ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 72274— 2025**

# Системы и сооружения мелиоративные

# ДРЕНАЖ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

## Нормы проектирования

**Издание официальное**

**Москва**
**Российский институт стандартизации**
**2025**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 151 «Мелиорация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 сентября 2025 г. № 1000-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 2
4 Общие положения . . . . . 2
5 Схематизация гидрогеологических условий и построение расчетных схем . . . . . 3
6 Прогноз подъема уровня грунтовых вод для установления необходимости проектирования дренажа . . . . . 5
7 Обоснование типа дренажа . . . . . 7
8 Методы определения величины инфильтрационного питания . . . . . 8
9 Корректировка параметров дренажа с учетом водно-солевого режима . . . . . 10
10 Выбор оптимальных параметров дренажа . . . . . 11
11 Прогноз минерализации дренажного стока . . . . . 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Системы и сооружения мелиоративные**

# ДРЕНАЖ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

**Нормы проектирования**

Reclamation systems and structures. Drainage on irrigated lands. Design standards

**Дата введения — 2026—07—01**

## 1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает нормы проектирования дренажа на орошаемых землях.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на вновь осваиваемые засоленные или склонные к засолению и заболачиванию земли, а также на существующие оросительные системы, требующие мелиоративного усовершенствования.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на зоны избыточного увлажнения, промышленных площадок и населенных пунктов.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 20522 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 31416 Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия

ГОСТ Р 50779.0 Статистические методы. Основные положения

ГОСТ Р 54560 Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, для водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации. Технические условия

ГОСТ Р 70523 Системы и сооружения мелиоративные. Термины и определения

ГОСТ Р 70568 Системы и сооружения мелиоративные. Инженерные почвенно-мелиоративные и ботанико-культуртехнические изыскания. Общие положения

ГОСТ Р 70628.1 (ИСО 4427-1:2019) Трубопроводы из пластмасс для водоснабжения, дренажа и напорной канализации. Полиэтилен (ПЭ). Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 71856 Мелиорация земель. Дренажные воды с орошаемых земель. Общие требования

СП 100.13330 «СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения»

СП 446.1325800 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

СП 482.1325800 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

СП 502.1325800 Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на

**Издание официальное**

который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 70523, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **комбинированный дренаж:** Вид гидромелиоративного дренажа, представляющий собой сочетание горизонтального и вертикального видов дренажей.

## 4 Общие положения

4.1 Проектирование дренажа на вновь вводимых орошаемых землях, а также на существующих оросительных системах, требующих реконструкции, следует выполнять в увязке с режимом орошения, параметрами оросительной сети, с учетом требуемого водно-солевого режима.

4.2 Расчет дренажа выполняют в несколько этапов и корректируют в зависимости от параметров проектируемой или существующей оросительной сети.

4.2.1 Вначале следует схематизировать природные условия с целью выделения однородного природно-мелиоративного массива в пределах единого геолого-литологического комплекса.

4.2.2 Для природно-мелиоративного массива строят фильтрационные схемы, на основе которых с учетом гидрогеологических предпосылок и допустимых значений уровня грунтовых вод предварительно определяют тип дренажа.

4.2.3 Для выделенного природно-мелиоративного массива составляют водный и солевой балансы, позволяющие оценить направленность процессов в естественных условиях и их изменение под влиянием планируемого орошения, а также рассчитать среднемноголетнюю величину инфильтрационного питания. При этом устанавливают количество воды, которое необходимо отвести дренажем за пределы орошаемых земель.

4.2.4 Используя среднемноголетнюю величину инфильтрационного питания, составляют прогноз подъема уровня грунтовых вод для обоснования необходимости и сроков строительства дренажа.

4.2.5 В проекте следует предусматривать строительство дренажа в более поздние сроки, при этом необходимо учитывать плановое размещение дренажа относительно оросительной сети и технологию строительства дренажа.

4.2.6 Проектирование начинается с установления нагрузки на дренаж с учетом инфильтрационного питания, которое формирует водно-солевой режим почвы и зоны аэрации на поле.

4.2.7 Фильтрационный расчет параметров дренажа в первом приближении выполняют для установившегося режима по предварительной нагрузке на дренаж.

4.2.8 Прогноз водно-солевого режима составляют при рассчитанных параметрах дренажа по моделям влагосолепереноса, которые выбирают в зависимости от типа засоления, водно-физических свойств и механического состава почв.

4.2.9 При прогнозировании процессов засоления или осолонцевания на стадии предварительного определения параметров дренажа выполняют корректировку последних с целью создания благоприятного водно-солевого режима в течение всего периода ротации севооборота. Далее уточняют нагрузку на дренаж с учетом водно-солевого режима. В структуре нагрузки на дренаж корректируется величина инфильтрационного питания. При уточненной нагрузке на дренаж рассчитывают параметры дренажа для установившегося режима во втором приближении.

4.3 Проектирование конструкции горизонтального дренажа следует выполнять с учетом дополнительного фильтрационного сопротивления конструкции дрены, возникающего при применении рулонных защитно-фильтрующих материалов и несортированных песчано-гравийных смесей.

Конструкции скважин вертикального дренажа должны обладать высокой водозахватной способностью.

Конструкции комбинированного дренажа следует проектировать с вертикальными скважинами повышенной водозахватной способности.

4.4 На стадии предпроектной проработки обосновывают тип и оптимальные параметры дренажа, при этом учитывают стоимость водных ресурсов и возможность повторного использования дренажных вод на орошение, затраты, связанные с утилизацией, очисткой и деминерализацией дренажного стока, а также проведение мероприятий по охране окружающей среды.

4.5 Для оценки природоохранных мероприятий в составе проекта выполняют прогноз объема, минерализации и качества дренажных вод по ГОСТ Р 71856.

4.6 При реконструкции коллекторно-дренажных систем следует учитывать фактическую дренирующую способность имеющегося дренажа.

4.7 Исходные данные для проектирования дренажа на орошаемых землях должны соответствовать требованиям СП 446.1325800, СП 482.1325800, СП 502.1325800, ГОСТ Р 70568.

4.8 Параметры горизонтального, вертикального и комбинированного дренажа следует определять с соблюдением требований СП 100.13330.

