

**ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**  
Правила проектирования

**АРАШАЛЬНЫЯ СІСТЭМЫ**  
Правілы праектавання

---

Издание официальное

---

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь  
Минск 2010

УДК 626.81.84(083.74)

МКС 93.160

КП 06

**Ключевые слова:** орошение, оросительные системы, режим орошения, способы орошения, дождевание, дождевальные устройства, микроорошение, капельное и внутривредное орошение, источники оросительной воды, проектирование оросительных систем, природоохранные мероприятия

## Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Водохозяйственное строительство, водоснабжение и водоотведение» (ТКС 05)

ВНЕСЕН главным управлением научно-технической политики и лицензирования Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29 декабря 2009 г. № 441

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 3.04 «Гидротехнические и мелиоративные сооружения»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Минстройархитектуры, 2010

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Издан на русском языке

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	3
5 Режим орошения сельскохозяйственных культур .....	4
6 Оросительные нормы .....	6
7 Водоисточники для орошения .....	7
8 Оросительная система .....	9
9 Системы дождевания .....	14
10 Микроорошение.....	16
10.1 Системы капельного орошения.....	16
10.2 Внутрипочвенное орошение .....	21
11 Оросительные системы с использованием сточных вод .....	24
12 Оросительные системы с использованием животноводческих стоков.....	26
13 Насосные станции.....	32
13.1 Общие указания.....	32
13.2 Водозаборные сооружения.....	32
13.3 Здания насосных станций.....	32
13.4 Основное гидромеханическое оборудование.....	34
13.5 Вспомогательное оборудование .....	34
13.6 Системы дренажа и откачки .....	34
13.7 Рыбозащитные сооружения.....	34
14 Реконструкция оросительных систем .....	35
15 Природоохранные мероприятия.....	36
16 Автоматизация управления оросительной системой.....	37
Приложение А (рекомендуемое) Среднемноголетние прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения .....	39
Приложение Б (рекомендуемое) Планируемый проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур при орошении .....	43
Приложение В (рекомендуемое) Алгоритм расчета элементов проектного режима орошения сельскохозяйственных культур .....	46
Приложение Г (рекомендуемое) Оросительные нормы (нетто) сельскохозяйственных культур .....	53
Приложение Д (рекомендуемое) Элементы техники капельного орошения .....	63
Приложение Ж (рекомендуемое) Агромелиоративные требования к составу сточных вод и животноводческих стоков .....	64

Приложение К (рекомендуемое) Принципиальные схемы водозаборов оросительных систем.....	66
Приложение Л (рекомендуемое) Природоохранные сооружения и устройства на оросительных системах.....	68
Библиография .....	70

## ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**  
**Правила проектирования****АРАШАЛЬНЫЯ СІСТЭМЫ**  
**Правілы праектавання**Irrigation systems  
Rules of designing

Дата введения 2010-07-01

**1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) распространяется на оросительные системы и устанавливает правила их проектирования.

Требования настоящего технического кодекса применяют при разработке проектной документации на строящиеся и реконструируемые оросительные системы.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА):<sup>1)</sup>

ТКП 45-3.04-8-2005 (02250) Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования

ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) Автомобильные дороги. Нормы проектирования

ТКП 45-4.01-29-2006 (02250) Сети водоснабжения и канализации из полимерных труб. Правила проектирования и монтажа

ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.04-171-2009 (02250) Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Строительные нормы проектирования

ГОСТ 9.602-89 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 26967-86 Гидромелиорация. Термины и определения

СНБ 1.02.01-96 Инженерные изыскания для строительства

СНБ 1.02.03-97 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений

СНБ 1.03.02-96 Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве

СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология

СНБ 3.03.01-98 Железные дороги колеи 1520 мм

СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

СНиП 2.04.12-86 Расчет на прочность стальных трубопроводов

П1-03 к СНБ 1.02.01-96 Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания для мелиоративного и водохозяйственного строительства.

<sup>1)</sup> СНБ, СНиП, Пособие к СНБ имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики

Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

*Примечание* — При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены,

то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в ГОСТ 19185, ГОСТ 26967, ТКП 45-3.04-8, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 верхний предел регулирования почвенных влагозапасов:** Максимальное количество влаги, которое может удержать почва без сброса в нижележащие слои при отсутствии капиллярного подпитывания от уровня грунтовых вод.

**3.2 внутрислойное орошение:** Орошение земель путем подачи воды непосредственно в корнеобитаемый слой растений.

**3.3 водопотребление сельскохозяйственной культуры:** Суммарный расход почвенной влаги сельскохозяйственным полем на физическое испарение и транспирацию растений за определенный промежуток времени.

**3.4 дождевание:** Распределение воды по площади в виде искусственного дождя.

**3.5 дождевальная система:** Совокупность взаимосвязанных гидротехнических сооружений и поливного оборудования, предназначенных для транспортировки воды к орошаемому полю и распределению ее по площади в виде искусственного дождя.

**3.6 животноводческие стоки:** Жидкая фракция бесподстилочного навоза, имеющая влажность более 98 %.

**3.7 коэффициент полезного действия оросительной системы:** Отношение объема воды, поданного на орошаемые угодья, к объему воды, забираемому из водосточника.

**3.8 межполивной интервал:** Время от момента завершения текущего до момента начала следующего за ним полива одного и того же участка поля.

**3.9 нижний предел регулирования почвенных влагозапасов:** Количество влаги в почве, соответствующее допустимому порогу иссушения почвы.

**3.10 норма водопотребления:** Оросительная норма для года расчетной обеспеченности.

**3.11 оросительная норма:** Количество воды, которое необходимо подать на поле дополнительно к естественным запасам почвенной влаги и выпадающим осадкам для поддержания влажности корнеобитаемого слоя почвы в заданных пределах в течение вегетационного периода.

**3.12 оросительная сеть:** Гидромелиоративная сеть, предназначенная для транспортировки воды из источника орошения к поливным участкам орошаемого массива.

**3.13 оросительная система:** Территориальный комплекс взаимосвязанных сооружений и устройств, обеспечивающий в условиях недостаточного естественного увлажнения подачу воды в корнеобитаемый слой почвы и поддержание в нем благоприятного для сельскохозяйственного производства водно-воздушного режима.

**3.14 оросительный гидромодуль:** Удельный расход (л/с, м<sup>3</sup>/сут и т. д.) воды, подаваемой на 1 га орошаемой площади.

**3.15 поливная норма (нетто):** Количество поливной воды, переведенное в течение одного полива в почвенные влагозапасы корнеобитаемого слоя.

**3.16 поливная норма (брутто):** Количество воды, расходуемое на один полив, с учетом различных видов потерь (из оросительной сети, из дождевого облака и т. д.).

**3.17 предполивные влагозапасы:** Количество влаги в почве, при котором начинается полив участка площади.

**3.18 продолжительность поливного периода:** Время, затраченное на один полив, начиная от первого и завершая последним участком поля.

**3.19 продолжительность расчетного поливного периода:** Время полива площади, обслуживаемой одной дождевальной машиной с расчетным расходом.

**3.20 расчетный межполивной интервал:** Время сработки поливной нормы при расчетном

уровне водопотребления на орошаемой площади.

**3.21 режим орошения:** Совокупность сроков и норм полива сельскохозяйственных культур в соответствии с биологическими особенностями растений, метеорологическими, почвенными, гидрогеологическими условиями, техникой полива и технологией возделывания культур.

**3.22 реконструкция оросительной системы:** Комплекс мероприятий, направленных на приведение технического уровня системы к современным требованиям действующих ТНПА путем изменения конструкции и основных параметров сети, замены устаревших сооружений, внедрения новых технологий управления водным режимом для повышения продуктивности орошаемых земель.

**3.23 система внутripочвенного орошения:** Оросительная система, имеющая в качестве регулирующей оросительной сети трубы-увлажнители, расположенные в корнеобитаемом слое ниже пахотного горизонта почвы.

**3.24 система капельного орошения:** Оросительная система, имеющая в качестве регулирующей оросительной сети капельницы (водовыпуски).

**3.25 способ орошения:** Совокупность приемов и технических средств, применяемых для распределения воды по орошаемому полю и превращения ее в почвенную или атмосферную влагу.

## 4 Общие положения

**4.1 Основные требования, предъявляемые к оросительным системам:**

- гарантированное обеспечение в заданных почвенно-климатических условиях водного режима почв в соответствии с потребностями в воде конкретного вида сельскохозяйственных культур;
- создание условий для соответствующего регулирования питательного, воздушного и теплового режимов почв во взаимосвязи с водным режимом;
- надежность и долговечность;
- ресурсосбережение и экологическая безопасность;
- экономическая эффективность.

**4.2 В качестве способов орошения, при соответствующем эколого-экономическом обосновании, следует принимать:**

- дождевание;
- капельное орошение;
- внутripочвенное орошение;
- поверхностное орошение.

**4.3 При выборе способа орошения необходимо учитывать:**

- климатические условия;
- состав почв и их водно-физические свойства;
- рельеф участка;
- гидрогеологические условия;
- требуемый режим подачи воды для орошения конкретного вида сельскохозяйственных угодий;
- качество воды, используемой для орошения;
- экономические показатели;
- наличие эколого-социального эффекта.

**4.4 При выборе первоочередных объектов орошения следует учитывать основные показатели:**

- биологическую продуктивность орошаемых земель при оптимальном для сельскохозяйственных культур водном режиме;
- гидрометеорологическую потребность в орошении;
- достигнутый землепользователем уровень сельскохозяйственного производства и его специализацию.

**4.5 Биологическую продуктивность орошаемых земель необходимо определять по относительной среднемноголетней прибавке урожая от орошения. Оросительные системы необходимо проектировать в первую очередь для наиболее отзывчивых на полив культур, а относительную прибавку урожая  $\Delta Y$ , %, определять по формуле**

$$\Delta Y = \frac{\Delta Y_{\text{пл}}}{Y_{\text{ф}}} \cdot 100, \quad (4.1)$$

где  $\Delta Y_{\text{пл}}$  — среднемноголетняя прибавка урожая от орошения, т/га, принимаемая по данным,

приведенным в таблице А.1 (приложение А) и определяемая по формуле

$$\Delta Y_{\text{пл}} = Y_{\text{пл}} - Y_{\text{ф}}, \quad (4.2)$$

$Y_{\text{пл}}$  — планируемый проектный уровень урожайности на орошаемых землях, т/га, принимаемый по данным, приведенным в таблице Б.1 (приложение Б);

$Y_{\text{ф}}$  — фактическая урожайность культуры в хозяйстве за последние 3–5 лет, т/га.

Биологическая продуктивность орошаемых земель принимается в зависимости от относительной прибавки урожая, %, при  $\Delta Y$ :

- очень низкой до 10 включ.;
- низкой от 11 “ 20 “ ;
- средней “ 21 “ 30 “ ;
- высокой “ 31 “ 40 “ ;
- очень высокой св. 40.

**4.6** Гидрометеорологическую потребность в орошении необходимо устанавливать по рассчитанной по дефициту водного баланса оросительной норме в среднезасушливый год — 25 %-ной обеспеченности.

Гидрометеорологическую потребность в орошении принимают, м<sup>3</sup>/га, при оросительной норме:

- очень низкой до 300 включ.;
- низкой от 301 “ 700 “ ;
- средней “ 701 “ 1100 “ ;
- высокой “ 1101 “ 1500 “ ;
- очень высокой св. 1500.

**4.7** Достигнутый землепользователем уровень сельскохозяйственного производства  $Y$ , %, определяют по формуле

$$Y = \frac{Y_{\text{ф}}}{Y_{\text{пл}}} \cdot 100. \quad (4.3)$$

Достигнутый землепользователем уровень сельскохозяйственного производства принимается, %, при  $Y$ :

- очень низким до 50 включ.;
- низким от 51 “ 70 “ ;
- средним “ 71 “ 80 “ ;
- высоким “ 81 “ 90 “ ;
- очень высоким св. 90.

**4.8** Первоочередными объектами оросительных мелиораций с учетом специализации являются овощеводческие и плодово-ягодные угодья, а также объекты, расположенные в зоне животноводческих комплексов для создания кормовой базы.

**4.9** Состав, порядок разработки и согласования проектной документации, порядок утверждения и проведения государственной экспертизы проектно-сметной документации определяется в соответствии с СНБ 1.02.01, П1 к СНБ 1.02.01, СНБ 1.02.03, СНБ 1.03.02.

В базу исходных данных изысканий для последующего проектирования включают:

- характеристику водоисточника и его гидрологический режим;
- топографический план участка орошения;
- почвенно-мелиоративную и ботанико-культуртехническую карты;
- данные инженерно-геологического, гидрогеологического и гидротехнического обследований участка орошения;
- технические условия на электроснабжение;
- метеорологические данные по осадкам, температуре и дефициту влажности воздуха в течение вегетации за многолетний период по опорной (близлежащей к объекту) метеостанции.

## 5 Режим орошения сельскохозяйственных культур

**5.1** Режим орошения должен отвечать требованиям ТКП 45-3.04-8 (8.2.1 – 8.2.3).

**5.2** Поливную норму нетто  $m$ , м<sup>3</sup>/га, необходимо рассчитывать, в зависимости от исходных данных изысканий, по одной из следующих формул:

$$m = h\gamma \cdot (\beta_{вп} - \beta_{пн}), \quad (5.1)$$

$$m = h \cdot (\beta_{вп}^{об} - \beta_{пн}^{об}), \quad (5.2)$$

$$m = 0,01Ah \cdot (\beta_{вп}^A - \beta_{пн}^A), \quad (5.3)$$

- где  $h$  — мощность расчетного слоя, см;  
 $\gamma$  — плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  
 $A$  — порозность, процент от объема почвы;  
 $\beta_{вп}, \beta_{пн}$  — соответственно влажность почвы при заданных верхней и предполивной границах увлажнения, процент от сухой массы почвы;  
 $\beta_{вп}^{об}, \beta_{пн}^{об}$  — то же, процент от объема почвы;  
 $\beta_{вп}^A, \beta_{пн}^A$  — то же, процент от порозности.

**5.3** Нижний и верхний пределы регулирования почвенных влагозапасов, предполивные влагозапасы в корнеобитаемом слое почвы относятся к исходным показателям режима орошения и зависят от вида культуры, фазы ее развития и гранулометрического состава почв участка. Осредненные исходные показатели проектного режима орошения сельскохозяйственных культур приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

В миллиметрах

Показатель	Исходный показатель проектного режима орошения сельскохозяйственных культур, осредненный по типам почв с учетом степени их окультуренности					
	Песчаная		Супесчаная		Суглинистая	
	высокая	средняя	высокая	средняя	высокая	средняя
Наименьшая влагоемкость в расчетном слое почвы (НВ), мм	80	65	120	105	155	140
Мощность расчетного слоя почвы, см	50	50	45	45	40	40
Нижний предел регулирования почвенных влагозапасов, мм (процент от НВ)	40 (50)	35 (54)	70 (58)	65 (62)	95 (61)	90 (64)
Предполивные влагозапасы, мм (процент от НВ)	50 (62)	42 (65)	82 (68)	75 (71)	110 (71)	102 (73)
Резерв для впитывания атмосферных осадков в почву после полива, мм	—	8	13	10	15	13

**5.4** Поливные нормы зависят от вида сельскохозяйственных культур, фазы их развития, гранулометрического состава почв участка и степени их окультуренности. Дифференцированные поливные нормы на минеральных почвах с глубоким уровнем грунтовых вод (УГВ) приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

В миллиметрах

Культура	Период развития (вегетации)	Дифференцированная поливная норма при глубоких УГВ, осредненная по типам почв с учетом степени их окультуренности					
		Песчаная		Супесчаная		Суглинистая	
		высокая	средняя	высокая	средняя	высокая	средняя
ранняя, огурцы, лук, редис	В начале	15	10	20	15	25	20

	В середине	15	10	20	15	25	2
	В конце	20	15	25	20	30	2

Окончание таблицы 5.2

Культура	Период развития (вегетации)	Дифференцированная поливная норма при глубоких УГВ, осредненная по типам почв с учетом степени их окультуренности					
		Песчаная		Супесчаная		Суглинистая	
		высокая	средняя	высокая	средняя	высокая	средняя
Капуста поздняя, яровые зерновые, многолетние травы	В начале	15	10	20	15	25	20
	В середине	20	15	25	20	30	25
	В конце	20	15	25	20	30	25
Свекла столовая и сахарная, томаты, картофель ранний, пастбище	В начале	20	15	25	20	30	25
	В середине	20	15	25	20	30	25
	В конце	25	20	30	25	35	30
Картофель поздний, морковь столовая, яблоневый сад уплотненный	В начале	20	15	25	20	30	25
	В середине	25	20	30	25	35	30
	В конце	25	20	30	25	35	30

**5.5** Средние вегетационные поливные нормы следует принимать, м<sup>3</sup>/га, для почв:

- песчаных от 150 до 200 включ.;
- супесчаных “ 200 “ 250 “;
- суглинистых “ 250 “ 300 “.

При несоответствии расчетной поливной нормы рекомендуемому выше диапазонам окончательно принимается ближайшая к расчетной рекомендуемая величина.

**5.6** Поливная норма брутто учитывает потери воды в процессе полива. Величину суммарных потерь следует принимать от 10 % до 15 %.

**5.7** Другие элементы проектного режима орошения сельскохозяйственных культур определяют с помощью расчета водного баланса почвы по декадам вегетационных периодов многолетнего ряда. Алгоритм их расчета приведен в приложении В.

## 6 Оросительные нормы

**6.1** Вычисленные по приведенной выше методике и обобщенные по гидролого-климатическим зонам оросительные нормы нетто сельскохозяйственных культур и минимальные межполивные интервалы приведены в таблицах Г.1 и Г.2 (приложение Г).

**6.2** Оросительные нормы брутто должны учитывать коэффициенты полезного использования воды на оросительной системе за вегетационный период согласно ТКП 45-3.04-8 (8.4).

**6.3** Оптимальная обеспеченность орошения соответствует минимуму приведенных затрат  $\Delta Z_p$  на единицу дополнительной продукции:

$$\Delta Z_p = \frac{Z_p}{W_{двп}^p} = \min, \quad (6.1)$$

где  $Z_p$  — среднеемноголетние приведенные затраты на всей орошаемой площади при расчетной обеспеченности оросительной нормы  $P$ ;

$W_{двп}^p$  — среднеемноголетний объем дополнительной валовой продукции при той же расчетной обеспеченности.

При этом должно выполняться условие

$$W_{\text{двп}}^{\text{р}} > W_{\text{пл}}, \quad (6.2)$$

где  $W_{\text{пл}}$  — плановый объем дополнительной сельскохозяйственной продукции за счет орошения проектной площади.

**6.4** Для упрощения расчетов можно принимать расчетную обеспеченность оросительных норм, вычисленную по дефициту водного баланса, равной 25 % (75 % по осадкам) при площади оросительной системы не более 500 га, а для садов интенсивного типа с капельным орошением — 10 % (90 % по осадкам).

## 7 Водоисточники для орошения

**7.1** Источником воды для орошения земель могут быть:

- природные воды рек, включая незарегулированный и зарегулированный сток в водохранилищах;
- поверхностный местный сток, использование которого требует устройства на малых реках, балках, оврагах прудов, аккумулирующих бассейнов;
- подземные воды, в том числе грунтовые и межпластовые;
- воды естественных озер;
- сточные воды;
- дренажный сток осушительных и осушительно-увлажнительных систем.

**7.2** Основные требования, предъявляемые к источникам воды для орошения:

- вода должна быть пригодной для целей орошения сельскохозяйственных культур;
- запасы и расходы воды в водоисточнике должны удовлетворять потребность растений в воде в установленные сроки в год расчетной обеспеченности;
- водоисточник должен располагаться вблизи орошаемого массива, иметь наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты на его обустройство.

**7.3** При выборе водоисточника для орошения необходимо учитывать следующие параметры:

- расход воды в источнике орошения в течение оросительного периода и его изменение во времени, т. е. сезонный и многолетний режимы водоисточника для лет различной обеспеченности (50 %, 75 %, 90 % и 95 %);
- суммарный сток за декаду (месяц), оросительный период в целом и за год, а также его колебания во времени;
- положение водоисточника в горизонтальной и вертикальной плоскостях по отношению к орошаемой площади;
- качество воды.

**7.4** При использовании для орошения подземных вод необходимо учитывать: дебит скважин, положение динамического уровня, глубину залегания продуктивного пласта, категорию пород по бурению.

**7.5** При выборе водоисточника необходимо исходить из задач комплексного и рационального использования водных ресурсов и их охраны от загрязнения, а окончательное решение необходимо принимать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

**7.6** Пригодность воды для орошения сельскохозяйственных культур определяется показателями качества на основании специальных исследований, которые должны отвечать требованиям ТКП 45-3.04-8 (8.1.6).

**7.7** В условиях ежегодного естественного промывного режима для почв легкого гранулометрического состава при наличии дренажа допускается использование для орошения вод повышенной минерализации.

Допустимая степень минерализации оросительной воды  $C$ , кг/м<sup>3</sup>, с учетом промывного фактора от естественных осадков определяется по формуле

$$C = \frac{SH\gamma}{M} \cdot 10^{-3} + \frac{X-E}{M} \cdot C_p, \quad (7.1)$$

- где  $S$  — предельно допустимое содержание солей в почве, кг на 100 кг почвы;
- $H$  — глубина увлажняемого слоя почвы, см;
- $\gamma$  — плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;
- $M$  — оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;

$X - E$  — превышение суммы осадков за вегетацию над величиной испаряемости, м<sup>3</sup>/га;  
 $C_p$  — степень минерализации стока при промывке почвы атмосферными осадками, кг/м<sup>3</sup>.

**7.8** Содержание токсических веществ в оросительной воде не должно превышать норм содержания для источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**7.9** Для орошения пригодны воды, имеющие значение водородного показателя рН от 6,0 до 8,0. При рН < 6,0 допускается их применение для орошения щелочных почв, а при рН > 8,0 — для кислых почв.

**7.10** Температура воды для орошения овощей должна быть не ниже 14 °С, для трав — 10 °С. Если это условие не выдерживается, то необходимо предусматривать аккумулирующие бассейны, служащие одновременно и для обогрева воды.

**7.11** Возможная площадь орошения должна определяться оросительной способностью водоисточника и потребностью в орошении земель. Определение площади оросительной системы необходимо производить для критического периода (декада, месяц), во время которого потребность в орошении удовлетворяется с наибольшим напряжением.

**7.12** Установление критического периода следует производить следующим образом. Для декады или месяца вегетационного периода каждого года расчетного ряда подсчитывается отношение средних расходов воды в водоисточнике к оросительным нормам за критический период или гидромодулю конкретной сельскохозяйственной культуры. Критической декадой для большинства сельскохозяйственных культур является первая декада августа, а критическим месяцем — июль.

**7.13** При согласовании режима водоисточника с режимом орошения и определении площади оросительной системы необходимо учитывать явление асинхронности в колебаниях режима орошения и режима речного стока.

Для расчета коэффициентов асинхронности необходимо построить фактическую и теоретическую кривые обеспеченности оросительной способности реки.

