

Из данных табл. 3 следует, что для орошения данной почвы пригодна вода «оросительная» и «смешанная», орошение же «дренажной» водой может приводить к негативным последствиям – осолонцеванию почвы. Повышение класса пригодности воды может быть достигнуто ее мелиорацией, например добавлением гипса. Учитывая растворимость гипса при нормальных условиях, максимальная концентрация кальция, на которую можно увеличить его содержание в оросительной воде при однократном применении, равна 28,4 мг-экв/л, что соответствует растворимости гипса – 2,5 г/л.

Заключение. Предложен количественный метод оценки качества воды и ее влияния на возможность развития солонцового процесса. Метод основан на моделировании равновесных состояний и использования изотерм ионообменной сорбции Б.П. Никольского. Приведены примеры расчета влияния вод различного состава на структурные свойства почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безднина С.Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки. М.: РОМА, 1997. 185 с.
2. Гапон Е.Н. Теория обменной сорбции в почвах // Журнал общей химии. 1933. № 3. С. 144–163.
3. Гедройц К.К. Избранные труды. М.: Наука, 1975. 638 с.
4. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. Киев: Изд. объедин. «Высш. школа», 1975. 268 с.
5. Экологические требования к качественному составу оросительных вод, обеспечивающих предотвращение засоления и осолонцевания почв. М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы, 1995. 33 с.
6. Николаенко А.Н. Моделирование и экспериментальное определение коэффициентов изотерм ионообменного равновесия в почвах // Высшая школа: научные исследования: материалы межвузовского международного конгресса (г. Москва, 30 марта 2023 г.). М.: Инфинити, 2023. С. 155–158.
7. Никольский Б.П., Парамонова В.И. Законы обмена ионов между твердой фазой и раствором // Успехи химии. 1939. Т. 8, вып. 10. С. 14–17.
8. Павлушенко В.А., Николаенко А.Н. Расчет воздействия оросительной воды на структуру почв и ее мелиорация в случае развития процесса осолонцевания: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, № 2022682573 от 24.11.2022.
9. Nikolaenko A.N., Kavokin A.A. Modeling the Connection of Soil Structure with the Content of Organic Matter and Exchangeable Ca^{2+} and Mg^{2+} Cations // Moscow University Soil Science Bulletin, 2020. No. 2, Pp. 82–86.
10. U.S. Salinity Laboratory Staff 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and alkaline soils // U.S. Dept. Agric. Haydbook 60. 10 Szabolich Darab K.
11. Szabolich Darab K. Salt Balance Salt Trans // 9th Int. Conf. of Soil Sci VI, Adelaide, Australia, 1955.
12. Venselow A.P. Equilibria of the Base Exchange Reaction on Bentonites, Permutites, Soil Collods and Zeolites // Soil Sci. 1932. V. 33. P. 95–113.

REFERENCES

1. Bezdina S.Ya. Water quality for irrigation: principles and methods of assessment. M., ROMA, 1997. 185 s.
2. Gapon E.N. Theory of exchange sorption in soils // Journal of General Chemistry. 1933. № 3. Pp. 144–163.
3. Giedroyc K.K. Selected works. M.: Nauka, 1975. 638 p.
4. Kruglitsky N.N. Fundamentals of physicochemical mechanics. Kyiv: Ed. Obed. «Higher. school», 1975. 268 s.
5. Environmental requirements to the quality composition of irrigation waters ensuring prevention of salinization and salinization of soils. M.: Center for Scientific and Technical Information, Propaganda and Advertising, 1995. 33 s.
6. Nikolayenko A.N. Modeling and experimental determination of ion-exchange equilibrium isotherm coefficients in soils // Higher School: scientific research: materials of the Interuniversity International Congress (Moscow, March 30, 2023), Moscow: Infinity, 2023. P. 155–158.
7. Nikol'sky B.P., Paramonova V.I. The laws of ion exchange between the solid phase and the solution // Successes of chemistry. 1939. Vol. 8, no. 10. Pp. 14–17.
8. Pavlushchenko V.A., Nikolaenko A.N. Program for a computer «Calculation of the impact of irrigation water on the soil structure and its reclamation in the event of the development of the salinization process»: Certificate of state registration of the computer program, No. 2022682573 dated 24.11.2022.
9. Nikolaenko A.N., Kavokin A.A. Modeling the Connection of Soil Structure with the Content of Organic Matter and Exchangeable Ca^{2+} and Mg^{2+} Cations // Moscow University Soil Science Bulletin. 2020. No. 2, Pp. 82–86.
10. U.S. Salinity Laboratory Staff 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and alkaline soils // U.S. Dept. Agric. Haydbook 60. 10 Szabolich Darab K.
11. Szabolich Darab K. Salt Balance Salt Trans // 9th Int. Conf. of Soil Sci VI, Adelaide, Australia, 1955.
12. Venselow A.P. Equilibria of the Base Exchange Reaction on Bentonites, Permutites, Soil Collods and Zeolites // Soil Sci. 1932. V. 33. P. 95–113.