4.9 Параметры горизонтального систематического дренажа следует определять на основании гидравлического расчета закрытых дрен и коллекторов. В результате гидравлического расчета должен быть определен диаметр закрытой дрены или коллектора в зависимости от расчетного расхода воды, уклона дрены или коллектора, материала и конструкции дренажных труб.

4.10 С учетом технологии производства дреноукладочных работ глубину заложения дрен горизонтального дренажа устанавливают не более 4 м. При спокойном рельефе местности длина дрен не должна превышать 250 м. При значительных уклонах местности (более 0,005) длину дрен принимают не более 300 м. Минимальные уклоны закрытого дренажа должны быть приняты с учетом обеспечения незаиляющих скоростей движения воды.

Расчетный режим работы закрытого дренажа принимают безнапорным. Напорный режим работы должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

4.11 Водоприемная часть скважин вертикального дренажа должна быть расположена в грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут.

Для дренирования участков с возможностью отвода как свободной, так и капиллярной воды на грунтах с коэффициентом фильтрации менее 2 м/сут следует применять системы вакуумного осушения.

4.12 При проектировании предпочтение следует отдавать дренажным системам с отводом воды самотеком при невозможности механической откачки воды.

4.13 Основные параметры труб для закрытого дренажа необходимо принимать по ГОСТ 31416, ГОСТ Р 54560, ГОСТ Р 70628.1, СП 100.13333.

## 5 Схематизация гидрогеологических условий и построение расчетных схем

5.1 Исходной информацией для построения расчетных фильтрационных схем служат материалы изысканий (карта литолого-генетических комплексов, литологические разрезы и литологические колонки). Фильтрационные схемы следует выполнять в пределах единого геолого-генетического комплекса. При построении расчетной схемы учитывают литологическое строение грунтов, структуру потока грунтовых вод, характер гидравлической взаимосвязи водоносных горизонтов, фильтрационные свойства водовмещающих пород, вертикальный водообмен между водоносными горизонтами и глубину залегания регионального водоупора.

5.2 При схематизации гидрогеологических условий литологический разрез необходимо привести к одной из следующих расчетных схем:

- сравнительно однородная толща, залегающая на водоупоре;
- двухслойная толща;
- трехслойная толща;
- четырехслойная толща;
- однородная двух-, трех- или четырехслойная толща с напорным питанием.

5.3 Вначале в схематизируемом литологическом разрезе следует выделить водоупорный слой. За него принимают слой, имеющий коэффициент проводимости $\beta_{пр} \leq 0{,}0001$ сут$^{-1}$, вычисляемый по формуле

$$\beta_{пр} = \frac{k_{sl}}{h_{sl}}, \quad (1)$$

где $k_{sl}$ — коэффициент фильтрации слоя, м/сут;

$h_{sl}$ — высота слоя (мощность), м.

Далее рассматривают толщу выше этого слоя. Если такой слой отсутствует, то необходимо рассматривать весь литологический разрез до регионального водоупора, выявленного на основе изысканий либо по фондовым материалам.

5.4 В слоистом литологическом разрезе определяют слой с минимальным коэффициентом фильтрации и проводят сравнение с ним коэффициентов фильтрации каждого слоя.

Если для слоев соотношение коэффициентов фильтрации $k_{sl,i}/k_{sl,\min} < 10$, где $k_{sl,\min}$ — минимальный коэффициент фильтрации слоя, м/сут, то толщу считают сравнительно однородной. Для каждой толщи следует определять суммарные мощность $h$, м, проводимость $T$, м$^2$/сут, и средневзвешенное значение коэффициента фильтрации $k_{sv}$, м/сут, по следующим формулам:

$$h = \sum_{i=1}^{n} h_{sl,i}; \tag{2}$$

$$T = \sum_{i=1}^{n_{sl}} k_{sl,i} \cdot h_{sl,i}; \tag{3}$$

$$k_{sv} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{sl}} k_{sl,i} \cdot h_{sl,i}}{\sum_{i=1}^{n_{sl}} h_{sl,i}}, \tag{4}$$

где $n_{sl}$ — количество слоев, шт.;

$h_{sl,i}$ — мощность $i$-го слоя, м;

$k_{sl,i}$ — коэффициент фильтрации $i$-го слоя, м/сут.

5.5 Когда минимум для одного слоя соотношение $k_{sl,i}/k_{sl,\min} \geq 10$, имеет место слоистая толща. Для получения расчетной схемы слоистой толщи необходимо определить, какие из слоев следует выделить в самостоятельные, а какие — объединить. Слои необходимо объединять, если при их попарном сравнении отношение большего коэффициента фильтрации к меньшему будет менее пяти. Попарное сравнение коэффициентов фильтрации выполняют сверху вниз.

5.6 Если соотношение коэффициентов фильтрации слоев более пяти, слои не объединяют. Далее проводят сравнение нижнего слоя с последующими по такому же критерию.

5.7 После сравнения всех коэффициентов фильтрации и выделения слоев следует определить наличие разделяющего слоя. Проверку на разделяющий слой выполняют для слоя с минимальным коэффициентом фильтрации по критерию $0{,}0001 < \beta_{пр} \leq 0{,}02$.

Если выделены один или несколько разделяющих слоев, то принимают двух- или многопластовую схему. Для нее следует выполнить оценку гидравлической связи между водоносными горизонтами.

5.8 Гидравлическую связь между водоносными горизонтами необходимо оценивать по коэффициенту вертикального водообмена $\gamma_v$ который вычисляют по формуле

$$\gamma_v = \frac{L^2}{v_s} \cdot \frac{\Delta H_{hp}}{\Delta H_{hg}}, \tag{5}$$

где $L$ — длина участка пласта, м;

$\Delta H_{hp}$ — разность уровней между пластами, снимаемыми с карты гидроизопьез для участка пласта длиной $L$, м;

$\Delta H_{hg}$ — разность уровней между пластами, снимаемыми с карты гидроизогипс для участка пласта длиной $L$, м;

$v_s$ — параметр перетекания, м, вычисляемый по формуле

$$v_s = \sqrt{\frac{T \cdot h_{ps}}{k_p}}, \quad (6)$$

где $h_{ps}$ — среднее значение мощности, м;

$k_p$ — коэффициент фильтрации разделяющего слоя, м/сут.