Коэффициент асинхронности при различной обеспеченности определяется как отношение оросительной способности по фактической кривой к оросительной способности по теоретической кривой обеспеченности.

**7.14** Оросительную способность незарегулированного водоисточника  $F_p$ , га, при расчетной обеспеченности орошения следует определять по одной из формул:

$$F_p = \frac{(K_p Q_p - Q_B - Q_{\min}) \cdot T}{M_p^{\text{бр}}}, \quad (7.2)$$

$$F_p = \frac{(K_p Q_p - Q_B - Q_{\min})}{q}, \quad (7.3)$$

где  $K_p$  — коэффициент асинхронности в колебаниях речного стока и режима орошения обеспеченностью  $P$ ;

$Q_p$  — средний расход воды за критический период обеспеченностью  $P$ , м<sup>3</sup>/с;

$Q_B$  — средний расход воды за критический период для целей водоснабжения, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{\min}$  — минимально допустимый расход воды в водоисточнике, оставляемый в целях охраны природы, м<sup>3</sup>/с;

$T$  — продолжительность полива в критический период (минимальный межполивной интервал), с;

$M_p^{\text{бр}}$  — оросительная норма (брутто) за критический период обеспеченностью  $P$ , м<sup>3</sup>/га;

$q$  — оросительный гидромодуль за критический период обеспеченностью  $P$ , м<sup>3</sup>/с·га.

Расход  $Q_{\min}$ , м<sup>3</sup>/с, для рек следует принимать в зависимости от среднегодового расхода и степени его зарегулированности.

**7.15** При использовании подземных вод для целей орошения необходимо предусматривать аккумулирующую емкость суточного или периодического регулирования для согласования режимов работы водоподъемного оборудования и дождевальной техники, а также для прогрева оросительной воды.

**7.16** Устройство аккумулирующего бассейна суточного регулирования целесообразно при

дебитах скважин более 40–50 м<sup>3</sup>/ч.

**7.16.1** При отсутствии полезного объема промежуточной емкости количество скважин  $n$  в подземном водозаборе определяют по формуле

$$n = \frac{3,6q_p^{\text{расч}} F_H t_{\text{ор}}}{Q_{\text{скв}} t_c}, \quad (7.4)$$

где  $q_p^{\text{расч}}$  — расчетная ордината графика гидромодуля в год обеспеченностью  $P$ , л/(с·га);  
 $F_H$  — площадь орошения нетто, га;  
 $t_{\text{ор}}$  — продолжительность орошения в течение суток, ч;  
 $Q_{\text{скв}}$  — дебит скважины (производительность насосного оборудования), м<sup>3</sup>/ч;  
 $t_c$  — продолжительность работы скважины в течение суток (не более 23), ч.

**7.16.2** При отсутствии графиков гидромодуля или, если на участке имеет место монокультура, то вместо  $q_p^{\text{расч}}$  и  $F_H$  в формулу (7.4) следует подставлять наибольший одновременный расход воды дождевальными установками в течение вегетационного периода.

**7.16.3** Объем бассейна суточного регулирования  $W_{\text{сут}}$ , м<sup>3</sup>, необходимо определять по формуле

$$W_{\text{сут}} = Q_{\text{скв}} n t_c - Q_q K_{\text{см}} t_d, \quad (7.5)$$

где  $Q_{\text{скв}}$  — дебит скважины, м<sup>3</sup>/ч;  
 $n$  — количество скважин;  
 $t_c$  — продолжительность работы скважины в течение суток, ч;  
 $Q_q$  — расход воды на орошение, м<sup>3</sup>/ч;  
 $K_{\text{см}}$  — коэффициент использования рабочего времени дождевальной техники за смену;  
 $t_d$  — продолжительность работы дождевальной техники в течение суток, ч.

**7.17** Объем аккумулирующей емкости периодического регулирования и количество скважин определяют на основании водобалансовых расчетов с учетом принятого режима орошения и расчетного периода аккумулирования воды, потерь на испарение и фильтрацию, а также с учетом объема зааккумулированного поверхностного стока и мертвого объема.

**7.18** Использование бытового стока водотоков и естественных водоемов определяется указаниями ТКП 45-3.04-8 (7.4.3, 7.4.6).

## 8 Оросительная система

**8.1** Проектирование оросительной системы базируется на разработанном режиме и обоснованной технико-экономическими расчетами технике орошения. В состав оросительной системы входят следующие элементы:

- орошаемые земли;
- водисточник орошения;
- головное водозаборное сооружение и насосная станция;
- магистральный оросительный канал (трубопровод);
- распределительные проводящие каналы или трубопроводы;
- регулирующая оросительная сеть и оросительные устройства;
- водоотводная сеть, включающая закрытый дренаж при борьбе с подтоплением и на водооборотных системах с применением для полива сточных вод;
- сооружения на каналах;
- дороги, телефонная и электрическая сеть, производственные постройки;
- природоохранные сооружения и защитные лесополосы.

**8.2** Оросительную сеть проектируют с учетом обеспечения:

- своевременной подачи оросительной воды на поливные участки;
- заданных технико-экономическими расчетами (оптимальных) коэффициентов земельного использования и полезного действия системы;
- условий для использования высокопроизводительных сельскохозяйственных машин и орудий и применения передовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур;
- высокопроизводительной работы автоматизированной дождевальной техники.

**8.3** Трубчатая оросительная сеть проектируется, как правило, тупиковой с одно- или

двусторонним ответвлением трубопроводов низших порядков. Предпочтение следует отдавать тупиковой схеме с двусторонним расположением распределительных и поливных трубопроводов.

Применение кольцевой оросительной сети должно быть обосновано технико-экономическими расчетами.

**8.4** Оросительная сеть в плане должна проектироваться в увязке с рельефом местности, инженерно-геологическими условиями, принятыми способами и техникой полива, требованиями рациональной организации орошаемой территории и минимальной протяженности сети.

**8.5** Увязка трубопроводов в вертикальной плоскости производится с соблюдением продольных уклонов не менее 0,001.

При необходимости и соответствующем обосновании, а также при плоском рельефе местности допускается уменьшать уклон до 0,0005.

**8.6** Для опорожнения закрытой оросительной сети необходимо предусматривать выпуски в пониженных точках трубопроводов с самотечным движением воды в ближайший водоток, канаву, овраг.

При невозможности отвода всей выпускаемой воды или ее части самотеком, допускается сбрасывать воду в колодец с последующей откачкой.

**8.7** Глубину укладки труб, считая до низа трубы, следует принимать на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания, установленной согласно СНБ 2.04.02.

При определении глубины укладки следует также учитывать материал труб, внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

**8.8** Расчет трубопроводов на прочность по несущей способности и деформациям необходимо производить согласно СНиП 2.04.02, СНиП 2.04.12 и ТКП 45-4.01-29 на действие расчетных нагрузок:

— на трубопровод действует внутреннее рабочее давление воды;

— на трубопровод действует внутреннее давление воды при гидравлическом ударе или вакууме.

В качестве расчетного необходимо принимать случай, когда трубопровод подвергается наибольшему силовому воздействию.

**8.9** Величину внутреннего рабочего давления воды в трубопроводе  $P$ , МПа, следует принимать по формуле

$$P = P_p + \Delta P + P_n, \quad (8.1)$$

где  $P_p$  — расчетное внутреннее давление воды, равное наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению воды в оросительной сети, возникающему при установившемся режиме движения воды в наиболее неблагоприятных условиях подключения дождевальными машинами или при работе насосов на оросительную сеть с выключенными дождевальными машинами, МПа;

$\Delta P$  — необходимое превышение давления воды сверх расчетного внутреннего для функционирования предохранительной и регулирующей арматуры, ограничивающей давление в оросительной сети, МПа;

$P_n$  — возможное превышение давления воды в оросительной сети сверх расчетного внутреннего из-за допустимой неточности срабатывания предохранительной и регулирующей арматуры, принимаемое 0,01 МПа.

**8.10** На оросительной сети следует предусматривать предохранительную и регулирующую арматуру, для которой  $\Delta P$  не превышает 0,01 МПа.

Использование предохранительной арматуры, для которой  $\Delta P$  превышает 0,01 МПа, допускается лишь в тех случаях, когда прочность предназначенных для применения труб превосходит требуемую, определяемую по формуле 8.1.

**8.11** Трубопроводы во всех грунтах, за исключением плавунных и илистых, следует укладывать на естественный грунт ненарушенной структуры, предусматривая выравнивание, а в необходимых случаях — профилирование основания. В илистых и других слабых грунтах необходимо предусмотреть укладку труб на искусственное основание.

**8.12** Для трубчатой оросительной сети могут применяться напорные трубы:

- полимерные;
- стеклопластиковые;
- асбестоцементные;
- железобетонные;
- стальные.

Выбор материала трубопроводов должен производиться на основании анализа условий их работы, статического расчета, агрессивности грунта, качества оросительной воды и требований ТКП 45-4.01-29, СНиП 2.04.02 (8.21).

Применение стальных труб допускается при переходах под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги согласно ТКП 45-3.03-19, СНБ 3.03.01.

**8.13** На поворотах в горизонтальной или вертикальной плоскости трубопроводов из раструбных труб или соединяемых муфтами, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб, должны быть предусмотрены упоры, а на переходах с большего диаметра на меньший — упорные плиты.

**8.14** Упоры на железобетонных трубопроводах допускается не предусматривать при рабочем давлении до 1 МПа и угле поворота до 10°.

Упоры на стальных трубопроводах следует предусматривать при расположении угла поворота в колодце и при поворотах в вертикальной плоскости выпуклостью вверх на 30° и более.

**8.15** Расчетный расход оросительной сети при дождевании определяется в соответствии с графиком полива, учитывающим количество и параметры дождевальной техники.

**8.15.1** Расчетные расходы воды брутто в голове оросительного трубопровода  $Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}}$ , л/с, определяют по формуле

$$Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}} = \frac{1}{\eta_{\text{оп}}} \sum^{n_{\max(\min)}} q_i, \quad (8.2)$$

- где  $\eta_{\text{оп}}$  — коэффициент полезного действия трубопровода, принимаемый 0,98;  
 $n_{\max(\min)}$  — максимальное (минимальное) количество одновременно работающих от трубопровода дождевальных машин, устанавливаемое на основании графика полива сельскохозяйственных культур для расчетного года с учетом сезонной нагрузки на каждую дождевальную машину и их технических характеристик;  
 $q_i$  — расход воды при работе дождевальной машины, л/с.

**8.15.2** Расчетные расходы воды брутто  $Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}}$ , л/с, в голове внутрихозяйственного распределительного трубопровода определяют по формуле

$$Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}} = \frac{\sum Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}}}{\eta_p}, \quad (8.3)$$

- где  $\sum Q_{\max(\min)p}^{\text{бр}}$  — максимальный (минимальный) суммарный расход воды брутто в оросительных трубопроводах, одновременно получающих воду из данного внутрихозяйственного (распределительного) трубопровода, л/с;  
 $\eta_p$  — коэффициент полезного действия распределительного трубопровода, принимаемый 0,98.

**8.16** Диаметры трубопроводов необходимо определять на основе гидравлических расчетов, путем технико-экономического сопоставления различных вариантов.

**8.17** В результате гидравлического расчета трубопроводов должны быть установлены потери давления на участках трубопровода от водоисточника до наиболее удаленных командных точек.

**8.17.1** Потери давления при движении воды в трубопроводах необходимо определять с учетом требований СНиП 2.04.02 и ТКП 45-4.01-29 (9.1).

**8.17.2** Потери давления на местные сопротивления, без учета потерь давления в насосной станции, следует принимать в размере до 10 % от суммы потерь на трение при движении воды в трубопроводе. Местные потери давления на регуляторах давления и фильтрах учитываются дополнительно в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-29 (9.2).

**8.18** При определении диапазона требуемых давлений насосной станции следует рассматривать следующие расчетные случаи размещения дождевальных машин на участке:

— максимальное количество одновременно работающих машин подключено к гидрантам, наиболее удаленным от насосной станции или находящимся по отношению к ней в наиболее невыгодных топографических условиях;

— максимальное количество одновременно работающих дождевальных машин подключено к гидрантам, расположенным вблизи насосной станции;

— работает дождевальная машина, имеющая минимальный расход и подключенная к гидрантам, наиболее удаленным от насосной станции или находящимся по отношению к ней в наиболее невыгодных топографических условиях;

— работает дождевальная машина, имеющая минимальный расход и подключенная к гидрантам, расположенным вблизи насосной станции.

Максимальное количество одновременно работающих дождевальных машин должно быть установлено на основании графика полива сельскохозяйственных культур для расчетного года с учетом принятой сезонной нагрузки на дождевальные машины и их технических характеристик.

**8.19** Трубопроводы оросительной сети должны быть проверены на возможность возникновения в них избыточного давления от гидравлического удара и, при необходимости, следует предусмотреть меры защиты трубопроводов от разрушения.

**8.20** При расчете трубопроводов на повышение давления при гидравлическом ударе, определенное с учетом противоударной арматуры или образования вакуума, внешнюю нагрузку необходимо принимать согласно СНиП 2.04.02.

Повышение давления при гидравлическом ударе необходимо определять расчетом и на его основании принимать меры защиты согласно СНиП 2.04.02.

Для предотвращения гидравлического удара необходимо предусматривать:

— установку на трубопроводе клапанов для впуска и заземления воздуха в местах вероятного разрыва сплошности потока;

— установку предохранительных клапанов у насосной станции за обратным клапаном (считая по направлению движения воды в трубопроводе);

— установку вантузов на высоких переломных точках трубопровода;

— установку на трубопроводах воздушных колпаков;

— сброс воды из трубопроводов через обратные клапаны, задвижки и насосы в обратном направлении;

— установку предохранительных клапанов и клапанов-гасителей гидравлического удара;

— установку в промежуточных точках трубопровода обратных клапанов в сочетании с клапанами для впуска воздуха;

— увеличение продолжительности закрытия задвижек, выключающих трубопровод из работы.

Порядок размещения и методы расчета защитных сооружений необходимо определять согласно СНиП 2.04.02.

**8.21** Минимальное расстояние в плане от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных сетей должно приниматься согласно СНиП 2.04.02.

При проектировании трубопроводов на землях, где предусмотрено осушение закрытой сетью, расстояние от оси трубопровода до элементов осушительной сети в плане следует принимать, м, не менее:

10 — до бровки параллельного открытого канала;

10 — “ оси параллельного закрытого коллектора;

5 — “ оси дрены и торца дрены или закрытого коллектора;

3 — “ оси параллельной закрытой дрены.

**8.22** При пересечении оросительного трубопровода и закрытой осушительной сети дно оросительного трубопровода следует располагать выше элемента осушительной сети в соответствии с рекомендациями СНиП 2.04.02, но не менее чем на 20–30 см.

При расположении оросительного трубопровода ниже пересекаемой им дренажной линии, последнюю на участке траншеи плюс 1 м устраивают из асбестоцементных безнапорных труб.

Пересечение оросительного трубопровода с дренажной линией в одном уровне необходимо проектировать посредством потайного колодца с вводом и выводом дренажной линии из колодца с помощью асбестоцементных труб. Участки трубопроводов на пересечениях их с каналами, дорогами, скотопрогонами проектируют в виде металлической вставки.

**8.23** Пересечение открытых осушительных каналов трубопроводами оросительной сети допускается выполнять ниже и выше дна осушительного канала.

При прохождении трубопровода под дном канала, верх трубы должен быть расположен ниже дна канала не менее чем на 0,3 м. Место пересечения должно быть обозначено с двух сторон указателями.

Пересечение трубопроводом открытого канала выше его дна выполняется в тех случаях, когда отсутствует опасность создания нежелательных подпоров воды.

**8.24** Переходы трубопроводов под железнодорожными путями и автомобильными дорогами следует предусматривать согласно ТКП 45-3.03-19, СНБ 3.03.01.

Проект перехода через дороги должен быть согласован с эксплуатирующими их организациями.

**8.25** Для обеспечения нормальной работы оросительной сети на ней необходимо предусмотреть установку:

- задвижек для выделения ремонтных участков и для опорожнения оросительной сети;
- вантузов и клапанов для выпуска и впуска воздуха;
- регуляторов давления для автоматического поддержания постоянного расчетного давления воды в трубопроводах;
- компенсаторов;
- предохранительной и регулирующей арматуры для предупреждения недопустимого повышения давления воды при гидравлическом ударе.

**8.26** Задвижки для выделения ремонтных участков следует предусматривать на внутрихозяйственных распределительных трубопроводах через 1,0–1,5 км по их длине и в голове оросительных трубопроводов, а для опорожнения оросительной сети — в соответствии с принятой схемой опорожнения.

**8.27** Вантузы для выпуска воздуха следует проектировать в повышенных точках перелома продольных профилей трубопроводов и в их конце при положительных уклонах. Диаметр отвода тройника в месте установки вантуза должен быть не менее диаметра трубопровода.

**8.28** Вантузы и клапаны для впуска воздуха (при опорожнении трубопроводов) устанавливаются в повышенных точках и в начале ремонтных участков на внутрихозяйственных распределительных трубопроводах.

**8.29** Регуляторы давления для автоматического поддержания постоянного расчетного давления воды следует устанавливать в голове оросительных трубопроводов и перед дождевальными машинами, требующими постоянного давления на входе.

**8.30** Компенсаторы должны быть предусмотрены:

- на трубопроводах, стыковые соединения которых не компенсируют осевые перемещения, вызываемые изменением температуры воды, воздуха или грунта;
- на трубопроводах в условиях возможной просадки грунта.

Для трубопроводов из стальных труб со сварными стыками, уложенных в грунт, компенсаторы следует предусматривать в местах установки чугунной фланцевой арматуры.

**8.31** Гасители гидравлического удара необходимо предусматривать на:

- напорной линии насосной станции для всех типов оросительных систем;
- распределительном узле трубопроводов перед задвижками со стороны надкомандного трубопровода на расстоянии 15–20 м от водораспределительного колодца;
- концах тупиковых трубопроводов и на расстоянии 15–20 м перед центральной опорой дождевальных машин кругового действия;
- полевых оросительных трубопроводах с частым расположением гидрантов на расстоянии  $L$ , м, согласно расчету по формуле

$$L = \frac{P_{\max} - p_r}{\left(\frac{2v_0}{t} + gi\right) \cdot \rho}, \quad (8.4)$$

где  $P_{\max}$  — допустимое давление в трубопроводе, кПа;

$p_r$  — давление на гидранте, кПа;

$v_0$  — скорость движения воды в трубопроводе, м/с;

$t$  — время дросселирования гидранта, с;

$g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$i$  — гидравлический уклон;

$\rho$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Для перевода размерности давления  $H$ , выраженного в метрах водяного столба, в  $P$ , кПа, необходимо применять уравнение гидростатики

$$P = \rho g H. \quad (8.5)$$

**8.32** Установка арматуры закрытой оросительной сети: задвижек, компенсаторов, обратных клапанов, индукционных расходомеров, регуляторов давления — должна быть предусмотрена в ко-

лодцах (камерах).

Бесколодезная (бескамерная) установка арматуры закрытой оросительной сети допускается при соответствующем обосновании.

**8.33** Параметры колодцев (камер) в плане и их высота определяются количеством и размерами размещаемой в них арматуры с учетом допустимых минимальных расстояний от элементов арматуры до внутренних поверхностей колодцев (камер) в соответствии с технологическими требованиями СНиП 2.04.02.

**8.34** Защита трубопроводов и арматуры от коррозии должна соответствовать требованиям ГОСТ 9.602, ТКП 45-2.01-111.

## 9 Системы дождевания

**9.1** Основные требования по условиям применения дождевания, классификации систем дождевания, техническим средствам и технологиям полива приведены в ТКП 45-3.04-8.

**9.2** Современную дождевальную технику классифицируют по:

- принципу передвижения (самоходные, переносные);
- принципу работы (в движении или по позициям);
- конструктивным особенностям (дождевальные агрегаты, машины, установки и аппараты);
- радиусу действия струи, м:

до 10 — короткоструйные;

от 10 “ 35 включ. — среднеструйные;

св. 35 — дальнеструйные;

— давлению воды, МПа:

до 0,3 — низконапорные;

от 0,3 “ 0,5 включ. — средненапорные;

св. 0,5 — высоконапорные.

**9.3** Выбор дождевальных устройств при проектировании оросительных систем следует проводить в два этапа согласно [2]. Первый этап выбора дождевальной техники необходимо проводить по следующим показателям:

- климатическим;
- почвенно-мелиоративным;
- геоморфологическим;
- агробиологическим;
- хозяйственным.

Если на первом этапе установлено, что на рассматриваемом участке можно применить несколько видов дождевальных устройств, то необходимо выполнить второй этап выбора — технико-экономическое обоснование по минимуму приведенных затрат.

**9.4** При расчете элементов техники полива устанавливают сменную, суточную и сезонную производительность (предельно-допустимая сезонная нагрузка), а также необходимое количество дождевальной техники.

**9.5** Сменную производительность  $w_{см}$ , га, рассчитывают по формуле

$$w_{см} = \frac{3,6Qt_{см}}{m\beta} \cdot K_{см.пл}, \quad (9.1)$$

где  $Q$  — расход дождевальной машины или установки, л/с;

$t_{см}$  — продолжительность смены, ч;

$m$  — поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$\beta$  — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение в процессе дождевания;

$K_{см.пл}$  — плановый коэффициент использования сменного времени, учитывающий затраты времени на смену позиции, техническое ежесменное обслуживание, устранение поломок.

**9.6** Суточную производительность  $w_{сут}$ , га, рассчитывают по формуле

$$w_{сут} = \frac{86,4Q}{m\beta} \cdot K_{сут} K_m, \quad (9.2)$$

где  $K_{сут}$  — коэффициент использования рабочего времени суток, определяемый по формуле

$$K_{\text{сут}} = \frac{n t_{\text{см}}}{24} \cdot K_{\text{сут.пл}}, \quad (9.3)$$

здесь  $n$  — число рабочих смен;

$K_{\text{сут.пл}}$  — плановый коэффициент использования рабочего времени суток;

$K_{\text{м}}$  — коэффициент, учитывающий возможность потери времени по метеоусловиям, принимаемый для среднеструйных машин — от 0,90 до 0,95 и для дальнеструйных — от 0,85 до 0,90.

Расчетное число рабочих смен определяется сезонной нагрузкой на дождевальную машину и рекомендуется не более двух.

**9.7** Предельно допустимую сезонную нагрузку  $F_{\text{пр}}$ , га, на которой дождевальное устройство может обеспечить требуемый режим орошения в течение расчетного интервала времени, определяют по формуле

$$F_{\text{пр}} = \frac{86,4QT_{\text{мин}}}{m\beta} \cdot K_{\text{сут}} K_{\text{м}} K_{\text{б}}, \quad (9.4)$$

где  $T_{\text{мин}}$  — минимальный межполивной интервал расчетной обеспеченности, сут;

$K_{\text{б}}$  — коэффициент, учитывающий потери времени на холостые перебазирования дождевальной техники на исходную позицию.

**9.8** Необходимое количество дождевальных устройств  $n$ , шт., определяют по формуле

$$n = \frac{F_{\text{общ}}}{F_{\text{пр}}}, \quad (9.5)$$

где  $F_{\text{общ}}$  — общая орошаемая площадь конкретным видом дождевальных устройств, га.

