовых и ягодных культур в Центральном Нечерноземье // Природообустройство. 2024. № 2. С. 35-40. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-35-40>

Original article

## USE OF AGROMETEOROLOGICAL DATA TO JUSTIFY IRRIGATION MELIORATION OF SEEDLINGS OF FRUIT AND BERRY CROPS IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

N.N. Dubenok<sup>✉</sup>, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya str., Moscow, 127434, Russia

**Abstract.** Irrigation is important when growing planting material in fruit and berry nurseries, which are located in areas of insufficient or unstable moisture, as well as in the central part of the non-chernozem zone of Russia due to the uneven distribution of precipitation during the season. The purpose of the study is to substantiate the need for irrigation reclamation of seedlings of fruit and berry crops in the central Non-black earth region using agrometeorological data. Research on the development of drip irrigation technology for seedlings of fruit and berry crops was carried out in the Michurinsky garden of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The study uses observational data (air temperature, precipitation, relative air humidity) obtained at the Mikhelson Meteorological Observatory, for 2018-2023. To assess the provision of heat and moisture to individual periods of the growing season, the Selyaninov

hydrothermal coefficient was calculated. a and Shashko moisture coefficient. As a result of the analysis of agrometeorological data, the need for irrigation in the conditions of the central non-chernozem zone of Russia was proven. The number of days with productive precipitation of more than 5 mm is 39% of the total number of days on which precipitation fell, and its distribution during the growing season is uneven, which may coincide with hot periods when plants are characterized by increased water consumption.

**Keywords:** irrigation, agrometeorological data, fruit crops, berry crops, Non-chernozem zone of Russia

**Format of citation:** Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Use of agrometeorological data to justify irrigation melioration of seedlings of fruit and berry crops in the Central Non-black earth region // Prirodoobustrojstvo. 2024. No. 2. P. 35-40. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-35-40>

**Введение.** Орошение имеет важное значение при выращивании посадочного материала в плодовых и ягодных питомниках, которые находятся в зоне недостаточного или неустойчивого увлажнения [1]. В литературе имеются данные о том, что засушливые периоды могут наблюдаться и в Центральной Нечерноземной зоне России, обусловленные неравномерностью распределения осадков в течение сезона [2-4]. При отсутствии поливов дефицит влаги может приводить к значительному ухудшению качества посадочного материала за счет нарушения водного и пищевого режимов растений [5].

Развитие садоводства невозможно без выращивания высококачественного посадочного материала, адаптированного к местным условиям, в питомниках с применением современных технологий. Поэтому актуальной задачей в производстве саженцев плодовых и ягодных культур является совершенствование технологий выращивания посадочного материала.

При выращивании саженцев плодовых и ягодных культур в питомниках находит применение широкий спектр способов полива: дождевание, полив по бороздам, напуск по полосам, капельное и внутрипочвенное орошение, комбинированные способы [3, 6]. В настоящее время отдается предпочтение малообъемному орошению, которое позволяет в значительной степени экономить поливную воду, а также отвечает требованиям физиологии плодовых и ягодных растений [7]. Как особенность их использования, можно выделить техническую возможность дозированной подачи поливной воды непосредственно в зону питания отдельно взятого растения. К недостаткам этих способов относится то, что при их использовании невозможно регулировать гидротехнический режим почвы и окружающего воздуха. Параметры режимов орошения зависят от метеорологических условий.

**Цель исследований:** обоснование необходимости проведения оросительных мелиораций саженцев плодовых и ягодных культур

в Центральном Нечерноземье с использованием агрометеорологических данных.

**Материалы и методы исследований.** Исследования по разработке технологии капельного орошения саженцев плодовых и ягодных культур проводились в условиях Мичуринского сада РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. На территории проведения исследований непосредственно агроклиматические показатели не фиксировались. В работе для их анализа используются данные наблюдений о температуре атмосферного воздуха, количестве выпавших осадков, об относительной влажности воздуха, которые были получены на Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, расположенной в непосредственной близости от опытного участка, за 2018-2023 гг.