Если коэффициент вертикального водообмена $\gamma_v > 20$, то имеет место напорное питание, и его необходимо учитывать при расчете параметров дренажа.

## 6 Прогноз подъема уровня грунтовых вод для установления необходимости проектирования дренажа

6.1 Для обоснования сроков строительства дренажа учитывают прогноз подъема уровня грунтовых вод на проектируемой площади под орошение и прилегающих к ней землях.

6.2 В зависимости от стадии проектирования прогноз подъема уровня грунтовых вод выполняют следующими методами:

- на стадии предпроектных проработок: методы водного баланса, конечных разностей по данным режимных наблюдений, корреляционных зависимостей на основе обработки данных режимных наблюдений, гидрогеологических аналогов;
- на стадии разработки проектной и рабочей документации: аналитический расчет, моделирование по профильным, плановым и пространственным моделям.

6.3 Метод водного баланса применяют для простых случаев: отсутствие гидрогеологических границ недалеко от массива, отсутствие перетекания в нижележащие слои и т. д.

Среднюю скорость подъема уровня грунтовых вод $v_{п.у}$, м/год, вычисляют по формуле

$$v_{п.у} = \frac{q_t}{10000 \cdot t \cdot \mu}, \quad (7)$$

где $q_t$ — приток воды, идущий на пополнение грунтовых вод за счет техногенных факторов, м$^3$/га, вычисляемый по формуле

$$q_t = V_{va} + V_l - V_v, \quad (8)$$

где $V_{va}$ — вертикальный водообмен между водами в зоне аэрации и грунтовыми водами (величина инфильтрационного питания), м$^3$/га;

$V_l$ — фильтрационные потери оросительной воды, м$^3$/га;

$V_v$ — вертикальный водообмен балансового слоя с нижележащими водоносными слоями (напорное питание), м$^3$/га;

$t$ — продолжительность расчетного периода, сут (равен 365 сут);

$\mu$ — коэффициент недостатка насыщения грунта зоны аэрации.

6.4 Расчет подъема уровня грунтовых вод выполняют аналитическими методами.

6.5 Метод гидрогеологической аналогии следует применять в тех случаях, когда условия формирования режима грунтовых вод на проектируемой и эксплуатируемой системах носят сходный характер. Результаты наблюдений за режимом грунтовых вод на эксплуатируемой системе должны быть использованы для обоснования прогнозного режима грунтовых вод на проектируемой системе.

6.6 При выборе объектов-аналогов следует учитывать сходность природных условий, определяющих степень естественной дренированности, конструктивные особенности систем, технологические мелиоративные решения, положение искусственных гидрогеологических границ и формирование площадного инфильтрационного питания грунтовых вод. Критерии для выбора объектов-аналогов приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Критерии для выбора объектов-аналогов

| Наименование аналогов | Элемент мелиоративно-гидрогеологического районирования | Направленность сельхозпроизводства и технологические решения по мелиорации | Конструктивная особенность аналогов | Информационное обеспечение |
|---|---|---|---|---|
| Система | Морфологические типы I порядка (подпровинции, области) | Сходный состав сельскохозяйственных культур, севооборотов; тип мелиоративных мероприятий (орошение, промывки, мелиорация солонцов и др.) | Однотипные конструкции гидромелиоративных систем в целом (магистральный и межхозяйственные каналы, способы полива, оросительная норма, коэффициент полезного действия) | Исходное положение грунтовых вод, динамика уровня грунтовых вод (осредненная по системе скорость подъема, годовая амплитуда колебаний). Изменение режимообразующих факторов (коэффициент полезного действия и осадки) |
| Участок | Морфогенетические типы II порядка (области, подобласти) | Сходный состав сельскохозяйственных культур, севооборотов, тип и вид мелиоративных мероприятий (орошение дождеванием, поверхностный полив, режим орошения, химическая мелиорация, комплексные мелиорации) | Однотипные конструктивные гидроэлементы мелиоративных систем (межхозяйственная и внутрихозяйственная сеть, способы полива, техника полива) | Исходное положение грунтовых вод. Режим грунтовых вод в зависимости от режимообразующих факторов. Структура водного баланса территории и изменение ее за период эксплуатации (коэффициент полезного действия, фильтрационные потери, осадки, режим орошения) |

6.7 Расчет многолетнего подъема уровня грунтовых вод в пределах территории следует выполнять при установленной величине инфильтрационного питания. Величину инфильтрационного питания определяют согласно требованиям раздела 8. При этом не учитывают сезонные колебания уровня грунтовых вод и реальное размещение мелкой оросительной сети.

6.8 Моделирование прогноза подъема уровня грунтовых вод следует выполнять на основе уравнений Буссинеска и его модификаций.

Если движение влаги носит преимущественно вертикальный характер без боковых растеканий, то прогнозы изменения уровня грунтовых вод выполняют по одномерным моделям влагопереноса, где описано движение влаги в зонах неполного и полного водонасыщения с учетом их взаимодействия. Для выполнения прогноза задают:

- параметры влагопереноса слоев профиля;
- исходную влажность на поверхности почвы;
- условие, моделирующее естественный ход осадков, испарения, поливов;
- результирующую оттоков и притоков на нижней границе ниже исходного уровня грунтовых вод.

В результате расчета на заданные интервалы времени получают значения уровня грунтовых вод, эпюры влажности в зоне аэрации, потоков воды в каждом сечении профиля.

6.9 При наличии в разрезе покровных отложений слабопроницаемого слоя учитывают возможность образования на них водоносного горизонта (верховодки). Водоносный горизонт образуется в тех случаях, когда интенсивность инфильтрационного питания превышает коэффициент фильтрации этого слоя $g > k_p$.

Подпор $\Delta H$, м, на любой момент времени вычисляют по формуле

$$\Delta H = \frac{h_p \cdot (g - g_e)}{k_p} \cdot \left[1 - \exp\left(\frac{k_p \cdot t_{veg}}{\mu \cdot h_p}\right)\right], \quad (9)$$

где $h_p$ — мощность разделяющего слоя, м;

$g$ — интенсивность инфильтрационного питания грунтовых вод при орошении, м/сут;

$g_e$ — интенсивность инфильтрационного питания грунтовых вод в естественных условиях, м/сут;

$k_p$ — коэффициент фильтрации разделяющего слоя, м/сут;

$t_{veg}$ — продолжительность вегетационного периода, сут;

$\mu$ — коэффициент недостатка насыщения грунта зоны аэрации.