**9.9** При выборе дождевальной техники необходимо учитывать:

— пригодность для орошения данного вида сельскохозяйственных культур;

— соблюдение оптимальных сроков и норм полива с учетом требований сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях;

— допустимый размер капель искусственного дождя;

— равномерное распределение воды по всей площади с допустимой интенсивностью без образования на поверхности луж и стока.

Допустимая интенсивность прерывистого дождевания суглинистых почв при предполивной влажности почвы 70 % от наименьшей влагоемкости и диаметре капель до 2 мм приведена в таблице 9.1.

**Таблица 9.1**

Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Интенсивность дождя, мм/мин, при уклонах поверхности участка					
	до 0,05		от 0,05 до 0,08		от 0,08 до 0,12	
	без растительности	с растительностью	без растительности	с растительностью	без растительности	с растительностью
100	0,38	0,57	0,29	0,44	0,18	0,31
200	0,23	0,30	0,15	0,22	0,10	0,14
300	0,14	0,21	0,08	0,12	0,07	0,09
400	0,08	0,13	0,06	0,10	0,06	0,06

Приведенные в таблице 9.1 значения допустимой интенсивности прерывистого дождевания для других по гранулометрическому составу почв необходимо увеличить на:

10 % — для легкосуглинистых;

15 % — супесчаных;

30 % — песчаных.

Для тяжелосуглинистых почв значения допустимой интенсивности прерывистого дождевания

необходимо уменьшить на 25 %.

При предполивной влажности почвы 80 % наименьшей влагоемкости допустимую интенсивность следует уменьшить на 20 %–30 %.

**9.10** Равномерность распределения дождя по орошаемой площади характеризуется коэффициентами эффективного  $K_{эф.п.}$ , недостаточного  $K_{нед.п.}$  и избыточного  $K_{изб.п.}$  поливов, которые определяются отношением, соответственно, эффективно, недостаточно и избыточно политой площади к общей площади захвата дождевальными машинами.

**9.11** Эффективно политая площадь — это площадь, политая с интенсивностью, равной среднеарифметической, с отклонением, допускаемым агротехническими требованиями,  $\pm 25$  %. Во всех других случаях площади следует считать или избыточно, или недостаточно политыми.

**9.12** Коэффициент эффективного полива должен быть более 0,7, а скорость ветра, м/с, обеспечивающая качественный полив, должна находиться в пределах:

- от 3 до 4 — для среднеструйных дождевальных устройств;
- “ 2 “ 3 — для дальнеструйных дождевальных устройств.

## 10 Микроорошение

### 10.1 Системы капельного орошения

**10.1.1** Основные требования, предъявляемые к проектированию систем капельного орошения (далее — СКО), установлены ТКП 43-3.04-8.

Применяют капельное орошение на землях с уклонами до 0,35 при давлении в сети от 0,1 до 0,4 МПа и расходе водовыпусков (капельниц) до 20 л/ч.

Системы капельного орошения следует применять на всех типах почв (кроме глин и тяжелых суглинков) при уровнях грунтовых вод ниже нормы осушения в первую очередь при возделывании многолетних высокорентабельных плодово-ягодных насаждений интенсивного типа и при ограниченных водных ресурсах.

Система капельного орошения включает следующие основные элементы:

- узел подготовки и распределения воды;
- магистральные участковые и распределительные трубопроводы;
- оросительные трубопроводы с водовыпусками (капельницами).

При заборе подземных вод предусматривается устройство аккумулирующего бассейна.

**10.1.2** Системы капельного орошения классифицируют по:

- продолжительности нахождения оборудования на участке (стационарные, стационарно-сезонные, односезонные);
  - технологии полива (периодические, в течение недели или месяца, ежесуточные);
  - способам подачи воды к растениям и конструктивным особенностям водовыпусков (капельные, капельно-струйные, капельно-импульсные, комбинированные, инъекционно-капельные);
  - размещению сети поливных трубопроводов относительно поверхности почвы (с укладкой поливных трубопроводов на поверхности земли, с расположением поливных трубопроводов на шпалерной проволоке, с укладкой трубопроводов ниже поверхности почвы);
  - источнику водоснабжения (из открытых поверхностных источников, из подземных источников);
  - способу создания напоров в системе (самонапорные, при помощи насосов);
  - схеме расположения (централизованные, локальные, рассредоточенные, комбинированные);
  - степени автоматизации (автоматизированные, полуавтоматизированные, с ручным управлением).
- Особенность проектирования СКО заключается в использовании типовых модульных участков. Принципиальная схема СКО в открытом грунте показана на рисунке 10.1.

**10.1.3** Систему капельного орошения следует располагать на:

- незасоленных почвах при уровне пресных подземных вод на глубине не менее 2 м;
- равнинных участках, как правило, с легкими малоплодородными почвами;
- участках с изрезанным рельефом и подверженных водной эрозии;
- участках, где традиционные способы орошения неприемлемы.

**10.1.4** Качество поверхностных и подземных вод, подаваемых в поливную сеть СКО, должно удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к воде, используемой для орошения (см. 7.5 – 7.10),

с учетом почвенно-климатических условий объекта, физиологических особенностей развития орошаемых культур и технических средств системы капельного орошения.

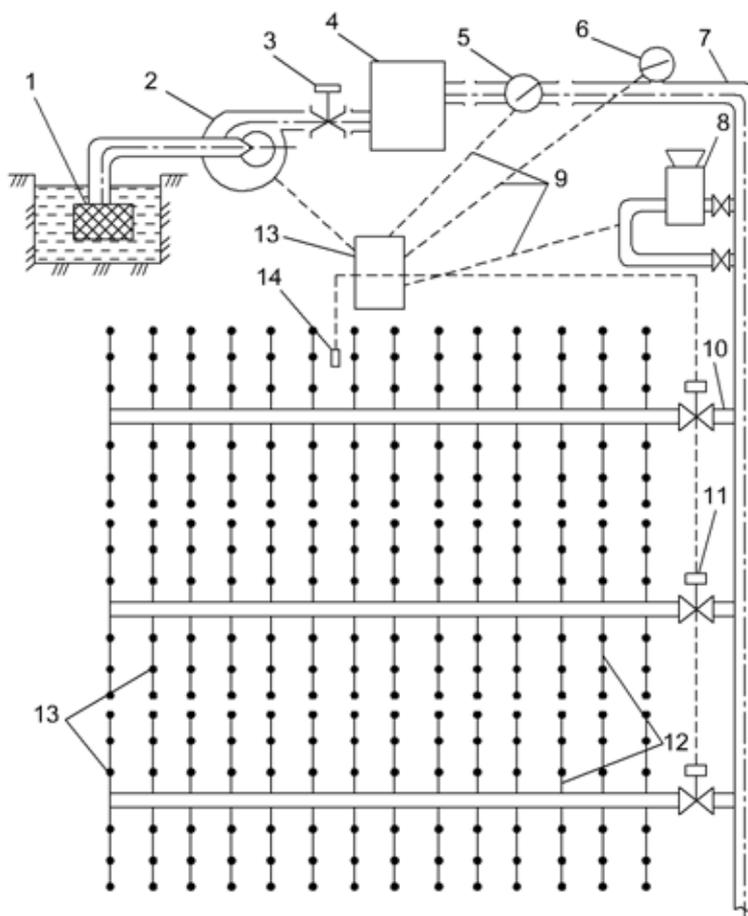
При общей минерализации до 0,5 г/л допускается капельное орошение на любых типах почв при разных режимах полива.

Содержание в воде ионов не должно превышать значений, приведенных в таблице 10.1.

Общая жесткость оросительной воды не должна превышать 9–10 мг-экв/л.

Водородный показатель воды pH должен быть в пределах 6–9.

При реагентной промывке трубопроводов и капельниц растворами кислот, медного купороса, хлорной извести допускается подача воды с pH от 2,5 до 3,0 в течение 0,5 ч с обязательной последующей промывкой исходной водой в капельном режиме истечения продолжительностью не менее 1 ч.



- 1 — водозаборный узел; 2 — насосная станция; 3 — головная задвижка; 4 — фильтр;  
 5 — водомерное устройство; 6 — манометр; 7 — магистральный трубопровод;  
 8 — устройство для подачи удобрений в поливную сеть; 9 — каналы связи;  
 10 — распределительный трубопровод; 11 — дистанционно-управляемая задвижка;  
 12 — поливные трубопроводы; 13 — капельницы; 14 — датчики необходимости полива

**Рисунок 10.1 — Принципиальная схема системы капельного орошения в открытом грунте**

Допустимое содержание взвешенных веществ и гидробионтов в поливной воде определяется в зависимости от технической характеристики применяемых водовыпусков (капельниц).

При орошении водой, содержащей фитопланктон, скорость биообразования в трубопроводах и капельницах не должна превышать 0,5 г/м<sup>2</sup> площади контакта за 100 ч полива.

**Таблица 10.1**

Ион	Допустимое содержание, мг/л
-----	-----------------------------

Железо общее, сульфиды	0,5
Фтор	1,0
Бор	2,0
Магний	20–40
Кальций	100–200
Бикарбонаты	100–150
Сульфаты	300–450
Хлор	350–600

**10.1.5** Выбор очистных сооружений производят на основе технико-экономических расчетов сравнения различных вариантов, аналогично системам водоснабжения по СНиП 2.04.02.

**10.1.6** Для подачи удобрений в оросительную сеть необходимо предусмотреть стационарный гидроподкормщик. Концентрированный (маточный) раствор удобрений в систему подают эжекторным или инжекторным способом.

Расход маточного раствора удобрений  $q$ , л/с, рассчитывают по формуле

$$q = \frac{N_p \omega}{3,6CKt}, \quad (10.1)$$

где  $N_p$  — рекомендуемая норма внесения жидкого удобрения, определяемая по выносу питательных веществ урожаем, кг/га;

$\omega$  — площадь одновременно поливаемого участка, га;

$C$  — концентрация раствора, г/л;

$K$  — коэффициент, выражающий зависимость между временем окончания подачи раствора и окончания полива (с учетом времени на промывку сети принимают равным 0,8);

$t$  — продолжительность полива, ч.

**10.1.7** При выборе материала для магистральных, распределительных, участковых и поливных трубопроводов следует руководствоваться требованиями ТКП 45-4.01-29.

Длину распределительных трубопроводов следует принимать не более 300 м, а поливных — не более 200 м.

Глубина укладки магистральных и распределительных трубопроводов принимается в соответствии с 8.7.

**10.1.8** Поливные трубопроводы при поверхностной укладке следует проектировать вдоль рядов растений на шпалерной проволоке на высоте не более 70 см, чтобы обеспечить их сохранность при проведении агротехнических мероприятий.

При подземной укладке поливных трубопроводов их монтируют на глубине не менее 0,5 м с выводом капельниц при помощи отводных питателей.

**10.1.9** Расстояние между капельницами на поливном трубопроводе определяют расчетом в соответствии с впитывающей способностью корнеобитаемого слоя почвы и водопотреблением растений. Капельницы располагают на расстоянии не менее 0,35 м от штамба деревьев на низкорослых подвоях и не менее 0,5 м — на остальных.

**10.1.10** Объем воды  $m_k$ , л, выдаваемой одной капельницей за один полив, определяется по формуле

$$m_k = 7,85d^2 H \gamma K_v \cdot (\beta_{вп} - \beta_{пу}), \quad (10.2)$$

где  $d$  — диаметр контура увлажнения (в пределах горизонтальной проекции кроны деревьев), приведенный на рисунке 10.2, м;

$H$  — глубина увлажнения, м;

$\gamma$  — плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

$K_v$  — коэффициент увлажнения объема почвы, принимаемый по таблице 10.2;

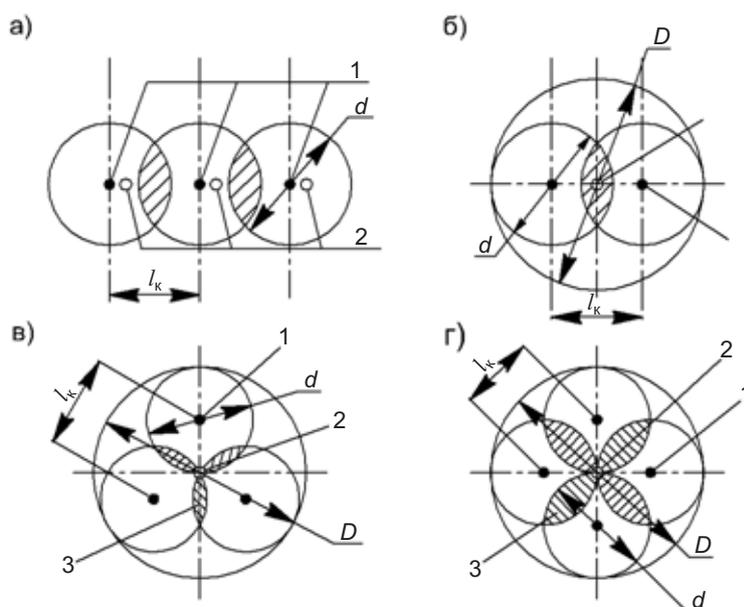
$\beta_{вп}$  — влажность почвы, соответствующая наименьшей влажности, процент от массы сухой почвы;

$\beta_{пу}$  — предполивной порог влажности, принимаемый в пределах 0,7–0,8 от влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости  $\beta_{вп}$ , процент от массы сухой почвы.

В плодоносящих и вступающих в плодоношение садах интенсивного типа на слаборослых и среднерослых подвоях при капельном орошении глубину увлажнения следует принимать от 0,6 до 0,8 м.

Размер контура увлажнения одной капельницей в зависимости от гранулометрического состава почвы, расхода капельницы и продолжительности полива устанавливается в процессе изысканий. Диаметр горизонтальной проекции контура увлажнения на легких почвах (легких суглинках, супесях) рекомендуется принимать от 0,4 до 1,0 м, на более тяжелых почвах с хорошо выраженными капиллярными свойствами — от 2,0 до 3,0 м. При расходах капельниц до 20 л/ч рекомендуемые площадь контура увлажнения и водоподача капельницы приведены в таблице Д.1 (приложение Д).

Диаметр расчетного очага увлажнения определяется площадью горизонтальной проекции основной массы кроны деревьев, ширина полосы увлажнения — зоной сосредоточения основной массы корней и составляет 0,5–0,7 ширины междурядий.



1 — капельница; 2 — штамб; 3 — площадь перекрытия контуров увлажнения;  
 $l_k$  — расстояние между капельницами;  $d$  — диаметр горизонтальной проекции контура увлажнения;  
 $D$  — диаметр очага увлажнения (питания дерева)

**Рисунок 10.2 — Горизонтальные проекции контуров увлажнения:**

- а — в полосе;**
- б — в очаге с установкой двух капельниц;**
- в — в очаге с установкой трех капельниц;**
- г — в очаге с установкой четырех капельниц**

**10.1.11** Поливную норму  $m$ , м<sup>3</sup>/га, необходимо определять по формуле

$$m = m_k n, \quad (10.3)$$

где  $n$  — количество капельниц на 1 га.

Поливную норму при полосном поливе  $m_{\text{пол}}$ , м<sup>3</sup>/га, определяют по формуле

$$m_{\text{пол}} = \frac{10m_k}{Bl_k}, \quad (10.4)$$

где  $B$  — расстояние междурядий, м;

$l_k$  — расстояние между капельницами, м.

Поливную норму при очаговом поливе  $m_{\text{оч}}$  с расстановкой деревьев  $B \times C$ , м<sup>3</sup>/га, определяют по формуле

$$m_{\text{оч}} = \frac{10m_k n^i}{BC}, \quad (10.5)$$

где  $n^i$  — количество капельниц в одном очаге, шт.;  
 $C$  — расстояние между деревьями в ряду, м.

**10.1.12** Режим капельного орошения устанавливается по методикам, апробированным в районе проектирования, в соответствии с таблицами Г.1 и Г.2 (приложение Г) и с учетом коэффициента степени увлажнения площади участка  $K$ , определяемым по формуле

$$K = \frac{1}{\sqrt{1 - (1 - f)^2}}, \quad (10.6)$$

где  $f$  — относительное увлажнение участка орошения:

— при полосном поливе

$$f_n = 0,78 \cdot \frac{d^2}{Bl_k} \cdot K_F; \quad (10.7)$$

— при очаговом поливе

$$f_{oc} = 0,78 \cdot \frac{d^2 n^i}{BC} \cdot K_F, \quad (10.8)$$

здесь  $K_F$  — коэффициент, учитывающий контуры площади увлажнения (таблица 10.2).

Расчетные параметры СКО приведены в таблице Д.2 (приложение Д).

**Таблица 10.2**

Показатель	Значения коэффициентов $K_y$ и $K_F$ при соотношении $l_r/d$					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	$\geq 1$
Полоса или очаг с двумя и более капельницами						
$K_y$	0,69	0,79	0,88	0,94	0,98	1,0
$K_F$	0,61	0,72	0,81	0,90	0,96	1,0
Очаг с двумя капельницами						
$K_y$	0,84	0,90	0,94	0,97	0,99	1,0
$K_F$	0,80	0,86	0,91	0,95	0,98	1,0

**10.1.13** Продолжительность выдачи  $t$ , ч, поливной нормы при капельном поливе определяют по формуле

$$t = \frac{m10^3}{\eta q n}, \quad (10.9)$$

где  $\eta$  — коэффициент полезного использования воды, принимаемый 1,0;

$q$  — расход капельницы, л/ч.

**10.1.14** Поливной расход участкового трубопровода  $Q_{расч.уч}$ , м<sup>3</sup>/с, необходимо определять в зависимости от суммарного расхода одновременно работающих поливных трубопроводов

$$Q_{расч.уч} = \frac{\sum Q_{нт}}{\eta}, \quad (10.10)$$

где  $Q_{нт}$  — расход нетто одного поливного трубопровода, м<sup>3</sup>/с;

$\eta$  — коэффициент полезного действия участкового трубопровода, равный 0,98.

Расход поливного трубопровода  $Q_{пт}$ , м<sup>3</sup>/с, на котором размещают капельницы, определяют по формуле

$$Q_{пт} = 0,28 n q, \quad (10.11)$$

где  $n$  — количество капельниц на рассматриваемом поливном трубопроводе, шт.;

$q$  — расход одной капельницы, л/ч.

**10.1.15** Требуемое рабочее давление в голове поливного трубопровода  $P_{пт}$ , кПа, определяют по формуле

$$P_{пт} = p_k + p_r + p_{тр} + p_m, \quad (10.12)$$

- где  $p_k$  — рабочее давление капельницы, при котором обеспечивается подача расчетного расхода воды, кПа, принимаемое из технической характеристики;  
 $p_r$  — давление, необходимое на преодоление отметок между расчетной точкой полива и осью насоса, кПа;  
 $p_{тр}$  и  $p_m$  — соответственно, потери давления на гидравлические сопротивления по длине трубопровода и местные потери, кПа.

**10.1.16** Потери давления в поливном трубопроводе с капельницами  $p_{тр}$ , кПа, определяют по формуле

$$p_{тр} = \left( K_1 K_2 N \frac{L v^{2-b} (nq)^b}{d^{3+b}} \right) \cdot \rho g, \quad (10.13)$$

- где  $K_1$  — коэффициент, учитывающий тип капельниц и способ подключения их к поливному трубопроводу, принимаемый для трубопроводов с проходными капельницами равным 1,0,  
а с тупиковыми — 0,95;  
 $K_2$  — коэффициент, учитывающий изменение местных сопротивлений при изменении расстояния между капельницами, определяемый по формуле

$$K_2 = 1,06 - 0,02l_k, \quad (10.14)$$

- здесь  $l_k$  — расстояние между капельницами, м;  
 $N$  — коэффициент, зависящий от длины поливного трубопровода, принимаемый по таблице 10.3;  
 $L$  — длина поливного трубопровода с капельницами от конца до рассматриваемого сечения, м;  
 $v$  — коэффициент кинематической вязкости, м<sup>2</sup>/с. Значение  $v$  зависит от температуры воды:  
0,0131 — при температуре 10 °С;  
0,0101 — то же 20 °С;  
0,0088 — “ 26 °С;  
0,0080 — “ 30 °С;  
 $b$  — коэффициент, принимаемый по таблице 10.3;  
 $d$  — внутренний диаметр поливного трубопровода, м;  
 $\rho$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  
 $g$  — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>.

Таблица 10.3

Длина поливного трубопровода $L$ , м	Значение коэффициентов	
	$N$	$b$
30	$6,158 \cdot 10^{-5}$	1,00
60	$8,136 \cdot 10^{-6}$	1,06
90	$9,458 \cdot 10^{-7}$	1,14
120	$6,446 \cdot 10^{-8}$	1,25
150	$1,868 \cdot 10^{-9}$	1,39
180	$2,196 \cdot 10^{-11}$	1,58
200	$4,630 \cdot 10^{-11}$	1,75

Местные потери давления в поливном трубопроводе учитывают путем увеличения на 3 %–5 % потерь давления по длине.

**10.1.17** Диаметр поливных трубопроводов  $d$ , м, необходимо рассчитывать по формуле

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{V_{\text{доп}}}}, \quad (10.15)$$

где  $Q$  — расчетный расход трубопровода, м<sup>3</sup>/с;  
 $V_{\text{доп}}$  — допустимая скорость течения воды в трубопроводах системы капельного орошения, принимаемая от 2,0 до 2,5 м/с.

## 10.2 Внутрипочвенное орошение

**10.2.1** Общие требования по проектированию систем внутрипочвенного орошения (далее — ВПО) изложены в ТКП 45-3.04-8 (8.7.2).

**10.2.2** При выборе участков для ВПО следует отдавать предпочтение территориям с почвами среднего гранулометрического состава (исключая пучинистые и лессовые) с преобладанием в почвенном профиле суглинков, со скоростью капиллярного поднятия не менее 0,5 мм/мин.

При проектировании объектов орошения сточными водами и животноводческими стоками учитывают:

- условия защищенности подземных вод;
- наличие на рассматриваемой территории действующих и проектируемых водозаборов подземных и поверхностных вод;
- перспективы развития канализации населенных пунктов или промышленных объектов;
- намечаемую технологическую схему использования сточных вод;
- необходимый состав основных сооружений;
- выращиваемые культуры;
- расположение зон рекреации и санитарной охраны водных объектов, населенных пунктов, промышленных предприятий, автомобильных дорог; наличие особо охраняемых природных территорий.

**10.2.3** При проведении изыскательских работ для проектирования систем ВПО необходимо определять удельное впитывание воды почвой из увлажнителей, скорость передвижения увлажненного контура в стороны от увлажнителя и динамику скорости впитывания.

**10.2.4** Системы ВПО необходимо размещать на земельных угодьях, рельеф которых характеризуется уклоном до 0,01. При необходимости должна быть предусмотрена планировка участка.

**10.2.5** Системы ВПО допускается устраивать при глубине залегания грунтовых вод более 2,5 м от поверхности земли.

**10.2.6** В качестве поливной жидкости при ВПО может применяться природная вода, подготовленные стоки животноводческих комплексов, хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды. При этом суммарное содержание солей в стоках при годовых осадках менее 400 мм не должно превышать 1 г/л, при большем количестве осадков оценку пригодности стоков по минерализации следует проводить в соответствии с ТКП 45-3.04-8 (8.7.2.3).