Для оценки обеспеченности отдельных периодов вегетационного периода теплом и влагой производился расчет гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова [8] исходя из отношения суммы осадков за период с температурой бее  $10^{\circ}\text{C}$  ( $\sum P$ ) и суммы температур более  $10^{\circ}\text{C}$  ( $\sum t_{10}$ ):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{\sum t_{10}} \times 10.$$

Для оценки степени тепловлагообеспеченности с использованием ГТК применяется шкала [9]: ГТК < 0,7 – засуха; 0,7 < ГТК < 1,0 – недостаточное увлажнение; 1,0 < ГТК < 2,0 – достаточное увлажнение; ГТК > 2,0 – избыточное увлажнение.

Кроме ГТК, дополнительно анализировался коэффициент увлажнения Д.И. Шашко (КУ) [10], который рассчитывается по данным о сумме осадков ( $\sum P$ ) и сумме дефицитов влажности воздуха ( $\sum d$ ):

$$\text{КУ} = \frac{\sum P}{\sum d}.$$

С использованием классификации значений КУ выделяются условия влагообеспеченности [11]: более 0,6 – избыточное увлажнение;

от 0,6 до 0,45 – достаточное увлажнение; от 0,45 до 0,35 – недостаточное увлажнение (требуется агротехнические мероприятия); от 0,35 до 0,25 – недостаточно увлажнения (требуется периодическое орошение); менее 0,25 – засушливые условия.

Анализ агрометеорологических данных выполнялся в табличном процессоре Microsoft Office Excel 2016.

**Результаты и их обсуждение.** К важным факторам, определяющим процессы роста и развития в питомниках саженцев плодовых и ягодных культур, относится количество поступающего тепла в течение вегетационного периода. По данным метеорологических наблюдений на Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, вегетационные периоды с 2018 по 2023 гг. характеризуются достаточно теплой погодой. Ход среднемесячных температур воздуха показан на рисунке 1. В среднем за годы исследований май характеризуется средней температурой 11,9°C, июнь – 16,0°C, июль – 18,1°C, август – 16,3°C, сентябрь – 10,7°C. Наиболее теплым является июль, но в некоторые годы, например, в 2018 и 2023 гг., самым теплым месяцем был август (19,8°C и 19,6°C соответственно).

Самые высокие значения среднесуточных температур за все годы исследований были достигнуты в 2021 г.: 24 июня – 28,6°C; 10 июля – 27,0°C. В ходе среднесуточных температур в течение вегетационного периода наблюдается смена жарких периодов более прохладными. Например, 26 мая 2023 г. среднесуточная температура воздуха составляла 18,9°C, к 3 июня снизилась до 9,6°C, а к 9 июня повысилась до 18,1°C. Наличие жарких периодов способствует повышению водопотребления растений, а их смена более прохладными – снижению водопотребления. Таким образом, параметры режимов капельного орошения будут находиться в прямой зависимости от обеспеченности теплом вегетационного периода.

Важную роль в обеспечении влагой играют атмосферные осадки, месячное количество которых за годы проведения исследований показан на рисунке 2. Усредненные данные о месячном количестве осадков с 2018 по 2023 гг. свидетельствуют о том, что в мае их сумма составляла 55 мм, в июне – 70 мм, в июле – 85 мм, в августе – 76 мм, в сентябре – 61 мм. К месяцам с наименьшим количеством выпадающих атмосферных осадков относятся май и сентябрь.

Максимальное количество осадков за сутки достигалось 28 августа 2023 г. (94 мм), 8 мая

2021 г. (69,4 мм), 26 июля 2023 г. (64 мм), 29 июня 2023 г. (56 мм), 24 сентября 2018 г. (54 мм). Среднее количество дней с осадками в мае-сентябре с 2018 по 2023 гг. составило 69, в том числе в 2018 г. – 55 дней, в 2019 г. – 68 дней, в 2020 г. – 77 дней, в 2021 г. – 83 дня, в 2022 г. – 76 дней, в 2023 г. – 55 дней. За май-сентябрь 2018-2023 гг. среднее количество дней с осадками более 5 мм составило 27, в том числе в 2018 г. – 20 дней, в 2019 г. – 14 дней, в 2020 г. – 36 дней, в 2021 г. – 35 дней, в 2022 г. – 28 дней, в 2023 г. – 27 дней.