Образование верховодки необходимо прогнозировать для критических периодов года (снеготаяние, промывка, период поливов и т. д.).

Продолжительность стояния уровня верховодки $t_{s,v}$, сут, вычисляют по формуле

$$t_{s,v} = \frac{\mu \cdot h_p}{k_p} \cdot \ln\frac{\Delta H + h_p}{h_p}. \quad (10)$$

Если продолжительность стояния уровня верховодки превышает число дней с инфильтрационным питанием, то выполняют прогноз подъема верховодки до критической глубины.

Значения коэффициента фильтрации и пористости для выделенных литологических слоев определяют в полевых условиях.

Определение гидрофизических параметров грунтов проводят в лаборатории. Для этого строят экспериментальные зависимости капиллярного потенциала от влажности $M(w)$ и коэффициента влагопроводности от влажности $k_w(w)$.

Для использования этих зависимостей в расчетах экспериментальные точки аппроксимированы аналитическими функциями:

$$M(w) = -h_k^* \cdot \operatorname{tg}\frac{\pi}{2} \cdot \frac{w_{tot} - w}{w_{tot} - w_e}; \quad (11)$$

$$k_w(w) = k_e \left(\frac{w - w_e}{w_{tot} - w_e}\right)^{n_{k,w}}, \quad (12)$$

где $h_k^*$ — параметр, определяемый в результате аппроксимации;

$w_{tot}$ — полная влагоемкость, доли ед.;

$w$ — объемная влажность, доли ед.;

$w_e$ — максимальная гигроскопичность, доли ед.;

$k_e$ — коэффициент фильтрации с учетом защемленного воздуха, м/сут;

$n_{k,w}$ — показатель степени, определяемый в результате аппроксимации.

Значения параметров $w_e$, $k_e$, $h_k^*$, $n_{k,w}$ находят из условия минимума суммы квадратов отклонений экспериментальных значений потенциала и влагопроводности от теоретических.

## 7 Обоснование типа дренажа

7.1 Предварительный выбор типа дренажа и установление его параметров осуществляют на основании схематизации гидрогеологических условий территории, почвенно-мелиоративного районирования, а также в зависимости от допустимой или оптимальной глубины поддержания грунтовых вод. Гидрогеологические характеристики для выбора типа дренажа приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Гидрогеологические характеристики для выбора типа дренажа

| Фильтрационная схема | Характеристика фильтрационной схемы | Тип дренажа | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Горизонтальный | Комбинированный | Вертикальный |
| Однопластовая однородная | Допустимые глубины УПВ, м | <3,0 | 3,0—5,0 | >5,0 |
| | Мощность слоя, м | — | — | >20,0 |
| | Коэффициент фильтрации, м/сут | >0,1 | — | >5,0 |
| | Проводимость, $м^2$/сут | 1,0—5,0 | — | >100,0 |
| Однопластовая двухслойная | Мощность покровного слоя, м | 5,0—15,0 | 5,0—15,0 | >20 |
| | Коэффициент фильтрации покровного слоя, м/сут | 0,1 | 0,1 | >5,0 |
| | Проводимость нижнего слоя, $м^2$/сут | 20,0 | 20,0—100,0 | >100,0 |
| | Интенсивность напорного питания, м/сут | <0,1 | 0,1—0,2 | >0,2 |
| Двухпластовая трехслойная (четырехслойная) | Мощность первого слоя, м | 5,0—15,0 | 5,0—15,0 | >20,0 |
| | Коэффициент фильтрации первого слоя, м/сут | 0,1 | 0,1 | >5,0 |
| | Проводимость первого слоя, $м^2$/сут | 5,0—20,0 | 5,0—20,0 | >100,0 |
| | Проводимость второго слоя, $м^2$/сут | 20,0 | 20,0—100,0 | >100,0 |
| | Интенсивность напорного питания, м/сут | 0,1 | 0,1—0,2 | 0,2 |
| Примечание — УПВ — уровень подземных вод. | | | | |

7.2 Техническими ограничениями выбора типа дренажа являются:

- отсутствие или недостаточность электроэнергии для работы скважин вертикального дренажа;
- недостаточность водоприемников дренажных вод и невозможность утилизации дренажного стока;
- невозможность или нецелесообразность повторного использования дренажного стока на орошение.

7.3 При выборе типа дренажа следует учитывать:

- активное влияние на водообмен и солеобмен в зоне аэрации и грунтовых водах;
- экологические нормы;
- отрицательное влияние на качество грунтовых вод, используемых для питьевого водоснабжения;
- вовлечение в активный оборот значительного количества солей и сложность утилизации вод повышенной минерализации.

7.4 Окончательно тип дренажа устанавливают на основе технико-экономических расчетов, составной частью которых являются затраты, связанные с назначением мероприятий по повторному использованию, утилизации, сбросу дренажного стока и охране окружающей среды.

## 8 Методы определения величины инфильтрационного питания

8.1 При расчете на среднегодовые условия многолетнего ряда нагрузку на дренаж с учетом бокового притока $W$, $м^3$/га, определяют по формуле

$$W = V_l \pm V_{va} \pm V_v + V_b + J_n, \quad (13)$$

где $V_b$ — боковой приток грунтовых вод на проектируемый массив, $м^3$/га;

$J_n$ — дополнительная норма на промывной режим, $м^3$/га.

8.2 При обосновании величины инфильтрационного питания в зависимости от стадии проектирования используют различные методы и модели. На стадии предпроектных проработок используют:

- метод водного баланса;
- плановые математические модели по данным режимных наблюдений существующей сети скважин;

- метод гидрогеологических аналогий;
- метод интегральных преобразований;
- аналитический расчет;
- моделирование в плановой или трехмерной области на специально оборудованных участках.

На стадиях проектной и рабочей документации используют расчет:

- по одномерным моделям влагопереноса;
- по профильным моделям влагопереноса;
- аналитический.