Для систем ВПО с полиэтиленовыми увлажнителями размер твердых частиц не должен превышать 1 мм, мутность допускается не более 0,04 г/л.

Для систем ВПО с кротовыми увлажнителями количество взвешенных веществ не должно превышать 1,0 г/л, а размер частиц должен быть не более 2 мм.

**10.2.7** Основными элементами систем ВПО являются:

- водоисточник;
- водозаборное сооружение;
- насосная станция;
- магистральный трубопровод;
- узел приготовления удобрений;
- оросительная и водосборно-сбросная сеть;
- гидротехнические сооружения;
- контрольно-измерительное оборудование, наблюдательные скважины, система автоматизации;
- дороги, лесополосы.

**10.2.8** При проектировании трубчатых увлажнителей следует соблюдать следующие требования:

- уклон увлажнителя не должен превышать 0,010, оптимальный — от 0,001 до 0,004;
- глубина закладки в почву должна быть в пределах от 0,4 до 0,6 м;

— максимальная длина увлажнителей не должна превышать 250 м.

Длину увлажнителей постоянного диаметра в зависимости от их уклона и расхода в голове увлажнителя следует принимать согласно таблице 10.4.

Таблица 10.4

Уклон	Расход в голове увлажнителя, л/с	Длина увлажнителей, м
0,001	0,20–0,25	200–250
0,002	0,20–0,25	200–250
0,004	0,15–0,20	200–250
0,006	0,10–0,15	120–160
0,008	0,06–0,10	80–160
0,010	0,05–0,07	60–90

**10.2.9** Перфорация пластмассовых увлажнителей должна быть защищена рулонными защитно-фильтрующими материалами согласно ТКП 45-3.04-8 (5.5.5) и обеспечивать требуемый расход воды на единицу длины увлажнителя при расчетном давлении воды.

Диаметр круглых отверстий следует принимать от 1 до 2 мм с шагом от 50 до 100 мм.

При щелевой продольной перфорации ширина должна быть от 1 до 2 мм, а длина щели — от 35 до 40 мм с шагом от 200 до 400 мм.

**10.2.10** Увлажнительную сеть системы ВПО следует проектировать закольцованной для равномерного распределения воды по орошаемому участку и возможности промывки системы от заиливания.

**10.2.11** В системе ВПО с кротовыми увлажнителями принимают:

— расстояние между увлажнителями — от 0,8 до 1,3 м;

— глубину нарезки — не менее 0,5 м.

**10.2.12** Основными элементами режима полива при внутрпочвенном орошении являются: единичная поливная норма, поливная норма и продолжительность поливного периода.

**10.2.13** Единичную поливную норму  $m_1$ , м<sup>3</sup>/м, определяют по формуле

$$m_1 = 0,65HB \cdot (W_{\text{нв}} - W_{\text{пр}}), \quad (10.16)$$

где  $H$  — расчетная глубина промачивания почвогрунта, м;

$B$  — средняя ширина полосы увлажнения почвогрунта, м;

$W_{\text{нв}}$  — наименьшая влагоемкость 1 м<sup>3</sup> почвогрунта расчетного слоя глубиной  $H$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$W_{\text{пр}}$  — объем почвенной влаги в 1 м<sup>3</sup> почвогрунта расчетного слоя перед поливом, принимаемый от 0,70 до 0,80 от  $W_{\text{нв}}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Ширина полосы увлажнения и глубина промачивания почвогрунта, а также расстояние между увлажнителями в зависимости от гранулометрического состава почвы приведены в таблице 10.5.

Таблица 10.5

В метрах

Гранулометрический состав почвы	Ширина полосы увлажнения	Глубина промачивания	Расстояние между увлажнителями
<b>Полиэтиленовые перфорированные увлажнители</b>			
Суглинки:			
легкие	0,8	1,5	1,0
средние	1,0	1,4	1,2
тяжелые	1,1	1,3	1,3
Глина	1,3	1,2	1,5
<b>Кротовые увлажнители</b>			
Суглинки:			
легкие	0,8	1,5	0,8

средние	0,9	1,4	0,9
тяжелые	1,0	1,3	1,1
Глина	1,1	1,3	1,2

**10.2.14** Поливную норму  $m$ , м<sup>3</sup>/га, следует определять по формуле

$$m = m_1 L_{yb} n, \quad (10.17)$$

где  $L_{yb}$  — длина увлажнителя, м;  
 $n$  — количество увлажнителей на 1 га, шт.

**10.2.15** Расчетную продолжительность поливного периода  $T$ , сут, следует определять по формуле

$$T = \frac{m}{d_{mw}}, \quad (10.18)$$

где  $d_{mw}$  — среднесуточный дефицит водопотребления за декаду с максимальным водопотреблением, м<sup>3</sup>/(га·сут).

**10.2.16** Число тактов водоподдачи  $N$ , шт., обеспечивающее проведение одного полива расчетной нормой, определяется по формуле

$$N = \frac{24T}{t}, \quad (10.19)$$

где  $t$  — продолжительность подачи воды, ч.

**10.2.17** Гидравлический расчет магистральных и распределительных трубопроводов проводится по общепринятой методике расчета трубопроводов закрытой сети из условия обеспечения водоподдачи в самый невыгодно расположенный распределитель.

Гидравлический расчет кротовых увлажнителей не проводится. Диаметр кротовых увлажнителей принимается по конструктивным параметрам кротователя.

**10.2.18** Расчетные расходы воды увлажнителей и распределительных трубопроводов определяются в соответствии с требованиями ТКП 45-3.04-8 (8.7.2.8, 8.7.2.9).

## 11 Оросительные системы с использованием сточных вод

**11.1** Оросительные системы с использованием сточных вод (далее — ОССВ) предназначены для почвенно-биологической доочистки стоков и удобрительного орошения сельскохозяйственных культур.

**11.2** Для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий должны использоваться подготовленные сточные воды, отвечающие мелиоративным, агрономическим, ветеринарным и санитарно-гигиеническим требованиям. Допускается использование на орошение хозяйственно-бытовых, производственных и смешанных сточных вод в соответствии с требованиями ТКП 45-3.04-08 (8.8.2).

**11.3** Бытовые сточные воды перед использованием для орошения должны пройти механическую и биологическую очистку.

Производственные сточные воды должны подвергаться, при необходимости, предварительной очистке на специальных сооружениях, исходя из характера производства и состава образующихся сточных вод. Для этого необходимо предусмотреть локальную очистку и извлечение вредных веществ, нейтрализацию кислых и щелочных вод.

**11.4** Использование очищенных производственных и смешанных сточных вод решается в каждом конкретном случае только по разрешению органов государственного санитарного надзора после проведения специальных исследований, направленных на выявление возможного вредного влияния указанных сточных вод на сельскохозяйственные культуры, животных и человека.

**11.5** При оценке качества сточных вод, применяемых для орошения сельскохозяйственных культур, необходимо определять показатели, приведенные в Ж.1 (приложение Ж).

**11.6** Концентрация солей в сточных водах, соотношение катионов и анионов, общее количество токсичных веществ и реакция среды должны быть в допустимых пределах для каждого конкретного случая в зависимости от вида культуры, почвенных, климатических и других условий.

При сенокосно-пастбищном использовании показатели состава сточных вод приведены в таблице Ж.1 (приложение Ж).

**11.7** Содержание тяжелых металлов в сточных водах, используемых на орошение,

ограничивается значениями, приведенными в таблице 11.1.

Если состав сточных вод не соответствует вышеуказанным требованиям, то перед орошением необходимо проводить их предварительную подготовку: разбавление, нейтрализацию, смешение и т. д.

Таблица 11.1

Элемент	Содержание в сточных водах, мг/л	Элемент	Содержание в сточных водах, мг/л
Бор	0,500	Никель	0,1000
Ванадий	0,100	Ртуть	0,0005
Кадмий	0,001	Свинец	0,0300
Кобальт	0,100	Хром	0,5000
Медь	1,000	Фтор	1,5000
Молибден	0,250	Цинк	1,0000
Мышьяк	0,050	Железо	0,5000

**11.8** При проектировании севооборота с использованием для орошения сточных вод в его составе необходимо предусматривать зернофуражные, технические и кормовые культуры, а также однолетние и многолетние травы, под которые должно отводиться до 60 % орошаемой территории. Культуры для включения в севооборот в каждом отдельном случае определяют по хозяйственной ценности, продуктивности и окончательному назначению растений.

**11.9** Режим орошения сельскохозяйственных культур сточными водами имеет свои особенности, которые определяются их удобрительной ценностью и необходимостью приема на орошаемые участки в течение всего года.

При проектировании поливного режима хозяйственно-бытовыми и производственными сточными водами годовая оросительная норма для каждой культуры устанавливается по трем основным элементам питания: азоту, фосфору и калию.

**11.10** Рассчитанные годовые оросительные нормы сточными водами не должны превышать пределов, приведенных в таблице 11.2.

Таблица 11.2

Почвенные условия полива сточными водами	Расчетная суточная нагрузка, мм/сут
	Оросительные нормы, м <sup>3</sup> /га
Наиболее благоприятные почвы (песчаные и структурные, хорошо фильтрующие с глубоким залеганием УГВ)	1,0 3500
Благоприятные почвы (супесчаные)	0,6 3000
Удовлетворительные почвы (легко- и среднесуглинистые)	0,5 2000
<i>Примечание</i> — Годовые оросительные нормы, установлены из условия, что поступившие на поля орошения сточные воды будут очищены и дочищены без ущерба для сельскохозяйственных культур и почвенного плодородия.	

**11.11** Если рассчитанная по балансу питательных веществ и уточненная по таблице 11.2 оросительная норма сточными водами не может покрыть создавшегося в отдельные годы дефицита влаги, то по согласованию с органами по регулированию, использованию и охране водных ресурсов и органами государственного санитарного надзора допускается разбавление сточных вод чистой водой.

**11.12** Установленные оросительные нормы сточными водами допускается разделить на вегетационную и вневегетационную.

**11.13** Вегетационную оросительную норму устанавливают по региональным рекомендациям,

исходя из условий удовлетворения водопотребления сельскохозяйственных культур.

**11.14** Вневегетационную оросительную норму следует вносить с октября по март, а величина ее не должна превышать влагоемкости 1,5-метрового слоя почвы. При этом пополнение грунтовых вод должно происходить в основном за счет вытеснения почвенной влаги, поступившей в почву с осенне-зимними осадками, и замены ее поливной водой.

**11.15** На легких по гранулометрическому составу почвах рекомендуется вневегетационная оросительная норма от 200 до 250 мм. Для суглинистых почв вневегетационную оросительную норму следует принимать от 50 до 100 мм в связи с обильной осенне-зимней влагозарядкой, характерной для данного типа почв.

**11.16** Типы ОССВ устанавливают по ТКП 45-3.04-8.

**11.17** Разработанные проекты оросительных систем с использованием сточных вод должны быть согласованы в установленном порядке. Авторский надзор за строительством ОССВ является обязательным.

**11.18** Выбор участка для строительства полей орошения необходимо проводить с учетом следующих требований:

- площадь оросительной системы должна обеспечивать прием всего объема сточных вод;
- уклон поверхности должен быть в пределах от 0,005 до 0,01, допустимый — не более 0,02;
- глубина залегания грунтовых вод — не менее 2,5 м.

Предпочтение следует отдавать участкам с почвогрунтами, обладающими хорошими фильтрационными свойствами, малопродуктивными почвами и неиспользуемыми землями.

**11.19** Запрещается проектирование оросительных систем с использованием сточных вод на территориях:

- первого и второго поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, минеральных вод;
- зон санитарной охраны курортов;
- с выходами на поверхность закарстованных и сильно трещиноватых пород, где возможно загрязнение подземных вод;
- граничащих с местами выклинивания водоносных горизонтов.

**11.20** Оросительная система с использованием сточных вод должна включать следующие основные сооружения: регулирующие водоемы (пруды-накопители), биологические пруды, оросительную сеть, поливную технику, резервные территории и буферные площадки, дороги и лесонасаждения, дренажную сеть, насосные станции.

**11.21** Конструкция прудов-накопителей на ОССВ должна предусматривать полное их опорожнение через водовыпуски. Уклоны дна прудов не должны превышать 0,1. При устройстве накопителей в легких грунтах по дну и откосам водоемов должны быть предусмотрены противофильтрационные устройства.

**11.22** Резервные территории необходимо устраивать на неиспользуемых в сельскохозяйственном обороте землях после планировки, дренирования и посева многолетних трав.

**11.23** Буферные площадки необходимо проектировать на низких участках орошаемого массива по типу полей фильтрации согласно ТКП 45-4.01-29. Площадь буферных площадок должна составлять 3 % – 5 % от общей площади ОССВ.

**11.24** При проектировании оросительной сети на ОССВ необходимо учитывать следующие требования:

- магистральная и внутрихозяйственная оросительная сеть по санитарным соображениям должна выполняться в виде закрытых трубопроводов из железобетонных, асбестоцементных и пластмассовых труб;
- оросительная система должна учитывать суточную неравномерность поступления сточной воды;
- конструкция оросительной системы должна предусматривать возможность полного опорожнения трубопроводов через специальные водовыпуски или колодцы с подачей сточных вод на резервные территории или в регулирующие емкости;
- сбросная сеть должна исключать сброс сточных вод за пределы оросительной системы;
- скорость движения поливной воды в трубопроводах для обеспечения транспортирования взвесей без выпадения осадка должна быть, м/с, не менее:

0,6 — после биологической очистки;

0,7 — “ механической очистки.

**11.25** Выбор способа и техники полива должен производиться на основании анализа следующих показателей:

- вида и химического состава сточных вод;
- почвенно-климатических условий;
- режима орошения сельскохозяйственных культур;
- размера орошаемых площадей;
- рельефа;
- условий проведения поливов в вегетационный или вневегетационный периоды.

**11.26** Дождевание допускается с помощью низконапорных среднеструйных и короткоструйных установок на участках, расположенных на расстоянии не менее 1000 м от населенных пунктов и не менее 100 м — от магистралей.

## 12 Оросительные системы с использованием животноводческих стоков

**12.1** Оросительные системы с использованием животноводческих стоков (далее — ОСС) предназначены для утилизации годового объема стоков путем удобрительного орошения кормовых культур

в течение вегетационного периода. Основные требования проектирования оросительных систем с использованием животноводческих стоков изложены в ТКП 45-3.04-8. Уровни грунтовых вод на орошаемом участке должны быть не менее 1,25 м от поверхности земли, а разовые удобрительные поливы допускается проводить при уровнях грунтовых вод, залегающих не выше принятых норм осушения.

**12.2** Для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий должны использоваться подготовленные животноводческие стоки, отвечающие мелиоративным, агрономическим, ветеринарным и санитарно-гигиеническим требованиям, что достигается соответствующей их подготовкой. Подготовленными считаются стоки (при условии их обеззараживания) влажностью не менее 98 % при содержании твердых частиц размером не более 10 мм согласно [1].

Концентрация общего азота в поливной воде должна устанавливаться в соответствии с требованиями ТКП 45-3.04-8 (8.9.8).

**12.3** При разработке режима орошения необходимо установить удобрительную и увлажнительную оросительные нормы животноводческих стоков.

**12.4** Удобрительную норму орошения определяют с учетом биологических особенностей растений и уровня плодородия почв двумя методами:

- по выносу питательных веществ всем урожаем с учетом естественного плодородия почвы;
- по выносу питательных веществ запланированной прибавкой урожая.

Годовую оросительную норму  $M_{ж.и}$ , м<sup>3</sup>/га, по первому методу определяют по формуле

$$M_{ж.и} = \frac{B_i - \Pi_i K_n}{K_1 K_2 C_i}, \quad (12.1)$$

где  $B_i$  — вынос азота, фосфора или калия из почвы с планируемым урожаем сельскохозяйственных культур, кг/га;

$\Pi_i$  — содержание питательных веществ в пахотном слое почвы, кг/га;

$K_n$  — коэффициент использования питательных веществ из почвы, в долях единицы, равный:

0,50 — для азота;

0,10 — “ фосфора;

0,20–0,40 — “ калия;

$K_1$  — коэффициент использования растениями питательных веществ из животноводческих стоков, в долях единицы, равный:

0,60 — для азота;

0,70 — “ фосфора и калия;

$K_2$  — коэффициент, учитывающий потери азота, фосфора и калия в процессе полива, в долях единицы, который принимают равным:

0,85 — для азота;

1,00 — “ фосфора и калия;

$C_i$  — содержание питательных веществ в животноводческих стоках, кг/м<sup>3</sup>.

Годовые нормы орошения животноводческими стоками по второму методу определяют по формуле

$$M_{ж.и} = \frac{B_i}{K_1 K_2 C_i}, \quad (12.2)$$

где  $V_i$  — вынос азота, фосфора или калия планируемой прибавкой урожая, кг/га.

Вынос питательных веществ с планируемым урожаем определяется согласно данным зональных агрохимических лабораторий для каждой почвенно-климатической зоны или по справочным данным, приведенным в таблице Ж.2 (приложение Ж).

Содержание питательных элементов в животноводческих стоках должно уточняться на стадии проектно-изыскательских работ.

Нормы орошения животноводческими стоками, определяемые по формулам (12.1) и (12.2), устанавливаются отдельно для каждой культуры севооборота и по каждому элементу: азоту, фосфору и калию. За расчетную норму орошения  $M_{жр}$  принимается наименьшая из трех полученных норм для данной культуры.

Недостающее количество минеральных удобрений  $M_{дi}$ , кг/га, определяют по действующему веществу по формуле

$$M_{дi} = (M_{жи} - M_{жр}) \cdot C_{ни}, \quad (12.3)$$

где  $M_{жи}$  — расчетная норма орошения животноводческими стоками для данной культуры по данному питательному элементу, м<sup>3</sup>/га;

$M_{жр}$  — принятая норма орошения животноводческими стоками для данной культуры, м<sup>3</sup>/га;

$C_{ни}$  — содержание питательных элементов в животноводческих стоках, кг/м<sup>3</sup>.

**12.5** Увлажнительную норму орошения необходимо определять водобалансовым методом, в котором водопотребление культур  $E_i$ , мм, определяется по формуле

$$E_i = K_i \sum d_i, \quad (12.4)$$

где  $K_i$  — биоклиматический коэффициент водопотребления при орошении животноводческими стоками, мм/мб;

$\sum d_i$  — сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый промежуток времени, мб.

Для расчета изменчивости биоклиматических коэффициентов водопотребления  $K_i$ , мм/мб, в конкретный расчетный период (декаду) применяют следующую формулу

$$K_i = K_{cp} \cdot \left( \frac{\sum d_i}{\sum d_{cp}} \right)^{-0.12}, \quad (12.5)$$

где  $K_{cp}$  — среднееголетние значения биоклиматического коэффициента водопотребления при орошении животноводческими стоками за расчетный период, мм/мб;

$\sum d_i$  — сумма дефицитов влажности воздуха за расчетный период конкретного года, мб;

$\sum d_{cp}$  — среднееголетняя сумма дефицитов влажности воздуха за тот же период, мб.

Для многолетних трав, орошаемых животноводческими стоками, среднееголетние значения биоклиматических коэффициентов водопотребления  $K_{cp}$ , мм/мб, и суммы дефицитов влажности воздуха  $\sum d_{cp}$ , мб, приведены в таблице 12.1.

**Таблица 12.1**

Межукосный период	Среднееголетнее значение биоклиматических коэффициентов водопотребления многолетних трав, $K_{cp}$ , мм/мб				
	Сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха $\sum d_{cp}$ , мб				
	1	2	3	4	5
<b>Злаковые травосмеси</b>					
Первый	$\frac{0,53}{51}$	$\frac{0,57}{54}$	$\frac{0,64}{57}$	$\frac{0,63}{57}$	$\frac{0,55}{61}$
Второй	$\frac{0,59}{54}$	$\frac{0,66}{56}$	$\frac{0,68}{62}$	$\frac{0,64}{59}$	$\frac{0,52}{67}$

Третий	$\frac{0,40}{62}$	$\frac{0,46}{52}$	$\frac{0,49}{53}$	$\frac{0,50}{40}$	$\frac{0,49}{28}$
<b>Бобово-злаковые травосмеси</b>					
Первый	$\frac{0,51}{39}$	$\frac{0,59}{51}$	$\frac{0,62}{54}$	$\frac{0,66}{69}$	$\frac{0,51}{64}$
Второй	$\frac{0,59}{45}$	$\frac{0,64}{58}$	$\frac{0,68}{57}$	$\frac{0,67}{52}$	$\frac{0,54}{59}$
Третий	$\frac{0,40}{63}$	$\frac{0,49}{44}$	$\frac{0,50}{49}$	$\frac{0,51}{41}$	$\frac{0,44}{29}$

**12.6** Увлажнительные оросительные нормы  $M_{нт}$ , мм, разной обеспеченности при орошении животноводческими стоками приведены в таблице 12.2.

Таблица 12.2

Гранулометрический состав почвы	Увлажнительные оросительные нормы $M_{нт}$ , мм, при орошении животноводческими стоками обеспеченностью, %				
	10	25	50	75	90
	Сухой год	Засушливый год	Средний год	Средневлажный год	Влажный год
<b>Северная зона</b>					
Супесчаные	194	165	124	87	47
Суглинистые	181	146	105	72	42
Глинистые	152	122	97	58	30
<b>Центральная зона</b>					
Супесчаные	212	174	148	103	81
Суглинистые	194	153	121	87	63
Глинистые	170	138	98	72	43
<b>Южная зона</b>					
Супесчаные	234	195	163	119	92
Суглинистые	227	171	137	111	76
Глинистые	201	156	125	91	62

**12.7** При проектировании режима удобрительных поливов животноводческими стоками следует соблюдать следующие требования:

- годовая норма внесения общего азота не должна превышать 250–300 кг/га;
- концентрация общего азота в поливной воде при использовании стоков должна приниматься согласно ТКП 45-3.04-8;
- нормы внесения калия и фосфора не должны превышать общего выноса с урожаев сельскохозяйственных культур;
- поливы животноводческими стоками следует проектировать в те же сроки, что и поливы

чистой водой, при этом поливная норма животноводческими стоками  $m_{ж}$ , мм, определяется по формуле

$$m_{ж} = \frac{M_{жр}}{n}, \quad (12.6)$$

где  $M_{жр}$  — принятая удобрительная норма орошения животноводческими стоками для данной культуры, м<sup>3</sup>/га;

$n$  — количество поливов при расчетной обеспеченности орошения.

Необходимое количество чистой воды  $m_{чв}$ , м<sup>3</sup>/га, подаваемое за один полив, определяют как

$$m_{чв} = m - m_{ж}, \quad (12.7)$$

где  $m$  — поливная норма чистой воды, м<sup>3</sup>/га;

$m_{ж}$  — поливная норма животноводческих стоков, м<sup>3</sup>/га.