Таким образом, количество дней с продуктивными осадками более 5 мм составило 39% от общего количества дней, в которые выпадали атмосферные осадки, а их распределение в течение вегетационного периода является неравномерным.

На рост и развитие плодовых культур оказывает влияние влажность воздуха [12]. Благоприятной для растений является влажность

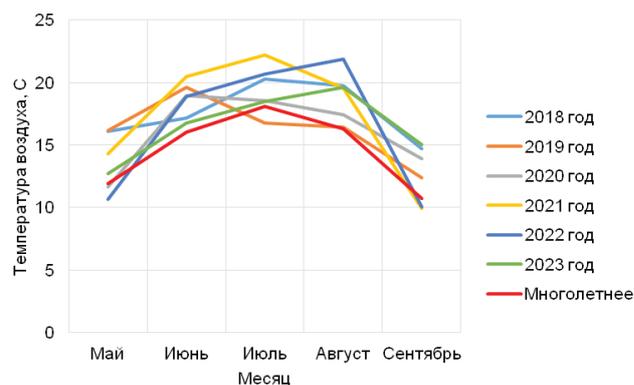


Рис. 1. Среднемесячные температуры воздуха за вегетационный период по годам исследований

Fig. 1. Average monthly air temperatures for the growing season according to the years of research

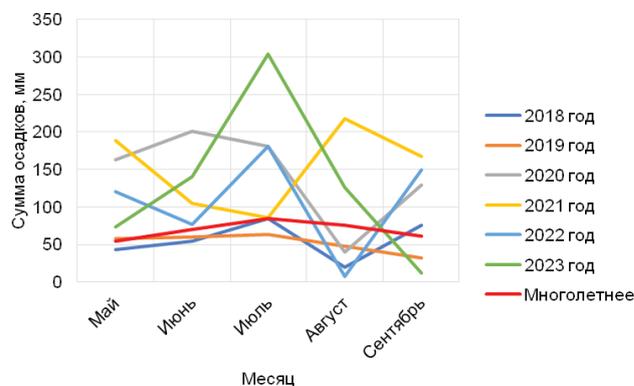


Рис. 2. Месячные суммы осадков за вегетационный период по годам исследований

Fig. 2. Monthly precipitation amounts for the growing season according to the years of research

воздуха на среднем (40-70%) или высоком уровнях (более 70%). Среднемесячные значения относительной влажности воздуха показаны на рисунке 3. Среднемесячные за 2018-2023 гг. значения влажности воздуха составили в мае 64%, в июне – 66%, в июле – 70%, в августе 73%, в сентябре – 78%.

Таким образом, на протяжении вегетационного периода в среднем наблюдается постепенный рост среднемесячной влажности воздуха. Своих максимальных значений среднемесячная влажность воздуха достигала в 2020 г. – с мая по август.

Среднемесячные значения гидротермического коэффициента по годам исследований показаны на рисунке 4. Многолетние усредненные значения по месяцам составили: в мае – 1,5; в июне – 1,5; в июле – 1,5; в августе – 1,5; в сентябре – 1,9. Анализ усредненных данных показывает, что за годы исследований в течение вегетационного периода наблюдается достаточное увлажнение. Но рассмотрение среднемесячного хода ГТК по отдельным годам показывает, что в отдельные месяцы наблюдается дефицит влаги: например, май 2018 г. – 0,9; август 2022 г. – 0,11; август 2018 г. – 0,3; сентябрь 2023 г. – 0,3.