8.3 Для предпроектных проработок расчет величины инфильтрационного питания при определении нагрузки на дренаж выполняют в целом по региону на основе метода водного баланса в соответствии с требованиями СП 100.13330.

При установленной средней за расчетный период влажности в активном слое почвы интенсивность вертикального водообмена между зоной аэрации и грунтовыми водами $g_{va}$, м/сут, вычисляют по формуле

$$g_{va} = \alpha \cdot \bar{w}_m^n - \beta, \tag{14}$$

где $n$ — показатель степени ($n$ = 3,5 – 6,0 в зависимости от типа почвогрунта);

$\alpha$ и $\beta$ — параметры, определяемые по формулам:

$$\alpha = \frac{k_n}{1 - \exp\left(-\left(h_s - \frac{h_a}{2}\right) \cdot \frac{n}{h_{w,p}}\right)}; \tag{15}$$

$$\beta = \frac{k_n \cdot \exp\left(-\left(h_s - \frac{h_a}{2}\right) \cdot \frac{n}{h_{w,p}}\right)}{1 - \exp\left(-\left(h_s - \frac{h_a}{2}\right) \cdot \frac{n}{h_{w,p}}\right)}, \tag{16}$$

где $k_n$ — коэффициент фильтрации при полном насыщении, м/сут;

$h_s$ — глубина грунтовых вод от поверхности земли (средняя за расчетный период времени), м;

$h_a$ — толщина активного слоя почвы, м;

$h_{w,p}$ — высота капиллярного поднятия, м;

$\bar{w}_m$ — влажность, доли ед., определяемая по формуле

$$\bar{w}_m = \frac{w_m - w_{max}}{w_{tot} - w_{max}}, \tag{17}$$

где $w_m$ — средняя за расчетный период времени влажность в активном слое почвы, доли ед. Допускается принимать $w_m \approx w_{sl}$, где $w_{sl}$ — средняя влажность в активном слое почвы в начальный период времени, доли ед.;

$w_{max}$ — максимальная молекулярная влагоемкость, доли ед.;

$w_{tot}$ — полная влагоемкость, доли ед.

В пределах выбранных локальных участков расчет инфильтрационного питания проводят по данным о режиме уровня грунтовых вод за рассматриваемый период времени с использованием моделирования или метода интегральных преобразований.

8.4 В составе проектной или рабочей документации при более полном учете свойств почвогрунтов, а также процессов влагопереноса, происходящих в них, для определения величины инфильтрационного питания следует использовать математические модели влагопереноса.

Определение величины инфильтрационного питания проводят в три этапа:

- изучают зависимость капиллярного потенциала $M(w)$ и коэффициента влагопроводности от влажности $k_w(w)$ по данным опытов на капилляриметре;

- используют расчетные и фактические эпюры влажности для определения параметров влагопереноса;

- выполняют моделирование водного режима в лизиметрах с сельскохозяйственной культурой. При этом следует использовать зависимость, характеризующую распределение интенсивности отбора влаги корнями растений.

## 9 Корректировка параметров дренажа с учетом водно-солевого режима

9.1 Расчет водно-солевого режима следует выполнять после природно-мелиоративного районирования для выбранных типовых участков.

9.2 Прогнозы необходимо составлять на период не менее двух ротаций севооборота при существующих условиях:

- при фактическом режиме орошения;
- фактическом солевом составе и концентрации солей в оросительной воде;
- исходной величине дренирования;
- фактической глубине грунтовых вод;
- проведении мелиораций: промывки, изменение режима орошения, строительство дренажа и т. д.

9.3 На стадии предпроектных проработок прогнозы водно-солевого режима составляют с использованием балансовых методов водного режима и аналитических решений уравнений солепереноса. На стадии проектной и рабочей документации используют численный метод расчета по нелинейным моделям влагосолепереноса.

Прогноз водно-солевого режима засоления земель выполняют после проведения промывки. При низком эффекте рассоления отсутствует необходимость в мелиорации этих почв, поэтому следует снизить намеченную проектную урожайность.

9.4 Для расчета водно-солевого режима используют двух-, трехпараметрическую трехкомпонентную, многокомпонентную модель влагосолепереноса.

9.5 По информации репрезентативной метеостанции проводят выборку данных по осадкам, испаряемости, дефициту влажности и температуре воздуха, скорости ветра (подекадно в вегетационный период и помесячно во вневегетационный период) на фактически имеющийся ряд лет, включая и год 90 %-ной обеспеченности.

9.6 Суммарное испарение для всех культур севооборота рассчитывают по апробированной для данного региона методике или определяют по лизиметрическим данным.

9.7 По результатам гидрогеолого-мелиоративного районирования обосновывают типовые расчетные геофильтрационные схемы и расчетные значения мощностей, коэффициентов фильтрации, проводимости отдельных слоев. Для отдельных участков и подучастков указывают минерализацию, химический состав и глубину залегания грунтовых вод.

9.8 Путем статистической обработки по ГОСТ 20522 и ГОСТ Р 50779.0 материалов почвенно-мелиоративных изысканий по ГОСТ Р 70568 подбирают водно-физические характеристики почв и грунтов зоны аэрации: пористость $n_a$, доли ед.; полная влагоемкость $w_{tot}$, доли ед.; предельно-полевая влагоемкость $w_{lim}$, доли ед.; влажность завядания $w_a$, доли ед.; максимальная гигроскопичность $w_e$, доли ед.; объемная масса скелета ρ, г/см$^3$; коэффициент фильтрации $k$, м/сут; высота капиллярного поднятия $h_{w,p}$, м; процентное содержание частиц диаметром $d$ < 0,01 мм.

9.9 По результатам почвенной съемки устанавливают расчетные эпюры засоления по отдельным ионам или сумме токсичных солей для обеспеченности 90 %. Прогноз водно-солевого режима выполняют для эпюр 90 %-ной обеспеченности по засолению.

9.10 С учетом результатов исследований рассчитывают параметры солепереноса отдельных литологических слоев. Набор параметров определяют в соответствии с моделью солепереноса.

9.11 Для заданной системы сельскохозяйственного производства на рассматриваемой территории подбирают севообороты с характерным набором культур и определяют продолжительность возделывания каждой культуры по годам.