Общее количество чистой воды  $M_{чв}$ , м<sup>3</sup>/га, необходимое за поливной сезон, определяют по формуле

$$M_{чв} = m_{чв}n. \quad (12.8)$$

**12.8** Если  $M_{жр} < M_{нт}$ , то поливной режим проектируют в соответствии с 12.7.

**12.9** В случае, когда  $M_{жр} \geq M_{нт}$ , ее следует делить на две нормы: вегетационную и вневегетационную.

Вегетационную норму необходимо вносить под культуры в соответствии с указаниями 12.7, а вневегетационную — использовать осенью под зябь или весной во время предпосевной подготовки почвы.

**12.10** При разработке проектов ОСС необходимо устанавливать потребную площадь для утилизации годового объема животноводческих стоков. Для этого рассчитывается средний вынос питательных элементов азота, фосфора и калия для каждой культуры, а затем — в среднем по всему севообороту  $V_{иср}$ , кг/га, по формуле

$$V_{иср} = \frac{V_{i1}Y_1 + V_{i2}Y_2 + \dots + V_{in}Y_n}{n}, \quad (12.9)$$

где  $V_{i1}$ ,  $V_{i2}$ ,  $V_{in}$  — нормы выноса азота, фосфора, калия каждой культурой севооборота, кг/т;

$Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_n$  — запланированная урожайность культур севооборота, т/га;

$n$  — число полей севооборота.

Необходимая площадь для утилизации животноводческих стоков  $F_{iж}$ , га, по каждому элементу (азоту, фосфору и калию) определяется по формуле

$$F_{iж} = \frac{W_{ж}C_iK_i}{V_{иср}}, \quad (12.10)$$

где  $W_{ж}$  — годовой объем животноводческих стоков, м<sup>3</sup>;

$C_i$  — содержание азота, фосфора, калия в животноводческих стоках, кг/м<sup>3</sup>;

$K_i$  — коэффициент использования азота, фосфора, калия растениями из животноводческих стоков;

$V_{иср}$  — средний вынос азота, фосфора, калия по всему севообороту, кг/га.

За расчетную площадь орошения животноводческими стоками должна быть принята наибольшая из трех площадей  $F_{iж}$ .

Уменьшение расчетной площади не допускается, т. к. при этом в почву будет поступать избыточное количество того или иного элемента, что может повлечь снижение урожайности культур, ухудшение качества продукции, миграцию биогенных веществ в грунтовые воды.

**12.11** Оросительная система с использованием животноводческих стоков должна включать:

- насосную станцию чистой воды;
- трубопровод для подачи чистой воды;
- насосную станцию для подачи животноводческих стоков;
- трубопровод для подачи животноводческих стоков;
- пруд-накопитель;

- насосную станцию для подачи в оросительную сеть смеси животноводческих стоков с чистой водой;
- оросительную сеть;
- поливную технику;
- природоохранные сооружения.

**12.12** Способ орошения с использованием животноводческих стоков принимается согласно ТКП 45-3.04-8.

**12.13** При расчете элементов техники полива и гидравлических расчетах оросительных систем необходимо учитывать физико-механические свойства животноводческих стоков, которые должны быть установлены на стадии изысканий.

**12.14** Для предотвращения отложения солей в трубопроводах и другом оборудовании необходимо использовать пластмассовые трубы.

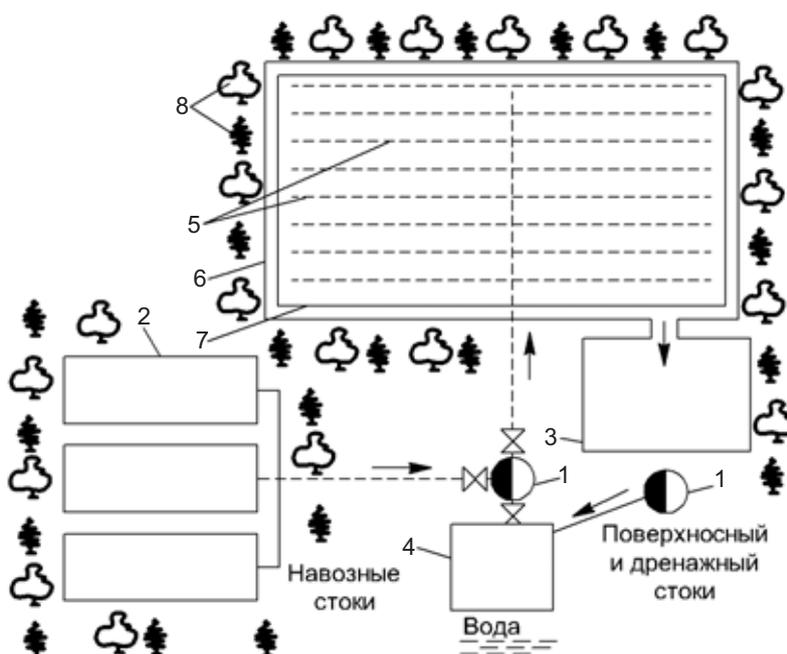
**12.15** ОСС должны проектироваться, как правило, водооборотными согласно ТКП 45-3.04-8. Принципиальная схема водооборотной оросительной системы приведена на рисунке 12.1.

**12.16** Располагать ОСС по отношению к жилой застройке необходимо с учетом господствующих ветров в теплый период в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице 12.3.

Таблица 12.3

В метрах

Способ и техника полива	Санитарно-защитные зоны между границей полей орошения и сооружениями		
	Жилые застройки	Железные, автомобильные и внутрихозяйственные дороги (кроме дорог категории III-С)	Производственные и животноводческие здания
Средне- и дальнеструйные машины и аппараты	200	200	200
Короткоструйные дождевальные машины	100	100	100



1 — насосная станция; 2 — РОС; 3 — накопитель поверхностного и дренажного стока;

4 — смесительная камера; 5 — дренажная сеть; 6 — обводная сеть; 7 — орошаемый массив;  
8 — лесозащитные полосы

**Рисунок 12.1 — Принципиальная схема водооборотной оросительной системы**

**12.17** Ширину защитных лесных насаждений на ОСС следует принимать, м:

- |              |  |
|--------------|--|
| — св. 30     | — по границам орошаемых площадей и резервных территорий; |
| — “ 10       | — между полями орошения и вдоль внутренних дорог;        |
| — от 8 до 12 | — вокруг резервуаров осветленных стоков;                 |
| — “ 5 “ 9    | — вокруг водоисточников природной воды;                  |
| — “ 8 “ 12   | — вокруг прудов-накопителей дренажного стока;            |
| — “ 5 “ 9    | — вдоль полевых дорог.                                   |

**12.18** Для предотвращения распространения загрязнений поверхностных и грунтовых вод за пределы орошаемого участка по внешним границам оросительной системы следует проектировать гидромелиоративные природоохранные мероприятия — сеть ловчих каналов, дрен, дамб с отводом воды

в пруды-фильтры и накопители.

**12.19** Если в результате водобалансовых расчетов, в том числе для весеннего периода, будет обнаружено, что нормы осушения не выдержаны, необходимо проектировать понижение уровней грунтовых вод с помощью дренажа. Дренажный сток, а также сток из нагорных каналов и ловчих дрен необходимо аккумулировать и использовать для орошения.

Для наблюдения за режимом грунтовых вод должна быть предусмотрена сеть наблюдательных скважин или колодцев.

**12.20** Сброс жидкой фракции животноводческих стоков за пределы ОСС и в открытые водоисточники без очистки запрещается.

## **13 Насосные станции**

### **13.1 Общие указания**

**13.1.1** При проектировании насосных станций необходимо соблюдать требования ТКП 45-3.04-8.

**13.1.2** Состав и конструктивное исполнение сооружений насосных станций следует устанавливать на основании технико-экономических расчетов с учетом:

- инженерно-геологических, топографических и гидрологических условий водозабора;
- максимальной унификации технических решений и индустриализации строительно-монтажных работ;
- наиболее полного использования местных строительных материалов;
- требований к долговечности сооружений и удобства эксплуатации при минимальных затратах.

### **13.2 Водозаборные сооружения**

**13.2.1** Водозаборные сооружения насосных станций должны обеспечивать осветление перекачиваемой воды в пределах оговоренных технических условий на поставку насосов, обеспечивать забор из водоисточника расчетного количества воды при заданных уровнях и защищать системы от попадания в нее наносов, мусора и рыбы.

**13.2.2** При определении расчетной обеспеченности уровней воды, выбора места забора воды, характеристики источника по надежности и условиям забора воды, габаритных размеров и состава водозаборных сооружений следует руководствоваться ТКП 45-4.01-30.

**13.2.3** Тип водозабора оросительной системы из открытого водоисточника (реки, канала, верхнего бьефа водохранилища) следует выбирать, исходя из условий:

- русловой — при пологом русле реки и больших колебаниях уровней воды;
- береговой — независимо от колебаний уровня воды в водоисточнике;
- совмещенный — при колебаниях уровней в водоисточнике более 6 м;
- раздельный — при колебаниях уровней в водоисточнике менее 6 м.

Принципиальные схемы водозаборов оросительных систем приведены на рисунках К.1 – К.3 (приложение К).

**13.2.4** Водозабор подземных вод из нижнего бьефа или за дамбой водохранилища необходимо проектировать с помощью закрытого водовода.

**13.2.5** Открытые и закрытые водоводы на водозаборах должны проектироваться из условия обеспечения пропуска воды в соответствии с графиком водоподдачи и режимами уровней воды

в водоисточнике.

**13.2.6** При неблагоприятных топографических, гидрогеологических и геологических условиях допускается устройство двух водозаборных сооружений.

**13.2.7** Дно реки или водохранилища, примыкающее к водозаборному сооружению, должно быть защищено от размыва.

**13.2.8** Водозаборные сооружения, как правило, следует оборудовать сороудерживающими решетками и ремонтными затворами. Их размер определяют согласно ТКП 45-4.01-30. Для очистки решеток следует предусматривать специальные механизмы, если глубина решеток более 2,5 м или скорость движения воды через решетки превышает 0,6 м/с.

**13.2.9** Расположение и конструктивное исполнение водозаборных сооружений на реках, озерах, водохранилищах необходимо согласовывать с органами санитарно-эпидемиологической службы, рыбоохраны, водного транспорта и инспекций водоохраны.

### 13.3 Здания насосных станций

**13.3.1** В зависимости от назначения, типа выбранного оборудования и характеристики водоисточника, как правило, принимают следующие типы зданий насосных станций:

— наземный — при водозаборе из каналов, водохранилищ, озер и рек с устойчивыми берегами (колебания горизонтов воды в водоисточнике — в пределах допустимой высоты всасывания основных насосов и размещение пола насосного помещения — выше максимального уровня воды в источнике); при специальном обосновании разрешается применение блочно-комплектных зданий насосных станций на подачу до 10 м<sup>3</sup>/с;

— полузаглубленный и заглубленный — с совмещенным или отдельно стоящим водозаборным сооружением; при водозаборе из каналов, водохранилищ и рек; колебании горизонтов воды, превышающих всасывающую способность насоса. Как правило, в здании полузаглубленного типа основные насосы устанавливают ниже минимального горизонта воды в источнике. При амплитуде колебаний горизонтов воды в источнике более 3 м следует проводить технико-экономическое сравнение с плавучими насосными станциями или полузаглубленными, в которых оборудование установлено выше минимального горизонта воды в источнике (с использованием всасывающей способности насосов);

— передвижной — при водозаборе из открытых водоисточников для орошения небольших участков.

**13.3.2** Здание насосной станции должно обеспечивать оптимальный режим работы оборудования, защиту обслуживающего персонала и оборудования от атмосферных воздействий, а также наибольшие удобства и надежность эксплуатации при минимальных капиталовложениях и сроках строительства.

**13.3.3** Высотная компоновка здания насосной станции зависит от размера и конструкции агрегата и его положения относительно минимального горизонта воды в нижнем бьефе.

**13.3.4** Высоту верхнего строения здания, оборудованного подъемно-транспортными механизмами, необходимо определять с учетом возможности погрузки оборудования на транспортную платформу. При этом должны быть обеспечены следующие нормативы, м:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| — от 0,50 до 0,70 | — запас при проносе над оборудованием с помощью гибких строп;   |
| — “ 0,25 “ 0,35   | — запас при применении жесткого крепления;  |
| — “ 0,30 “ 0,50   | — запас при проносе оборудования над перекрытиями, установке на транспортную платформу, между проносимым оборудованием и выступающими частями здания. |

Для насосных станций с подачей до 1,0 м<sup>3</sup>/с, оборудованных насосом или электродвигателем весом до 1 т, допускается предусматривать возможность выноса оборудования с монтажной площадки здания такелажными средствами.

**13.3.5** Компоновку основных агрегатов в здании насосной станции следует принимать однорядной. Однако при наличии на станции более четырех основных агрегатов горизонтального исполнения допускается двухрядная компоновка оборудования с насосами левого и правого вращения.

**13.3.6** Минимально допустимые проходы в зданиях насосных станций должны быть приняты согласно СНиП 2.04.02.

**13.3.7** Для обеспечения возможности ремонта и обслуживания при специальном обосновании проходы между агрегатами, а также между агрегатами и строительными конструкциями здания могут быть сокращены до, м:

- 0,3 — при высоте агрегатов менее 1,0 м от уровня пола;
- 0,6 — то же более 1,0 м при наличии прохода с другой стороны.

Агрегаты мощностью до 10 кВт разрешается устанавливать у стен здания или на кронштейнах.

Разрешается устанавливать на одном фундаменте два агрегата малой мощности с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм при условии, что вокруг фундамента будет оставлен проход не менее 1,0 м, а расстояние между выступающими частями агрегатов не превысит 0,3 м.

**13.3.8** В случаях, когда верхняя отметка фундаментной плиты машины находится выше или ниже отметки пола более чем на 400 мм, вокруг машины должна быть предусмотрена несгораемая площадка шириной не менее 0,6 м.

Площадка, расположенная на высоте от 0,4 до 2,0 м над уровнем пола, должна ограждаться перилами, а при большей высоте — перилами и бортовыми барьерами. Для выхода на площадку обслуживания следует предусмотреть лестницы.

**13.3.9** Для насосных станций со сложным кабельным хозяйством под помещением распределительного устройства допускается предусматривать двойной пол или кабельный этаж высотой не менее 1,8 м. Во всех остальных случаях следует предусматривать кабельные каналы.

**13.3.10** В зданиях насосных станций допускается устраивать две монтажные площадки, если длина здания более 40 м и в нем установлено более пяти вертикальных насосов производительностью более 5 м<sup>3</sup>/с каждый. При этом необходимость второй площадки должна быть обоснована возможностью ремонта одновременно по двум агрегатам. Наличие монтажной площадки обязательно, если здание имеет длину более 60 м и в нем установлено восемь и более насосов.

**13.3.11** Монтажные площадки допускается не предусматривать, если для проведения монтажа и ремонтов оборудования можно использовать проходы между агрегатами. По возможности, громоздкие части оборудования следует размещать вне здания насосной станции.

### **13.4 Основное гидромеханическое оборудование**

**13.4.1** Основные агрегаты оросительных насосных станций должны быть выбраны на основании технико-экономических расчетов. Количество основных и резервных насосных агрегатов следует принимать в соответствии с указаниями ТКП 45-3.04-8.

**13.4.2** Количество основных агрегатов, как правило, следует принимать кратным количеству нитей напорных трубопроводов.

**13.4.3** На насосных станциях, оборудованных крупными центробежными насосами с подачей более 2 м<sup>3</sup>/с и давлением более 0,50 МПа, допускается применять насосы с подачей до 10 % от основного насоса для первого заполнения напорных трубопроводов.

**13.4.4** Корпуса насосов должны быть защищены от передачи на них нагрузок от трубопроводов и запорной арматуры.

### **13.5 Вспомогательное оборудование**

**13.5.1** Система технического водоснабжения (далее — ТВС) предназначена для подачи технически чистой воды к подшипникам с лигнофолевыми и резиновыми вкладышами, к сальниковым уплотнениям насосов, масляным ваннам и воздухоохладителям электродвигателей, компрессоров, кондиционеров и других потребителей.

**13.5.2** Смазку и охлаждение резиновых и лигнофолевых подшипников насосов допускается не предусматривать, если они расположены ниже минимального горизонта воды нижнего бьефа и перекачивают воду мутностью менее 50 мг/л без абразивных частиц.

**13.5.3** Система ТВС насосных станций первой категории надежности подачи или насосных станций, работающих круглый год, должна быть выполнена так, чтобы ее отдельные секции можно было бы отключить для промывки, ремонта и ревизии. На насосных станциях подачей более 20 м<sup>3</sup>/с магистральные водоводы следует закольцовывать и питание агрегатов осуществлять из обеих ветвей кольца.

**13.5.4** Вода, поступающая в систему ТВС, независимо от степени ее загрязнения, кроме водопроводной, должна проходить через сетчатые фильтры, отстойники или гидроциклоны.

**13.5.5** Подъемно-транспортное оборудование необходимо выбирать в зависимости от габаритных размеров здания и массы агрегата по СНиП 2.04.02.

### 13.6 Системы дренажа и откачки

**13.6.1** Удаление воды из здания насосной станции, расположенного выше максимальных горизонтов воды нижнего бьефа, должно быть предусмотрено самотеком.

Для удаления дренажной воды из подвальных помещений и откачки воды из мокрых камер, расположенных ниже максимального уровня воды нижнего бьефа, необходимо предусмотреть насосные установки.

**13.6.2** Для малых и средних насосных станций следует применять совмещенную систему дренажа и откачки воды. В случае опасности затопления здания станции при неплотной посадке затвора, а также для крупных насосных станций должна быть предусмотрена отдельная система дренажа и откачки.

**13.6.3** Расчетную подачу насосов для дренажа следует определять как сумму ожидаемой фильтрации воды через стены и днище здания, а также через фланцевые соединения трубопроводов и сальниковые уплотнения насосов. Удельные показатели этих расходов необходимо принимать по аналогии с ранее построенными насосными станциями. Для дренажной системы необходимо предусматривать не менее двух насосов, в том числе один — резервный.

**13.6.4** В случае, когда на насосной станции возможны перерывы в подаче электроэнергии, во время которых может произойти подтопление оборудования, необходимо обеспечить резервное электроснабжение дренажных насосов.

**13.6.5** Проектирование сороудерживающих решеток следует выполнять согласно требованиям ТКП 45-3.04-8.

**13.6.6** Затворы для перекрытия отверстий следует выбирать в зависимости от назначения, срока службы и класса сооружений, условий работы и схем маневрирования, а также условий изготовления и транспортировки конструкций к месту монтажа. Проектирование затворов необходимо проводить в соответствии с ТКП 45-3.04-171.

### 13.7 Рыбозащитные сооружения

**13.7.1** Проектирование рыбозащитных сооружений необходимо производить на основе рыбоводно-биологических обоснований с выполнением соответствующих ихтиологических изысканий, в которых должны быть определены:

- видовой состав с указанием минимального размера защищаемых рыб;
- период их миграции;
- вертикальное и горизонтальное распределение рыбы;
- места расположения нерестилищ и зимовальных ям;
- сносящая скорость течения для молоди защищаемых рыб.

**13.7.2** Водозаборы с рыбозащитными сооружениями следует размещать с учетом экологического районирования водоема, в зонах пониженной плотности рыб.

**13.7.3** Не допускается расположение водозаборов в местах нерестилищ, зимовальных ям, на участках интенсивной миграции и большой концентрации личинок и молоди рыбы, в заповедных зонах.

**13.7.4** Эффективность рыбозащитных сооружений должна быть не менее 70 % для рыбы промысловых видов размером более 12 мм.

Параметры рыбозащитного сооружения необходимо назначать из условия обеспечения подачи потребителю расчетного расхода воды.

**13.7.5** Тип рыбозащитных сооружений необходимо выбирать в зависимости от расчетного расхода водозабора согласно ТКП 45-3.04-171.

## 14 Реконструкция оросительных систем

**14.1** Реконструкция оросительных систем предполагает их комплексное восстановление с модернизацией или переустройством, обеспечивающее доведение технических показателей до соответствия требованиям действующих ТНПА и осуществляемое в случае выхода из строя большинства элементов: дождевальной техники, оросительной сети, насосных станций и т. д., т. к. это не позволяет обеспечить необходимый режим орошения сельскохозяйственных угодий.

**14.2** Основными задачами реконструкции оросительных систем являются:

- повышение надежности и технического уровня оросительной системы;
- создание условий для повышения плодородия почв и наращивания производства сельскохозяйственной продукции;
- повышение экологической безопасности оросительной системы;
- создание условий для энерго- и ресурсосбережения за счет оптимизации нормативов режима

орошения и применения совершенных способов и технологий полива;

— создание условий для широкого применения передовых интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

**14.3** Необходимость реконструкции оросительных систем должна быть обоснована технико-экономическими расчетами, на основании которых выбирают первоочередные объекты реконструкции согласно [2].

**14.4** Реконструкции оросительной системы должны предшествовать инженерно-мелиоративные изыскания, которые следует проводить в три этапа:

- подготовительный;
- рекогносцировочное обследование объектов реконструкции;
- проведение собственно полевых изысканий.

**14.5** Подготовительный этап должен включать:

- поиск, ознакомление и изучение имеющихся фондовых материалов изысканий и проектирования прошлых лет, эксплуатационной документации, а также их анализ;
- предварительное натурное обследование объектов реконструкции комиссией, включающей представителей: заказчика, землепользователя, эксплуатационной мелиоративной организации, местных органов власти.

**14.6** Рекогносцировочное обследование должно проводиться после получения задания на проектирование и включать:

- оценку технического уровня оросительной системы и степень его соответствия требованиям современного сельскохозяйственного производства;
- оценку состояния и работоспособности дождевальных устройств;
- анализ состояния закрытой оросительной сети и арматуры на ней;
- заключение о работоспособности насосной станции в целом и отдельно ее элементов: зданий, гидротехнических сооружений, насосных агрегатов, технологического, механического и силового электрического оборудования, автоматики;
- оценку состояния водоисточника и сооружений на нем;
- определение состава необходимых последующих полевых изысканий.

**14.7** По материалам изысканий должна быть проведена оценка технического состояния каждого элемента оросительной системы или ее части с указанием причин выхода из строя.

**14.8** По материалам изысканий в состав работ по реконструкции оросительных систем необходимо включать:

- замену способа орошения, если это продиктовано возможностями энерго- и ресурсосбережения, а также экологическими требованиями;
- восстановление вышедших из строя трубопроводов различных порядков: магистральных, распределительных, поливных;
- восстановление работоспособности основных сооружений оросительных систем насосных станций, узлов водозабора, трубопроводной арматуры;
- устройство, при необходимости, дополнительных сооружений и восстановлений дорожной сети;
- замену морально устаревшей и вышедшей из строя дождевальной техники.

**14.9** Расчеты и проектирование реконструкции оросительных систем, включая ее отдельные элементы, следует выполнять согласно требованиям и положениям действующих ТНПА.

## 15 Природоохранные мероприятия

**15.1** При проектировании оросительных систем необходимо соблюдать [3] и требования других нормативных актов в области экологии и охраны окружающей среды. Разработка природоохранных мероприятий должна производиться для всех основных природных компонентов: почв, вод, флоры, фауны, воздушной среды, ландшафтов и редких природных комплексов.