Среднемесячные значения коэффициента увлажнения Д.И. Шашко за вегетационный период по годам исследований показаны на рисунке 3.10. Когда КУ составляет  $< 0,5$ , может возникать потребность в проведении дополнительного увлажнения путем проведения орошения. Средние многолетние значения КУ по месяцам составляют: май – 0,66; июнь – 0,86; июль – 0,88; август – 1,33; сентябрь – 1,7. В ряду наблюдений в отдельные годы на протяжении всего вегетационного периода коэффициент увлажнения не превышает 0,5. Например, в 2018 г. средний за вегетационный период КУ составил 0,25; в 2019 г. – 0,25. В остальные годы отмечены отдельные периоды, когда КУ понижается менее 0,5. Например, в августе 2022 г. – 0,02; в июле 2021 г. – 0,29; в мае 2023 г. – 0,41.

Анализ агроклиматических показателей как за годы исследований (2018-2023), так и многолетних, показывает, что в течение вегетационного сезона имеются отдельные периоды, когда создаются условия с недостаточным количеством поступающей влаги на фоне высоких среднесуточных температур и продолжительного отсутствия продуктивных атмосферных осадков. Рассчитанные среднемесячные гидротермические коэффициенты Г.Т. Селянинова и коэффициенты увлажнения Д.И. Шашкова также подтверждают наличие периодов с недостаточным

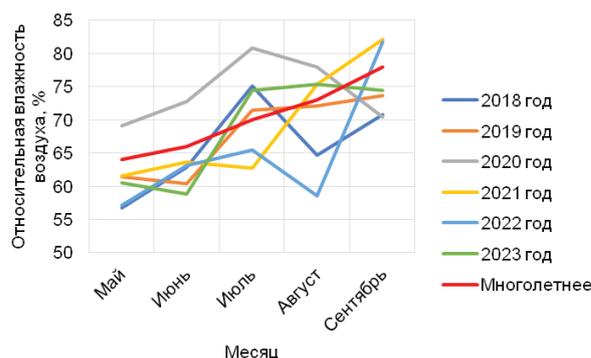


Рис. 3. Среднемесячная относительная влажность воздуха за вегетационный период по годам исследований

Fig. 3. The average monthly relative humidity of the air during the growing season according to the years of research

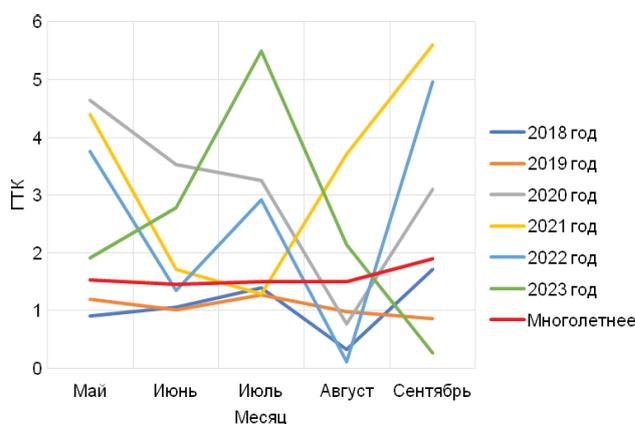


Рис. 4. Среднемесячные значения гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова за вегетационный период по годам исследований

Fig. 4. Average monthly values of G.T. Selyaninov's hydrothermal coefficient for the growing season according to the years of research

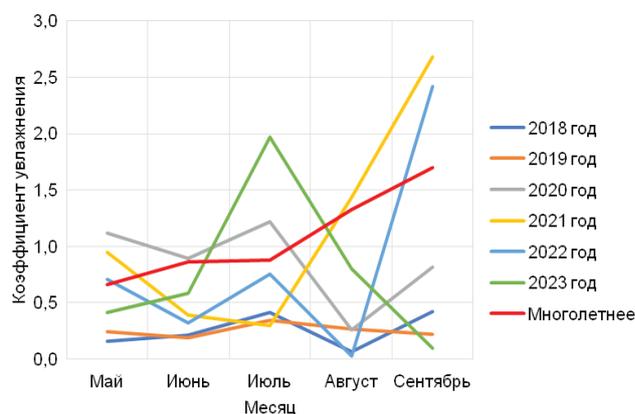


Рис. 5. Среднемесячные значения коэффициента увлажнения Д.И. Шашко за вегетационный период по годам исследований

Fig. 5. Average monthly values of D.I. Shashko's moisture coefficient for the growing season according to the years of research

увлажнением, когда требуется проведение оросительных мероприятий. В условиях плодовых питомников Центральной Нечерноземной зоны России показана целесообразность применения капельного орошения [13].