9.12 Для каждой культуры в севообороте определяют пределы регулирования влажности и допустимую концентрацию солей в корнеобитаемом слое, а также мощность этого слоя по фазам вегетации.

9.13 Устанавливают режим орошения:

- оросительную норму;
- число, нормы и сроки каждого вегетационного полива;
- продолжительность периода вегетации;

- сроки и нормы влагозарядковых поливов;
- коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети;
- продолжительность учета потерь на фильтрацию в вегетационный период и в остальное время — в период проведения предпахотных и влагозарядковых поливов.

9.14 Составляют таблицу статей водного баланса по периодам:
- осенний;
- осенне-зимний;
- весенний;
- снеготаяние;
- вегетационный.

9.15 Задают краевые условия, определяемые таблицей статей водного баланса по периодам (испарение, осадки, поливные нормы).

9.16 В первом приближении нагрузку на дренаж рассчитывают по уравнению водного баланса на среднегодовые условия многолетнего ряда. Для заданного положения уровня грунтовых вод проводят расчет параметров дренажа.

9.17 При расчете водно-солевого режима по формулам, использующим линейные уравнения солепереноса в качестве исходных данных, принимают постоянную по профилю скорость фильтрации (положительная — при поливах и осадках, отрицательная — при испарении), определяемую по периодам по формуле (18).

Скорость потока $v_{k,1}$, м/сут, на каждый расчетный интервал времени предварительно вычисляют по формуле

$$v_{k,1} = \frac{J_{nt,n} + P - E}{1000 \cdot t}, \quad (18)$$

где $J_{nt,n}$, $P$, $E$ — соответственно оросительная норма, осадки и физическое испарение, м$^3$/га, за период времени $t$, сут.

При использовании нелинейных моделей влагосолепереноса на верхней границе задают условие второго ряда, в котором скорость потока определяют по формуле (18), а на нижней границе — условие, моделирующее отток в дренаж (задаются параметры дренажа).

## 10 Выбор оптимальных параметров дренажа

10.1 Выбор оптимальных параметров дренажа следует выполнять в соответствии с параметрами оросительной сети.

10.2 За критерий оптимальности принимают минимальные суммарные приведенные затраты на строительство оросительной и коллекторно-дренажных систем с учетом использования земельных, водных и трудовых ресурсов при их эксплуатации; при этом для водно-солевого режима корнеобитаемого слоя, рассчитанного согласно разделу 7, в течение вегетации должны быть соблюдены следующие условия:

$$\alpha w \le w_i \le \beta w \text{ и } C_{k,sl} \le C_{adm}, \quad (19)$$

где $\alpha w$, $\beta w$ — пределы регулирования влаги [параметры $\alpha$ и $\beta$ определяют по формулам (15) и (16) соответственно];

$w_i$ — влажность корнеобитаемого слоя, доли ед.;

$C_{k,sl}$ — засоление корнеобитаемого слоя, %;

$C_{adm}$ — допустимое содержание солей в корнеобитаемом слое, %.

10.3 Суммарные приведенные затраты $B_i$, руб., определяют по формуле

$$B_i = (U_d + E_э \cdot K_{d,i}) + (U_c + E_э \cdot K_{c,i}) + U_{э.р} + U_{в.р} + U_{т.р}, \quad (20)$$

где $U_d$ — эксплуатационные затраты на коллекторно-дренажной системе, руб.;

$E_э$ — нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, руб.;

$K_{d,i}$ — капитальные вложения в $i$-й вариант строительства коллекторно-дренажной системы, руб.;

$U_c$ — эксплуатационные затраты на оросительной системе, руб.;

$K_{c,i}$ — капитальные вложения в $i$-й вариант строительства оросительной системы, руб.;

$U_{з.р}$ — стоимость земельных ресурсов, руб.;

$U_{в.р}$ — стоимость водных ресурсов, руб.;

$U_{т.р}$ — стоимость трудовых ресурсов на проведение поливов сельскохозяйственных культур, руб.

10.4 Капитальные вложения в $i$-й вариант строительства коллекторно-дренажной системы $K_{d,i}$, руб., определяют по формуле

$$K_{d,i} = K_{mk} + K_{bk} + K_d + K_{с.с}, \quad (21)$$

где $K_{mk}$ — капитальные вложения на строительство межхозяйственных коллекторов, руб.;

$K_{bk}$ — капитальные вложения на строительство внутрихозяйственных коллекторов, руб.;

$K_d$ — капитальные вложения на строительство дрен, руб.;

$K_{с.с}$ — капитальные вложения на устройство сооружений на коллекторно-дренажной сети, руб.

10.5 Эксплуатационные затраты на коллекторно-дренажной системе $U_d$, руб., определяют по формуле

$$U_d = U_р + U_{tex} + U_h + U_n, \quad (22)$$

где $U_р$ — отчисления на ремонт коллекторно-дренажной сети, руб.;

$U_{tex}$ — отчисления на техобслуживание коллекторно-дренажной сети, руб.;

$U_h$ — затраты на содержание эксплуатационного штата, руб.;

$U_n$ — прочие затраты, руб.

10.6 Капитальные вложения в $i$-й вариант строительства оросительной системы $K_{c,i}$, руб., определяют по укрупненным показателям согласно формуле

$$K_{c,i} = K_{п.р.с} + K_{п.т} + K_{н.с.о} + K_{п.э}, \quad (23)$$

где $K_{п.р.с}$ — капитальные вложения на проводящую и регулирующую оросительную сеть, руб.;

$K_{п.т}$ — капитальные вложения на поливную технику, руб.;

$K_{н.с.о}$ — капитальные вложения на насосно-силовое оборудование, руб.;

$K_{п.э}$ — капитальные вложения на прочие элементы системы, руб.

10.7 Эксплуатационные затраты на оросительной сети $U_c$, руб., определяют по формуле

$$U_c = U_r + U_a + U_{tek} + U_{mat} + U_L + U_x + U_n, \quad (24)$$

где $U_r$ — сумма заработной платы обслуживающего персонала, руб.;

$U_a$ — амортизационные отчисления, руб.;

$U_{tek}$ — отчисления на текущий ремонт, руб.;

$U_{mat}$ — затраты на горюче-смазочные материалы, руб.;

$U_L$ — затраты на электроэнергию, руб.;

$U_x$ — затраты, связанные с хранением поливной техники, руб.