Николаенко Александр Николаевич, доктор техн. наук, профессор, вед. науч. сотрудник, *al.nikolaenko@yandex.ru* (ФНЦ ВНИИГИМ имени А.Н. Костикова, Россия, г. Москва).

УДК 631.432.4

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-5-35-38

АНАЛИЗ ВОДНЫХ БАЛАНСОВ ЗОНЫ АЭРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ

В.В. ПЧЕЛКИН, Е.А. ПОПОВА

Ключевые слова: вода, влажность, водный баланс, капельное орошение, дерново-подзолистая почва, водопотребление, белокочанная капуста.

Keywords: water, soil moisture, water balance, drip irrigation, sod-podzolic soil, crop water consumption, white cabbage.

Аннотация. Цель исследования – выявление закономерности изменения составляющих водного баланса зоны аэрации почвы и их взаимосвязи с влажностью дерново-подзолистых почв в условиях возделывания белокочанной капусты в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ, с ориентацией на достижение максимально возможных урожаев культуры.

В качестве объектов анализа рассматриваются: влажность дерново-подзолистой почвы, ключевые элементы водного баланса (осадки, испарение, фильтрация, транспирация и др.), а также сама культура – белокочанная капуста – как индикатор агроэкологических условий.

Получена формула для расчета водопотребления капусты, учитывающая специфику агроклиматических условий Центрального района Нечерноземья. В ее структуру введены эмпирические коэффициенты. Определены оптимальные интервалы влажности для дерново-подзолистых почв, расположенных на повышенных элементах рельефа, что особенно важно для планирования режимов орошения в условиях нерав-

номерного распределения осадков. Установлена устойчивая корреляционная зависимость между расчетными глубинами увлажнения и пентадами вегетационного периода.

Abstract. The objective of this study was to identify patterns in the dynamics of components of the soil aeration zone water balance and their relationship with moisture content in sod-podzolic soils under white cabbage cultivation in the Central region of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation, with the aim of achieving maximum attainable yields. The analysis focused on soil moisture in sod-podzolic soils, key water balance components—including precipitation, evaporation, percolation, transpiration, and others—and white cabbage itself, used as an indicator of agroecological conditions.

As a result of the research, a formula for calculating white cabbage water consumption was developed, incorporating empirical coefficients that account for the specific agroclimatic conditions of the Central Non-Chernozem region. Optimal soil moisture ranges were determined for sod-podzolic soils located on elevated landscape positions—a critical factor for scheduling irrigation under conditions of uneven precipitation distribution. A robust correlation was established between calculated wetting depths and pentads of the growing season.

Введение. Одним из ключевых направлений устойчивого развития сельского хозяйства в Центральной части Нечерноземной зоны Российской Федерации является внедрение орошаемого земледелия, ориентированного на точное регулирование водного режима почв.

Анализ водного баланса позволяет не только оценить эффективность использования влаги растениями, но и выявить водорегулирующую роль различных культур, определить их физиологические потребности в воде, а также смоделировать влияние агроландшафтов на гидрологический режим территории. На основе таких расчетов разрабатываются оптимальные схемы поливов, учитывающие динамику влагозапасов в почве.