### Выводы

В исследованиях на основании анализа таких показателей, как температура воздуха, количество осадков, относительная влажность воздуха, гидротермический коэффициент

Г.Т. Селянинова и коэффициент увлажнения Д.И. Шашкова, показана необходимость проведения орошения в условиях Центральной Нечерноземной зоны России. Количество дней с продуктивными осадками более 5 мм составляет 39% от общего количества дней, в которые выпадали атмосферные осадки, а их распределение в течение вегетационного периода является неравномерным, что может совпадать с жаркими периодами, когда растения характеризуются повышенным водопотреблением.

### Список использованных источников

1. **Сторчоус В.Н.** Орошение плодового питомника // Система садоводства Республики Крым / Копылов В.И., Балькина Е.Б., Беренштейн И.Б. / ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Академия биоресурсов и природопользования. Симферополь: Типография «Ариал», 2016. С. 184-185.
2. **Бородычев В.В., Криволюцкий А.А.** Водопотребление яблоневого сада интенсивного типа на шпалерной опоре // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 1. С. 19-22.
3. **Дубенок Н.Н., Майер А.В.** Многолетние исследования гидротермического режима агроценозов и системы комбинированного орошения для его регулирования // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 2. С. 3-7. DOI: 10.31857/S2500262722020016.
4. **Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Градусов В.М.** Формирование саженцев сливы при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны // Известия ТСХА. 2019. № 6. С. 23-35. DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-23-35.
5. **Фоменко Т.Г., Попова В.П.** Формирование контуров увлажнения почвы при локальных малообъемных способах орошения плодовых насаждений // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 4. С. 22-27.
6. **Ольгаренко Г.В.** Технические средства для орошения плодово-ягодных насаждений // Вестник Коломенского государственного педагогического института. 2009. № 1 (7). С. 131-134.
7. **Копылов В.И.** Экономика, риски и перспективы развития отрасли пловодства в Крыму // Система садоводства Республики Крым / ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Академия биоресурсов и природопользования. Симферополь: Типография «Ариал», 2016. С. 55-75.
8. **Борисова В.Ю., Баранова Н.В.** Анализ территориально-временного варьирования ГТК в условиях Крымского полуострова // Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 48. С. 13-15.
9. **Тентюков М.П., Тимушев Д.А.** Оценка погодной устойчивости перспективного гибрида картофеля для сельскохозяйственного производства в условиях среднетаежной зоны северо-восточного Нечерноземья России // Природобустройство. 2019. № 3. С. 48-53. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-3-48-53.
10. **Шашко Д.И.** Агроклиматическое районирование СССР. М.: Колос, 1967. 335 с.
11. **Черемисин А.Ю., Черемисин А.А., Краусов В.Д.** Определение потребности в гидромелиорации на основе оценки атмосферного увлажнения

### References

1. **Storchous V.N.** Irrigation of a fruit nursery // Horticulture system of the Republic of Crimea / Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenstein I.B., / FSAOU VO "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Academy of Bioresources and Environmental Management. Simferopol: LLC "Publishing House Printing House "Arial", 2016. P. 184-185.
2. **Borodychev V.V., Krivolutsky A.A.** Water consumption of an intensive apple orchard on a trellis support // Melioration and water management. 2012. No. 1. P. 19-22.
3. **Dubenok N.N., Mayer A.V.** Long-term studies of the hydrothermal regime of agrocenoses and the combined irrigation system for its regulation // Russian agricultural science. 2022. No. 2. P. 3-7. – DOI: 10.31857/S2500262722020016.
4. **Dubenok N.N.** Formation of plum seedlings under drip irrigation in a non-Chernozem zone / N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev, V.M. Degrees // Izvestiya Timiryazevskaya Agricultural Academy. 2019. No. 6. P. 23-35. DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-23-35.
5. **Fomenko T.G., Popova V.P.** Formation of soil moisture contours with local low-volume irrigation methods of fruit plantations // Melioration and water management. 2016. No. 4. P. 22-27.
6. **Olgarenko G.V.** Technical means for irrigation of fruit and berry plantations // Bulletin of the Kolomna State Pedagogical Institute. 2009. No. 1 (7). P. 131-134.
7. **Kopylov V.I.** Economics, risks and prospects for the development of the fruit growing industry in the Crimea // Horticulture System of the Republic of Crimea / Federal State Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Academy of Bioresources and Environmental Management. – Simferopol: Publishing House "Arial Printing House" LLC, 2016. P. 55-75.
8. **Borisova V.Yu., Baranova N.V.** Analysis of the territorial and temporal variation of the GTC in the conditions of the Crimean Peninsula // Viticulture and winemaking. 2019. Vol. 48. P. 13-15.
9. **Tentyukov M.P., Timushev D.A.** Assessment of weather stability of a promising potato hybrid for agricultural production in the conditions of the middle taiga zone of the northeastern Non-Chernozem region of Russia // Prirodoobustrojstvo. 2019. No. 3. P. 48-53. – DOI: 10.34677/1997-6011/2019-3-48-53.
10. **Shashko D.I.** Agro-climatic zoning of the USSR. M.: Kolos, 1967. 335 с.
11. **Cheremisinov A.Yu.** Determination of the need for hydro-reclamation based on the assessment of atmospheric humidification / A.Yu. Cheremisinov,

// Вестник ВГУ. Серия «География. Геоэкология». 2012. № 2. С. 70-75.

12. **Рылов Г.П.** Груша в Белорусии. Минск: Урад-жай, 1991. 237 с.

13. **Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В.** Влияние капельного орошения на рост и развитие саженцев сливы в питомнике в условиях Центрального Нечерноземья России // Мелиорация и водное хозяйство. 2020. № 4. С. 6-11.

A.A. Cheremisinov, V.D. Krasov // Vestnik VSU. Series: Geography. Geoecology. 2012. No. 2. P. 70-75.

12. **Rylov G.P.** Pear in Belarus. Minsk: Governmentzhai, 1991. 237 p. ISBN5-7860-0526-7

13. **Dubenok N.N.** The effect of drip irrigation on the growth and development of plum seedlings in a nursery in the conditions of the Central Non-Chernozem region of Russia / N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev // Melioration and water management. 2020. No. 4. P. 6-11.

#### Об авторах

**Николай Николаевич Дубенок**, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций: WOSResearchID: AAC-7746-2020; Scopus AuthorID: 57200111134; RINTS ID: 315062; ndubenok@rgau-msha.ru

**Гемонов Александр Владимирович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства; WOSResearchID: AAX-9891-2020, Scopus AuthorID: 57214907823; РИНЦ ID: 738683; alebedev@rgau-msha.ru

**Лебедев Александр Вячеславович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства; WOS ResearchID: AAX-9891-2020 Scopus AuthorID: 57214907823 РИНЦ ID: 738683; alebedev@rgau-msha.ru

#### Author information

**Nikolay N. Dubenok**, academician of RAS, DSc (Agro), professor, head of the department of agricultural land reclamation; WOSResearchID: AAC-7746-2020; Scopus AuthorID: 57200111134; RINTS ID: 315062; ndubenok@rgau-msha.ru

**Alexander V. Gemonov**, CSc (Agro), associate professor of the department of land management and forestry, researcher; WOSResearchID: AAX-9891-2020, Scopus AuthorID: 57214907823; RINTS ID: 738683; alebedev@rgau-msha.ru

**Alexander V. Lebedev**, CSc (Agro), associate professor of the department of land management and forestry, researcher; WOS ResearchID: AAX-9891-2020 Scopus AuthorID: 57214907823 РИНЦ ID: 738683; alebedev@rgau-msha.ru

#### Критерии авторства / Criteria of authorship

Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов / Criteria of authorship

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

#### Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 28.02.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 05.03.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 05.03.2024

Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., performed theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, they have copyright on the article and are responsible for plagiarism