10.8 При расчете оптимальных параметров дренажа следует использовать метод планирования имитационных расчетов с привлечением регрессионного метода. При составлении матрицы планирования расчетов в таблицу заносят следующие переменные параметры:

- для горизонтального дренажа — глубина дрен (открытых или закрытых), диаметр дрены (ширина по дну для открытой дрены), толщина фильтровой обсыпки, уклон дрены, превышение уровня грунтовых вод в междренье над уровнем воды в дрене;

- вертикального дренажа — глубина, диаметр скважины, длина фильтровой части, понижение в скважине;

- комбинированного дренажа — глубина, диаметр горизонтальной дрены, расстояние между скважинами-усилителями, превышение уровня грунтовых вод в междренье над уровнем воды в дрене.

10.9 В зависимости от состояния варьируемых параметров глубины дрены $d_d$, м, и превышения уровня грунтовых вод в междренье над уровнем воды в дрене $H$, м, определяют положение уровня грунтовых вод $h_c$, м, по формуле

$$h_c = d_d - H. \quad (25)$$

10.10 В соответствии с положениями раздела 4 рассчитывают расстояние между дренами в первом приближении.

10.11 Для уровня грунтовых вод и рассчитанных параметров дренажа с учетом исходного засоления выполняют расчет водно-солевого режима согласно положениям раздела 9. По результатам расчета корректируют режим орошения и параметры дренажа.

10.12 Согласно скорректированному режиму орошения укомплектовывают график гидромодуля. Ординату гидромодуля для одной культуры $g_n$, л/(с · га), определяют по формуле

$$g_n = \frac{\alpha_к \cdot d_п}{8640 \cdot t_п}, \quad (26)$$

где $\alpha_к$ — доля культуры в севообороте;

$d_п$ — поливная норма, м$^3$/га;

$t_п$ — поливной период, сут.

10.13 По укомплектованному графику режима орошения находят максимальную расчетную ординату гидромодуля, при этом расход, подаваемый на севооборотный участок нетто $Q_{nt}$ и брутто $Q_{br}$, л/с, определяют по формулам:

$$Q_{nt} = A_{nt} \cdot g_{n,\max}; \quad (27)$$

$$Q_{br} = \frac{Q_{nt}}{\eta}, \quad (28)$$

где $A_{nt}$ — площадь нетто севооборотного участка, га;

$g_{n,\max}$ — максимальная расчетная ордината гидромодуля, л/(с·га);

$\eta$ — коэффициент полезного действия системы.

10.14 Удельную протяженность дренажной сети $L_d$, м/га, определяют по формуле

$$L_d = \frac{10^4}{a_d}, \quad (29)$$

где $a_d$ — расстояние между дренами, м.

10.15 Удельную протяженность внутрихозяйственных коллекторов $L_{bk}$, м/га, определяют по формуле

$$L_{bk} = \frac{10^4}{a_{bk}}, \quad (30)$$

где $a_{bk}$ — расстояние между внутрихозяйственными коллекторами, м.

Удельную протяженность межхозяйственных коллекторов $L_{mk}$, м/га, определяют по формуле

$$L_{mk} = \frac{10^4}{a_{mk}}, \quad (31)$$

где $a_{mk}$ — расстояние между межхозяйственными коллекторами, м.

10.16 Стоимость строительства 1 м дрены образуется исходя из стоимости земляных работ, дренажных труб, фильтра, колодцев и устьевого сооружения.

Суммарную стоимость земляных работ $U_{g,r}$, руб., определяют по формуле

$$U_{g,r} = p \cdot V, \quad (32)$$

где $p$ — стоимость 1 м$^3$ земляных работ, руб./м$^3$;

$V$ — объем земляных работ на 1 м дрены, м$^3$.

Объем земляных работ $V$, м$^3$, определяют следующим образом:

- для выемок без берм при глубине выемки $h < 4{,}5$ м по формуле

$$V = (b + m \cdot h) \cdot h, \quad (33)$$

где $b$ — ширина по дну траншеи, м;

$m$ — заложение откосов траншеи;

$h$ — глубина траншеи, м;

- для выемок с бермами при глубине выемки $h > 4{,}5$ м по формуле

$$V = (b + m \cdot h) \cdot h + (2 \cdot b_1 + m_1 \cdot h_1) \cdot h_1, \quad (34)$$

где $b_1$ — ширина бермы, м;

$m_1$ — заложение откосов бермы;

$h_1$ — глубина заложения бермы, м.

10.17 При строительстве комбинированного дренажа количество скважин-усилителей на 1 га $N$, шт., определяют по формуле

$$N = \frac{10^4}{a_d \cdot b_y}, \quad (35)$$

где $a_d$ — расстояние между дренами, м;

$b_y$ — расстояние между скважинами-усилителями, м.

10.18 Стоимость одной скважины-усилителя состоит из стоимости бурения, ее оборудования, прокачки скважин и стоимости подключения скважины-усилителя.

10.19 Для установления ущерба в использовании земельных ресурсов следует учитывать отчуждение земель под открытую коллекторно-дренажную сеть:

- для дренажной сети $A_d$, га, по формуле

$$A_d = (2 \cdot d_d + 4) \cdot L_d, \quad (36)$$

где $d_d$ — глубина дрены, м;

$L_d$ — удельная протяженность дренажной сети, м/га;

- для коллекторов $A_k$, га, по формуле

$$A_k = [2 \cdot (d_k + 2) + 4] \cdot L_k, \quad (37)$$

где $d_k$ — глубина коллектора, м;

$L_k$ — удельная протяженность коллекторной сети, м/га, определяемая по формуле

$$L_k = L_{bk} + L_{mk}. \quad (38)$$

10.20 Стоимость ущерба от неиспользованных земельных ресурсов $U_{н.з.р}$, руб., определяют по формуле

$$U_{н.з.р} = A \cdot P_z, \quad (39)$$

где $A$ — площадь, га, определяемая по формуле

$$A = A_d + A_k, \quad (40)$$

$P_z$ — стоимость 1 га орошаемых земель, руб./га.