Цель исследования — выявить закономерности изменения компонентов водного баланса в зоне аэрации в зависимости от динамики влажности дерново-подзолистой почвы при выращивании белокочанной капусты в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации, с последующей разработкой научно обоснованных рекомендаций по оптимизации поливного режима.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории южно-таежной подзоны Нечерноземной зоны России, охватывающей площадь 2,45 млн км² и включающей две природные провинции — Прибалтийскую и Среднерусскую. Экспериментальная работа выполнена в пределах Среднерусской провинции, где сосредоточено около 9 млн га пашни, 85% которой приходится на дерново-подзолистые почвы — основной объект данного исследования.

Климат и почвы. Климат Центрального района Нечерноземья характеризуется как умеренно континентальный, с мягкой зимой и умеренно теплым летом. Равнинный рельеф Восточно-Европейской платформы обеспечивает относительную климатическую однородность территории без резких локальных контрастов.

По данным метеостанции г. Дмитрова (средние показатели за 44 года), сумма активных температур (>0 °C) составляет 1800–2100 °C.

Суммарный радиационный баланс за период июнь–октябрь — 1110 МДж/м².

Средняя продолжительность промерзания почвы — 165 сут, а безморозный период — 128 сут.

В годы проведения исследований (2022–2024 гг.) температурный и осадочный режимы вегетационного периода (июнь–октябрь) существенно варьировались:

- 2022 г.: средняя температура — +16,6 °C, осадки — 219 мм → теплый, острозасушливый год;
- 2023 г.: +19,3 °C, осадки — 298 мм → жаркий, нормальный по увлажнению;
- 2024 г.: +17,1 °C, осадки — 257 мм → теплый, засушливый год.

Опытный участок расположен на повышенных элементах рельефа, близких к водораздельным поверхностям.

Уровень грунтовых вод: в период весеннего снеготаяния — 1,5...2 м от поверхности; в летне-зимнюю межень — 4...4,5 м.

Абсолютная высота опытного участка — 200 м. До начала исследований территория находилась в состоянии целины. Почвенный разрез типичен для данной местности. Реакция среды (рН) варьирует в пределах 6,5...7,3, что соответствует слабокислой — нейтральной среде.

Согласно классификации Н.А. Качинского, почвы участка отнесены к легким суглинкам с преобладанием мелкопесчаной и крупнопылеватой фракций, что определяет их водно-физические свойства и реакцию на орошение.

Характеристика условий проведения полевых исследований. Для оценки влияния влажностного режима корнеобитаемого слоя на продуктивность белокочанной капусты были заложены полевые опыты с капельным орошением на трех вариантах увлажнения и одном контроле (без полива). Каждый вариант повторялся трижды, что обеспечило статистическую надежность полученных результатов. Площадь одной опытной делянки составляла 50 м², общая площадь под культурой — 240 м².

Варианты опыта: высокий уровень влажности: 0,9...1 НВ (наименьшая влагоемкость); средний уровень: 0,8...0,9 НВ; пониженный уровень: 0,7...0,8 НВ; контроль: без орошения.

Геометрические параметры: длина делянки — 20 м; междурядья — 0,5 м; расстояние между растениями в ряду — 0,5 м; расстояние между делянками — 1,5 м.

На все варианты, включая контроль, вносили одинаковые дозы минеральных удобрений: N₉₀P₁₀₀K₉₀, что исключало влияние питания на различия в урожайности и позволяло оценивать исключительно эффект водного режима.

Полив осуществляли с помощью капельной системы орошения на основе труб из ПНД (полиэтилена низкого давления), оснащенных капельницами с производительностью 3 л/ч. Диаметр зоны увлажнения вокруг каждой капельницы составлял 0,5 м, а площадь — 0,196 м², что обеспечивало локальное и равномерное увлажнение корневой зоны.

Глубина промачиваемого слоя корректировалась в соответствии с развитием корневой системы капусты.

Контроль влажности почвы проводили на глубине 0,5 м, разбитой на пять 10-сантиметровых слоев. Измерения выполняли с помощью электронного влагомера.

Поливные нормы и частота поливов рассчитывались на основе водно-балансовых уравнений, учитывающих динамику влагозапасов в почве за конкретные интервалы времени.

Результаты и их обсуждение

Анализ водного баланса по данным лизиметрических измерений. Для количественного изучения взаимодействия между компонентами водного баланса в зоне аэрации, а также для оценки динамики УГВ и определения величины суммарного испарения белокочанной капусты были задействованы лизиметры.

Выбор типа лизиметра обусловлен спецификой решаемых задач: для реконструкции естественных гидрологических процессов в корнеобитаемом слое при сохранении структуры почвы и ее физических свойств авторами применены водобалансовые лизиметры с монолитами ненарушенного почвенного сложения.

Глубину увлажненного слоя корректировали в соответствии с динамикой развития корневой системы белокочанной капусты: в первые шесть пентад после посадки она составляла 20 см, а в последующий период – до уборки урожая – увеличивалась до 40...50 см.

Количество атмосферных осадков фиксировали с использованием наземных осадкомеров типа ГГИ-3000 в соответствии с общепринятой методикой.

Определение инфильтрации влаги из корнеобитаемого слоя осуществляется методом измерения объема воды, откачиваемой из трубы инфильтрации лизиметра. Отбор осуществляли с помощью погружного насоса, после полученный объем пересчитывали в миллиметры водного слоя с учетом площади лизиметра.

Уравнение водного баланса зоны аэрации лизиметров и расчетного слоя делянок имеет вид, мм:

$$\Delta W = \text{Ос} + m \pm q - E, \quad (1)$$

где $\Delta W = W_k - W_n$ – конечные и начальные влагозапасы почвы; Ос – осадки; m – поливная норма; q – водообмен корнеобитаемого слоя почвы с ниже расположенными слоями ($-q$ – инфильтрация влаги в почву; $+q$ – подпитывание зоны аэрации со стороны грунтовых вод); E – суммарное водопотребление исследуемых культур.

Составляющие водного баланса в монолите почвы лизиметра в период вегетации белокочанной капусты при оптимальной влажности дерново-подзолистой почвы за 2022–2024 гг. даны в табл. 1.

Сумма осадков за вегетацию белокочанной капусты в 2022–2024 гг. равнялась соответственно годам 198, 261, 238 мм. Количество осадков повлияло на нормы орошения, которые за рассматриваемый срок составили соответственно 172, 135, 153 мм. Исходя из этого водоподача в сумме (Ос + М) соответственно по годам составила: 370, 396, 391 мм.

Анализ водных балансов по данным исследований на опытных делянках. Водобалансовые расчеты за период вегетации белокочанной капусты на опытных делянках за 2022–2024 гг. даны в табл. 2.

Суммарное испарение в годы 2022–2024 гг. равно 256, 229, 237 мм. Просачивание влаги через зону аэрации в лизиметрах составило в 2022 г. $q = -121$ мм, 2023 г. $q = -156$ мм, а в 2024 г. $q = -168$ мм.

Проведенные исследования на делянке № 1 в 2022–2024 гг. показали следующие результаты по средней влажности почвы 0,91 НВ, 0,92 НВ, 0,93 НВ, при этом количество воды, пошедшее на орошение, составило по годам 258, 213, 183 мм, а водопотреб-

ление 243, 220 и 232 мм. На делянке № 2 влажность почвы при ее средних значениях получилась равной 0,82 НВ, 0,83 НВ, 0,83 НВ, а количество воды, пошедшее на полив – 172, 137, 155 мм, суммарное испарение 257, 232 и 240 мм. На делянке № 3 – 0,72 НВ; 0,76 НВ; 0,74 НВ, количество воды, пошедшее на орошение, составило 118, 77, 83 мм, водопотребление 212, 202, 211 мм.

На варианте без полива влажность почвы в среднем составила по годам 0,48 НВ, 0,62 НВ, 0,58 НВ, а соответственно суммарное испарение оказалось равным 151, 177, 166 мм.

Выводы. Для обеспечения устойчивого и ресурсоэффективного производства белокочанной капусты на дерново-подзолистых почвах Центрального района Нечерноземной зоны России необходима целенаправленная мелиорация, основанная на капельном орошении. Этот метод позволяет точно регулировать влажность корнеобитаемого слоя, минимизируя потери воды и адаптируя поливы к изменчивым климатическим условиям.

Результаты проведенных исследований выявили четкие закономерности взаимодействия компонентов водного баланса зоны аэрации в зависимости от влажности почвы и метеорологических условий. Основные выводы:

1. Установлено, что запасы влаги варьируются в зависимости от года, режима орошения и фазы развития культуры.

Таблица 1

Водные балансы зоны аэрации в лизиметрах

Вариант	ΔW , мм	Ос, мм	m , мм	$-q$, мм	E , мм
2022 г.					
Лизиметр 2 м ²	-7	198	172	121	256
Лизиметр 1,8 м ²	-8	198	172	121	257
2023 г.					
Лизиметр 2 м ²	10	261	135	157	229
Лизиметр 1,8 м ²	10	261	135	156	230
2024 г.					
Лизиметр 2 м ²	-14	238	155	170	237
Лизиметр 1,8 м ²	-15	238	153	162	240

Таблица 2

Водные балансы на опытных делянках в 2022–2024 гг.

Делянка	ΔW , мм	Ос, мм	m , мм	$-q$, мм	E , мм
2022 г.					
1	-8	198	258	221	243
2	-8	198	172	121	257
3	-9	198	118	113	212
Контроль	-9	198	0	59	151
2023 г.					
1	9	247	213	245	220
2	10	247	137	156	232
3	11	247	77	125	202
Контроль	9	247	0	78	177
2024 г.					
1	-11	238	183	200	232
2	-15	238	155	168	240
3	-28	238	83	138	211
Контроль	-47	238	0	122	166

2. Получены пентадные и суммарные значения атмосферных осадков за вегетационный период.

3. Оросительные нормы за 2022–2024 гг. существенно различались. Эти различия напрямую обусловлены межгодовой изменчивостью осадков и температурного режима

4. Определен объем инфильтрации ($-q$) из зоны аэрации в нижележащие горизонты.

5. Суммарное водопотребление культуры рассчитано с высокой точностью и составило в среднем 230...257 мм за вегетацию в зависимости от года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатыев А.М., Остапчик В.П. К обоснованию формирования поливных норм с использованием биоклиматического метода расчета суммарного испарения // Мелиорация и водное хозяйство. 1971. Вып. 19. С. 13–17.

2. Данильченко Н.В. Методические особенности расчета оросительных норм с.-х. культур в НЧЗ РСФСР // Техника и технология механизированного орошения. М., 1982. С. 177–186.

3. Бородычев В.В., Чечко Р.А., Дубенок Н.Н. Малоинтенсивное дождевание картофеля в Нижнем Поволжье: монография. М.: Проспект, 2017. 176 с. ISBN 978-5-392-24871-1.

4. Пчелкин В.В., Попова Е.А., Владимиров С.О. Водопотребление белокочанной капусты при капельном поливе в Нечерноземной зоне России // Научная жизнь. 2025. Т. 20, № 1 (139). С. 10–20.

5. Пчелкин В.В., Попова Е.А., Солошенко А.Д. Влияние водного режима дерново-подзолистых почв на урожайность белокочанной капусты при капельном поливе // Научная жизнь. 2024. Т. 19, № 3 (135). С. 380–387.

6. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960. С. 62–66; 54–62.

7. Ольгаренко И.В., Эфендиев М.С. Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур в условиях дефицита водных ресурсов // Мелиорация и водное хозяйство: материалы научно-практической конференции. Новочеркасск: Лик, 2016. С. 50–53.

8. Пчелкин В.В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель. М.: КолосС, 2003. 253 с.

9. Сафин Х.М., Лукманова А.Д., Зотова Н.А. Оптимизация режима орошения люцерны на сено в почвенно-климатических условиях Башкортостана // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1. С. 3–7. URL: <https://rucont.ru/efd/391422> (дата обращения: 28.07.2021).

10. Харченко С.И. Управление водным режимом на мелиорируемых землях в Нечерноземной зоне. М.: Гидрометеоздат, 1987. С. 206–208.

REFERENCES

1. Alpatyev A.M., & Ostapchik V.P. (1971). On the justification of irrigation norms using the bioclimatic method for calculating total evaporation. *Melioratsiya i Vodnoye Khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], *19*, 13–17.

2. Danil'chenko N.V. (1982). Methodological aspects of calculating irrigation norms for agricultural crops in the Non-Chernozem Zone of the RSFSR. In *Tekhnika i Tekhnologiya Mekhanizirovannogo Oroseniya* [Equipment and Technology of Mechanized Irrigation] (pp. 177–186).

3. Dubenok N.N., Borodychev V.V., & Chechko R.A. (2017). *Low-intensity sprinkler irrigation of potato in the Lower Volga region* [Malo intensivnoye dozhdovaniye kartofelya v Nizhnem Povolzh'ye]. Moscow: Prospekt. 176 p. ISBN 978-5-392-24871-1.

4. Pchelkin V.V., Popova E.A., & Vladimirov S.O. (2025). Water consumption of white cabbage under drip irrigation in the Non-Chernozem Zone of Russia. *Nauchnaya Zhizn* [Scientific Life], *20*(1, No. 139), 10–20.

5. Pchelkin V.V., Popova E.A., & Soloshenkov A.D. (2024). Influence of the water regime of sod-podzolic soils on white cabbage yield under drip irrigation. *Nauchnaya Zhizn* [Scientific Life], *19*(3, No. 135), 380–387.

6. Kostyakov A.N. (1960). *Fundamentals of land reclamation* [Osnovy melioratsii]. Moscow: Selkhozgiz, pp. 54–66.

7. Ol'garenko I.V., & Efendiev M.S. (2016). Total water consumption of agricultural crops under water scarcity conditions. In *Melioratsiya i Vodnoye Khozyaystvo: Materials of the Scientific and Practical Conference* (pp. 50–53). Novocherkassk: LLC «Lik».

8. Pchelkin V.V. (2003). *Justification of the reclamation regime for drained floodplain lands* [Obosnovaniye meliorativnogo rezhima osushayemykh poymennykh zemel']. Moscow: KolosS. 253 p.

9. Safin Kh.M., Lukmanova A.D., & Zotova N.A. (2016). Optimization of irrigation regime for alfalfa grown for hay under the soil-climatic conditions of Bashkortostan. *Vestnik Izhhevskoy Gosudarstvennoy Sel'skokhozyaystvennoy Akademii* [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], *(1)*, 3–7. <https://rucont.ru/efd/391422> (accessed: 28 July 2021).

10. Kharchenko S.I. (1987). *Water regime management on reclaimed lands in the Non-Chernozem Zone* [Upravleniye vodnym rezhimom na melioriruyemykh zemlyakh v Nечernozemnoy zone]. Moscow: Gidrometeoizdat, pp. 206–208.

Пчелкин Виктор Владимирович, доктор техн. наук, профессор, 9766793@mail.ru; **Попова Екатерина Александровна**, аспирант, kkk97@list.ru, кафедра мелиорации сельскохозяйственных земель (Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва).

УДК 631.311.5

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-5-38-42

ДВУХКОНТУРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЛУБИНОЙ КОПАНИЯ ДРЕНОУКЛАДЧИКОВ

А.Н. ЕФРЕМОВ

Ключевые слова: двухконтурные системы управления, дреноукладчик, лазерный передатчик, приемник, пульт управления, электрогидроблок, рабочий орган, точность укладки дрен, спутниковые навигационные системы управления.

Keywords: dual-loop control systems, drain laying machine, laser transmitter, receiver, control panel, electro-hydraulic unit, working body, drain laying accuracy, satellite navigation control systems.

Аннотация. Дано описание новой и известных двухконтурных лазерных систем автоматического управления глубиной копания дреноукладчиков. Представлены описание и технические характеристики двухконтурных систем и показаны их преимущества. Изложены особенности спутниковых навигационных систем управления.

Abstract. Description of new and known dual-loop laser automatic depth control systems for trenchers is given. Their technical characteristics are presented, and the advantages of dual-loop systems are shown. Features of satellite navigation control systems are outlined.

Введение. За последние десятилетия в России площади строительства дренажа в зонах орошения и осушения резко сократились. Большинство ранее выпускаемых дреноукладчиков сняты с производства или изготавливаются по отдельным заказам или закупаются зарубежные машины. Потребность в дреноукладчиках в нашей стране постепенно нарастает, ведутся работы