**15.2** При разработке мероприятий по охране почв необходимо предусмотреть:

- строгое соблюдение режима орошения;
- соблюдение условий качественного полива — интенсивность подачи воды в почву должна соответствовать ее впитывающей способности;
- качественную подготовку поливной жидкости к поливу, в первую очередь сточных вод и стоков животноводческих комплексов;

- приемы, снижающие неравномерность распределения поливной жидкости по площади поля;
- устройство ограждающей водосборно-сбросной сети и сооружений;
- строительство отстойников;
- агротехнические мероприятия, придающие пахотному слою почвы рыхлокомковатое строение и регулирующие процессы разложения и накопления органического вещества;
- агромелиоративные мероприятия, улучшающие водный, воздушный и тепловой режимы почвы и препятствующие водной эрозии почвы.

**15.3** Лесные полосы необходимо проектировать по границам микроводосборов по водораздельной линии. Они должны быть спрямлены и увязаны с границами участка и полей севооборотов, дорогами. Для образования локальных водосборов лесные полосы могут устраиваться на земляных насыпях, образующих искусственные водоразделы.

Устройство лесных полос на оросительных системах с использованием сточных вод и стоков животноводческих комплексов обязательно.

Защитные лесонасаждения вокруг прудов и водоемов, как правило, проектируют из трех поясов:

- первый — в зоне расчетного подпорного уровня из нескольких рядов кустарника;
- второй — между отметками расчетного и форсированного уровней из древесных растений;
- третий — выше форсированного уровня из устойчивых к дефициту влаги растений.

**15.4** На почвах, загрязненных тяжелыми металлами, необходимо предусматривать:

- перемещение загрязненного слоя почвы в подпочвенные слои путем применения глубокой вспашки;
- снижение подвижности тяжелых металлов путем внесения повышенных доз органических удобрений, соломы и известкования;
- выращивание толерантных сортов и культур для получения семян.

**15.5** Природоохранные мероприятия по охране вод необходимо разрабатывать в увязке со схемой комплексного использования водных ресурсов. При проектировании этих мероприятий необходимо:

- выявить возможные источники загрязнения водных ресурсов;
- оценить на основании прогнозных расчетов степень влияния источников загрязнения на водные ресурсы;
- установить гидрохимические характеристики поверхностного и дренажного стока, воды в водоисточниках и водоприемниках;
- на основании экологических требований обосновать технологию сельскохозяйственного использования орошаемых земель, сроки и нормы внесения всех форм удобрений и средств защиты растений.

**15.6** При проектировании оросительных систем рекомендуются следующие природоохранные сооружения и устройства:

- ботанические площадки, представляющие собой мелководные акватории произвольной конструкции, в которых необходимо предусмотреть культивирование высшей водной растительности (далее — ВВР) (макрофитов), имеющей хорошую поглощающую способность биогенных элементов и других загрязнителей;
- пруды-накопители с ВВР (принципиальная схема приведена на рисунке Л.1 (приложение Л));
- фильтрующие каналы-накопители (принципиальная схема приведена на рисунке Л.2 (приложение Л));
- биологические отстойники (принципиальная схема приведена на рисунке Л.3 (приложение Л));
- гравитационно-биологические отстойники, предназначенные для очистки вод как от механических, так и от химических загрязнителей (принципиальная схема приведена на рисунке Л.4 (приложение Л)).

**15.7** Мероприятия по охране атмосферного воздуха должны быть направлены на предотвращение загрязнения прилегающих к орошаемому участку территорий.

При проектировании лесополос следует максимально возможно использовать существующую древесно-кустарниковую растительность.

**15.8** Мероприятия по охране ландшафтов, флоры и фауны должны обеспечивать сохранение отдельных элементов ландшафтов, имеющих научную и эстетическую ценность. Допускается оставлять в пределах системы отдельные группы кустарника, если они не мешают работе поливной техники.

**15.9** Проектные мероприятия должны обеспечивать нормальные условия для жизни и увеличение численности диких животных. Необходимо предусматривать экологические ниши,

резерваты, проходы для диких мигрирующих животных через орошаемую территорию.

## **16 Автоматизация управления оросительной системой**

**16.1** Автоматизация технологического процесса орошения осуществляется системой автоматического управления, в которую входят:

- объект управления (регулирования) — основные насосные агрегаты, задвижки;
- измерительные устройства, состоящие из первичного измерительного преобразователя (датчика расхода и датчиков состояния почвы), промежуточных и передающих преобразователей, преобразующих сигналы датчиков в унифицированные сигналы постоянного тока;
- суммирующие и регулирующие устройства, вырабатывающие регулирующие воздействия, которые нужно подать на объект регулирования — аналоговые устройства;
- исполнительные механизмы — электродвигатели основных насосных агрегатов и приводы задвижек.

**16.2** Объектами автоматизации оросительной сети являются задвижки и насосные агрегаты, с помощью которых осуществляется непосредственная подача воды к поливным устройствам.

**16.3** Автоматическое закрытие задвижек необходимо предусматривать при:

- разрыве оросительной сети;
- отключении агрегатов насосной станции;
- аварийном снижении давления в оросительной сети;
- прекращении цикла полива или его нарушении при программном управлении.

**16.4** Насосные станции закрытых оросительных систем должны работать в автоматическом режиме, обеспечивающем автоматическую подачу воды в сеть для обеспечения заданного расхода воды при любых предусмотренных комбинациях работы поливных устройств.

Работа насосной станции в автоматическом режиме допускается только после заполнения водой оросительной сети в режиме ручного управления.

**16.5** В схемах автоматического управления насосными агрегатами должны быть предусмотрены:

- строгая последовательность выполнения операций при пуске и остановке от одного кратковременного командного импульса;
- автоматический возврат схемы в исходное положение готовности к следующему пуску при кратковременном исчезновении напряжения из любого промежуточного положения, в котором находился агрегат в этот момент;
- автоматическая остановка агрегата при действии гидромеханических и электрических защит;
- контроль длительности пуска агрегата и его полной остановки;
- установка аварийной кнопки «стоп» в непосредственной близости от насосного агрегата;
- возможность выбора способа управления;
- возможность изменения программы последовательности работы насосных агрегатов для их равномерного износа;
- блокировка, исключающая «прыгание» выключателя при незавершенном пуске и отключении выключателя от защит агрегата;
- недоступность одновременного автоматического пуска всех рабочих насосных агрегатов;
- сигнализация о положении агрегата, формирование сигналов неисправности и аварии с учетом включения их в объем телемеханизации.

**16.6** Водозаборные сооружения автоматических насосных станций, эксплуатируемых без обслуживающего персонала, следует оборудовать вращающимися сетками с механизмами очистки, действующими автоматически в зависимости от перепада уровней воды на решетках. Расположение водоприемных отверстий и состав оборудования должны обеспечивать независимое управление сороудерживающими решетками и затворами любого отверстия.

**16.7** Работу системы технического водоснабжения насосных станций необходимо предусмотреть в автоматическом режиме. При этом следует предусматривать автоматическую сигнализацию засорения водозаборных оголовков, трубопроводов и фильтров.

**16.8** Степень автоматизации управления оросительной системой и состав оборудования определяются в соответствии с требованиями ТКП 45-3.04-8.



**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Таблица А.1 — Среднеголетние прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения**

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Среднеголетние прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Многолетние травы, пастбище (сухое вещество)	Суглинистая	Средняя	2,0	2,5	2,7	2,9	2,8	3,0
		Высокая	2,3	2,8	2,8	3,1	3,0	3,4
	Супесчаная	Средняя	1,9	2,4	2,2	2,6	2,4	2,8
		Высокая	2,0	2,5	2,3	2,7	2,5	2,9
	Торфяная	Средняя	1,6	1,9	1,9	2,2	2,2	2,6
		Высокая	1,8	2,0	2,0	2,4	2,4	2,8
Капуста поздняя	Суглинистая	Средняя	10,0	13,0	12,0	15,0	14,0	17,0
		Высокая	12,0	14,0	14,0	16,0	16,0	20,0
	Супесчаная	Средняя	8,0	11,0	10,0	13,0	12,0	15,0
		Высокая	10,0	13,0	11,0	14,0	13,0	16,0
Капуста ранняя	Суглинистая	Высокая	8,0	10,0	9,0	13,0	11,0	16,0
	Супесчаная	Высокая	7,0	9,0	8,0	12,0	9,0	13,0

Продолжение таблицы А.1

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Среднегодовое прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Картофель поздний	Суглинистая	Средняя	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0
		Высокая	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	8,5
	Супесчаная	Средняя	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0
		Высокая	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0
Картофель ранний	Суглинистая	Средняя	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0
		Высокая	4,5	5,5	5,5	6,5	6,5	7,5
	Супесчаная	Средняя	3,0	4,0	4,0	5,0	4,5	5,5
		Высокая	3,5	4,5	4,5	5,5	5,0	6,0
Огурцы	Суглинистая	Высокая	5,0	6,0	6,0	7,0	7,5	8,0
	Супесчаная	Высокая	4,5	5,5	5,5	6,5	7,0	7,5
Морковь столовая	Суглинистая	Средняя	8,0	9,0	9,0	10,0	11,0	13,0
		Высокая	9,0	10,0	10,0	11,0	12,0	14,0
	Супесчаная	Средняя	7,0	8,0	7,5	9,0	8,5	10,0
		Высокая	8,0	9,0	8,5	9,5	9,0	10,5

Продолжение таблицы А.1

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Среднегодовое прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Свекла столовая	Суглинистая	Средняя	8,0	9,0	9,0	10,0	10,0	12,0
		Высокая	9,0	9,5	9,5	10,5	11,0	12,5
	Супесчаная	Средняя	7,0	8,0	7,5	8,5	8,0	9,0
		Высокая	8,0	8,5	8,5	9,0	9,0	9,5
Свекла сахарная	Суглинистая	Средняя	5,0	6,0	6,0	7,0	8,0	9,0
		Высокая	5,5	6,5	6,5	7,5	9,0	9,5
	Супесчаная	Средняя	4,0	5,0	4,5	5,5	5,5	7,0
		Высокая	5,0	6,0	5,5	6,0	6,5	9,0
Томаты	Суглинистая	Средняя	4,0	7,0	6,5	7,5	8,5	9,0
		Высокая	5,0	7,5	7,5	8,0	9,0	10,0
	Супесчаная	Высокая	5,0	6,5	6,0	7,5	8,0	9,5
Зерновые яровые	Суглинистая	Средняя	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9
		Высокая	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
	Супесчаная	Средняя	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8
		Высокая	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9
Редис, лук	Суглинистая	Высокая	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	9,0
	Супесчаная	Высокая	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,5

Окончание таблицы А.1

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Среднегодовалые прибавки урожая сельскохозяйственных культур от орошения, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Сад яблоневый уплотненный	Суглинистая	Средняя	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0
		Высокая	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5
	Супесчаная	Средняя	2,5	3,0	3,0	4,0	3,5	4,5
		Высокая	3,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0
<p><i>Примечание</i> — Прибавки для региона, расположенного южнее линии Ельск — Василевичи — Гомель, необходимо увеличить на 10 % по сравнению с данными для южной зоны.</p>								

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Таблица Б.1 — Планируемый проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур при орошении**

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Планируемый проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур при орошении, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Многолетние травы, пастбище (сухое вещество)	Суглинистая	Средняя	8,0	9,0	8,5	10,0	9,5	11,0
		Высокая	9,0	9,5	9,5	10,5	10,5	11,5
	Супесчаная	Средняя	7,5	8,5	8,5	9,5	9,5	10,0
		Высокая	8,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,5
	Торфяная	Средняя	9,0	10,0	9,5	11,0	10,0	11,5
		Высокая	10,0	10,5	10,5	11,5	11,0	12,0
Капуста поздняя	Суглинистая	Высокая	50,0	55,0	55,0	60,0	60,0	65,0
	Супесчаная	Высокая	48,0	54,0	53,0	58,0	58,0	63,0
Капуста ранняя	Суглинистая	Высокая	40,0	43,0	43,0	47,0	45,0	49,0
	Супесчаная	Высокая	35,0	40,0	39,0	43,0	41,0	45,0
Картофель поздний	Суглинистая	Средняя	24,0	27,0	26,0	28,0	28,0	30,0
		Высокая	27,0	29,0	29,0	32,0	30,0	34,0
	Супесчаная	Средняя	20,0	24,0	23,0	26,0	25,0	28,0
		Высокая	22,0	25,0	24,0	27,0	26,0	30,0
Картофель ранний	Суглинистая	Средняя	17,0	22,0	19,0	23,0	20,0	25,0
		Высокая	19,0	23,0	20,0	24,0	21,0	27,0
	Супесчаная	Средняя	15,0	18,0	17,0	21,0	18,0	22,0
		Высокая	17,0	19,0	18,0	22,0	19,0	25,0

Продолжение таблицы Б.1

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Планируемый проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур при орошении, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Огурцы	Суглинистая	Высокая	22,0	25,0	23,0	27,0	25,0	30,0
	Супесчаная	Высокая	20,0	24,0	21,0	25,0	22,0	26,0
Морковь столовая	Суглинистая	Средняя	40,0	42,0	42,0	44,0	44,0	48,0
		Высокая	43,0	45,0	45,0	47,0	46,0	50,0
	Супесчаная	Средняя	36,0	39,0	38,0	42,0	40,0	45,0
		Высокая	38,0	40,0	40,0	43,0	42,0	46,0
Свекла столовая	Суглинистая	Средняя	38,0	43,0	40,0	45,0	43,0	48,0
		Высокая	40,0	45,0	42,0	46,0	44,0	49,0
	Супесчаная	Средняя	35,0	38,0	36,0	39,0	37,0	40,0
		Высокая	37,0	40,0	38,0	43,0	41,0	45,0
Свекла сахарная	Суглинистая	Средняя	41,0	45,0	43,0	48,0	45,0	50,0
		Высокая	43,0	46,0	45,0	49,0	47,0	52,0
	Супесчаная	Средняя	38,0	43,0	40,0	45,0	41,0	46,0
		Высокая	41,0	44,0	42,0	46,0	44,0	47,0
Томаты	Суглинистая	Высокая	25,0	30,0	26,0	33,0	28,0	35,0
	Супесчаная	Высокая	24,0	29,0	25,0	31,0	26,0	32,0
Зерновые яровые	Суглинистая	Средняя	4,5	5,0	4,5	5,0	5,0	5,5
		Высокая	5,0	5,5	5,0	5,5	5,5	6,0
	Супесчаная	Средняя	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5
		Высокая	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0

Окончание таблицы Б.1

Культура	Тип почвы	Степень окультуренности почвы	Планируемый проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур при орошении, т/га					
			Северная зона		Центральная зона		Южная зона	
			Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон	Обычный агрофон	Повышенный агрофон
Лук	Суглинистая	Высокая	18,0	20,0	19,0	21,0	20,0	22,0
	Супесчаная	Высокая	14,0	18,0	15,0	19,0	16,0	20,0
Редис	Суглинистая	Высокая	20,0	22,0	21,0	23,0	22,0	24,0
	Супесчаная	Высокая	15,0	18,0	16,0	20,0	17,0	22,0
Сад яблоневый уплотненный	Суглинистая	Средняя	28,0	30,0	29,0	31,0	30,0	32,0
		Высокая	30,0	31,0	31,0	32,0	32,0	33,0
	Супесчаная	Средняя	25,0	27,0	26,0	28,0	27,0	29,0
		Высокая	27,0	29,0	28,0	30,0	29,0	30,0

**Приложение В**  
(рекомендуемое)

**Алгоритм расчета элементов проектного режима орошения  
сельскохозяйственных культур**

**В.1** Элементы проектного режима орошения сельскохозяйственных культур определяют путем расчета водного баланса почвы по декадам вегетационных периодов многолетнего ряда.

При этом влагозапасы расчетного слоя почвы на конец  $i$ -й декады  $W_k^i$ , мм, определяют по формуле

$$W_k^i = W_n^i + K_n P^i - \varphi E^i - C^i + V_r^i + m n_n^i, \quad (\text{В.1})$$

где  $W_n^i$  — влагозапасы расчетного слоя почвы на начало  $i$ -й декады, мм;

$K_n$  — поправочный коэффициент к осадкомеру;

$P^i$  — измеренные осадки за  $i$ -ю декаду, мм;

$\varphi$  — коэффициент корректировки водопотребления;

$E^i$  — водопотребление культуры за  $i$ -ю декаду, мм;

$C^i$  — внутripочвенный сток атмосферных осадков, выпавших в  $i$ -ю декаду и увлажнивших почву сверх равновесного влагосодержания, мм;

$V_r^i$  — подпитывание от уровня грунтовых вод за  $i$ -ю декаду, мм;

$m$  — поливная норма, мм;

$n_n^i$  — количество поливов в  $i$ -й декаде.

**В.2** При проектировании режима орошения дождеванием водопотребление сельскохозяйственных культур  $E$ , мм, определяют биоклиматическим методом по формуле

$$E = 1,35 n K_6 d^{0,5}, \quad (\text{В.2})$$

где  $n$  — количество суток в декаде;

$K_6$  — биоклиматический коэффициент при оптимальной влажности почвы, принимаемый по таблице В.1;

$d$  — среднесуточное значение дефицита влажности воздуха, мб/сут.

Значение  $d$  принимается по данным ближайших метеостанций к рассматриваемой оросительной системе.

**В.3** Коэффициент корректировки водопотребления  $\varphi$  определяют по формуле

$$\varphi = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{W_{\text{нв}}}{W_n^i} - 1 \right)^2 \right], \quad (\text{В.3})$$

где  $W_{\text{нв}}$  — влагозапасы почвы при наименьшей влагоемкости, мм;

$W_n^i$  — влагозапасы почвы на начало  $i$ -й декады, мм.

**В.4** При переходе от рассчитанных влагозапасов  $W_k^i$  к влагозапасам на начало следующей декады  $W_n^{i+1}$  учитываются следующие случаи:

$$1) W_k^i > W_{\text{нв}}, \text{ тогда } W_n^{i+1} = W_k^i - C^i, \quad (\text{В.4})$$

где  $C^i$  — внутripочвенный сток;

$$2) W_n < W_k^i \leq W_{\text{нв}}, \text{ тогда } W_n^{i+1} = W_k^i, \quad (\text{В.5})$$

где  $W_n$  — предполивные запасы, мм;

$$3) W_k^i \leq W_n, \text{ тогда } W_n^{i+1} = W_k^i + n_n^i m, \quad (\text{В.6})$$

где  $m$  — поливная норма, мм (принимается по 5.2 – 5.6).

Число поливов в  $i$ -й декаде определяют по зависимости (В.7) с округлением до целого числа в большую сторону:

$$n_n^i = \frac{1}{m} \cdot (W_n - W_k^i). \quad (\text{В.7})$$

Таблица В.1

Культура	Период	Биоклиматический коэффициент $K_6$ по декадам от возобновления вегетации														Средняя за весь период
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Сельскохозяйственные культуры на минеральных почвах</b>																
Пастбище	Цикл стравливания	0,85	0,91	1,06	0,94	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,89
Капуста поздняя	Декада	0,83	0,98	1,06	1,13	1,19	1,24	1,23	1,06	0,91	0,78	0,64	0,55	—	—	0,97
Морковь	Декада	0,49	0,59	0,72	0,80	0,97	1,16	1,22	1,44	1,16	0,91	0,72	0,43	—	—	0,90
Свекла столовая	Декада	0,48	0,56	0,74	0,90	1,03	1,06	1,22	1,11	0,98	0,88	0,70	—	—	—	0,87
Картофель среднеспелый	Декада	0,74	0,82	0,93	1,14	1,26	1,18	0,98	0,86	0,71	—	—	—	—	—	0,95
Яровая пшеница, ячмень	Декада	0,68	0,80	0,89	1,05	1,20	1,26	1,16	1,01	0,83	—	—	—	—	—	0,95
<b>Сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах</b>																
Пастбище	Цикл стравливания	0,96	1,14	1,11	1,10	0,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,01
Многолетние травы	Декада	0,87	1,03	1,54	1,05	0,97	0,80	1,33	1,52	1,11	1,18	0,51	0,74	0,97	0,62	1,02
<p><i>Примечание</i> — Отсчет декад для многолетних трав ведется с декады начала активной вегетации (третья декада апреля или первая мая), капусты — от декады высадки рассады, а остальных культур — от всходов.</p>																

**В.5** Предполивные влагозапасы почвы  $W_n$ , мм, определяют по формуле

$$W_n = W_{нв} - 1,5m. \quad (B.8)$$

По формуле (B.8) определяют резерв свободной емкости в почве (впитавшей поливную норму), предназначенный для приема и удержания атмосферных осадков, вероятность выпадения которых сразу же после полива в Беларуси достаточно высока. В соответствии с формулой (B.8) этот резерв приблизительно равен половине поливной нормы (см. таблицу 5.1), что учитывается при водобалансовых расчетах в декадах с выпадением осадков после полива.

**В.6** Величину внутрипочвенного стока  $C^i$ , мм, определяют по формуле

$$C^i = K_c \cdot (W_k^i - W_{нв}), \quad (B.9)$$

где  $K_c$  — коэффициент стока.

Значения  $K_c$  необходимо принимать в зависимости от гранулометрического состава почвы:

1,00 — для песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв;

0,95 — “ среднесуглинистых почв;

0,90 — “ тяжелосуглинистых и глинистых почв.

**В.7** Проектирование оросительных систем в Беларуси осуществляется, как правило, в условиях глубокого (более 3 м) залегания уровня грунтовых вод. При этом значение  $V_r^i$  в формуле (B.1) принимается равным нулю.

В отдельных случаях, при соответствующем обосновании, допускается проектирование оросительных систем в условиях залегания уровня грунтовых вод менее 3 м. Тогда величину  $V_r^i$  в формуле (B.1) определяют с учетом максимального подпитывания  $V_{max}$ , мм, и аккумулирующей емкости расчетного слоя  $W_{AK}$ , мм, определяемых по формулам:

$$V_{max}^i = E_i \cdot \left(1 - \frac{H_i}{H_0}\right)^2, \quad (B.10)$$

$$W_{AK}^i = W_{нв} - W_n^i - K_n P^i + \varphi K_b E^i, \quad (B.11)$$

где  $H_i$  — уровень грунтовых вод в  $i$ -й декаде относительно середины расчетного слоя почвы, м;

$H_0$  — уровень грунтовых вод, при котором подпитка расчетного слоя прекращается, соответствует максимальной высоте капиллярного поднятия, м;

$K_b$  — коэффициент водопотребления.

Значение  $V_r^i$  принимается следующим образом:

$$V_r^i = \begin{cases} 0, & \text{если } W_{AK} \leq 0 \text{ или } H_i \geq H_0; \\ W_{AK}, & \text{если } 0 < W_{AK} \leq V_{max}; \\ V_{max}, & \text{если } W_{AK} > V_{max}. \end{cases} \quad (B.12)$$

Наименьшую влагоемкость  $W_{нв}$ , мм, определяют по формуле

$$W_{нв} = 10h \beta_{нв}^{об}, \quad (B.13)$$

где  $h$  — глубина расчетного слоя, м;

$\beta_{нв}^{об}$  — влажность почвы при ее насыщении до наименьшей влагоемкости, процент от объема.

Используемые в расчетах параметры  $\beta_{нв}^{об}$  и  $H_0$  приведены в таблице В.2.

**Таблица В.2**

Тип почвы по гранулометрическому составу	Значения наименьшей влагоемкости и критической глубины залегания грунтовых вод	
	$\beta_{нв}^{об}$ , %	$H_0$ , м
Песок	12–17	0,6
Супесь: рыхлая	20–25	0,8
	связная	25–30

Окончание таблицы В.2

Тип почвы по гранулометрическому составу	Значения наименьшей влагоемкости и критической глубины залегания грунтовых вод	
	$\beta_{\text{нб}}^{\text{об}}$ , %	$H_0$ , м
Суглинок: легкий	30–35	1,3
средний	35–40	1,8
тяжелый	40–45	2,4
Глина	45–50	3,0
<i>Примечание</i> — Расчет необходимо проводить, применяя уточненные значения $\beta_{\text{нб}}^{\text{об}}$ , определенные непосредственно в полевых условиях, на основании чего следует корректировать данные таблицы.		

Уровень грунтовых вод в  $i$ -й декаде определяют по зависимости

$$H_i = H_{i-1} - \Delta H_i, \quad (\text{В.14})$$

где  $H_{i-1}$  — уровень грунтовых вод в предыдущей декаде, м;

$\Delta H_i$  — изменение уровня грунтовых вод в  $i$ -й декаде за счет внутрпочвенного стока ( $C_i^j$ , мм) либо подпитывания ( $V_r^i$ , мм), м.

Уровень грунтовых вод в первой расчетной декаде принимается по данным гидрогеологических изысканий.

Значение  $\Delta H_i$  для минеральных и торфяных почв соответственно рассчитывают по формулам:

— при наличии стока:

$$\Delta H_c^i = 0,049 C_i^{0,750} K_{\Phi}^{-0,375}, \quad (\text{В.15})$$

$$\Delta H_c^i = 0,066 C_i^{0,571} K_{\Phi}^{-0,214}, \quad (\text{В.16})$$

— при наличии подпитывания:

$$\Delta H_v^i = -0,049 V_r^{0,750} K_{\Phi}^{-0,375}, \quad (\text{В.17})$$

$$\Delta H_v^i = -0,066 V_r^{0,571} K_{\Phi}^{-0,214}, \quad (\text{В.18})$$

где  $K_{\Phi}$  — коэффициент фильтрации расчетного слоя почвы, м/сут.

**В.8** Оросительную норму вычисляют как арифметическую сумму поливных норм за расчетный оросительный период, продолжительность которого определяется по таблице В.3.

$$M = \sum m. \quad (\text{В.19})$$

Таблица В.3

Культура	Календарный срок начала и завершения расчетного оросительного периода сельскохозяйственных угодий по гидролого-климатическим зонам		
	Северная	Центральная	Южная
Пастбище	10.05–01.09	01.05–01.09	01.05–10.09
Клевер, многолетние травы	10.05–01.09	01.05–01.09	01.05–01.09
Капуста ранняя	10.05–10.07	01.05–10.07	20.04–10.07
Капуста поздняя	01.06–01.09	01.06–10.09	01.06–10.09
Огурцы	01.06–20.08	20.05–10.08	20.05–10.08
Томаты	01.06–30.08	20.05–20.08	20.05–10.08
Картофель среднеспелый	10.06–10.09	20.05–01.09	10.05–20.08

Окончание таблицы В.3

Культура	Календарный срок начала и завершения расчетного оросительного периода сельскохозяйственных угодий по гидролого-климатическим зонам		
	Северная	Центральная	Южная
Свекла столовая	01.06–01.09	20.05–01.09	20.05–01.09
Морковь	01.06–01.09	10.05–01.09	10.05–01.09
Яблоневый сад	10.05–1.09	10.05–10.09	10.05–10.09

Пример расчета режима орошения капусты поздней на супесчаных почвах при  $W_n^i = 1150 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $h = 0,45 \text{ м}$ ;  $H_0 = 1,0 \text{ м}$ ;  $m_{\text{нач}} = 200 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $m_{\text{сер}} = m_{\text{кон}} = 250 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $W_{\text{п.нач}} = 1150 - 1,5 \cdot 200 = 850 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $W_{\text{п.сер, кон}} = 1150 - 1,5 \cdot 250 = 775 \text{ м}^3/\text{га}$  в конкретном году по метеостанции Гомель приведен в таблице В.4.

**В.9** Аналогичным образом рассчитывают многолетний ряд оросительных норм. Длину расчетного ряда необходимо принимать не менее 40–50 лет. По многолетнему ряду оросительных норм строят кривую обеспеченности и устанавливают модульные коэффициенты для каждого года по формуле

$$K_j = \frac{M_j}{M_{\text{ср}}}, \quad (\text{В.20})$$

где  $M_j$  — оросительная норма  $j$ -го года, мм;  
 $M_{\text{ср}}$  — среднемноголетняя оросительная норма, мм.

**В.10** Для установления минимального межполивного интервала, необходимого для определения допустимой нагрузки на дождевальную машину, вычисляют календарные даты начала каждого полива. Порядковый номер дня полива в  $i$ -й декаде  $D_i$ , округляемый до целого числа в большую сторону, определяют только при выполнении условия (В.6) по формуле

$$D_i = \frac{[W_n^i - W_n^i + m \cdot (n_n^i - 1)] \cdot n_d^i}{\varphi K_b E^i - K_n P^i}, \quad (\text{В.21})$$

где  $n_d^i$  — продолжительность  $i$ -й декады;  
 $n_n^i$  — номер полива в  $i$ -й декаде.

Формула (В.16) справедлива, если

$$\varphi K_b E^i > K_n P^i, \quad (\text{В.22})$$

$$n_d^i > D_i. \quad (\text{В.23})$$

По полученным порядковым номерам дней полива устанавливают календарные даты поливов, по которым определяют межполивные интервалы между смежными поливами, в сутках, и находят минимальный из них  $T_{\text{мин}}$ , сут, в конкретном году. Для многолетнего ряда значений  $T_{\text{мин}}$  строят кривую обеспеченности.

**В.11** Эмпирическую обеспеченность  $P$ , %, оросительных норм и минимальных межполивных интервалов рассчитывают по формуле

$$P = \frac{N - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100, \quad (\text{В.24})$$

где  $N$  — порядковый номер члена ранжированного ряда длиной  $n$ .

Для оросительных норм необходимо использовать ранжированный убывающий ряд, для минимальных межполивных интервалов — ранжированный возрастающий ряд.

**В.12** Для построения теоретических кривых обеспеченности оросительных норм необходимо использовать трехпараметрическое распределение Крицкого — Менкеля. При этом соотношение коэффициентов асимметрии  $C_s$  и вариации  $C_v$  оросительных норм  $C_s / C_v$  необходимо принимать следующим:

1,5 — для северной зоны;  
 1,0 — “ центральной и южной зон.

Гидролого-климатическое районирование по зонам для целей орошения приведено на рисунке В.1.

Таблица В.4

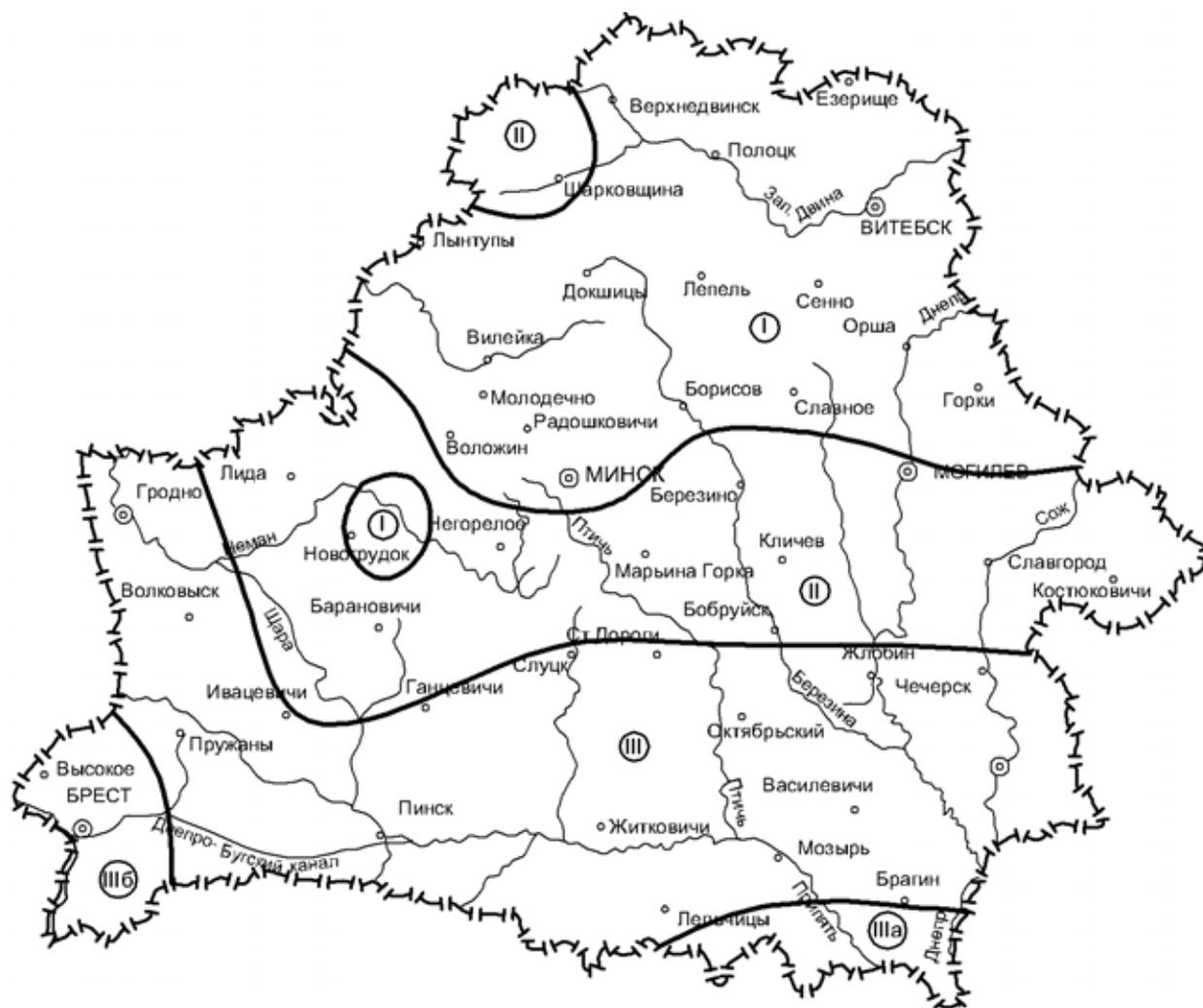
Месяц, декада	Период вегетации	$W_n^i$ , м <sup>3</sup> /га	$K_n P$ , м <sup>3</sup> /га	$n$ , сут	$K_6$	$d$ , мб	$E$ , м <sup>3</sup> /га	$\varphi$	$\varphi E$ , м <sup>3</sup> /га	$W_k^i$ , м <sup>3</sup> /га	$C^i$ , м <sup>3</sup> /га	$m$ , м <sup>3</sup> /га		
V	2	Начало	1150	212	10	0,83	6,0	274	1,00	274	1088	0	0	
	3		1088	100	11	0,98	5,6	344	1,00	344	847	0	200	
VI	1		1044	482	10	1,06	2,9	244	1,00	244	1282	132	0	
	2		1150	446	10	1,13	5,6	361	1,00	361	1235	85	0	
	3		1150	232	10	1,19	5,8	387	1,00	387	995	0	0	
VII	1		Середина	995	736	10	1,24	7,3	452	0,99	447	1284	134	0
	2	1150		23	10	1,23	10,1	528	1,00	528	645	0	250	
	3	895		414	11	1,06	12,9	565	0,96	543	766	0	250	
VIII	1	Конец		1016	299	10	0,91	7,5	336	0,99	333	932	0	0
	2			932	53	10	0,78	6,7	273	0,97	266	719	0	250
	3			969	175	11	0,64	6,1	235	0,98	231	913	0	0
IX	1		913	264	10	0,55	3,4	137	0,97	132	1045	0	0	
Итого			—	3386	—	—	—	—	—	4090	—	351	950	

$$D_2 = \frac{(1088 - 850) \cdot 11}{344 - 100} = 10,7 \approx 11 \text{ сут (начало первого полива 31 мая); } D_7 = \frac{(1150 - 775) \cdot 10}{528 - 23} = 7,4 \approx 8 \text{ сут (начало второго полива 18 июля);}$$

$$D_8 = \frac{(895 - 775) \cdot 11}{543 - 414} = 10,2 \approx 11 \text{ сут (начало третьего полива 31 июля); } D_{10} = \frac{(932 - 775) \cdot 10}{266 - 53} = 7,4 \approx 8 \text{ сут (начало четвертого полива 18 июля).}$$

Контроль расчета:  $W_k^{12} = W_n^1 + \sum_1^{12} K_n P - \sum_1^{12} \varphi E - \sum_1^{12} C + \sum_1^{12} m = 1150 + 3386 - 4090 - 351 + 950 = 1045 \text{ м}^3/\text{га}$ , т. е. расчет выполнен верно.

Минимальный межполивной интервал составил 13 сут (с 18 по 31 июля).



I — северная зона; II — центральная зона; III — южная зона

Рисунок В.1 — Гидролого-климатическое районирование территории

**В.13** В проектом режиме орошения сельскохозяйственных культур продолжительность интервала между очередными поливами (межполивной интервал) приравняется к поливному периоду. Продолжительность расчетного поливного периода определяет допустимую нагрузку на дождевальную машину (площадь, обслуживаемую конкретной дождевальной техникой с учетом ее производительности).

**Приложение Г**  
(рекомендуемое)

Таблица Г.1 — Оросительные нормы (нетто) сельскохозяйственных культур

Культура	Почва	Оросительные нормы (нетто), м <sup>3</sup> /га, при обеспеченности			
		50 %	25 %	10 %	5 %
<b>Северная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	1000	1350	1750	2050
	Суглинистая	900	1200	1500	1800
	Торфяная	300	900	1200	1500
Многолетние травы	Супесчаная	850	1250	1600	2000
	Суглинистая	800	1200	1500	1800
	Торфяная	300	800	1100	1400
Капуста поздняя	Супесчаная	850	1300	1600	1850
	Суглинистая	700	1100	1400	1600
Капуста ранняя	Супесчаная	700	1100	1350	1600
	Суглинистая	600	900	1150	1450
Картофель поздний	Супесчаная	650	900	1200	1500
	Суглинистая	600	700	1000	1200
Картофель ранний	Супесчаная	450	650	900	1100
	Суглинистая	300	500	700	900
Огурцы	Супесчаная	800	1150	1450	1700
	Суглинистая	700	1000	1200	1500
Морковь столовая	Супесчаная	650	850	1100	1500
	Суглинистая	500	700	900	1400

Продолжение таблицы Г.1

Культура	Почва	Оросительные нормы (нетто), м <sup>3</sup> /га, при обеспеченности			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Свекла столовая	Супесчаная	750	900	1250	1600
	Суглинистая	600	750	1100	1500
Свекла сахарная	Супесчаная	500	700	1000	1300
	Суглинистая	300	500	850	1100
Томаты	Супесчаная	600	800	1150	1400
	Суглинистая	450	600	850	1150
Яровые зерновые	Супесчаная	400	700	900	1200
	Суглинистая	300	500	800	1100
Лук	Супесчаная	300	500	700	900
	Суглинистая	200	300	600	800
Редис	Супесчаная	250	450	650	800
	Суглинистая	200	350	550	700
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	650	950	1350	1500
	Суглинистая	600	900	1250	1400
<b>Центральная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	1250	1500	1950	2250
	Суглинистая	1050	1350	1700	2000
	Торфяная	750	1050	1400	1700
Многолетние травы	Супесчаная	1050	1400	1750	2200
	Суглинистая	950	1300	1650	1950
	Торфяная	650	950	1300	1600

Продолжение таблицы Г.1

Культура	Почва	Оросительные нормы (нетто), м <sup>3</sup> /га, при обеспеченности			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Капуста поздняя	Супесчаная	1050	1450	1700	2100
	Суглинистая	900	1300	1600	1850
Капуста ранняя	Супесчаная	900	1250	1500	1750
	Суглинистая	750	1000	1250	1550
Картофель поздний	Супесчаная	750	1000	1300	1600
	Суглинистая	600	800	1100	1350
Картофель ранний	Супесчаная	550	750	1000	1200
	Суглинистая	400	600	850	1050
Огурцы	Супесчаная	950	1250	1600	1850
	Суглинистая	800	1100	1300	1600
Морковь столовая	Супесчаная	800	1000	1200	1650
	Суглинистая	650	850	1050	1500
Свекла столовая	Супесчаная	900	1100	1400	1700
	Суглинистая	750	900	1200	1600
Свекла сахарная	Супесчаная	600	850	1200	1500
	Суглинистая	450	700	1000	1300
Томаты	Супесчаная	700	900	1250	1550
	Суглинистая	550	750	1000	1300
Яровые зерновые	Супесчаная	500	800	1000	1300
	Суглинистая	300	600	900	1200

Продолжение таблицы Г.1

Культура	Почва	Оросительные нормы (нетто), м <sup>3</sup> /га, при обеспеченности			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Лук	Супесчаная	400	600	800	1000
	Суглинистая	250	400	650	850
Редис	Супесчаная	350	550	700	900
	Суглинистая	250	400	600	800
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	850	1050	1400	1600
	Суглинистая	700	950	1250	1450
<b>Южная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	1400	1650	2150	2450
	Суглинистая	1200	1500	1900	2250
	Торфяная	900	1200	1600	1900
Многолетние травы	Супесчаная	1200	1550	1950	2350
	Суглинистая	1050	1400	1800	2100
	Торфяная	800	1100	1500	1800
Капуста поздняя	Супесчаная	1200	1600	1900	2300
	Суглинистая	1100	1450	1800	2150
Капуста ранняя	Супесчаная	1050	1350	1600	1850
	Суглинистая	900	1100	1350	1700
Картофель поздний	Супесчаная	850	1150	1450	1750
	Суглинистая	700	950	1200	1550
Картофель ранний	Супесчаная	650	850	1100	1300
	Суглинистая	500	700	950	1150

Окончание таблицы Г.1

Культура	Почва	Оросительные нормы (нетто), м <sup>3</sup> /га, при обеспеченности			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Огурцы	Супесчаная	1100	1350	1700	2000
	Суглинистая	950	1200	1450	1750
Морковь столовая	Супесчаная	900	1150	1450	1800
	Суглинистая	800	1000	1200	1700
Свекла столовая	Супесчаная	1000	1300	1600	1850
	Суглинистая	900	1100	1400	1700
Свекла сахарная	Супесчаная	750	1000	1350	1650
	Суглинистая	650	900	1200	1500
Томаты	Супесчаная	800	1050	1400	1700
	Суглинистая	600	850	1150	1450
Яровые зерновые	Супесчаная	600	950	1200	1500
	Суглинистая	500	800	1050	1350
Лук	Супесчаная	500	750	900	1100
	Суглинистая	350	500	700	950
Редис	Супесчаная	400	600	800	1000
	Суглинистая	300	450	650	900
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	950	1250	1550	1800
	Суглинистая	900	1100	1450	1650

Таблица Г.2 — Минимальные межполивные интервалы для различных сельскохозяйственных культур

Вид угодий	Почва	Минимальный межполивной интервал при обеспеченности, сут			
		50 %	25 %	10 %	5 %
<b>Северная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	14	11	9	7
	Суглинистая	15	13	10	8
	Торфяная	—	15	12	10
Многолетние травы	Супесчаная	13	11	10	9
	Суглинистая	15	13	12	10
	Торфяная	—	15	13	10
Капуста поздняя	Супесчаная	12	9	8	6
	Суглинистая	15	10	9	8
Капуста ранняя	Супесчаная	11	9	8	7
	Суглинистая	13	11	9	8
Картофель поздний	Супесчаная	13	10	9	8
	Суглинистая	15	12	9	8
Картофель ранний	Супесчаная	13	10	9	8
	Суглинистая	—	12	10	9
Огурцы	Супесчаная	12	10	8	7
	Суглинистая	13	11	9	7
Морковь столовая	Супесчаная	12	10	9	8
	Суглинистая	14	12	10	9
Свекла столовая	Супесчаная	12	10	9	8
	Суглинистая	14	12	11	9

Продолжение таблицы Г.2

Вид угодий	Почва	Минимальный межполивной интервал при обеспеченности, сут			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Свекла сахарная	Супесчаная	13	11	10	9
	Суглинистая	—	13	12	11
Томаты	Супесчаная	10	9	8	7
	Суглинистая	11	10	9	8
Яровые зерновые	Супесчаная	17	14	12	10
	Суглинистая	18	16	14	11
Лук	Супесчаная	18	16	14	10
	Суглинистая	—	17	15	12
Редис	Супесчаная	12	10	8	6
	Суглинистая	13	11	9	7
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	25	14	11	10
	Суглинистая	—	52	24	20
<b>Центральная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	13	10	8	7
	Суглинистая	14	12	10	8
	Торфяная	17	14	12	10
Многолетние травы	Супесчаная	12	10	9	8
	Суглинистая	14	12	11	9
	Торфяная	16	13	11	10
Капуста поздняя	Супесчаная	11	9	8	6
	Суглинистая	14	10	9	8

Продолжение таблицы Г.2

Вид угодий	Почва	Минимальный межполивной интервал при обеспеченности, сут			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Капуста ранняя	Супесчаная	11	9	8	6
	Суглинистая	13	11	9	8
Картофель поздний	Супесчаная	12	10	8	7
	Суглинистая	14	11	9	7
Картофель ранний	Супесчаная	12	10	8	7
	Суглинистая	25	11	9	6
Огурцы	Супесчаная	13	11	9	6
	Суглинистая	14	12	9	7
Морковь столовая	Супесчаная	13	10	8	7
	Суглинистая	14	12	10	9
Свекла столовая	Супесчаная	11	9	8	6
	Суглинистая	13	11	9	7
Свекла сахарная	Супесчаная	12	10	8	7
	Суглинистая	18	12	10	9
Помидоры	Супесчаная	10	9	8	7
	Суглинистая	11	10	9	8
Яровые зерновые	Супесчаная	20	14	10	9
	Суглинистая	—	16	10	9
Лук	Супесчаная	17	15	13	9
	Суглинистая	20	17	14	11
Редис	Супесчаная	11	9	7	6
	Суглинистая	12	10	9	7

Продолжение таблицы Г.2

Вид угодий	Почва	Минимальный межполивной интервал при обеспеченности, сут			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	36	14	11	10
	Суглинистая	—	36	24	20
<b>Южная гидролого-климатическая зона</b>					
Пастбище	Супесчаная	12	10	8	6
	Суглинистая	14	12	10	8
	Торфяная	15	13	11	9
Многолетние травы	Супесчаная	11	9	8	7
	Суглинистая	13	11	10	9
	Торфяная	14	12	10	9
Капуста поздняя	Супесчаная	10	8	7	6
	Суглинистая	12	10	9	8
Капуста ранняя	Супесчаная	11	9	7	6
	Суглинистая	13	11	9	8
Картофель поздний	Супесчаная	11	9	8	6
	Суглинистая	13	10	9	7
Картофель ранний	Супесчаная	10	9	8	6
	Суглинистая	12	10	9	7
Огурцы	Супесчаная	12	10	8	6
	Суглинистая	13	11	9	7
Морковь столовая	Супесчаная	11	9	8	7
	Суглинистая	13	11	10	9

Окончание таблицы Г.2

Вид угодий	Почва	Минимальный межполивной интервал при обеспеченности, сут			
		50 %	25 %	10 %	5 %
Свекла столовая	Супесчаная	10	8	7	6
	Суглинистая	12	11	10	8
Свекла сахарная	Супесчаная	11	9	8	6
	Суглинистая	13	11	9	8
Томаты	Супесчаная	9	8	7	6
	Суглинистая	10	9	8	7
Яровые зерновые	Супесчаная	15	12	10	7
	Суглинистая	16	12	10	8
Лук	Супесчаная	16	14	12	9
	Суглинистая	18	15	13	10
Редис	Супесчаная	20	13	11	10
	Суглинистая	12	10	9	7
Яблоневый сад уплотненный	Супесчаная	20	13	10	9
	Суглинистая	—	32	23	19

**Приложение Д**  
(рекомендуемое)

**Элементы техники капельного орошения**

Таблица Д.1

Тип почвы по гранулометрическому составу	Параметры увлажнения почвы под капельницами		
	Расход капельницы, л/ч	Площадь увлажнения, м <sup>2</sup>	Водоподача капельницы, л/сут
Суглинистая	5	0,35–1,40	30
			60
			120
	10	0,70–2,00	60
			120
			240
20	1,00–3,00	120	
		240	
		480	
Супесчаная	5	0,70	60
	10	1,40	120
	20	2,50	240
Песчаная	5–20	1,20–1,30	120

Таблица Д.2

Схема посадки плодовых деревьев (В×С), м	Параметры системы капельного орошения					
	Расчетная глубина увлажнения, м	Количество капельниц, шт.		Расход капельницы, л/ч	Объем увлажняемой зоны одной капельницей, м <sup>3</sup>	Доля увлажняемого объема почвы к общему метровому слою, %
		на одно дерево	на 1 га			
4×1,5	0,6–0,8	1	1666	6–8	2,2–2,6	36,6–43,2
4×2	0,8–1,0	1	1250	6–8	2,2–2,6	27,5–32,5
4×2,5	0,6–0,8	2	2000	6–8	2,2–2,6	44,0–52,0
4×3	0,8–1,0	2	1666	6–8	2,2–2,6	36,6–43,2
4×4	0,8–1,0	2	1250	8–10	2,6–2,9	32,5–36,2
5×3	0,8–1,0	2	1332	8–10	2,6–2,9	34,5–38,5
5×4	1,0–1,2	2	1000	5–10	2,6–2,9	26,0–29,0
6×4	1,0–1,2	2	832	8–10	2,6–2,9	21,6–24,1

**Приложение Ж**  
(рекомендуемое)

**Агромелиоративные требования к составу сточных вод и животноводческих стоков**

**Ж.1** Перечень показателей, определяемых при оценке качества сточных вод, используемых для орошения:

- температура сточных вод;
- водородный показатель рН;
- взвешенные вещества;
- растворенные вещества;
- общее количество сухого вещества (3 + 4);
- органические взвешенные вещества;
- органические растворенные вещества;
- общее количество органических веществ (6 + 7);
- биологическая потребность в кислороде БПК<sub>5</sub>;
- химическая потребность в кислороде ХПК;
- калий (K<sub>2</sub>O);
- натрий;
- кальций;
- магний;
- фосфор (PO<sub>4</sub>);
- хлориды\*;
- сульфаты\*;
- азот общий;
- нитраты.

*Примечания*

1 При оформлении данных анализов содержание фосфора и калия необходимо дать в виде их оксидов (K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

2 В особых случаях необходимо устанавливать содержание аммония и нитритов.

3 В зависимости от вида сточных вод необходимо определять специфические вещества (детергенты, нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы).

**Таблица Ж.1 — Агромелиоративные требования к составу сточных вод, предназначенных для орошения**

Наименование показателя	Агромелиоративные требования к составу сточных вод, предназначенных для орошения	
	Единица измерения	Значение показателя
Водородный показатель рН	—	6,0–8,5
Сухой остаток	г/л	До 4,0–5,0
Прокаленный остаток	г/л	До 3,0
Катионы:		
Са	мг/л	До 500,0
Na	мг/л	До 500,0
Анионы:		
HCO <sub>3</sub>	мг/л	До 500,0
SO <sub>4</sub>	мг/л	До 500,0
Cl	мг/л	До 200,0
CO <sub>3</sub>	мг/л	До 150,0
Азот общий	мг/л	До 250
Азот аммиачный	мг/л	До 150
Калий (K <sub>2</sub> O)	мг/л	До 250

\* Определяются, если сумма солей превышает 1500 мг/л.

## Окончание таблицы Ж.1

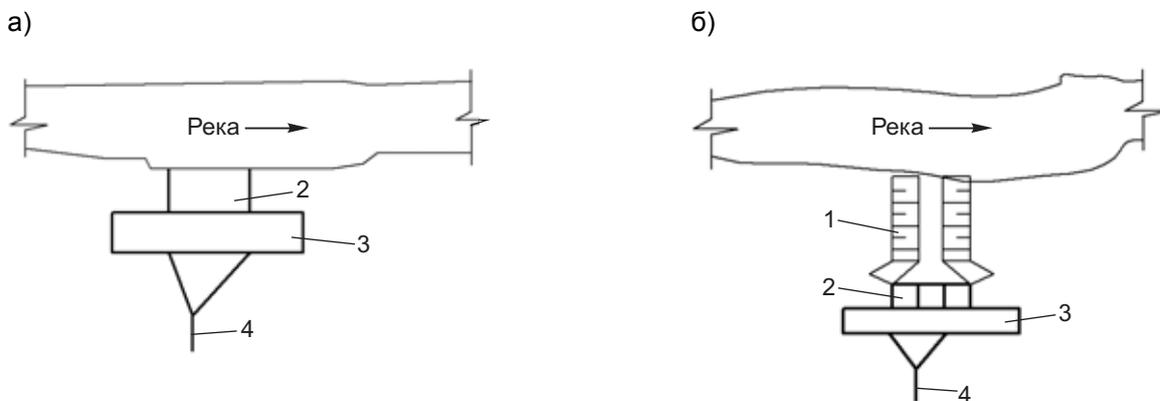
Наименование показателя	Агромелиоративные требования к составу сточных вод, предназначенных для орошения	
	Единица измерения	Значение показателя
Бихроматная окисляемость: во вневегетационный период в вегетационный	мг/л	До 3000
	мг/л	До 2000

Таблица Ж.2 — Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур, кг на 1 т основной продукции (с учетом побочной)

Сельскохозяйственная культура	Основная продукция	Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур, кг на 1 т продукции		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Пшеница:	Зерно	0,32	0,13	0,25
		0,35	0,12	0,25
Рожь озимая	Зерно	0,26	0,12	0,26
Ячмень	Зерно	0,25	0,11	0,23
Овес	Зерно	0,29	0,13	0,28
Гречиха	Зерно	0,30	0,15	0,40
Горох	Зерно	0,66	0,20	0,35
Вика	Зерно	0,62	0,25	0,45
Люпин	Зерно	0,68	0,19	0,47
Кукуруза	Силос	0,03	0,01	0,04
Подсолнечник	Силос	0,05	0,03	0,15
Люпин	Силос	0,04	0,01	0,02
Вико-овес	Силос	0,03	0,02	0,05
Рожь озимая	Силос	0,03	0,01	0,04
Лен	Соломка	0,14	0,07	0,12
Картофель	Клубни	0,05	0,02	0,09
Свекла:	Корнеплоды	0,06	0,02	0,008
		0,05	0,015	0,007
Клевер с тимофеевкой	Сено	0,17	0,06	0,020
Люцерна	Сено	0,26	0,07	0,015
Естественные сенокосы	Сено	0,17	0,06	0,016

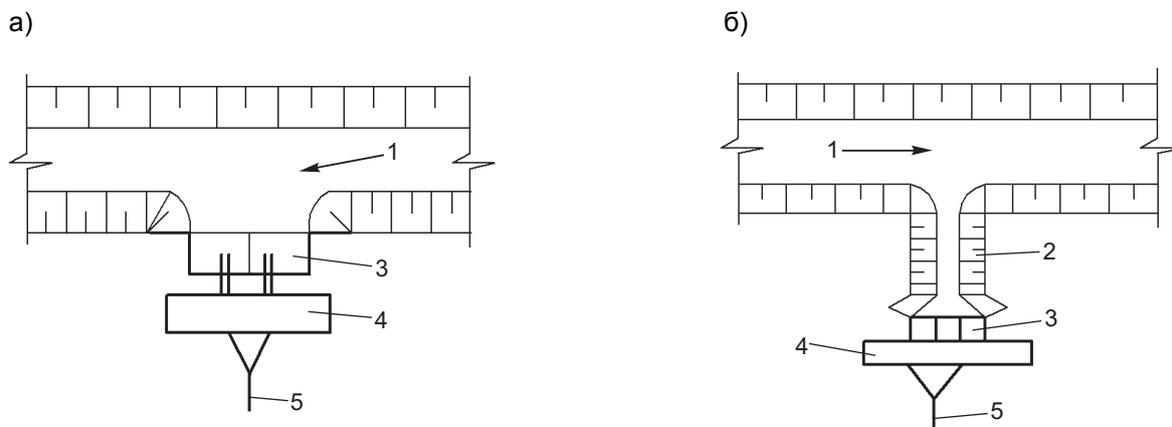
**Приложение К**  
(рекомендуемое)

**Принципиальные схемы водозаборов оросительных систем**



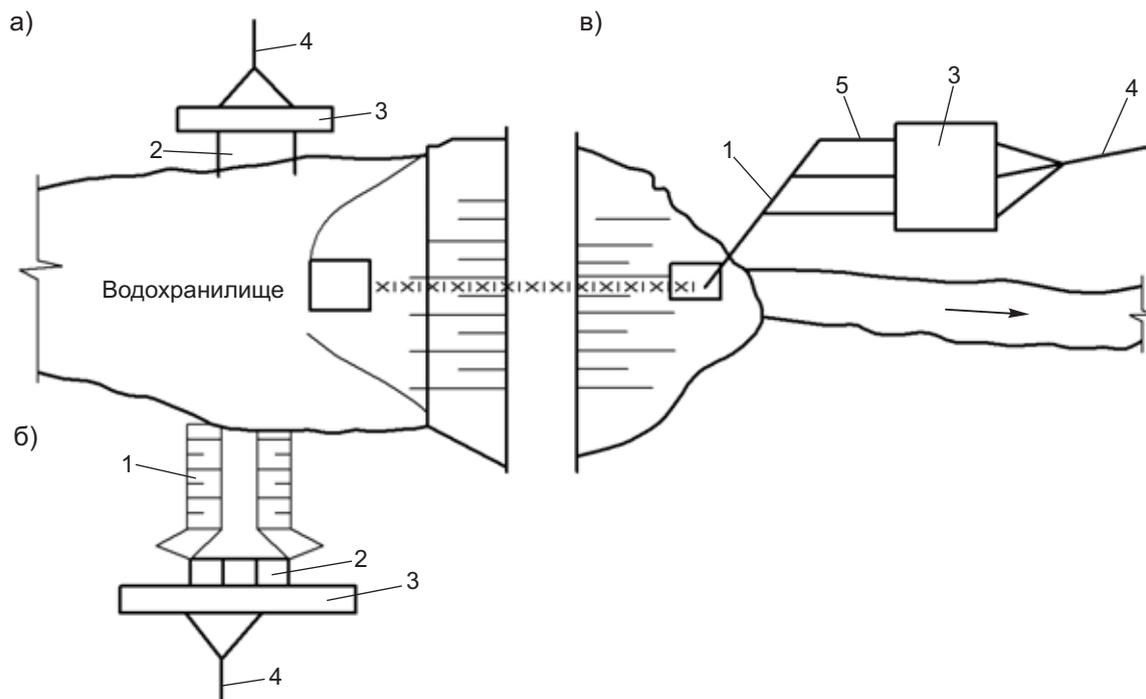
1 — подводящий канал; 2 — водозаборное сооружение;  
3 — насосная станция; 4 — напорный трубопровод

**Рисунок К.1 — Береговой тип оросительного гидроузла:**  
а — совмещенный тип;  
б — раздельный



1 — транзитный канал; 2 — подводящий канал;  
3 — водозаборное сооружение; 4 — насосная станция; 5 — напорный трубопровод

**Рисунок К.2 — Компоновка гидроузла при заборе воды на орошение из транзитного канала:**  
а — совмещенный тип;  
б — раздельный

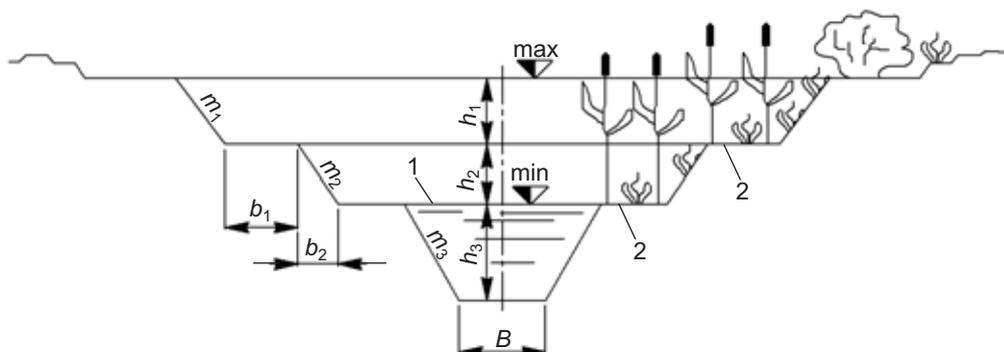


1 — подводящее сооружение (канал или коллектор); 2 — водозаборное сооружение;  
 3 — насосная станция; 4 — напорный трубопровод; 5 — всасывающие трубопроводы

**Рисунок К.3 — Компоновка гидроузла при заборе воды на орошение из водохранилища:  
 а — береговой совмещенный;  
 б — береговой раздельный;  
 в — насосная станция за дамбой**

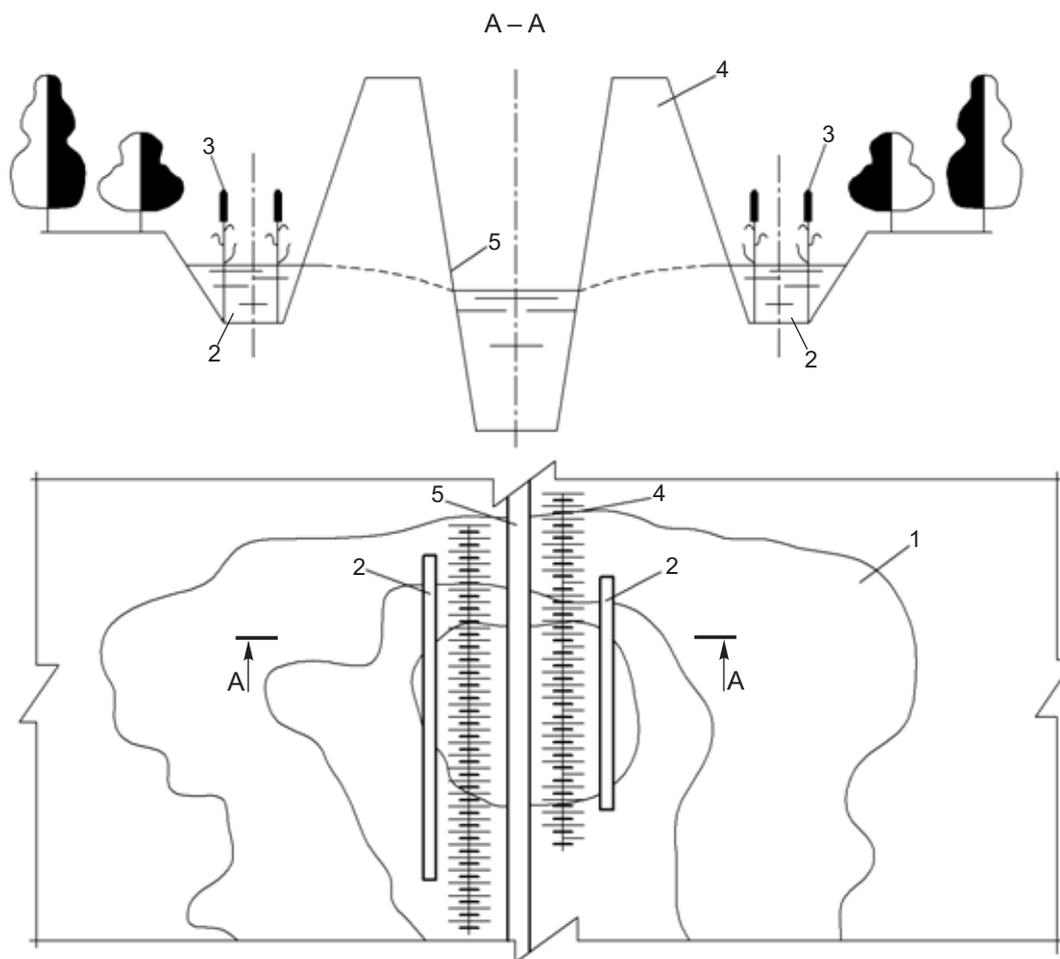
Приложение Л  
(рекомендуемое)

Природоохранные сооружения и устройства на оросительных системах



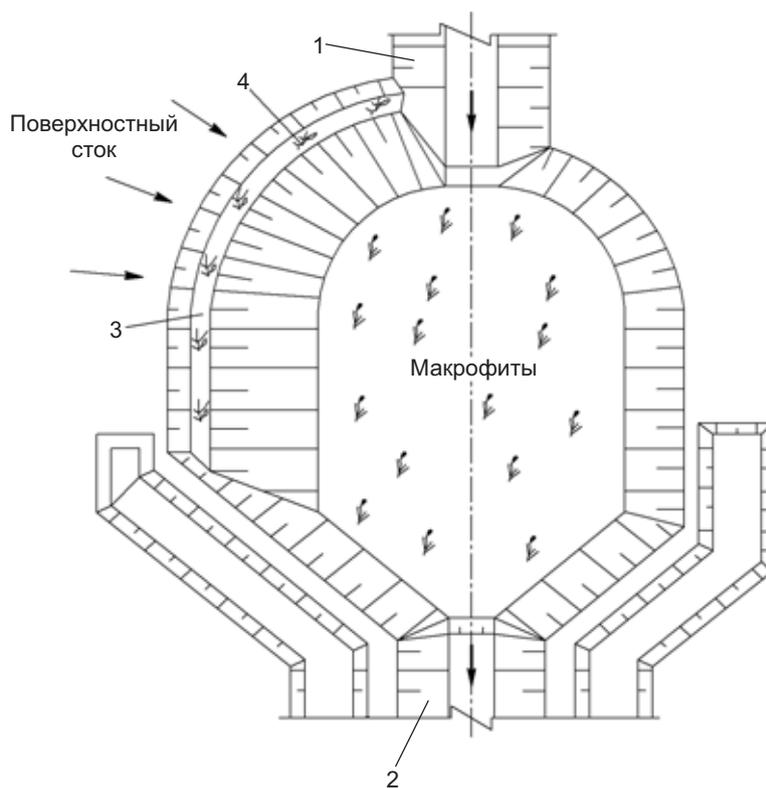
1 — минимальный уровень воды; 2 — площадки для высшей водной растительности

Рисунок Л.1 — Поперечное сечение пруда-накопителя с высшей водной растительностью



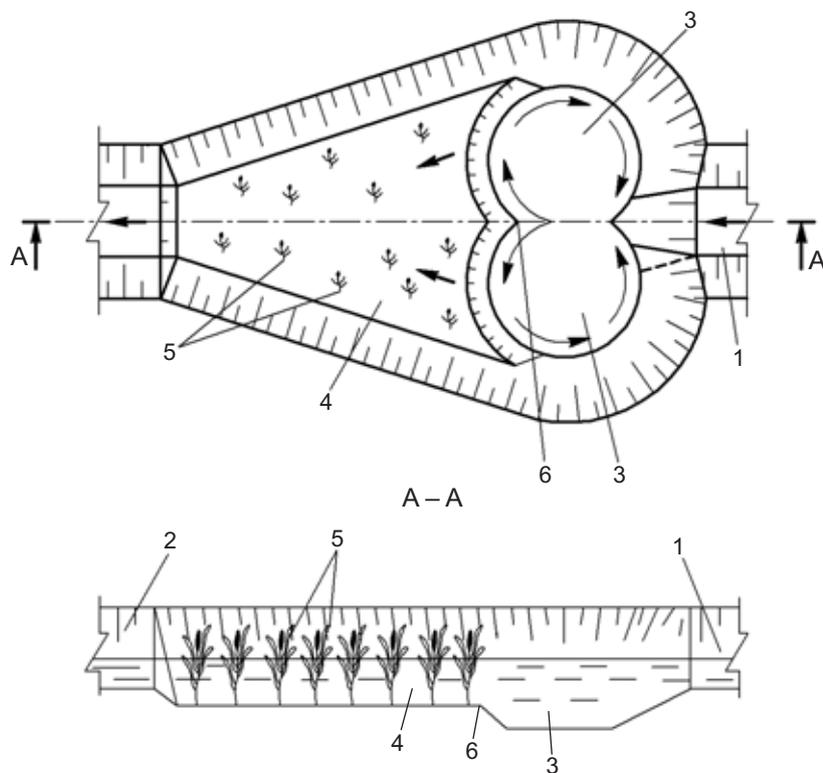
1 — поля орошения; 2 — канал-накопитель; 3 — высшая водная растительность; 4 — ограждающая фильтрующая дамба; 5 — сбросной канал

Рисунок Л.2 — Схема фильтрующего канала-накопителя



1 — подводящий канал; 2 — отводящий канал; 3 — берма; 4 — кустарниковая растительность

**Рисунок Л.3 — Принципиальная схема биологического отстойника**



1 — входная часть; 2 — выходная часть; 3 — первая секция (гравитационной очистки);  
4 — вторая секция (биологической очистки); 5 — макрофиты; 6 — струеразделительная грань

**Рисунок Л.4 — Принципиальная схема гравитационно-биологического отстойника**

### Библиография

- [1] Рекомендации по технологии использования жидких органических удобрений на луговых угодьях, исключающей загрязнение почв и природных вод и инкрустацию солей в напорных трубопроводах  
Одобрено НТС секции Главного управления интенсификации животноводства и Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь (протокол № 4 от 26 сентября 2005 г.).
- [2] Инструкция о порядке подбора объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем  
Утверждена Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30 января 2006 г. № 6.
- [3] Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 17 июля 2002 г. № 85, 2/875.