10.21 Стоимость водных ресурсов $U_{в.р}$, руб., определяют по формуле

$$U_{в.р} = J_{br} \cdot P_{в.р}, \quad (41)$$

где $J_{br}$ — водные ресурсы, равные оросительной норме брутто, м$^3$;

$P_{в.р}$ — цена или тариф на воду, руб./м$^3$.

10.22 Стоимость трудовых ресурсов $U_{т.р}$, руб., определяют по формуле

$$U_{т.р} = T_{т.р} \cdot P_{т.р}, \quad (42)$$

где $T_{т.р}$ — требуемые для проведения полива дополнительные трудовые ресурсы, чел., определяемые по формуле

$$T_{т.р} = \frac{J_{br}}{10 \cdot ф}, \quad (43)$$

где ф — производительность поливальщика, м$^3$/чел.;

$P_{т.р}$ — тарифная ставка на трудовые ресурсы, руб./чел.

## 11 Прогноз минерализации дренажного стока

11.1 Предварительную оценку прогноза минерализации дренажного стока следует выполнять балансовым методом.

11.2 Прогнозирование минерализации стока из горизонтальных дрен $C_{cd}$, г/л, выполняют по формуле

$$C_{cd} = C_{о.п} \cdot \frac{J_{nt,n}}{W} + \left( \frac{G_{sl}}{W_{lim}} - C_{о.п} \cdot \frac{J_{nt,n}}{W} \right) \cdot \sum_{i=1}^{3} a_i \cdot \chi_i \cdot e^{-\frac{\chi_i \cdot W \cdot t_g}{W_{lim}}}, \quad (44)$$

где $C_{о.п}$ — концентрация солей в промывной воде при орошении или промывке, г/л;

$W$ — объем отведенной дренажной воды на единицу времени (год), м$^3$/га, вычисляемый по формуле

$$W = g_{др} \cdot 86{,}4 \cdot 365, \quad (45)$$

где $g_{др}$ — среднесуточная нагрузка на дренаж, л/(с·га);

$G_{sl}$ — исходный запас солей в расчетной толще почвогрунтов, кг/га, определяемый по формуле

$$G_{sl} = 10^4 \cdot \left( 10 \cdot \sum_{i=1}^{N_1} h_{ai} \cdot \rho_{ai} \cdot S_{ai} + \sum_{j=1}^{N} h_{вj} \cdot n_{вj} \cdot C \right), \quad (46)$$

где $N_1$ — количество слоев зоны аэрации, шт.;

$h_{ai}$ — толщина $i$-го слоя зоны аэрации, м;

$\rho_{ai}$ — объемная масса $i$-го слоя зоны аэрации, г/см$^3$;

$S_{ai}$ — среднее содержание солей (ионов) $i$-го слоя зоны аэрации, %;

$N$ — количество слоев расчетной водонасыщенной толщи, шт.;

$h_{вj}$ — толщина $j$-го слоя водонасыщенной толщи, м;

$n_{вj}$ — пористость $j$-го слоя водонасыщенной толщи, доли ед.;

$C$ — средняя минерализация грунтовых вод, г/л;

$W_{lim}$ — водоудерживающая способность почвогрунтов в активной зоне, $м^3$/га;

$a_i$ — относительное содержание хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов в общей сумме исходных солей, доли единицы;

$\chi_i$ — параметр, учитывающий «активность» выщелачивания хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов ($\chi_1$ = 1,165 — для хлоридов, $\chi_2$ = 0,426 — для сульфатов, $\chi_3$ = 0,265 — для гидрокарбонатов);

$t_g$ — время (год), сут (равен 365 сут).

11.3 Прогнозирование минерализации стока для вертикального систематического дренажа $C_w(t_v)$, г/л, выполняют по формуле

$$C_W(t_v) = \frac{h_2 \cdot n_2 \cdot C_{20} + V_k \cdot \Delta t \left[ \sum_{i=1}^{v} C_1 \cdot (h_1 \cdot i \cdot \Delta t) - \frac{v}{v+1} \cdot \sum_{i=0}^{v-1} C \cdot (i \cdot \Delta t) \right]}{h_2 \cdot n_2 + V_k \cdot \Delta t \cdot \left( \frac{v}{v+1} \right)}, \quad (47)$$

где $C_W(t_v)$ — осредненная минерализация дренажных вод, г/л, отводимых вертикальной скважиной в момент времени $t_v = \Delta t \cdot v$, где $\Delta t$ — шаг времени, принимаемый $\Delta t = \frac{T_v}{j}$, где $T_v$ — продолжительность расчетного периода, сут; $j$ — число одинаковых интервалов времени, на которое разбит расчетный период; $v$ — порядковый номер интервала времени, $v$ = 1, 2,..., $j$;

$h_2$ — мощность (высота) нижнего слоя, м;

$n_2$ — пористость нижнего слоя, доли ед.;

$C_{20}$ — исходная осредненная концентрация солей в нижнем дренируемом слое, г/л;

$V_k$ — средняя за расчетный период $T_v$ интенсивность поступления воды из покровного слоя в нижний, м/сут;

$C_1$ — минерализация раствора, поступающего из верхнего покровного слоя в нижний слой в момент времени $t_i = i \cdot \Delta t$, г/л;

$h_1$ — мощность (высота) верхнего слоя, м.

11.4 При составлении детальных долгосрочных прогнозов (5—25 лет) минерализации дренажного стока следует использовать математические модели. При осуществлении долгосрочного прогнозирования минерализации дренажных вод применительно к работе систематического горизонтального дренажа в слоистых грунтах используют двумерную профильную модель совместного движения воды и солей в зонах полного и неполного водонасыщения с учетом возможности нахождения части солей в твердой фазе. Для начальной стадии орошения, при уровне грунтовых вод ниже предполагаемой глубины заложения дренажа, выполняют прогнозный расчет нестационарного влаго- и солепереноса в зоне аэрации, а также подъема грунтовых вод.

УДК 626.862:006.354 ОКС 65.060.35

Ключевые слова: дренаж, оросительная система, дрена, коллектор, орошаемые земли, нормы проектирования, прогноз, тип дренажа, инфильтрационное питание, параметры дренажа, дренажный сток

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 11.09.2025. Подписано в печать 26.09.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,86.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru