

Пчелкин В.В., Каблуков О.В.

МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ
(Раздел «Осушительные мелиорации»)



Москва 2021

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ -МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

Пчелкин В.В., Каблуков О.В.

МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ
(Раздел «Осушительные мелиорации»)

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**ПО НАПРАВЛЕНИЮ
35.03.11 - ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ**

Москва 2021

УДК **631.6**
ББК **40.6**
П **92**

Рецензенты:

д.техн.н., старший научный сотрудник В.И Сметанин

д.техн.н., профессор Н.В. Ханов

Пчелкин В.В. Мелиорация земель

П92 учебное пособие / В.В. Пчелкин, О.В.Каблуков

– М.: Издательство «Ваш формат», 2021.

ISBN 978-5-9973-6154-9

Учебное пособие по дисциплине мелиорация земель включает в себя общие сведения о технических средствах в области мелиорации земель их конструктивных элементах, а также о методах и средствах проектирования мелиоративных систем.

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению 35.03.11 – «Гидромелиорация» и рекомендуется Научно-методическим советом по Сельскому хозяйству для использования в учебном процессе.

УДК **631.6**
ББК**40.6**

ISBN 978-5-9973-6154-9

© Пчелкин В.В., О.В.Каблуков
© Издательство «Ваш формат», 2021

Введение

Мелиорация сельскохозяйственных земель – это комплекс технических, организационно-хозяйственных и социально-экономических мероприятий, направленных на коренное изменение компонентов природы для повышения потребительской стоимости этих земель. Цель мелиорации сельскохозяйственных земель заключается в расширенном воспроизводстве плодородия почв, получении оптимального урожая определенных сельскохозяйственных культур при экономном расходовании всех ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам и другим землепользователям.

Изучая дисциплину, студент должен научиться правильно анализировать природные условия и освоить принципы определения мелиоративных зон и районов. Ознакомиться с основными методами улучшения водного режима почв и территорий, использования водных и земельных ресурсов и охраны природы.

Основное содержание работы посвящено описанию конструкций мелиоративных систем и их элементов, применяемых при мелиорации сельскохозяйственных земель, инженерным расчетам, и методам их проектирования и инженерным расчетам. Кроме того, приведен пример выполнения курсовых проектов по орошению и осушению земель сельскохозяйственного назначения.

1. ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫЕ ЗЕМЛИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСУШАЕМЫХ УГОДИЙ

Цель осушительных мелиораций – регулирование мелиоративного режима на землях, испытывающих постоянное или периодическое переувлажнение, препятствующее эффективному использованию земель.

Осушение заключается в недопущении поступления или в усилении отвода воды из расчетного слоя почвы и грунта, позволяющих регулировать водный и связанные с ним воздушный, тепловой и пищевой режимы.

Комплекс осушительных мелиораций включает также культуртехнические, агротехнические, организационные и природоохранные мероприятия.

Культуртехнические мероприятия заключаются в очистке земель от мелкоколесья, кустарника, пней, комков, камней, погребенной древесины, разделке дернины, планировке поверхности, создании и улучшении почвенного слоя.

Агротехнические мероприятия включают научно обоснованные системы обработок почвы, севооборотов, удобрений.

Организационные мероприятия заключаются в создании участков удобной формы и размеров, размещении объектов, дорог, сооружений.

Природоохранные мероприятия проводят на мелиорируемой и окружающей территориях, и они направлены на минимизацию возможного влияния мелиораций на все компоненты природной среды.

Переувлажненные земли и использование осушаемых угодий.

Переувлажнение земель наблюдается в неблагоприятных гидрологических и гидрогеологических усло-

виях. Переувлажненные земли встречаются во всех природно-климатических зонах. Площади переувлажненных земель на территории СНГ составляют около 190 млн га, из них в Российской Федерации – 82,5 %. Избыточно увлажнены большие площади в Нечерноземной зоне РФ, Прибалтике, Белорусском и Украинском Полесье, в Западной Сибири, на Дальнем Востоке. В засушливой зоне переувлажнены Колхидская низменность в Грузии, низовья рек Днестр, Волга, Сырдарья, Амударья и другие земли. Массивы переувлажненных земель имеют площади от нескольких гектаров до миллионов гектаров.

В мире площади осушаемых земель составляют около 150 млн га, в СНГ – 18 млн га, в РФ – 4,7 млн га (2003 г.).

Виды переувлажненных земель выделены А. Д. Брудастовым: болота, заболоченные земли, переувлажненные минеральные земли. Их различают по наличию и мощности торфа, который является показателем длительности и режима переувлажнения. Торфом называют органическую породу, содержащую в сухом состоянии не более 50 % минеральных веществ и образовавшуюся в результате ежегодного отмирания и неполного распада болотной растительности в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода.

Болотом называют постоянно увлажненный участок земной поверхности с типичной гидрофильной растительностью, покрытый слоем торфа мощностью не менее 30 см в неосушенном состоянии. По расположению на элементах рельефа и условиям водного питания различают низинные, верховые и переходные болота.

Низинные болота образуются на пониженных элементах рельефа: в поймах, долинах и особенно дельтах рек, в межгорных впадинах, на нижних частях склонов. Они получают интенсивное питание грунтовыми

водами. Торф низинных болот высокозольный, имеет значительную степень разложения, высокое содержание минеральных солей. Мощность торфа доходит до 10 м.

Верховые болота формируются на повышенных участках рельефа, водоразделах, сложенных слабопроницаемыми тяжелыми грунтами, верхних частях склонов. Эти болота питаются атмосферными осадками. Торф верховых болот слабо разложившийся, содержит мало минеральных веществ, имеет очень кислую реакцию.

Переходные болота занимают промежуточное положение на элементах рельефа, располагаются в средней части склонов или могут образоваться на месте низинных болот при нарастании слоя торфа. По сравнению с низинными болотами верхние слои торфа имеют меньшую степень разложения и зольности, выше кислотность почвенного раствора. Некоторые характеристики торфов приведены в таблице 1.

1. Свойства торфов

Показатель	Вид торфа		
	верховой	переходный	Низинный
Степень разложения, %	5...30	10...45	15...60
Зольность, %	1...5	5...10	7...17
Пористость, %	До 96	Около 90	80...85
Плотность, г/см ³	0,04...0,08	0,11...0,16	0,12...0,25
рН водной вытяжки	2,6...4,2	3,0...5,3	5...7
Содержание, % сухой массы:			
общего азота	0,5...2,0	1,4...2,5	1,6...4,0
P ₂ O ₅	0,03...0,25	0,03...0,35	0,1...0,4
K ₂ O	0,01...0,10	0,02...0,20	0,05...0,25
CaO	0,1...0,5	0,2...2,5	1,2...6,8

Изменение свойств почв и грунтов при осушении.

При осушении земель в почвах и грунтах происходят различные процессы, вызывающие существенные изменения в составе и свойствах: уплотнение, биохимическое разложение, механическая и химическая суффозия и другие. Особенно большие изменения происходят в торфах. Вследствие удаления воды из торфа происходит уменьшение его объема, называемое *усадкой* торфа, в результате чего понижается поверхность земли. Понижение поверхности земли называют *осадкой*, которая происходит очень неравномерно по площади и во времени, зависит от мощности, вида, свойств торфа, величины снижения уровня грунтовых вод и может составлять довольно большие величины: для плотного торфа 12...15 %, для рыхлого 25...40 % от его первоначальной мощности. При сельскохозяйственном использовании в результате обработки почвы и выноса питательных веществ с урожаем происходит *сработка* торфа. Интенсивность сработки торфа зависит от характера сельскохозяйственного использования земель, она максимальна под пропашными культурами, минимальна под травами. При длительном сельскохозяйственном использовании торфяников их толщина может сработаться до минерального дна. При осушении уменьшается коэффициент фильтрации торфа, особенно в вертикальном направлении, что надо учитывать при расчете дренажа.

При осушении минеральных переувлажненных почв уменьшается их плотность на 10...20 %, увеличивается пористость на 5...10 %, возрастает водопроницаемость и влагоемкость. При осушении и окультуривании изменяются агрохимические показатели – уменьшается кислотность, улучшается состав ППК, элементы питания растений переходят в доступные формы. Изменение водно-физических свойств почв и грунтов необходимо учитывать при проектировании

осушительных систем, изменение агрохимических характеристик почв влияет на оценку земель.

Осушение грунтов повышает их несущую способность.

Сельскохозяйственное использование осушаемых земель. В неосушенном состоянии болота и заболоченные земли практически не дают сельскохозяйственной продукции. Переувлажненные минеральные земли также имеют очень низкую продуктивность (5...15 ц/га сена). После осушения на низинных болотах формируются плодородные торфяно-перегнойные почвы, богатые элементами питания для растений, особенно азотом и фосфором в доступной форме. Осушенные низинные болота наиболее целесообразно использовать для земледелия. На переходных болотах почвы также плодородны и используются в земледелии, но требуют внесения извести и удобрений. Торф верховых болот используют на топливо, подстилку скоту или после обогащения органическими веществами – на удобрения.

Все болота выполняют в природе важные водорегулирующие, средообразующие и экологические функции. Из болот вытекают многие равнинные реки, весной они выполняют водорегулирующую роль; в них очень разнообразная флора и фауна, места обитания которых ограждены от влияния человека; болота обладают барьерными свойствами на пути миграции загрязнителей, торф и растительность обладают существенной очищающей способностью. Поэтому осушать болота для сельскохозяйственных нужд надо в последнюю очередь, особенно верховые. Вблизи населенных пунктов осушение болот способствует оздоровлению местного климата, препятствует возникновению болезней, например, малярии.

Направление сельскохозяйственного использования осушаемых земель устанавливают перед осуше-

нием, так как от этого зависят способы осушения, а также учитывают особенности водного, теплового, химического режимов почв. На осушаемых торфяных почвах недопустимы чистые пары во избежание потерь питательных веществ и развития эрозии. Также нельзя несколько лет подряд выращивать пропашные культуры, так как при многочисленных обработках почвы торф быстрее разрушается и минерализуется. На осушенных торфяниках целесообразно размещать менее теплолюбивые культуры с укороченным вегетационным периодом, более влаголюбивые, требовательные к азотному питанию – травы, кормовые, картофель, многие овощи и корнеплоды. Маломощные торфяники целесообразно использовать под кормовые угодья, в основном, сенокосы. Мощные (более 1 м) торфяники используют под пашню с лугово-кормовыми, овоще-кормовыми, полевыми севооборотами, причем травы должны составлять не менее 50 % структуры севооборота.

На осушаемых минеральных землях размещают полевые, кормовые и овощные севообороты, причем для овощных обычно требуется двухстороннее регулирование водного режима. Осушаемые пойменные земли, если они продолжают затапливаться паводковыми водами, распахать не рекомендуется. Их используют как кормовые угодья. Распашка пойм допустима при скоростях течения талых вод не более 0,2 м / с. На защищенных от затопления поймах выращивают овощи.

Агротехника на осушаемых землях должна быть направлена на поддержание структуры и плодородия почвы, защиту ее от разрушения и выноса питательных веществ. На минеральных почвах вносят органические и минеральные удобрения в дозах, поддерживающих положительные балансы питательных веществ и гумуса. На торфяниках вносят калийные и фосфорные удоб-

рения в количествах, соответствующих содержанию азота. Важно поддерживать содержание микроэлементов, особенно меди и бора. На кислых почвах проводят известкование.

Осушенные торфяники пожароопасны, необходимы специальные мероприятия, предупреждающие их возгорание, а также сооружения для облегчения тушения пожаров.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте мелиоративную характеристику основных природно-климатических зон РФ и особенности осушительных мелиораций в различных зонах.
2. Назовите виды земель, требующих осушения.
3. Какие земли называются болотами?
4. Какие земли называются избыточно – увлажненными?
5. Назовите факторы, влияющие на водный режим осушаемого объекта.

2. ТРЕБОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА К ОСУШИТЕЛЬНЫМ МЕЛИОРАЦИЯМ

Осушительные мелиорации сельскохозяйственных земель при выращивании культур и получение высоких урожаев предполагают оптимальное сочетание всех факторов, необходимых для жизни растений (свет, тепло, питание, вода). При избытке влаги в почве сельскохозяйственные культуры не могут достигнуть максимальной продуктивности, даже при необходимом количестве тепла. Избыточное увлажнение почвы приводит к недостатку воздуха, развитию анаэробных процессов,

ухудшению питательного режима, а также ухудшению физических и химических свойств. При этом снижается несущая способность почв, что затрудняет их механическую обработку, увеличивается липкость и связность минеральных почв, приводящие к увеличению затрат энергии на их обработку.

Переувлажненные почвы обладают большой теплоемкостью и теплопроводностью, медленно оттаивают и прогреваются весной, на них раньше наступают осенние заморозки, что приводит к сокращению продолжительности вегетационного периода.

Осушение почв регулирует количество воды в них и борется с недостатком воздуха. Объем воздуха в почве должен быть не менее 15...20 %, от объема пор, при выращивании трав, 20...30 % для зерновых, 35...40 % для корнеплодов и овощей. Осушение земель, совместно с агроулучшающими и агротехническими мероприятиями при влажности почв 80...65 % пористости повышают энергию почвообразования и улучшают агрономические свойства почв. Наилучший диапазон влажности в корнеобитаемом слое зависит от вида сельскохозяйственной культуры и свойств почвы: для зерновых культур – 55...75 % пористости, для овощей, картофеля и корнеплодов – 60...80 %, для трав – 65...85 % пористости. Оптимальные значения влажности почвы изменяются также в период вегетации. При этом в начале вегетации для растений необходима более высокая влажность почвы, а в фазу формирования урожая она может быть ниже.

На основании этого при выращивании основных сельскохозяйственных культур влажность почвы должна находиться в пределах 0,6...1 наименьшей влагоемкости (НВ). При этом меньшее значение соответствует легким по механическому составу грунтам и менее влаголюбивым растениям, большее – тяжелым минераль-

ным и торфяным почвам и более влаголюбивым растениям (травам).

Такие условия на осушаемых землях достигаются отводом избыточных поверхностных вод и понижением грунтовых вод.

Слой осушения между верхним и нижним пределом определяется глубиной корнеобитаемой зоны, которая в свою очередь зависит от уровня грунтовых вод. Глубина проникновения корней растений зависит от многих условий.

Мощность активного слоя в начале вегетации составляет 20...40см, а к концу увеличивается до 60...70см, то есть несколько меньше глубины проникновения корней.

Влагоемкость почвы и ее аэрация на осушенных землях зависит от глубины залегания грунтовых вод.

Регулируя влажность почв в активном слое, можно обеспечить необходимый водный режим и связанные с ним воздушный, тепловой, питательный режимы почв.

Для выявления технических приемов регулирования влажности нужно проанализировать причины переувлажнения почв.

При переувлажнении слабопроницаемых почв и при глубоком залегании уровня грунтовых вод более 5м запасы влаги в почве можно регулировать, изменяя поверхностный сток. Вода в осушители попадает с поверхности, вертикальным водообменом, т.е. впитыванием в почву в этом случае можно пренебречь. Но надо учитывать испарение с поверхности почвы.

На легководопроницаемых почвах, переувлажненных из-за близкого положения уровня грунтовых вод, поверхностный сток практически отсутствует. Над поверхностью грунтовых вод формируется капиллярная кайма. Изменяя положение уровня грунтовых вод на

таких почвах, можно регулировать вертикальный водообмен и влажность почвы.

В первом случае на слабопроницаемых почвах переувлажнение вызвано поступлением воды с поверхности. Затопление поверхности земли водами весеннего паводка допускается в пределах, выдерживаемых растениями и не нарушающих оптимальные сроки сева. Затопление полей с озимыми культурами не допускается. Естественные травы выдерживают затопление до 25 сут., искусственные сенокосы – до 15 сут. Для остальных пахотных земель затопление допустимо в ограниченные сроки: при полевых севооборотах без озимых культур – до 5...10 сут. при овоще-кормовых – до 10...15 сут.

В период вегетации затопление и подтопление сельскохозяйственных угодий возможны при сильных осадках и при прохождении летне-осенних дождевых паводков

Допустимая продолжительность весеннего затопления сенокосов и пастбищ зависит от состава трав. Продолжительность временного переувлажнения равна: для донника белого 10...12 сут; люцерны 10...14; житняка гребневидного 10...17; костра безостого 21...25; тимофеевки луговой и канареечника тростниковидного – более 40 сут.

Затопление летними паводковыми водами осушаемых земель недопустимо, так как приводит к резкому угнетению растений из-за недостатка кислорода в почве. Летними дождями возможно лишь кратковременное затопление: зерновые в течение 8...12 часов; овощи 5...8 часов; пастбища 20 часов; луга 1...1,5 суток. Пахотный слой должен быть освобожден от затопления в течение 1...2 суток.

В среднем срок отвода воды из почвы в летне-осенний период для многолетних трав составляет с по-

верхности почвы – 1,0...1,5 дня, из слоя 0...25см – 2...3 дня, из слоя 0...50 см 4...5дней.

Если причина переувлажнения земель – близкое залегание уровня грунтовых вод, то количество почвенного воздуха в корнеобитаемом слое, а следовательно воды регулируют путем изменения положения уровня грунтовых вод, то есть путем перемещения капиллярной каймы.

При этом оказывается, что воды нужно отвести больше, чем нужно для корнеобитаемой зоны (КПД осушения <1). При недостатке влаги в корнеобитаемой зоне, влажность ее можно увеличить, поднимая уровень грунтовых вод.

В 1915 году А.Н.Костяков впервые ввёл понятие нормы осушения.

2. Нормы осушения, см, в зависимости от периода и использования земель

Использование земель	Норма осушения, см		
	Период предпосевной обработки	Первый месяц вегетации	В среднем за период вегетации
Полевые, кормовые, овощные севообороты	40...60	80...90	90...110
Пастбища	-	65...70	75...80
Сенокосы	-	40...60	60...70

Приведенные нормы осушения определяются мощностью корнеобитаемого слоя и высотой капиллярного поднятия, которая составляет для низинных торфяников 50...100 см, а для супесей 45...80 см. При таком осушении нижняя часть корневой системы размещается в верхней части капиллярной каймы, что способствует использованию грунтовых вод на испарение в засушливые периоды.

В определенных условиях осушение почв на большую глубину, чем указано в табл. 2, повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Обычно это имеет место на мощных низинных торфяниках с интенсивным грунтовым питанием. Однако, чем больше норма осушения, тем глубже каналы и водоприемник. Это вызывает дополнительные затраты. Против глубокого осушения решительно выступают почвоведы.

Особую опасность в южно-таежной зоне европейской части страны представляет глубокое осушение низинных болот, направленное на полный отрыв капиллярной каймы от нижних слоев торфа. При таком осушении и возделывании пропашных культур разложение торфа достигает 2...3 см в год. Помимо ускоренной сработки торфа здесь происходят поверхностные и глубинные пожары, ветровая эрозия. Вследствие минерализации органического вещества высвобождается избыточное количество азота, загрязняются нитратами грунтовые воды. Этому сопутствует деградация прилегающих ландшафтов из-за обезвоживания. В Белоруссии в результате глубокого осушения низинных болот было потеряно более 120 тысяч гектар торфяных почв.

Осушение почв на небольшую глубину приводит к тому, что летом в период сильных дождей грунтовые воды подтапливают корневую систему, что снижает урожайность. Считается допустимым, если продолжительность стояния грунтовых вод при кратковременном подъеме на 0,4...0,5 м от поверхности земли не превышает 2...3 суток. Например, переувлажнение почвы в течение 3 суток приводит к снижению урожая ячменя на 10 %, 5 суток – на 25 %, 10 суток – до 40 %. Переувлажнение почвы на 20...25 суток вызывает полную гибель урожая.

Эти выводы подтверждаются наблюдениями о связи между средневегетационными глубинами грунтовых

вод и урожайностью сельскохозяйственных культур. В общем виде эта зависимость представлена на рис. 1 (по Б.С. Маслову). На обобщенной кривой связи урожая и глубины грунтовых вод можно выделить следующие характерные точки и участки:

На обобщенной кривой связи урожая и глубины грунтовых вод можно выделить следующие характерные точки и участки:

- точка А соответствует глубине залегания уровня грунтовых вод, при которой культурные растения не могут развиваться из-за недостатка воздуха;

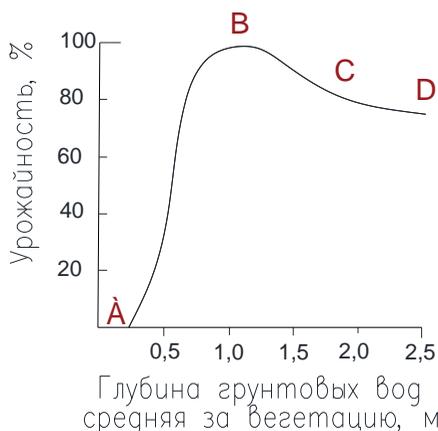


Рис. 1. Схематизированная зависимость урожайности от глубины грунтовых вод

- участок А-Б – урожайность увеличивается с увеличением глубины залегания уровня грунтовых вод за счет улучшения водного, воздушного и питательного режимов;

- точка В – соответствует оптимальной глубине осушения, обеспечивающей максимальную урожайность;

- участок Б-В – наблюдается некоторое снижение урожайности из-за недостатка влаги в отдельные периоды, который не может компенсироваться капиллярным притоком;
- участок В-Г – урожайность практически не зависит от глубины грунтовых вод.

На осушаемых землях необходимо создавать условия для своевременного и высококачественного проведения сельскохозяйственных работ, правильной организации территории. Осушительная сеть должна обеспечивать нарезку полей севооборота прямоугольной формы с соотношением сторон 1 : 3, 1 : 4. Длина гона должна быть не менее 400 м, в противном случае уменьшается производительность работы тракторов.

Начало проведения сельскохозяйственных работ на минеральных почвах следует принимать дату, при которой сумма среднесуточных температур воздуха достигает + 150°С, после перехода ее через 0°С.

К этому моменту, то есть спустя две недели после схода снежного покрова, необходимо иметь достаточную несущую способность почвы. Для этого влажность верхнего 20 см слоя почвы должна составлять 70...75 % пористости. При такой влажности несущая способность почвы составляет (1,4...1,5) 10⁵ Па, что достаточно для проведения весенних полевых работ (вспашки, дискование) с помощью гусеничных тракторов. Требуемая несущая способность достигается при глубине залегания грунтовых вод 50...60 см.

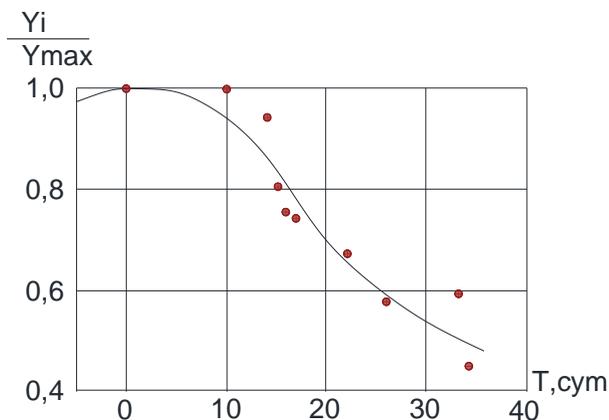


Рис. 2. Зависимость относительной урожайности (Y_i / Y_{max}) капусты белокочанной от отклонения оптимальных сроков посадки (T), (данные В.В. Пчелкина)

Таким образом, осушительная сеть весной должна понижать грунтовые воды на глубину 50...60 см примерно в течение двух недель после схода снежного покрова для своевременного начала полевых работ. Для переувлажненных земель это обстоятельство имеет большое значение, так как вегетационный период на таких землях обычно короче, чем на суходолах, из-за менее благоприятного теплового режима. Поэтому опоздание с началом полевых работ снижает урожайность из-за поздних сроков сева или посадки (рис. 2).

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы влияют на рост и развитие растений?
2. Что называется нормой осушения?
3. Как изменяется норма осушения во времени?
4. Какое соотношение влаги и воздуха должно быть в почве?
5. Назовите сроки отвода вод весеннего затопления при различном сельскохозяйственном использовании.

3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. ТИПЫ ВОДНОГО ПИТАНИЯ

3.1. Причины переувлажнения земель, типы водного питания

Качественный анализ устанавливает тип водного питания переувлажненных земель, количественный анализ основан на составлении и анализе водных балансов территории.

Тип водного питания указывает основные источники поступления избыточных вод, которые при соответствующих природных условиях приводят к переувлажнению почвенного слоя. От типа водного питания зависит метод осушения.

Основные типы водного питания выделены и охарактеризованы А.Д. Брудастовым: атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, намывной.

Атмосферный тип водного питания. Источником избыточной воды являются атмосферные осадки, выпадающие непосредственно на рассматриваемой территории. Причины переувлажнения: длительный застой поверхностных и почвенных вод, образованных от осадков, слабое впитывание и стекание воды (рис. 3) на фоне незначительного испарения в гумидной зоне. Признаки земель с атмосферным типом водного питания: расположение на водоразделах и верхних частях склонов; рельеф плоский, безуклонный, с микропонижениями; большая шероховатость поверхности из-за закоряченности, высокой густой растительности; почвы и грунты слабопроницаемые; грунтовые воды глубоко; площадь осушения совпадает с площадью водосбора; недостаточное испарение.

Земли атмосферного питания – это верховые болота и минеральные переувлажненные земли со слабопроницаемыми глинистыми почвами.

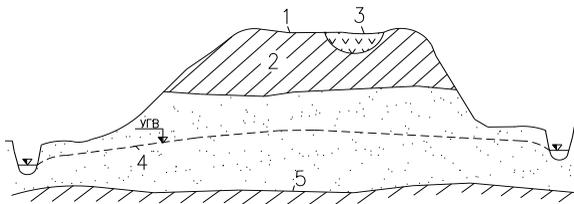


Рис. 3. Атмосферный тип водного питания

1 - подтапливаемая территория; 2 – слабо проницаемые грунты; 3 – верховое болото; 4 - уровень грунтовых вод; 5 - водоупор

Грунтовый тип водного питания. Причина переувлажнения почвенного слоя – высокий уровень грунтовых вод, формирующихся в хорошо проницаемых грунтах при слабой дренированности территории. Запасы грунтовых вод могут пополняться за счет осадков, подземного притока с водосбора, фильтрации из рек, озер, водохранилищ. В соответствии с путями поступления грунтовых вод различают три подтипа грунтового типа водного питания.

Подтип 1 – бассейн грунтовых вод, формируется непосредственно на переувлажненной территории за счет фильтрации осадков в грунтовые воды при слабой естественной дренированности (рис. 4 а). Признаки этого подтипа водного питания: расположение на пониженных участках с безуклонным рельефом; грунты проницаемые; слабый отток подземных вод, малая глубина уровня грунтовых вод, величина осадков в отдельные периоды превышает испарение, площадь осушения совпадает с площадью водосбора.

На таких землях преобладают низинные болота со значительной мощностью торфа. Для их осушения требуется понижение уровня грунтовых вод.

Подтип 2 – приток грунтовых вод по водоносному пласту с внешнего водосбора (рис. 4, в). Признаки земель с этим подтипом питания грунтовых вод: расположение на пониженных элементах рельефа (на нижних частях склонов, в речных долинах, поймах, местных понижениях); грунты хорошо проницаемые; площадь осушения намного меньше площади водосбора, значительный приток грунтовых вод, содержащих много растворенных веществ.

Как правило, на таких землях образуются потенциально плодородные низинные болота. Для устранения причины переувлажнения нужно уменьшить или перехватить приток грунтовых вод на участок.

Подтип 3 – приток фильтрационных вод со стороны реки, водохранилища. Он формируется при высоком уровне воды в источнике, который подпирает поток грунтовых вод и препятствует дренированию территории (рис. 4, в). Признаки земель с таким питанием: расположение на прибрежных низменностях; грунты хорошо проницаемые; дренированность территории слабая.

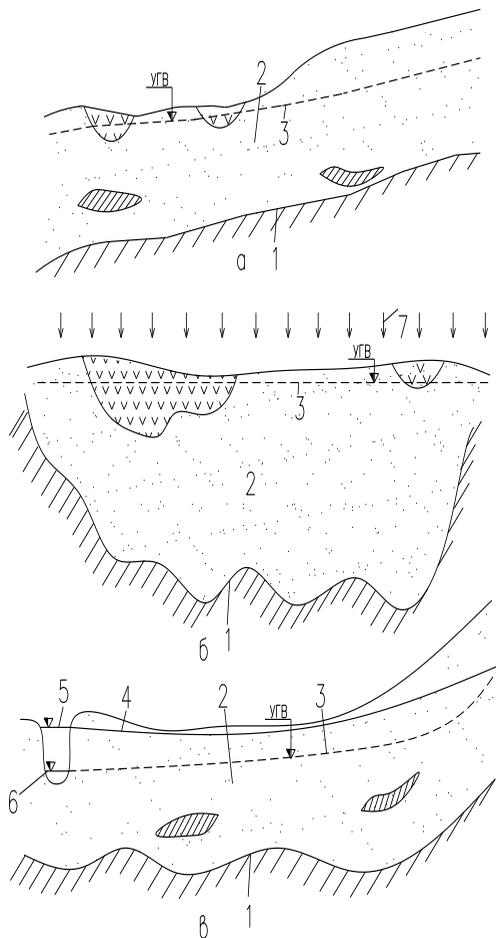


Рис. 4. Грунтовый тип водного питания:

а - приток грунтовых вод с водосбора; *б* - замкнутый бассейн; *в* - приток фильтрационных вод из рек и водохранилищ; 1 - водоупор; 2 - водоносный слой; 3 - уровень грунтовых вод; 4 - уровень грунтовых вод после подпора; 5 - уровень воды в реке после подпора; 6 - уровень воды в реке до подпора; 7 - осадки

Такие земли обычно располагаются в поймах рек, приозерных низинах, зонах подтопления водохранилищ, особенно равнинных. Для их осушения требуется уменьшить или перехватить фильтрационный приток.

Грунтово-напорный тип водного питания. Источником переувлажнения земель являются напорные подземные воды. Причина переувлажнения – значительный приток напорных подземных вод из-за высокого уровня пьезометрического напора в ниже залегающем водоносном пласте, при слабой естественной дренированности территории. Напор в водоносном пласте образуется за счет разности высот области формирования и области разгрузки подземных вод. Разгрузка напорных вод может происходить путем выклинивания их через гидрогеологические окна в покровном пласте, нередко с образованием озер родникового питания, и путем подпитывания грунтовых вод через сплошной слабопроницаемый покровный или разделяющий пласт (рис. 5).

Признаки земель с этим типом водного питания: расположение на пониженных элементах рельефа (долины, поймы, нижние части склонов); наличие напорного водоносного пласта с уровнем пьезометрического напора выше уровня грунтовых вод; площадь переувлажнения меньше площади водосбора, равнинный безуклонный рельеф, плохая естественная дренированность. На таких землях образуются низинные болота.

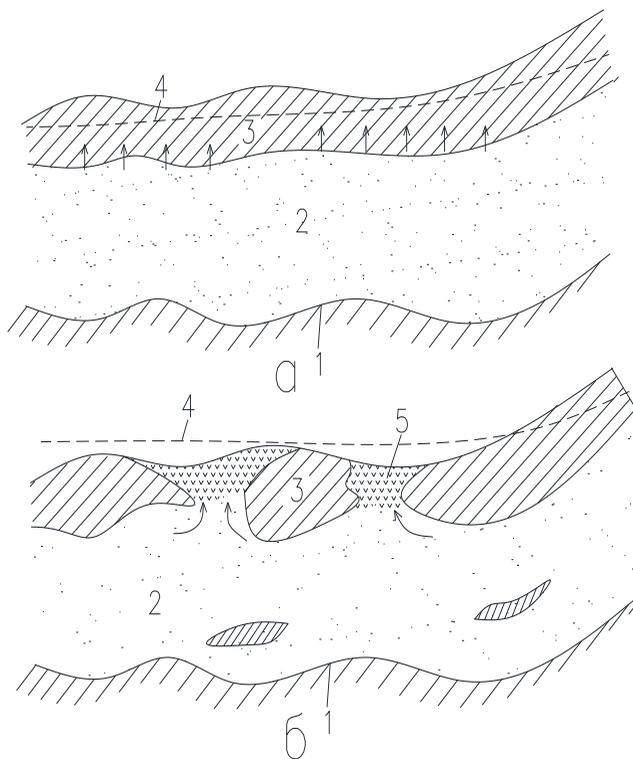


Рис. 5. Грунтово-напорный тип водного питания:

а) капиллярное заболачивание б) выклинивание напорных вод; 1 – водоупор; 2 – водоносный слой; 3 – слабоводопроницаемый слой грунта; 4 – пьезометрический уровень; 5 – окна размыва

Намывной тип водного питания. Источником переувлажнения являются поверхностные воды, поступающие на территорию со стороны. Причина переувлажнения - отсутствие стока и впитывания накопившихся поверхностных вод. Различают два подтипа намывного питания - делювиальный и аллювиальный.

При делювиальном (склоновом) подтипе поверхностные воды поступают с окружающих склонов (рис. 6). На плане видны замкнутость понижений и бессточность участка, характерное образование промоин и оврагов на склонах. Признаки этого типа водного питания: расположение в замкнутых бессточных понижениях; рельеф выровненный, безуклонный; слабопроницаемые грунты склонов и низины; площадь переувлажнения меньше площади водосбора.

На таких землях образуются низинные болота с плодородными почвами. Для осушения земель требуется предотвратить поступление поверхностного притока с соседних земель.

При аллювиальном подтипе намывного питания источником переувлажнения являются паводковые воды рек, озер, затапливающие низменность (рис. 6). Признаки земель с этим подтипом: паводковый уровень воды в источнике выше поверхности земли, безуклонный рельеф, слабопроницаемые грунты, продолжительность паводка больше допустимой по хозяйственному использованию земель; замедленность стекания поверхностных вод.

Земли, периодически затапливаемые паводковыми водами, называют поймами. На поймах обычно образуются плодородные аллювиальные почвы, а при длительном затоплении – лугово-болотные почвы.

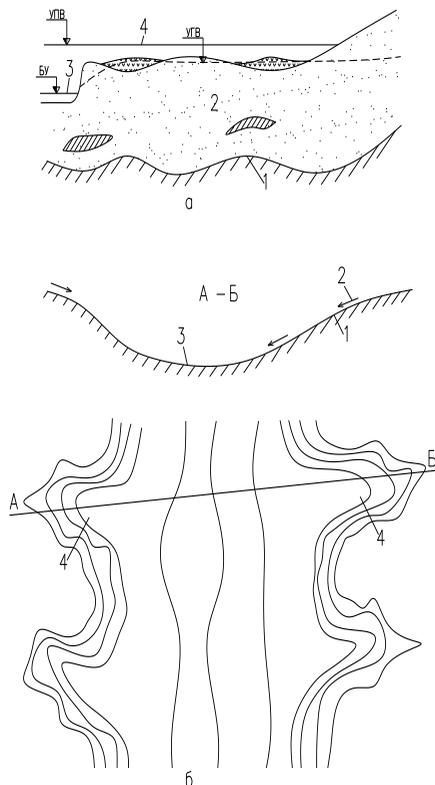


Рис. 6. Намывной тип водного питания

а) аллювиальный подтип: 1 – водоупор; 2 – хорошо водопроницаемые грунты (аллювиальные отложения); 3 – бытовой уровень; 4 – уровень весеннего паводка; *б)* делювиальный подтип: 1 – слабопроницаемые грунты; 2 – склоновые воды; 3 – подтапливаемые территории

3.2. Методы и способы осушения

В различных геоморфологических и гидрогеологических условиях и при разных типах водного питания переувлажненных земель отдельные составляющие баланса могут отсутствовать или быть малы. Так, напри-

мер, при атмосферном типе водного питания на переувлажненных землях приток поверхностных и подземных вод со стороны отсутствует, впитывание и водообмен малы, а на непереувлажненных – впитывание и промываемость почвы значительны.

При грунтовом типе водного питания напорное подпитывание отсутствует, в подтипе 1 с бассейном грунтовых вод малы приток и отток грунтовых вод; в подтипах 2 и 3 приток грунтовых вод с водосбора или от реки велик, а отток практически отсутствует.

При грунтово-напорном типе водного питания значительную роль в балансе играет напорное подпитывание. При намывном питании значителен приток поверхностных вод, а их отток мал.

Методом осушения называют направление воздействия на факторы переувлажнения территории. Технические средства осуществления методов осушения называют *способами осушения*. Для осуществления методов осушения служат регулирующая и ограждающая осушительные сети. Регулирующая осушительная сеть отводит поверхностные или грунтовые воды с осушаемого участка. Отвод поверхностных и внутрипочвенных вод осуществляется открытыми и закрытыми собирателями, отвод грунтовых вод – дренажем. Ограждающая осушительная сеть перехватывает поверхностные и подземные притоки воды на участок со стороны водосбора и водоприемника. Для этого предназначены нагорные каналы, головные и береговые дренажи. Для защиты от затопления паводковыми водами служат ограждающие дамбы. Методы и способы осушения, соответствующие выделенным типам водного питания, приведены в таблице 3.

3. Методы и способы осушения

Тип водного питания	Причины переувлажнения	Метод осушения	Способы осушения
Атмосферный	Недостаточный сток поверхностных и почвенных вод	Ускорение поверхностного и внутрипочвенного стока	Открытые и закрытые собиратели, агромелиоративные мероприятия
Грунтовый а) бассейн грунтовых вод б) приток грунтовых вод с водосбора в) фильтрация из рек, водохранилищ	Высокий уровень грунтовых вод То же То же	Понижение уровня грунтовых вод Перехвата потока грунтовых вод с водосбора Перехват фильтрационных вод	Систематический дренаж Ограждающий дренаж, ловчий канал Ограждающий береговой дренаж
Грунтово-напорный	Высокое положение пьезометрической поверхности	Снижение напорного питания грунтовых вод	Вертикальный дренаж, систематический или ограждающий
Намывной а) делювиальный б) аллювиальный	Приток поверхностных вод с водосбора Затопление речными водами	Перехват поверхностного притока с водосбора Защита от затопления	Нагорные каналы Обвалование территории, откачка вод

Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные типы и подтипы водного питания избыточно увлажненных земель.
2. Дайте определение, что такое водный баланс избыточно увлажненных земель.
3. Как тип водного питания связан с элементами рельефа местности?
4. Назовите признаки атмосферного питания.
5. Назовите признаки грунтового питания для всех трех случаев: а) приток грунтовых вод с водосбора; б) замкнутый бассейн; в) фильтрационные грунтовые воды рек и водохранилищ.
6. Каким элементам рельефа свойственно делювиальное питание?
7. Каким элементам рельефа свойственно грунтово-напорное питание?
8. Назовите составляющие водного баланса при атмосферном типе водного баланса.
9. Назовите составляющие водного баланса при аллювиальном типе водного баланса.

4. РЕГУЛИРУЮЩАЯ, ПРОВОДЯЩАЯ И ОГРАЖДАЮЩАЯ СЕТЬ

Осушительная система – это комплекс природных, хозяйственных и инженерно-технических элементов, предназначенный для регулирования водного режима на переувлажненных землях. Осушительная система состоит из регулирующей, проводящей, ограждающей сети; дорог; гидротехнических сооружений; сети, сооружений и устройств для увлажнения почв; природоохранных сооружений и устройств; средств связи, контроля и управления; производственных и жилых зданий и построек службы эксплуатации.

Схема расположения некоторых элементов осушительной системы показана на рисунке 7.

Осушительные системы разделяют по конструкции элементов сети (закрытые, открытые, комбинированные); по размещению на территории (систематические, выборочные, ограждающие).

4.1. Регулирующая осушительная сеть

Регулирующая сеть обеспечивает на осушаемых землях водный режим, требуемый растениями и сельскохозяйственным производством.

При атмосферном типе водного питания переувлажненных земель регулирующая сеть должна ускорить поверхностный и внутрипочвенный сток.

Ускорение поверхностного стока. Сток поверхностной воды по плотной задернованной поверхности земли возможен при наличии уклона и отсутствии замкнутых понижений.

Открытые собиратели представляют собой каналы трапецеидального сечения глубиной 0,7...1,0 м, с шириной по дну 0,4...0,6 м, заложением откосов 1,0...1,5.

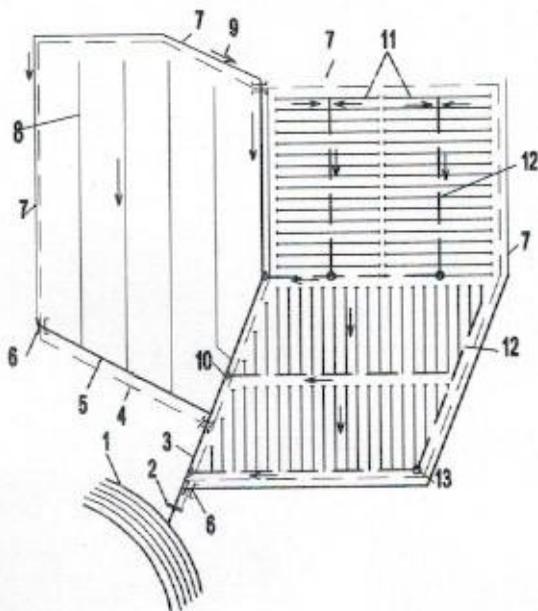


Рис. 7. Схема самотечной осушительной системы:

1 – водоприемник; 2 – шлюз-регулятор; 3 – магистральный канал; 4 – полевая дорога; 5 – открытый коллектор; 6 – мост; 7 – нагорно-ловчий канал; 8 – открытый осушитель; 9 – направление течения воды; 10 – устье закрытого коллектора; 11 – дрена; 12 – закрытый коллектор; 13 – колодец на закрытом коллекторе

Длина открытых собирателей может достигать до 1000 м, если рельеф местности позволяет обеспечить им благоприятный продольный уклон. Расчету подлежат расстояния между открытыми собирателями.

При наличии замкнутых микропонижений в период эксплуатации земель от них к собирателям устраивают направляющие отводные борозды. В замкнутых понижениях возможно устройство поглощающих колодцев.

Ускорение внутрипочвенного стока требуется на пахотных землях атмосферного типа водного питания. Почвенную воду перехватывают и отводят закрытые собиратели, которые располагают поперек склона. Закрытые собиратели отводят воду в закрытые или открытые коллекторы по односторонней или двухсторонней схеме так же, как показано для открытых собирателей.

Закрытые собиратели выполняют из дренажных труб (гончарных, пластмассовых), уложенных в траншее с расчетным уклоном и засыпанных хорошо проницаемым материалом (рис. 8). Применяют узкозагонную вспашку, кротование, щелевание, пескование, торфование.

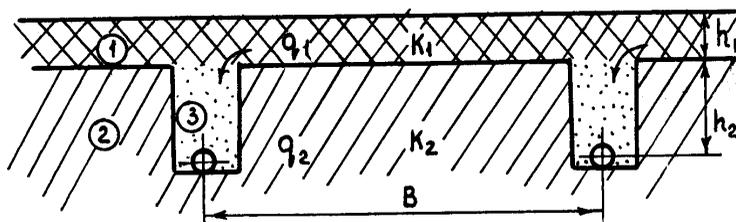


Рис. 8. Расчетная схема закрытых собирателей:

- 1 - пахотный слой; 2 - подпахотный слой;
- 3 - траншейная засыпка

Понижение уровня грунтовых вод применяют при грунтовом типе водного питания.

Горизонтальный закрытый систематический дренаж представляет собой проницаемые трубопроводы, заложенные в грунт с определенным уклоном, отбирающие воду из грунта и транспортирующие ее в проводящую сеть. Дрены располагают на плане по поперечной или продольной схеме.

Гончарные трубы выпускают разных диаметров: для дрен – 50, 75 мм, для коллекторов – 100...250 мм, круглого или многогранного сечения, длиной 33 и 50 см. На выровненное дно траншеи трубки укладывают в ряд со стыковыми зазорами 1...2 мм. Для фиксации трубок целесообразно применение проницаемых пластмассовых муфт. Достоинства гончарных дрен: долговечность, освоенная технология изготовления, недорогое распространенное сырье. Недостатками являются плохая транспортабельность трубок, неполная механизация строительства.

Пластмассовые трубы применяют на минеральных землях и на предварительно осушенных торфяниках при коэффициенте фильтрации не менее 0,1 м/сут и отсутствии камней, пней, погребенной древесины. Трубы изготавливают из полиэтилена или поливинилхлорида (винипласта). Достоинствами пластмассового дренажа являются малая масса труб, их хорошая транспортабельность, полная механизация и высокая производительность строительства. Недостатки – высокая стоимость труб, недостаточная прочность и надежность.

Глубина заложения дрен должна превышать норму осушения на величину действующего напора. Кроме того, для сохранности при прохождении техники по полям глубина заложения труб должна быть не менее 1,0...1,2 м на минеральных грунтах и 1,2...1,3 м на торфяниках.

Минимальный уклон по условию незаиления принят 0,003.

Расстояния между дренами определяют из условий своевременного отвода воды и понижения уровня грунтовых вод. Выбор расчетной формулы зависит от фильтрационной схемы работы дрен.

Кротовый дренаж применяют на минеральных землях без камней и на торфяниках без погребенной

древесины. Глубина дрен 0,7...0,9 м, уклон 0,003...0,005, расстояния между дренами 5...10 м, длина дрен 100...200 м, диаметры 5...7 см в минеральных грунтах, 12...15 см в торфяниках. Кротовые дренаи располагают поперек уклона местности. Срок службы кротовых дрен - 1...5 лет в минеральных грунтах, 3...5 лет в торфяниках.

Щелевой дренаж применяют на торфяниках. Глубина щелевого дренажа 0,9...1,2 м, уклоны 0,003...0,005, расстояния между дренами 35...45 м, длина дрен 200...300 м.

Открытый горизонтальный дренаж на сельскохозяйственных землях применяют там, где он допустим по условиям механизации работ. Открытые дренаи представляют собой каналы трапецеидального сечения, с глубиной в зависимости от нормы осушения, шириной по дну 0,4...0,6 м.

Глубокие редкие каналы предложены А. Д. Брудастовым для осушения болот грунтового и грунтово-напорного питания с мощностью торфа более 1 м, подстилаемого хорошо проницаемым песчаным грунтом. Каналы выполняют глубиной 2,5...3,0 м и врезают в подстилающий грунт на 0,3...0,5 м и более.

4.2. Ограждающая и проводящая сеть

Ограждающая осушительная сеть.

Ограждающая осушительная сеть предназначена для полного или частичного перехвата притока поверхностных или подземных вод, поступающего через внешние границы осушаемой территории. Для перехвата поверхностного притока со стороны внешнего водосбора применяют нагорные каналы. Поток подземных вод со стороны водосбора может быть перехвачен ловчим каналом, головной горизонтальной дренаей или ограждающим рядом скважин вертикального дренажа.

Для защиты от поступления на территорию фильтрационных вод из водоисточника применяют различные береговые дренажи: открытую или закрытую горизонтальную дренажную систему, ограждающий ряд скважин. Конструкция ограждающего элемента зависит от гидрогеологических условий, а при возможности применения нескольких конструкций – от технико-экономического сравнения вариантов.

Нагорный канал располагают по верховой границе осушаемой территории поперек направления поверхностного стока с водосбора. Собранную нагорным каналом воду отводят в ближайший открытый коллектор или в водоприемник. Особенности работы нагорного канала – крайне неравномерный режим, зависящий от снеготаяния и осадков, и большое количество наносов, поступающих с поверхностным стоком.

Ловчий канал располагают поперек притока грунтовых вод в местах выклинивания или малой глубины уровня грунтовых вод, обычно по линии перехода рельефа от террасы к пойме (рис. 9). Трасса ловчего канала вписывается в рельеф местности с плавными очертаниями и уклоном не менее 0,0005.

Глубину ловчего канала назначают из условия врезки его в водоносный пласт и достаточной глубины понижения уровня грунтовых вод. При глубине канала менее 2,5 м поперечное сечение канала обычно принимается трапецеидальным, а при большей глубине или в неустойчивых грунтах и торфяниках параболическим.

При поступлении на участок одновременно поверхностного и подземного притоков необходимо строить оба канала - нагорный и ловчий, причем нагорный канал располагают выше по склону для предохранения ловчего от поступления поверхностных вод. Совмещение функций обоих каналов в одном возможно при от-

сутствии наносов в поверхностном стоке и глубине ловчего канала не более 3 м.

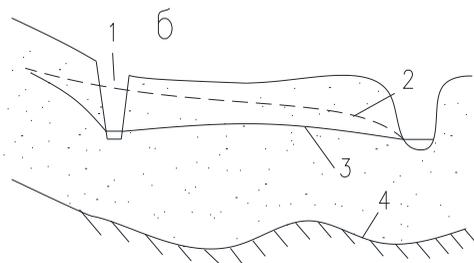


Рис. 9. Поперечный разрез по ловчему каналу:

1 – ловчий канал; 2 – уровень грунтовых вод до осушения;
3 – уровень грунтовых вод после осушения; 4 - водоупор

Головная дрена – это закрытая горизонтальная дрена для перехвата подземного притока со стороны водосбора (рис. 10, а). Её устраивают в тех же гидрогеологических условиях, что и ловчий канал, но по условиям использования земель открытый канал неприменим. Дрену строят чаще всего из гончарных труб диаметром не менее 125 мм, укладываемых в траншею с расчетным уклоном не менее 0,003 с гравийной обсыпкой толщиной 20...25 см и засыпаемых грунтом. Глубина закладки дрены доходит до 4 м.

Ограждающий вертикальный дренаж представляет собой линейный ряд скважин, расположенный вдоль границы поступления подземного притока на осушаемую территорию со стороны водосбора (рис. 10, б).

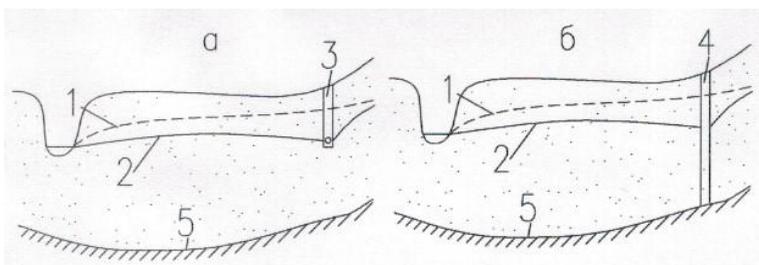


Рис. 10. Поперечный разрез по головной дрене:

а – горизонтальный дренаж; *б* – вертикальный дренаж
 1 – уровень грунтовых вод до осушения; 2 – уровень грунтовых вод после осушения; 3 – горизонтальная головная дрена;
 4 – вертикальная головная дрена; 5 - водоупор

Береговые горизонтальные дренажи применяют для перехвата фильтрационных вод со стороны водоприемника при высоком уровне воды в нем (рис. 11, *а*). Они бывают открытые и закрытые. Открытая дрена представляет собой канал, глубина которого ограничена устойчивостью грунтов (до 2...4 м), сечение трапециевидальное, заложение откосов определяется также грунтами. Степень возможного перехвата фильтрационного притока и ширина зоны осушения дренажной на защищаемой территории невелики ввиду ограниченной глубины дрены.

Береговой вертикальный дренаж применяют для защиты земель от подтопления со стороны рек, водохранилищ, крупных каналов (рис. 11, *б*).

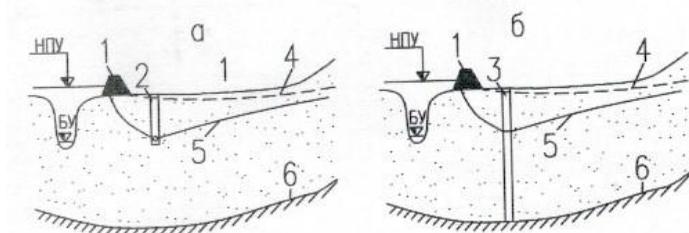


Рис. 11. Поперечный разрез по береговой дрене:

a – горизонтальный дренаж; *б* – вертикальный дренаж
 1 – дамба; 2 – горизонтальная головная дрена; 3 – вертикальная головная дрена; 4 – уровень грунтовых вод до осушения;
 5 – уровень грунтовых вод после осушения; 6- водоупор

Проводящая осушительная сеть.

Проводящая осушительная сеть предназначена для приема воды из регулирующей сети и отвода ее в водоприемник. Составными элементами проводящей сети являются закрытые и открытые коллекторы различных порядков и магистральный канал (рис. 12).

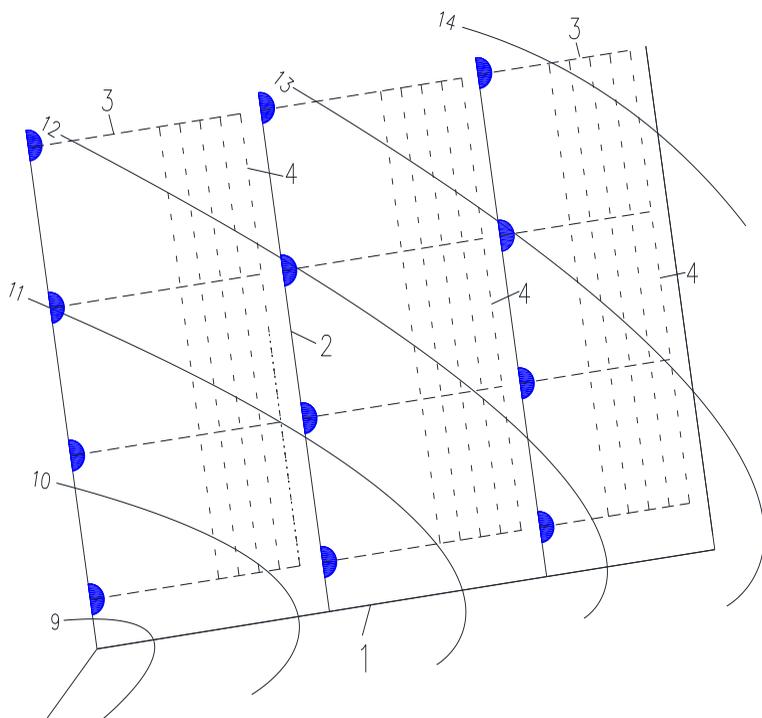


Рис. 12. Схема проводящей осушительной сети:

1 – магистральный канал; 2 – транспортирующие собиратели;
 3 – закрытые коллекторы; 4 – регулирующая закрытая сеть

Магистральные каналы и крупные открытые коллекторы проектируют кратчайшим путем к водоприемнику по самым низким отметкам местности, естественным ложбинам, тальвегам, а на торфяниках – по тальвегам минерального дна. Крупные коллекторы отводят воду в магистральный канал, но могут и самостоятельно впадать в водоприемник, если это сокращает протяженность сети. Каналы проектируют по возможности прямолинейно, с наименьшим числом поворотов, пересечений с дорогами, подземными коммуникациями, линиями электропередач. При впадении каналов в старшие или в водоприемник не должно возникать подпоров потока или происходить размывов русла.

На осушаемых участках между старшими открытыми коллекторами располагают младшие закрытые или открытые коллекторы, принимающие воду непосредственно из регулирующих элементов сети.

Расстояния между коллекторами определяют длинами элементов регулирующей сети.

При открытой проводящей сети форму поперечного сечения каналов принимают трапецеидальной в устойчивых грунтах и при глубине каналов не более 2,5 м, параболической – в неустойчивых грунтах и торфяниках или при глубине каналов больше 2,5 м. Размеры поперечных сечений проводящих осушительных каналов принимают конструктивно для малых каналов (с расходами до 0,5 м³/с). В остальных случаях проводят гидравлические расчеты каналов. Уклоны – 0,002...0,0003 магистральный канал, 0,0005 транспортирующий канал.

Расчетные расходы воды в каналах определяют гидрологическими расчетами. Модулем стока называют расход стока воды с единицы площади водосбора (м³/(с·км²), л/(с·га).

Закрытая проводящая сеть – закрытые коллекторы различных порядков. Они собирают воду из закрытой регулирующей сети – дрен и закрытых собирателей. Схема расположения коллекторной сети представлена на рис. 13.

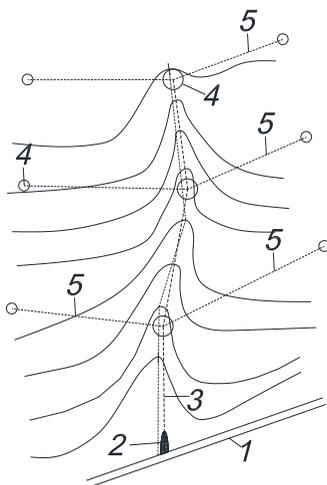


Рис. 13. Схема расположения коллекторной сети крупной дренажной системы:

1 – водоприемник; 2 – устье коллектора первого порядка; 3 – коллектор первого порядка; 4 – смотровые колодцы; 5 – коллекторы второго порядка; б – ось тальвега

Вопросы для самопроверки

1. Назовите элементы осушительной системы.
2. Каково назначение регулирующей сети?
3. Каково назначение ограждающей сети?
4. Для чего устраивается проводящая сеть?
5. Каково назначение водоприемника?
6. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является понижение их уровня.

7. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является ограждение от притока поверхностных вод.
8. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является ускорение поверхностного стока.

5. ВОДОПРИЕМНИКИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Водоприемники предназначены для приема воды из осушительной сети. Водоприемниками служат те же водотоки и водоемы, которые принимают естественный сток – это реки, озера, моря, водохранилища. Наиболее распространенными водоприемниками являются реки.

К водоприемникам предъявляют следующие требования: уровень воды в водоприемнике не должен создавать подпора в осушительной сети; для этого бытовой уровень воды в водоприемнике должен быть не выше бытового уровня впадающих каналов и хотя бы на 30...40 см ниже устьев закрытых коллекторов (рис. 14);

- водоприемник должен отводить расходы предпаводного и летнего паводков с уровнями на 20...30 см ниже уровней впадающих магистральных каналов;

- своевременно отводить воды весеннего паводка, не нарушая допустимую продолжительность затопления;

- расчетные уровни в водоприемнике должны располагаться ниже (на 50...70 см) осушаемой территории, чтобы обеспечить свободный отток с нее воды и понижение уровня грунтовых вод;

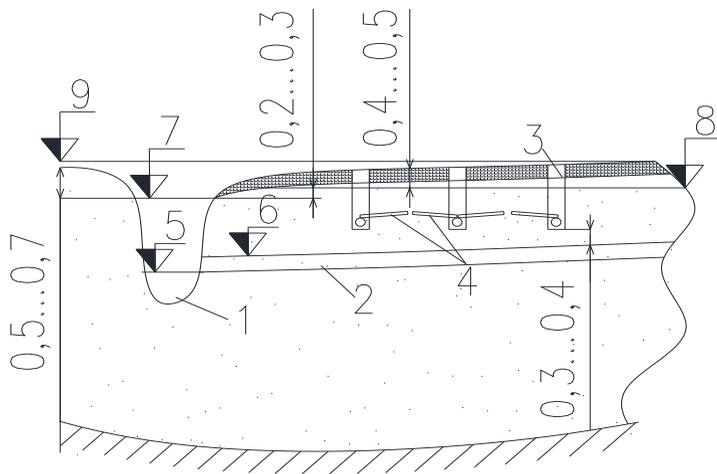


Рис. 14. Вертикальное сопряжение с водоприемником:

1 – река; 2 – магистральный канал; 3 – коллекторы; 4 – дренажи; 5 – бытовой уровень в реке; 6 – то же, в магистральном канале; 7 – расчетный уровень в реке; 8 – то же, в магистральном канале; 9 – весенний паводковый уровень

максимально допустимая продолжительность весеннего паводкового затопления в зависимости от возделываемых культур не должна превышать 25 сут;

затопление осушаемых земель водами летних паводков, как правило, не должно допускаться.

При впадении проводящих каналов в реку-водоприемник потери напора вследствие слияния потоков можно найти по формулам, м:

$$h = \frac{v_K^2}{2g} \left[\left(\frac{v_B}{v_K} - \cos \varphi \right)^2 + \sin \varphi \right], \quad (1)$$

при $\varphi = 90^\circ$

$$h = \frac{v_K^2 + v_B^2}{2g}, \quad (2)$$

$$\text{при } v_K = v_B \quad h = \frac{v^2}{g}, \quad (3)$$

где v_K и v_B - скорости соответственно во впадающем канале и водоприемнике, м/с; φ – угол, под которым канал подходит к водоприемнику.

Исходя из этого, глубина воды в водоприемнике должна быть ниже, чем во впадающих в него каналах.

Причины неудовлетворительного состояния водоприемников бывают естественные и искусственные. К естественным относят малые уклоны и глубины русла рек, недостаточное поперечное сечение, большая шероховатость, зарастание русла, завалы деревьями, кустарниками и другими природными материалами, обвалы берегов.

Искусственные причины связаны с деятельностью человека: наличие плотин, шлюзов, гидротехнических сооружений, недостаточные размеры сечений потока в мостах и трубчатых переездах. Действие осушительных систем увеличивает максимальные расходы воды и сокращает продолжительность паводка.

Деятельность по улучшению работы водоприемников называют их регулированием. Цель регулирования водоприемников – повышение их пропускной способности и понижение уровня воды в них. Моря, крупные реки, озера не регулируют. Небольшие озера могут быть расчищены, углублены, может быть усилен отток воды из них в вытекающие реки и ручьи. Для водохранилищ и прудов на стадии проектирования режим их работы увязывают с режимом работы осушительных систем.

В основном регулируют малые и средние реки-водоприемники. Методы регулирования направлены на устранение причин неудовлетворительного состояния водоприемника.

Устранение подпоров от сооружений. Должны быть ликвидированы остатки мельничных плотин, старых малых ГЭС. Мосты и трубчатые проезды с недостаточной пропускной способностью необходимо перестраивать. При невозможности их перестройки приходится искать пути переброски воды из верхнего бьефа сооружения в нижний, например, перекачивать ее насосной станцией.

Расчистка русла от завалов и растительности. Завалы русла поваленными и растущими деревьями, различным мусором расчищают средствами механизации. Часто русла рек зарастают подводной и прибрежной растительностью, которая увеличивает шероховатость русла, снижает скорость течения воды. Такую растительность можно уничтожить химическими средствами, но экологически безопаснее разведение травоядных видов рыбы (белый амур, толстолобик). Чтобы русло не зарастало, скорость течения воды в нем должна быть не менее 0,4 м/с.

Увеличение площади поперечного сечения. Проектируют и выполняют новое поперечное сечение русла, которое должно быть устойчивым. Форму сечения чаще принимают параболической, что соответствует естественным руслам. Для небольших рек в устойчивых грунтах возможна трапециевидальная форма сечения, а в разнородных грунтах - сложная.

Повышение устойчивости русла. На опасных участках - поворотах, при слиянии потоков, неравномерном течении расчетами проверяют устойчивость русла, опасность его размыва, отложения наносов, обрушения берегов. При необходимости создают новое

русло. Для небольших рек возможно крепление русла на отдельных участках.

Увеличение уклона русла. Для извилистых рек, имеющих в плане много извилин (меандр) увеличение уклона возможно за счет спрямления русла. Сокращение длины русла при сохранении разности высот начала и конца участка дает увеличение уклона реки. Трассу нового русла выбирают после сравнения вариантов сочетаний новых и старых участков по балансу земляных масс, гидравлическим характеристикам, экономическим показателям. Остающиеся неиспользованными участки русла, называемые старицами, должны быть засыпаны, спланированы, включены в хозяйственное использование. Опыт показал, что «решительное» спрямление русел приводит к негативному влиянию на окружающие земли: осухождению пойм, изменению местоположения русла, неудобному для местных жителей, уничтожению растительности в пойме и на прилегающих террасах и др. Применяют следующие способы спрямления русла, предложенные А.Д.Брудастовым (рис. 15): короткие систематические прокопы – новая трасса вписывается в существующее русло; решительное спрямление – новая трасса проходит за границами существующего русла; прокопы – спрямляются значительные излучины реки.

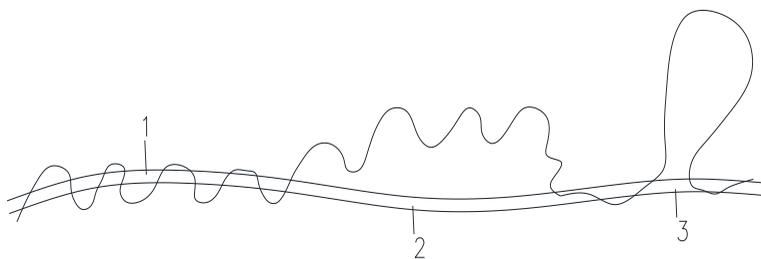


Рис. 15. Типы спрямлений:

1 – короткие систематические прокопы; 2 – решительное спрямление; 3 – прокоп

Новая трасса должна вписываться в общие очертания реки и иметь плавно изменяющуюся или прямолинейную форму. Следует иметь в виду, что прокопы, значительно сокращая длину русла реки, могут вызвать такое увеличение уклонов и скоростей, которое приведет к размывам русла и необходимости его крепления.

Наиболее размываемые участки рек – повороты русла. Устойчивость русла рек без крепления достигается приданием им радиусов поворота, соответствующих гидравлическим характеристикам потока и слагающим русло грунтам. Новое русло должно сохранять приданную форму и размеры в продольном и поперечном направлениях.

А.Ф.Печкуров рекомендует следующие формулы для радиуса закругления с учетом сопротивления грунта размыву:

для поперечно-устойчивого русла

$$r_{\min} = \frac{\alpha \cdot v^2}{g \cdot i}; \quad (4)$$

для продольно-устойчивого русла

$$r_{\min} = 0,23 \sqrt[3]{B \left(\frac{v^2}{d + c_i} i \right) R} - B, \quad (5)$$

где $\alpha=1,1$ – коэффициент; R – гидравлический радиус, м; v – скорость потока, м/с; $g = 9,81 \text{ М/с}^2$; i – уклон свободной поверхности паводковых вод; d – диаметр зерен грунта, м; $c_i = c/y$ – показатель структурного сцепления грунта в воде, для отсортированного песка $c_i=0$; B – ширина русла, м.

Из полученных значений радиуса поворота для продольной и поперечной устойчивости русла принимают наибольшее. Для рек с расходом более $5 \text{ м}^3/\text{с}$ А.Ф.Печкуров рекомендует определять радиусы закруглений по упрощенным формулам:

для поперечно-устойчивого русла

$$r_{\min} = 45R^3\sqrt{B} - B, \quad (6)$$

для продольно-устойчиво

$$r_{\min} = 100R^{1,5}. \quad (7)$$

Им предложена также приближенная зависимость радиуса поворота от ширины русла поверху $r = 10B$.

На закруглениях А.Ф Печкуров рекомендует увеличивать ширину русла за счет вогнутого берега, так как при одинаковой ширине на прямолинейных участках и на повороте русло размывается. Г. Пресс рекомендует увеличивать ширину русла на закругленных участках на 30%. Наибольший размыв вогнутого берега, по исследованиям И.Л. Розовского, смещается ко второй половине

закругления (ниже по течению), поэтому расширение русл должно приурочиваться к этой части берега.

На прилегающих к спрямленным руслам землях остаются староречья, затрудняющие движение машин, размещение полей севооборота. Поэтому следует засыпать или замыть вынутым из русла грунтом все старицы и понижения, произвести на них планировку и ввести их в севооборот. Нельзя надеяться на самозаиливание стариц, так как на это потребуется десятки лет.

Регулируемые реки-водоприемники отличаются разнообразными по форме, глубине и ширине поперечными сечениями, которые создают неравномерное движение воды, значительно снижают их пропускную способность. Поэтому руслу надо придавать равномерно изменяющееся и устойчивое сечение. Влияние изменчивости по длине поперечных сечений на пропускную способность русла можно оценить по формуле неравномерного движения Н.Н. Павловского

$$z_m - z_{m+1} = Q^2 \left[\xi \left(\frac{1}{\omega_{m+1}^2} - \frac{1}{\omega_m^2} \right) + \frac{1}{\bar{k}^2} \right], \quad (8)$$

где $z_m - z_{m+1}$ - разница уровней на участке длиной l (м) между створами с площадями живых сечений русла ω_m и ω_{m+1} (м²); \bar{k} - осредненное значение модуля расхода,

определяемое по зависимости $\bar{k} = \bar{\omega} C \sqrt{R} = \frac{Q}{\sqrt{J}}$;

$\bar{k}^2 = \bar{\omega}^2 C^2 R$; J - уклон при расходе воды Q ; ξ - коэффициент дополнительного сопротивления.

Установив глубину русла реки из условий вертикального сопряжения впадающей в нее осушительной сети, выбирают форму поперечного сечения с учетом устойчивости грунтов и пропускаемых расходов и с по-

мощью гидравлического расчета определяют ширину русла.

Естественные русла рек имеют криволинейные поперечные сечения.

Форму поперечного сечения русла принимают: в слабоустойчивых легких грунтах и хорошо разложившихся торфах – параболическую; в устойчивых минеральных грунтах и слаборазложившихся торфяниках – трапецеидальную; в разнородных грунтах – комбинированную (в верхних устойчивых грунтах – трапецеидальную, в слабоустойчивых грунтах в основании – параболическую), или параболическую по всему сечению, или трапецеидальную с разными заложениями откосов по глубине.

Сложные сечения в разнородных грунтах выполнять труднее, чем криволинейные.

На участках, которые требуют из условий устойчивости грунтов широких параболических или с пологими откосами русел, ложе водостока надо укреплять.

Параметры сечений параболической формы определяют из уравнения

$$p = 2m^2 H, \quad (9)$$

где p – параметр параболы; m – коэффициент заложения откоса; H – глубина потока при проходе расчетного межженного расхода, м.

Затем на план вдоль проектной трассы реки наносят ширину русла. Участки существующего русла, выходящие за пределы проектных бровок русла, старицы и расширения засыпают экскаваторами, бульдозерами или замыкают гидромониторами. Выправительные сооружения – струенаправляющие дамбы, как правило, в настоящее время не применяют, так как процесс кольматации долговременный и, кроме того, вода должна содержать большое количество наносов.

Уменьшение расходов воды, поступающих в основное русло в паводки, достигается постройкой водохранилищ и прудов на реке, притоках и водосборе, пропуском воды по оградительной сети или специально прорытому вдоль реки руслу (бифуркация) (рис. 16).

Водохранилища и пруды используют также для разведения рыбы и водоплавающей птицы, улучшения водоснабжения населения и промышленных предприятий, в противопожарных целях, для хозяйственных нужд и как места отдыха населения. Имеются примеры эффективного влияния водохранилищ на водный режим регулируемых рек (правый приток Днепра – р. Ирпень).

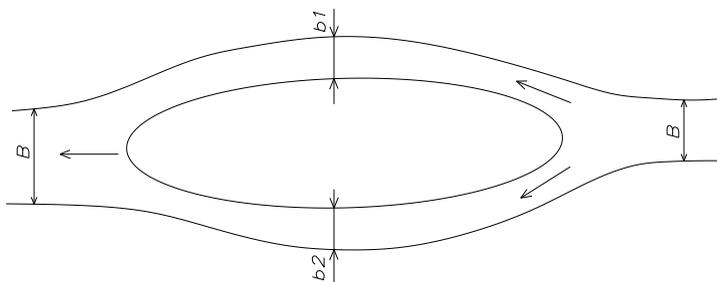


Рис.16. Деление русла реки

Задержание речного стока путем создания прудов и водохранилищ в верхнем течении реки, на притоках, на водосборе, что позволяет уменьшить паводковые расходы в реке, а водоемы могут быть использованы в хозяйственных целях и как источники воды в засушливые периоды.

Устройство разгрузочных каналов, которые проектируют в обход узкого участка реки, если он не может быть улучшен по различным причинам (располо-

жение на берегах каких-либо объектов, крупные мосты, сооружения и др.).

При составлении проектов по регулированию водоприемников должны быть учтены мероприятия на водосборе и в бассейне реки, которые могут существенно повлиять на ее режим: изменение площади пашни на водосборе, посадка или вырубка лесов, строительство дорог, населенных пунктов, ограждающих каналов, осушительных систем.

Вопросы для самопроверки

1. Какие элементы ландшафта могут быть водоприемниками?
2. Назовите требования, предъявляемые к водоприемникам.
3. Какие причины вызывают неудовлетворительное состояние водоприемника?
4. Какие мероприятия необходимо выполнить, если водоприемник находится в неудовлетворительном состоянии?
5. Перечислите методы регулирования рек - водоприемников.
6. Какой эффект дает спрямление трассы водоприемника в плане?
7. Какова цель увеличения поперечного сечения русла водоприемника?

6. МЕЛИОРАЦИЯ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЙМ ЗАТОПЛЯЕМЫХ И ПОДТОПЛЯЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Поймой называют пониженную часть долины реки или озера, периодически затапливаемую паводковыми водами. Поймы отличаются высоким плодородием почв, наличием влаги и возможностью дополнительного увлажнения в засушливый период. Поэтому поймы являются ценными сельскохозяйственными угодьями, используемыми в первую очередь для земледелия и под луга. Площади сельскохозяйственных угодий на поймах составляют десятки миллионов гектаров.

По происхождению поймы бывают древнеозерные и пониженно-равнинные. Древнеозерные поймы образовались путем заиления, зарастания и заторфовывания древних озер. Современные отложения подстилаются ледниковыми древнеаллювиальными образованиями. Пониженно-равнинные поймы образуются в долинах рек вдоль их русла. Строение этих пойм определяется режимом паводка. При растянутом паводке с небольшими скоростями воды равномерно осаждаются мелкие наносы, на них оказывают химическое воздействие почвенные воды с надпойменных террас. При этом образуются наиболее плодородные почвы с комковатой зернистой структурой. При быстрых коротких паводках

с большими пиковыми расходами и скоростями образуются неравномерные по площади и глубине отложения, в которых чередуются крупные и мелкие, неразложившиеся органические и минеральные наносы. Эти поймы называют слоистыми.

На пойменных землях встречаются все типы водного питания. В соответствии с ними намечают и методы мелиорации пойм.

Прибрежными низменностями являются приморские низинные побережья и мелководья равнинных водохранилищ. На этих низменностях большие площади затопления и подтопления вызваны низкими безуклонными берегами, приливно-отливными явлениями, ветровым нагоном волн, колебаниями уровней и другими причинами. Небольшое повышение уровня воды вызывает затопление широкой полосы побережья.

Таким образом, основные причины переувлажнения пойм и прибрежных низменностей – затопление, подтопление земель и невозможность самотечного отвода воды из осушительной сети.

Защита сельскохозяйственных земель от затопления. Затоплением называют поступление воды на поверхность земли, препятствующее ее хозяйственному использованию. Защитой от затопления служит обвалование территории, т. е. строительство ограждающих дамб. Обвалованная территория называется *польдером*.

Устройство польдеров необходимо на приморских равнинах, затапливаемых приливом или нагоном волны; в поймах рек, затапливаемых весенними или летне-осенними паводками на сроки, превышающие допустимые по условиям использования земель; на приозерных заболоченных низменностях и на затапливаемых территориях, примыкающих к водохранилищам, для ликвидации зон мелководья.

По местонахождению польдеры бывают приморские, пойменные, приозерные, приводохранищные.

Для регулирования водного режима на польдере проектируют осушительные системы в соответствии с типами водного питания. Эти системы называют польдерными. От обычных осушительных систем они отличаются наличием дамб обвалования. Отвод воды из осушительной сети в водоприемник на польдерах может быть самотечным, механическим и смешанным (рис. 17).

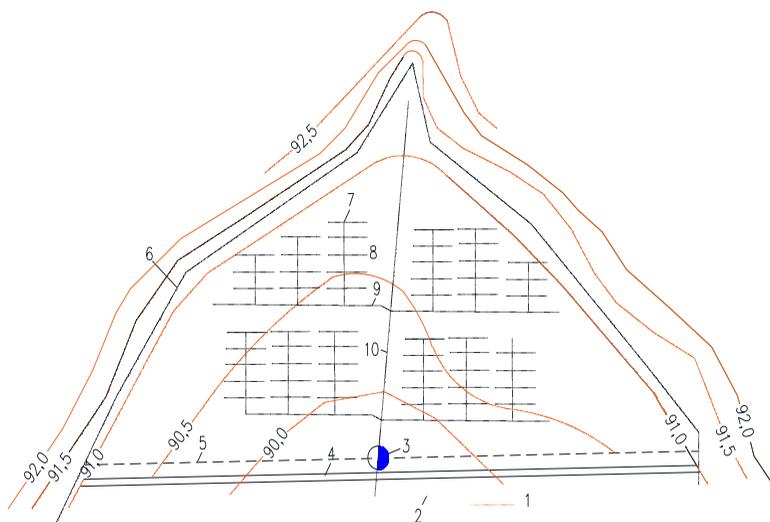


Рис. 17. Обвалованная территория:

1 – река; 2- урез берега до обвалования; 3 – насосная станция; 4 – дамба; 5 – береговой дренаж; 6 – нагорно-ловчий канал (дрена); 7 – коллектор второго порядка; 8 – дрены; 9 – коллектор первого порядка; 10 – магистральный канал

По типу гидрологического режима на защищаемой территории различают польдеры незатапливаемые,

затапливаемые и с регулируемым затоплением. Незатапливаемые польдеры устраивают на землях различного назначения, где не допускается затопление. Поэтому верх защитных дамб должен быть выше уровня воды в водоприемнике в паводок расчетной обеспеченности. Расчетная обеспеченность зависит от ценности защищаемых земель, её обосновывают технико-экономическими расчетами.

Затапливаемые польдеры применяют в случаях, когда допускается затопление весенним паводком и нужна защита от летне-осеннего паводка. Затапливаемый польдер устраивают при летне-осенних паводках ниже весенних; при продолжительности весеннего затопления, не превышающей допустимую по условию использования земель; при отсутствии на территории жилых и производственных построек; когда затопление необходимо по экологическим условиям для сохранения компонентов природы на пойме.

Высота дамб на затапливаемых польдерах должна быть ниже уровня весеннего паводка и выше расчетного уровня летне-осеннего паводка.

Польдеры с регулируемым затоплением необходимы, когда продолжительность затопления земель больше допустимой. Обычно такие польдеры устраивают на сельскохозяйственных землях, где регулируемое затопление способствует улучшению почв. Высота дамб регулируемого польдера должна быть выше максимального паводкового уровня расчетной обеспеченности, а для впуска и выпуска воды на территорию польдера в дамбах устраивают шлюзы-регуляторы.

Обвалованные территории могут располагаться с одной или двух сторон реки. Обвалованное русло рассчитывают по требуемой пропускной способности, а дамбы проверяют на устойчивость.

Польдеры вокруг озер и водохранилищ бывают односторонние и кольцевые, приморские польдеры – односторонние.

Защита сельскохозяйственных земель от подтопления. Подтоплением называют подъем уровня грунтовых вод выше допустимого по условиям использования земель, т. е. нарушение нормы осушения. Причинами подтопления земель на поймах и прибрежных низменностях могут быть: высокий уровень грунтовых вод в водоприемнике, фильтрация воды через тело дамбы и под дамбами, низкие отметки поверхности земли.

Фильтрация через тело дамбы может быть уменьшена или устранена противофильтрационными покрытиями верхового откоса или устройством непроницаемого экрана, ядра в теле дамбы. Фильтрацию под дамбами уменьшают путем устройства стенок и завес под основанием дамбы. Для перехвата фильтрационных вод применяют береговые (задамбовые) дренажи различных конструкций: горизонтальный открытый и закрытый, вертикальный, вакуумные.

Для защиты от подтопления повышают поверхность низменностей. Для этого используют метод естественного осаждения наносов и метод подачи пульпы (разжиженного грунта). При естественном осаждении наносов площадь разделяется валами на чеки, в которые подают речную воду. После осаждения наносов воду сбрасывают в реку по отводным каналам. Подачей и сбросом воды можно регулировать крупность осаждаемых наносов и формировать плодородный слой. Способ естественного осаждения (самоосаждения) наносов применяют на реках с высокой мутностью воды.

Разжиженный грунт намывают средствами гидромеханизации. Пульпа может быть получена размывом грунта струей воды на суше или разработкой под водой плавучими землесосными станциями. Эти работы целе-

сообразно совмещать с регулированием водоприемников. Пульпу по каналам, лоткам, трубопроводам транспортируют на участок намыва, где наносы осаждаются, а вода затем отводится. Намыв грунта намного дороже естественного осаждения наносов, но намного быстрее. При выборе метода повышения поверхности земли исходят из экономических соображений и конкретных экологических условий объекта.

Осушительные системы с механическим отводом воды из осушительной сети в водоприемник включают насосную станцию, предназначенную для перекачки воды в случаях, когда уровень воды в водоприемнике постоянно или периодически выше, чем необходимо для самотечного осушения. Такие условия встречаются на польдерных системах; на безуклонных территориях, подтапливаемых водами морей, рек, озер, водохранилищ; при осушении замкнутых впадин вместо строительства глубоких проводящих каналов; на пересечениях с дорогами и другими коммуникациями при экономической нецелесообразности переустройства водопропускных сооружений.

Для уменьшения количества откачиваемых вод целесообразно по возможности отводить воду самотеком в реку из отдельных элементов сети (ловчих и нагорных каналов, отдельных коллекторов) и задерживать часть стока на водосборе в прудах. Вода из прудов может быть отведена после спада паводка или использована в различных целях.

В зависимости от конкретных условий на системе может быть запроектирована одна или несколько насосных станций. Стоимость строительства и эксплуатации одной насосной станции всегда меньше, чем нескольких при одинаковой суммарной мощности. Но при сравнении вариантов следует учитывать возможное

уменьшение протяженности осушительной сети, продолжительность и равномерность отвода воды.

Приток воды к осушительной насосной станции неравномерен. Необходимую производительность насосной станции определяют по графикам расходов и уровней воды в устье магистрального канала и в водоприемнике. Расчетный расход откачки равен максимальному расходу в устье МК, а требуемый напор равен максимальной разности уровней в МК и водоприемнике. Проектная производительность насосной станции может быть существенно снижена путем устройства при насосной станции регулирующего бассейна для задержания пика паводка. При этом возможно экономическое сравнение вариантов производительности насосной станции и объема бассейна по их суммарной стоимости.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое затопление сельскохозяйственных земель и чем оно вызывается?
2. Когда применяются затопляемые дамбы, а когда незатопляемые?
3. Нарисуйте конструкцию дамбы обвалования.
4. Приведите примеры мелиорации затопляемых пойм.
5. Какие факторы вызывают подтопление сельскохозяйственных угодий?
6. Какие инженерные сооружения применяются для защиты земель от подтопления?
7. Что называется польдером?
8. Как определить зону влияния водохранилища после устройства плотины?
9. Опишите условия образования пойм.
10. Какие типы насосных станций применяются на польдерных системах?

7. УВЛАЖНЕНИЕ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Необходимость увлажнения осушаемых земель.

В гумидной зоне часто наблюдаются засушливые периоды, влияющие на развитие сельскохозяйственных культур. Так, даже в Ленинградской области за лето бывает 3...4 засушливых периода по 5...10 суток. В Московской области ежегодно бывают засушливые периоды по 10...20 суток, а 1 раз в четыре года – по 20...30 суток. На юго-западе России на границе с Украиной за лето бывает 5...6 периодов по 7...10 суток и более. Периодическая засушливость климата возрастает с северо-запада на юго-восток с усилением его континентальности. На осушенных торфяниках и лесных массивах засухи создают пожароопасную обстановку.

В центральных районах Нечерноземной зоны годовая сумма осадков составляет 500...650 мм, а за вегетационный период – в среднем 250...300 мм. Водопотребление сельскохозяйственных культур в этой зоне примерно равно 400...600 мм. Как видно, атмосферные осадки, за исключением влажных лет, не обеспечивают потребности растений в воде. Этот недостаток растения компенсируют из корнеобитаемого слоя, который увлажняется весной, а на землях с грунтовым типом водного питания – также из грунтовых вод, которые поднимаются под действием капиллярных сил. В засушливые годы дефицит влаги возрастает и не компенсируется

капиллярным подпитыванием. На минеральных почвах периодического переувлажнения с глубоким залеганием грунтовых вод необходимость искусственного увлажнения еще выше.

На переувлажненных землях осушительную сеть проектируют с расчетной обеспеченностью 5...15 %, т. е. на влажные годы, следовательно, в более сухие годы недостаток влаги по сравнению с неосушаемыми землями усиливается. Кроме того, осушение ориентируется на засухоустойчивую сельскохозяйственную культуру проектируемого севооборота, которая в наибольшей степени страдает от переувлажнения, поэтому влаголюбивые культуры страдают от переосушения. Таким образом, многие сельскохозяйственные культуры на осушаемых землях нуждаются в двухстороннем регулировании влажности в корнеобитаемом слое. Необходимость и расчетную обеспеченность увлажнения обосновывают технико-экономическими расчетами. Системы с двухсторонним регулированием водного режима называют увлажнительно-осушительными.

Эффективность увлажнения осушаемых земель зависит от вида сельскохозяйственной культуры, почв, типа водного питания, уровня агротехники. Наиболее отзывчивы на увлажнение овощи, травы. Высокий эффект получают на землях атмосферного и грунтового типов водного питания на минеральных почвах или маломощных торфяниках. В этих условиях повышение урожайности овощей может составить 30...40 %. Минимальный эффект от увлажнения получают на мощных низинных торфяниках с интенсивным питанием грунтовыми водами. Эффективность увлажнения сильно зависит от оперативности работы службы эксплуатации увлажнительно-осушительной системы, так как нужен постоянный контроль влажности почвы и четкое регулирование водного режима. Одновременно с водным и

воздушным режимами требуют регулирования остальные факторы плодородия почв и условий развития растений, поэтому системы двухстороннего регулирования целесообразно строить в хозяйствах, способных обеспечить высокий уровень агротехники.

Увлажнительно-осушительные системы относят к наиболее совершенным мелиоративным системам, так как они осуществляют комплексное регулирование водного и связанных с ним режимов. Эти системы могут быть в значительной степени автоматизированы. На них возможна организация водооборота, т. е. аккумуляция дренажных вод для повторного их использования без сброса в природные водоприемники.

Режим увлажнения осушаемых земель. В зависимости от вида сельскохозяйственных культур и конкретных природных условий экономически целесообразна обеспеченность увлажнения осушаемых земель 75...85 %. Расчётный режим увлажнения устанавливают для определенного расчётного года заданной обеспеченности. Показателем для выбора расчётного года служит разность между суммарным водопотреблением E и суммой осадков за вегетацию O_c . Обычно расчёты ведут для периода май-сентябрь, включающего вегетационные периоды большинства возделываемых на осушаемых землях культур.

Дефицит атмосферных осадков $E - O_c$ рассчитывают по данным наблюдений на ближайшей к участку гидрогеологической станции. Продолжительность наблюдений должна составлять не менее 25 лет.

В качестве расчётного принимают год с обеспеченностью (вероятностью превышения) дефицита 5...25 %, в зависимости от вида выращиваемых культур и эффективности увлажнения в данных условиях. Расчётная обеспеченность для крупных массивов должна обосновываться.

вываться технико-экономическими расчётами. Она составляет обычно 10%.

Оросительная норма M определяется по уравнению баланса влаги в расчётном слое почвы

$$M = E - O_C - \Delta W - g, \quad (10)$$

где ΔW – запасы влаги в расчётном слое, примерно равные 0,3...0,4 предельной полевой влагоемкости (ППВ); g – влагообмен между расчётными и подстилающими слоями почвы.

Оросительная норма определяется для каждой культуры севооборота. Для условий увлажнения шлюзование мощность расчетного слоя надо принимать на конец вегетации, когда она примерно составляет 0,6...0,7 м. К началу вегетации этот слой почвы предполагается насыщенным до ППВ, а к концу допускается снижение запасов влаги до 0,6...0,7 ППВ.

В условиях орошения дождеванием осушаемых земель мощность расчетного слоя следует принимать 0,3...0,5 м. Пределы регулирования влажности почвы должны составлять: свекла кормовая – 0,64...0,75 ПВ (ПВ - полная влагоемкость); капуста белокочанная – 0,66...0,80 ПВ; кукуруза на силос – 0,60...0,79 ПВ; картофель – 0,60...0,79 ПВ; многолетние травы – 0,65...0,78 ПВ.

Наиболее сложно определить на осушаемых землях влагообмен между расчетными и подстилающими его слоями почвы g . Достоверные данные об этой величине можно получить по данным лизиметрических наблюдений на массиве. При этом в лизиметрах необходимо моделировать проектный режим уровня грунтовых вод. Влагообмен можно определять также расчетным методом, используя законы передвижения влаги в почве при неполном насыщении. Можно также использовать

обобщенные данные полевых исследований, выполненные в аналогичных условиях.

Минимальные нормы осушения для рассматриваемых условий представлены в таблице 4.

Например, по предложению Б.С. Маслова водообмен подразделяют на две составляющие: капиллярное подпитывание (его удобно выразить в долях от суммарного водопотребления $\beta_1 E$) и инфильтрацию в грунтовые

4. Минимальные нормы осушения в условиях орошения пойменных земель дождеванием, м

Культура	Предпосевной период	Период вегетации
Свекла кормовая	0,5...0,6	1,0...1,3
Капуста белокочанная	0,5...0,6	0,9...1,0
Кукуруза на силос	0,5...0,6	1,1...1,2
Картофель	0,5...0,6	1,0...1,2
Травы на силос	0,3...0,4	1,0

воды части атмосферных осадков и полиных вод $\beta_2(Oc + M)$. На осушаемых землях оба эти процесса идут попеременно с учетом погодных условий и поливов. Коэффициенты β_1 и β_2 зависят от многих факторов, в том числе и от глубины грунтовых вод, капиллярных свойств почв и водопроницаемости. Для почв, образовавшихся на мощных хорошо осушенных низинных торфяниках примерные значения коэффициентов β_1 и β_2 приведены в табл. 5.

Капиллярное подпитывание практически прекращается, когда верх капиллярной каймы опускается ниже корнеобитаемой зоны, то есть $\beta_1 = 0$ при $h > a + h_k$, где h – глубина грунтовых вод, a – мощность корнеобитаемой зоны; h_k – высота капиллярного подъема.

5. Значения коэффициентов β_1 и β_2 для мощных торфяников (Б.С. Маслов)

Кэф фици енты	Глубина грунтовых вод, м				
	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
β_1	0,61...0,78	0,29...0,48	0,21...0,38	0,15...0,32	0,10...0,29
β_2	0,48...0,70	0,24...0,52	0,14...0,40	0,11...0,35	0,09...0,33

Инфильтрация части осадков и поливных вод также уменьшается с увеличением глубины грунтовых вод, но при глубинах, больших $(2,5...3)h_k$ становится практически постоянной и составляет 10...15 % объема водоподдачи, то есть при глубоких грунтовых водах $\beta_2 \approx 0,1...0,15$.

Судя по данным табл. 5 при глубине грунтовых вод около 1,3 м коэффициенты β_1 и β_2 численно совпадают, что говорит о примерном равенстве нисходящих и восходящих токов почвенной влаги. Такой режим водообмена называют скомпенсированным, потребность в увлажнении отпадает, но это верно при значительном притоке грунтовых вод со стороны.

Вертикальный водообмен можно представить в виде равенства

$$g = \beta_1 E - \beta_2 (Oc + M). \quad (11)$$

С учетом этого равенства оросительную норму можно представить в виде

$$M = \frac{1 - \beta_1}{1 - \beta_2} E - Oc - \frac{\Delta W}{1 - \beta_2}. \quad (12)$$

Для определения оросительной нормы брутто необходимо учитывать потери из оросительной сети.

Для расчета водопотребления на осушаемых пойменных землях при дополнительном увлажнении можно использовать формулу В.В. Пчелкина:

$$E_B = K_B \cdot \alpha \cdot a \cdot d_S^b, \quad (13)$$

где E_B – водопотребление на осушаемых пойменных землях при дополнительном увлажнении, мм/дек; K_B – биологический коэффициент, учитывающий биологические особенности сельскохозяйственных культур, (см. табл.6); α – коэффициент, учитывающий микроклиматические условия пойм (табл. 7); a , b – коэффициенты уравнения агрессии, характеризующие вид сельскохозяйственной культуры и природно-климатическую зону (табл. 8); d_S – среднедекадные дефициты влажности воздуха, мб/дек.

При разработке режима увлажнения необходимо знать зависимость формирования урожайности растений от динамики влажности почвы, период вегетации. С этой целью использована формула накопления продуктивности, предложенная В.В.Шабановым.

Оросительные нормы определяют из баланса запасов влаги в расчетном слое за период вегетации, обычно для полевых культур они составляют 1...3 тыс. м³/га. При обосновании величины оросительной нормы следует иметь в виду, что при осушении и тем более увлажнении усиливается промываемость почвы, что отрицательно влияет на ее плодородие, требует повышенных доз удобрений, увеличивает дренажный сток. Поэтому дополнительное увлажнение должно быть минимальным, рассчитанным с учетом максимально возможной компенсации промывного влагообмена капиллярным подпитыванием из грунтовых вод. По результатам научных исследований, чтобы не ухудшить почвообразовательный процесс рекомендуют в среднем за многолетний период в Нечерноземной зоне принимать оросительные нормы не более 10...15 % годовой суммы впитавшихся осадков.

Оросительную норму в течение поливного периода распределяют в соответствии с балансовыми расчетами запасов влаги в расчетном слое по коротким периодам. Для большинства полевых культур расчетный слой составляет 0,2...0,6 м, а пределы регулирования влажности в нем – от 0,65...0,75 до 0,85...1,00 полной влагоемкости. Поливные нормы обычно составляют 150...400 м³/га.

6. Биологические коэффициенты сельскохозяйственных культур на осушаемых землях

С/х культура	Глубина грунтовых вод (м)	Май			Июнь			Июль			Август			сентябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Свекла кормовая	0,5...1,8	-	-	0,79	0,87	0,93	0,95	0,99	1,01	1,02	1,01	1,00	0,97	0,94	0,88	0,82
Капуста	0,5...1,6	-	-	0,73	0,81	0,88	0,93	0,97	0,99	1,00	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
Многолетние травы	0,5...1,4	0,56	0,78	0,97	1,00	0,85	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,80	0,73
Кукуруза	0,8...1,6	-	-	0,77	0,84	0,89	0,93	0,95	0,97	1,00	0,94	0,92	0,87	-	-	-
Картофель	0,7...1,6	-	-	0,78	0,83	0,90	0,95	0,98	0,99	1,00	0,99	0,97	0,94	0,89	-	-

7. Микроклиматические коэффициенты α для расчета суммарного водопотребления

Интенсивность водопотребления, мм/дек	0...20	20...40	40...60	60...80	80...100
α	1,00	0,94	0,93	0,91	0,90

2.5.43. Эмпирические коэффициенты a и b

Сельскохозяйственная Культура	a	b
Свекла кормовая	0,91	0,93
Многолетние травы	1,38	0,79
Капуста	1,38	0,80
Кукуруза на силос	1,38	0,84
Картофель	1,38	0,78
Почвы без культуры	1,38	0,68

Методы и способы увлажнения осушаемых земель. Для увлажнения осушаемых земель применяют регулирование уровня грунтовых вод (подпочвенное увлажнение) и дождевание.

Подпочвенное увлажнение осуществляют через дрены двумя способами: задержанием дренажного стока в сети и подачей оросительной воды в дрены. Задержание дренажного стока называют шлюзованием осушительной сети. Обеспечивают его с помощью шлюзов-регуляторов, которые устанавливают на магистральных каналах и коллекторах для перекрытия стока и поднятия уровня воды в них. Этим создается напор в устьях дрен, под действием которого вода поступает через дрены в грунт, повышая уровень грунтовых вод в междренье.

Для подачи воды в истоки дрен устраивают оросительные каналы или трубопроводы, проходящие по

командующим отметкам увлажняемых участков и грунт и повышает уровень грунтовых вод.

Возможность своевременного подпочвенного увлажнения зависит от скорости подъема уровня грунтовых вод, которая зависит от водно-физических свойств почвы и грунта. Если дрены, запроектированные для целей осушения, не обеспечивают требуемой скорости подъема уровня грунтовых вод, междренные расстояния уменьшают или применяют другие способы увлажнения. Практика проектирования таких систем показала, что для условий увлажнения требуемые расстояния между дренами обычно на 20...30 % меньше, чем для условий осушения. Если различие больше, то подпочвенное увлажнение экономически нецелесообразно. Однако, в каждом конкретном случае нужно экономическое обоснование. При обосновании следует также учитывать, что при подпочвенном увлажнении как шлюзованием, так и подачей воды в дрены, затраты воды в 1,5...2.0 раза превышают требуемое количество воды для увлажнения расчетного слоя. Это объясняется тем, что при подъеме уровня грунтовых вод надо увлажнить до полной влагоемкости и слой грунта ниже расчетного слоя.

Подпочвенное увлажнение осушаемых земель можно применять на землях грунтового и грунтово-напорного типов водного питания, в хорошо проницаемых грунтах, при уклонах дрен не более 0,005, при достаточном количестве воды.

Достоинства этого метода: сравнительно небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, сокращение сброса дренажной воды. Недостатки: неравномерность увлажнения по площади, недостаточная оперативность управления процессом увлажнения, часто недостаток воды на системе.

Для подачи оросительной воды при поливе дождеванием на осушаемой площади требуется строитель-

ство отдельной оросительной системы. Расположение элементов и параметры оросительной системы увязывают с элементами осушительной системы (рис. 18).

Дождевание дает возможность оперативного регулирования влажности почвы. Такие мелиоративные системы сложны и дороги. Для снижения стоимости оросительной системы целесообразно применять несложную и подвижную дождевальную технику, так как производительность ее в зоне достаточного увлажнения используется не полностью. Применяют дальнеструйные аппараты на стационарной сети, машины типа ДДН, ДДА, Волжанка, возможно использование среднеструйных аппаратов на разборной сети. Применение широкозахватной техники ограничено мелкоконтурностью угодий и излишней производительностью дождевальных машин.

Дождевание дает возможность оперативного регулирования влажности почвы. Такие мелиоративные системы сложны и дороги. Для снижения стоимости оросительной системы целесообразно применять несложную и подвижную дождевальную технику, так как производительность ее в зоне достаточного увлажнения используется не полностью. Применяют дальнеструйные аппараты на стационарной сети, машины типа ДДН, ДДА, Волжанка, возможно использование среднеструйных аппаратов на разборной сети. Применение широкозахватной техники ограничено мелкоконтурностью угодий и излишней производительностью дождевальных машин.

Достоинства дождевания: возможность регулировать слой увлажнения и величины поливных норм, высокая степень оперативности. Недостатки: высокие капитальные и эксплуатационные затраты, неполное использование возможностей дорогостоящей техники, оборудования.

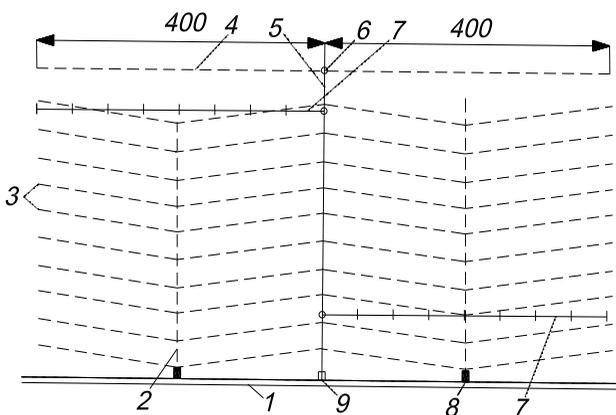


Рис.18. Схема осушительно-увлажнительной сети при поливе с помощью машины «Волжанка»:

1 – магистральный осушительный канал; 2 – закрытый коллектор; 3 – дрена; 4 – напорный трубопровод; 5 – оросительный трубопровод с гидрантами через 18 м; 6 – гидрант-водовыпуск; 7 – дождевальное крыло; 8 – устьевое сооружение; 9 – водовыпуск (размеры в м).

Вопросы для самопроверки

1. Объяснить в каких случаях применяют дождевание, а в каких шлюзование?
2. Напишите уравнение водного баланса расчетного слоя почвы.
3. Приведите схемы осушительно-увлажнительных систем, известных вам.
4. Что такое норма увлажнения при шлюзовании?
5. Пояснить метод определения расстояний между дренами при работе их в режиме увлажнения.
6. Перечислите достоинства и недостатки применения широкозахватных дождевальных машин.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА В РАЗДЕЛЕ "ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ"

Данный раздел включает выполнение курсового проекта "Осушение объекта сельскохозяйственных угодий" применительно к гумидной зоне.

Целью выполнения курсового проекта является ознакомление студентов с литературой и получение навыков проектирования осушительных систем в условиях нечерноземной зоны Российской Федерации.

Основными задачами курсового проекта являются:

1. Анализ природно-климатических условий и определение типа водного питания.
2. Установление метода осушения и проектирование осушительной сети в плане.
3. Гидрологические и гидравлические расчеты магистрального канала и коллектора.
4. Построение продольных профилей.
5. Обоснование целесообразности строительства осушительной системы.

Состав и оформление курсового проекта

Курсовой проект включает в себя: пояснительную записку, план осушительной системы, продольные профили. Записка должна иметь оглавление и список используемой литературы. Продольные профили и рисунки, следует выполнять на миллиметровой бумаге в карандаше. На плане осушительной системы открытые каналы необходимо обозначать синими сплошными линиями, закрытые коллекторы пунктирными линиями простым карандашом, а дрены и закрытые собиратели

тонкими сплошными линиями. Следует показать дороги и сооружения на плане условными обозначениями.

Курсовой проект должен содержать следующие разделы:

Введение.

1. Природно-климатические условия объекта.
Типы водного питания.
2. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму осушаемых земель.
3. Установление метода осушения. Схема осушения объекта.
4. Расчет расстояний между дренами и закрытыми собирателями
5. Проектирование осушительной сети в плане.
6. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.
7. Гидрологический расчет магистрального канала.
8. Конструкции, гидравлический расчет элементов осушительной сети.
А) Магистральный канал.
В) Закрытый коллектор.

.Введение

Изложить кратко общие задачи мелиорации, и конкретно в области осушения. Указывается местоположение участка осушения, а также как участок использовался до осушения и как планируется использовать после осушения. Какие результаты планируется получать в результате проведения мелиоративных работ.

8.1. Природно-климатические условия объекта.

Типы водного питания

В данном разделе необходимо описать природно-климатические условия объекта осушения: местоположение, континентальность, климат, рельеф поверхности, геологическое строение и гидрогеологические условия, почвенный и растительный покров.

Климатические и почвенные условия района расположения объекта осушения выписываются студентом из справочника (6, с. 8-36). Административная область расположения участка дается в задании.

На основании анализа природных условий и типов водного питания устанавливаются причины заболачивания. Типы водного питания определяем, используя литературу (3, с. 230-234) и гидрогеологические разрезы. Пример оформления гидрогеологического разреза показан на рис.19.

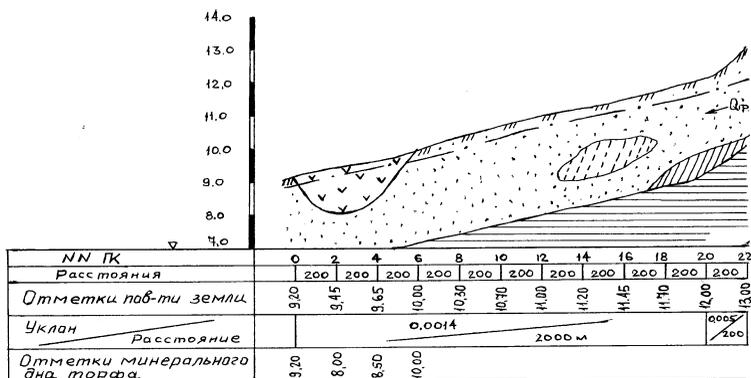


Рис. 19. Гидрогеологический разрез

Для примера рассмотрим гидрогеологический разрез на рис. 1. Участок заболачивания расположен в пойме реки, грунты хорошо водопроницаемые с коэффициентом фильтрации 1,0 м/сут, которые подстилаются во-

доупором. Грунтовые воды расположены близко к поверхности земли (0-0,5 м). Имеет место поток грунтовых вод со стороны внешнего водосбора, который в несколько

раз превосходит заболачиваемую территорию. Из анализа природных данных рассматриваемого массива можно сделать вывод, что имеет место грунтовый тип водного питания: подтип-приток грунтовых вод с водосбора (6, с. 8-36).

8.2. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму осушаемых земель

При описании данного раздела, во-первых, следует подробно изложить, требования сельскохозяйственных культур к водному режиму осушаемых земель, а именно к влажности почвы, режиму грунтовых вод (нормам осушения), времени допустимого затопления в весенний и летне-осенний периоды, сроки оттаивания почвы, начало проведения весенне-полевых работ; во-вторых, требования сельскохозяйственного производства к осушительным системам. На землях, подлежащих осушению, необходимо создать правильную организацию территории. Осушительная сеть должна обеспечить нарезку полей севооборота прямоугольной формы. Каналы осушительной сети должны проходить по границам полей. Влажность почвы должна соответствовать несущей способности используемой техники (3, с. 223-230).

8.3. Установление метода осушения. Схема осушения объекта

По типу водного питания и планируемому использованию осушаемых земель, студент должен определить

метод осушения, который является принципом воздействия на факторы переувлажнения корнеобитаемого слоя почвы. Далее следует установить способ осушения, то есть способ сбора и отвода избыточных поверхностных и подземных вод осушаемых земель. Это сочетание технических средств и агротехнических приемов для осушения земель.

В таблице 9 даны методы и способы осушения земель в зависимости от типов водного питания.

Определив методы и способы осушения, на плане объекта масштаба 1:5000 намечают принципиальную схему осушения и определяют расположение проводящей сети.

В схему осушительной сети должны быть включены:

1. Регулирующая осушительная сеть, которая регулирует водно-воздушный и другие режимы почвы в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственного производства путем отвода избыточных вод;
2. Проводящая сеть, которая принимает воду из регулирующей и иногда из оградительной сети и отводит ее в водоприемник;
3. Оградительная сеть, перехватывающая полностью или регулирующая поступление поверхностных или грунтовых вод на осушаемую территорию с прилегающих водосборов, из рек и водохранилищ;
4. Водоприемник, который принимает и отводит воду со всей осушаемой территории, из всей впадающей в него сети;
5. Дорожная сеть, обеспечивающая эксплуатационное обслуживание осушительной сети и сооружений на ней, а также оптимальное хозяйственное функционирование осушительной системы.

9. Методы и способы осушения земель в зависимости от типов водного питания

Тип водного Питания	Метод осушения		Способ осушения
	Основной	Дополнительный	
1	2	3	4
Атмосферный	Ускорение поверхностного стока	Повышение инфильтрационной и аккумуляющей способности	Открытые собиратели, закрытые собиратели; агромелиоративные мероприятия
Грунтовый	Понижение уровней грунтовых вод (ускорение внутреннего стока).	Перехват потока грунтовых вод, со стороны внешнего водосбора	Открытые осушители: закрытый горизонтальный дренаж; ловчие каналы
Грунтово-напорный	Понижение пьезометрических уровней и уровней грунтовых вод на объекте	Понижение пьезометрических уровней за пределами объекта осушения	Глубокий горизонтальный (открытый и закрытый) дренаж. Устройство водозаборов подземных вод
Склоновый (делювиальный)	Перехват на границе объекта склонового поверхностного стока	Уменьшение притока поверхностных вод со стороны внешнего водосбора	Закрытые собиратели; нагорные каналы; комплекс противозрозионных мероприятий

			на склоне
Намывной (аллювиальный)	Ускорение руслового паводкового стока, защита территории от затопления	Разгрузка реки (озера) системой мероприятий по регулированию и перераспределению стока	Регулирование рек – водоприемников; обвалование рек, озер; устройство нагорно-ловчих каналов; устройство водохранилищ на реке и ее притоках; переброска части стока в бассейн другой реки

8.4. Расчет расстояний между дренами и закрытыми собирателями

Одним из основных параметров регулирующей сети, является расстояние между дренами (закрытыми собирателями). Студенту предлагается, по данным определенным заданием, выполнить данный расчет. Пример расчета расстояний между дренами. Расчетная схема дана на рис.20.

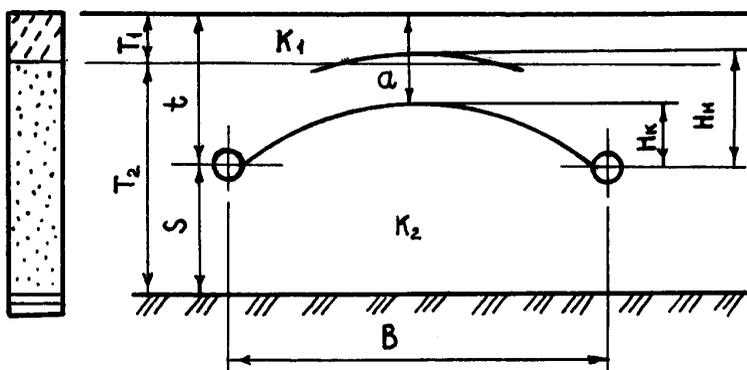


Рис. 20. Схема к расчету расстояний между дренами

Исходные данные: $T_1=0,3$ м; $T_2=3,0$ м; $\kappa_1=1,0$ м/сут; $\kappa_2=1,1$ м/сут; $H_n=1,0$ м; $H_k=0,5$ м; $a=0,7$ м; $e=1$ мм/сут; $t=1,1$ м; $d=0,005$ м; $T=10$ сут. Московская область.

Так как имеет место неглубокое залегание водопора ($B/T \geq 3$) расстояние между дренами определяем по формуле С.Ф. Аверьянов:

$$B=2H_0 \sqrt{\frac{K}{q} \left(1 + \frac{2S}{H_0}\right) \alpha} \quad (14)$$

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2S}{B} 2,94 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2S}}}; \quad (15)$$

где

H_{ϕ} - действующий напор, равный 0,5 ($H_{н} + H_{к}$);

$H_{н}$ - начальный напор, м;

$H_{к}$ - напор в конце расчетного периода, м;

K - приведенный коэффициент фильтрации слоя грунта, мощностью $t+S$, м/сут;

q - среднесуточный приток воды к дренам за расчетный период, м/сут;

S - расстояние от дрены, до водоупора, м;

t - глубина заложения дрены, м;

d - расчетный диаметр дрена, равный диаметру фильтрующей отсыпки, м.

Среднесуточный приток к дренам определяются по формуле:

$$q = \frac{H_p}{T}, \quad (16)$$

где

H_p - расчетная высота слоя воды заданной обеспеченности, который должен быть отведен за расчетный период,

м;

T - время отвода слоя воды H_p , $T = (10-15)$ сут,

$$H_p = H_b + \mu a + \sum H_0 - eT \quad (17)$$

где

H_v – слой воды на поверхности после схода паводковых вод, таяние снега или выпадения обильных осадков, при мероприятиях по организации поверхностного стока из микропонижений, принимаем - 0,02;

μ – коэффициент водоотдачи;

A – норма осушения в расчетный период, м;

$\sum H_0$ – осадки, выпавшие за расчетный период, м;

Так как данные по осадкам (H_0) за расчетный период (T^1) отсутствуют, выполняем прикидочный расчет. За год в Московской области в среднем выпадает 680 мм осадков, тогда

$$\sum H_0 = \frac{680}{365} \times 10 = 18,6 \text{ мм}$$

Коэффициент водоотдачи (μ) в слое (a) определяем по формуле А.И.Ивицкого:

$$\mu = 0,056 \sqrt{K} \times \sqrt[3]{a},$$

$$\mu = 0,056 \sqrt{1,06} \times \sqrt[3]{0,7} = 0,052,$$

где

K – коэффициент фильтрации в слое (a),

$$K = \frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$K = \frac{1,0 \times 0,3 + 1,1 \times 0,4}{0,3 + 0,4} = 1,06 \text{ м/сут}$$

$$H_p = 0,02 + 0,052 \times 0,7 + 18,6 \times 10^{-3} - 1 \times 10 \times 10^{-3} = 0,065 \text{ м},$$

$$q = \frac{0,065}{10} = 0,0065 \text{ м/сут},$$

Действующий напор

$$H_\delta = 0,5(H_n + H_k) = 0,5(1,0 + 0,5) = 0,07 \text{ м}$$

Для определения B задаемся различными его значениями, до тех пор, пока заданная величина B и расчетная не совпадут.

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2 \times 2,2}{35} \times 2,94 \ell g \frac{1}{\sin \frac{3,14 \times 0,05}{2 \times 2,2}}} = 0,482$$

$$B = 2 \times 0,75 \sqrt{\frac{1,06}{0,0065} \left(1 + \frac{2 \times 2,2}{0,75}\right) \times 0,482} = 35,3 \text{ м}$$

Принимаем расстояние между дренами 35 м.

Пример расчета расстояний между закрытыми собирателями. Расчетная схема дана на рис.21.

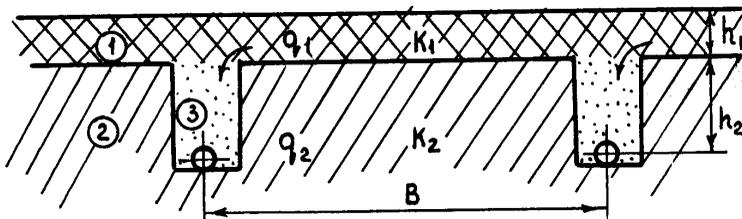


Рис. 21. Расчетная схема закрытых собирателей:

- 1 - пахотный слой; 2 - подпахотный слой;
- 3 - траншейная засыпка

Исходные данные: $K_1=0,4$ м/сут; $K_2=0,1$ м/сут; $h_1=0,3$ м; $h_2=0,8$ м; $e=1$ мм/сут.

Расчет расстояний между закрытыми собирателями определяется по времени освобождения пахотного слоя от избыточной влаги. Расчет ведем по формуле Х. А. Писарькова, уточненной С. Ф. Аверьяновым и К. А. Мяги:

$$T = \frac{\mu \cdot B \cdot \arctg x}{\sqrt[3]{K_1(e+q_2)}}, \quad (18)$$

$$x = \frac{2 \square \times \sqrt{K_1}}{B \sqrt{e+q_2}}, \quad (19)$$

где K_1 – коэффициент фильтрации горизонта, м/сут;
 K_2 – тоже подпахотного горизонта, м/сут;
 h_1 и h_2 – слой почвы пахотного и подпахотного горизонтов;
 e – интенсивность испарения влаги из пахотного слоя, м/сут;
 q_2 – интенсивность поступления воды в закрытый собиратель из подпахотного слоя, м/сут.

$$q_2 = \frac{4 \times K_2 \times \square_2}{B^2} = \frac{4 \times 0,1 \times 0,8}{12^2} = 0,00222 \text{ м/сут}, \quad (20)$$

$$x = \frac{2 \times 0,3 \times \sqrt{0,4}}{12 \sqrt{0,001 + 0,00222}} = 0,557$$

Коэффициент водоотдачи для верхнего слоя определяем по формуле:

$$\mu = 0,115 K^{3/8} \times \square_1 = 0,115 \times 0,4^{3/8} \times 0,3^{3/4} = 0,033, \quad (21)$$

$$T = \frac{0,033 \times 12 \times \arctg 0,557}{\sqrt[3]{0,4(0,001 + 0,00222)}} = 1,84 \text{ сут}$$

Сравниваем рассчитанный срок отвода влаги из пахотного слоя с допустимым значением, равным $[T] \leq 2$ сут. Следовательно, при $B=12$ м закрытые собиратели обеспечивают своевременный отвод воды из пахотного слоя.

8.5. Проектирование осушительной сети в плане Проводящая сеть

План осушительной сети представлен на рис. 22. На болотах трасса канала должна проходить по тальвегам минерального дна. На расположение магистрального канала в плане оказывает влияние конфигурация осушаемой территории. Протяженность магистральных каналов

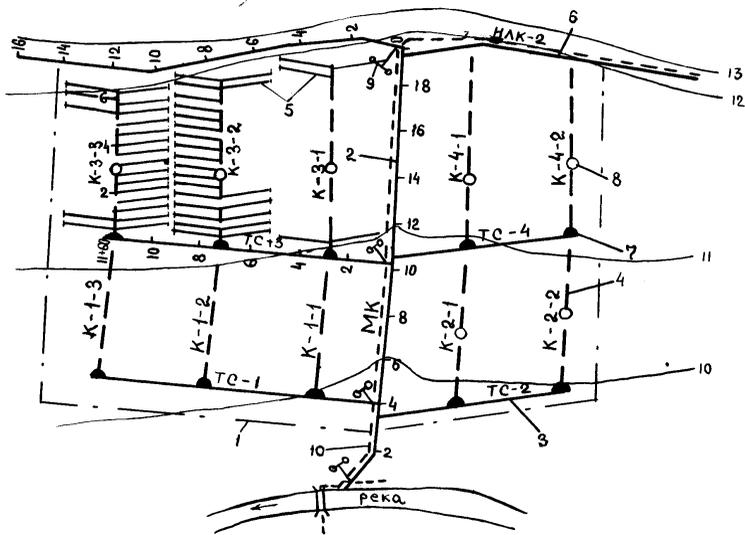


Рис. 22. План осушительной сети

1 - граница заболоченной территории; 2 - магистральный канал; 3 - транспортирующий собиратель; 4 - коллекторы закрытой сети; 5 - дрены; 6 - нагорно-ловчий канал; 7 - устья на коллекторах; 8 - колодцы осушительной сети; 9 - трубчатый переезд; 10 - дорога; 11 - мост магистрального канала, который рекомендуется проводить по самым низким отметкам осушаемого объекта, или по тальвегу поверхности

должна быть минимальной по возможности, прямолинейной с наименьшим количеством пересечений дорог, подземных коммуникаций, линий электропередач и т. п. Повороты в плане следует делать не более чем на 60° , то есть внутренний угол должен быть равен или больше 120° . Сопряжение проводящих каналов низших порядков с принимающими каналами должна быть под углом от 60° до 90° , с закруглением устья. Длина магистрального канала обычно не ограничивается. Она определяется уклоном местности и формой участка. Проектирование осушительной сети в плане необходимо начинать с трассирования.

Длина транспортирующих собирателей, как правило, не превышает 1,5-2,0 км.

Расположение коллекторов в горизонтальной плоскости определяется принятой схемой расположения закрытой регулирующей сети. При поперечной схеме (рис. 2.44, а) коллектор проходит по наибольшему уклону поверхности, а при продольной (рис. 23, б) - под углом к горизонталям поверхности с обеспечением его минимального уклона.

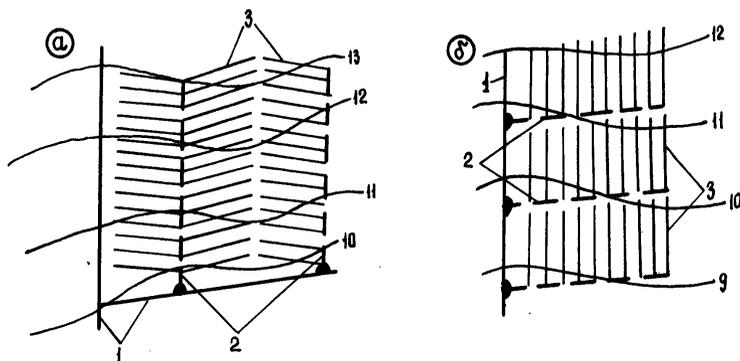


Рис. 23. Поперечная (а) и продольная (б) схемы расположения дренажа:

1- открытые каналы; 2- закрытый коллектор; 3 - дрены

Коллекторы следует проектировать, по возможности, с меньшим количеством поворотов и по кратчайшему пути до канала высшего порядка.

Для предотвращения размыва траншейной засыпки коллекторов их трассы необходимо смещать от оси тальвега. Регулирующая сеть сопрягается непосредственно с коллектором, если диаметр его не превышает 200 мм. В противном случае должен быть устроен вспомогательный коллектор.

Соединение закрытых коллекторов с открытыми каналами осуществляется с помощью устьевых сооружений. При повороте коллекторов в плане и вертикальной плоскости устраиваются смотровые колодцы.

Длина коллекторов при малых уклонах местности ограничивается допустимой разницей глубин коллектора в истоке и устье не более 0,5 м и минимально допустимым уклоном 0,001...0,002 следовательно, предельная длина коллектора в этом случае будет 250...500 м. Поэтому, в таких случаях исходят из условия двухстороннего впадения закрытых коллекторов в открытые каналы.

Длина закрытых коллекторов назначается с учетом уклона поверхности земли по трассе коллектора и конфигурации осушаемой территории. Рекомендуется пользоваться данными таблицы 10.

10. Длина закрытого коллектора в зависимости от уклона местности по трассе коллектора

Уклон поверхности земли				
0	до 0,001	до 0,002	до 0,003	более 0,003
Максимальная длина закрытого коллектора, (м)				
250-500	500 ...600	600...700	700...800	800...1200

Регулирующая сеть

Типы регулирующей сети в зависимости от типа водного питания и метода осушения даны в таблице 5.

Закрытые собиратели проектируются только по поперечной схеме. Систематический дренаж проектируется как по поперечной, так и по продольной схеме, в зависимости от уклона местности.

Максимальная длина дрен не должна превышать 200 м (250 м). Дрены вводят в закрытые коллекторы с одной или с двух сторон в зависимости от рельефа местности.

Данные, которыми необходимо руководствоваться при проектировании элементов регулирующей сети в плане, сведены в таблицу 11.

Существуют две схемы расположения регулирующей сети в плане - продольная и поперечная (рис. 5).

11. Нормативы требования по проектированию регулирующей сети

Элементы осушительной сети	Минимальный допустимый уклон дна	Уклон местности в направлении трассы элемента	Длина элемента (м)
Дрены	0,003	Без уклона	50...100
		До 0,0005	100...120
		До 0,001	120...140
		До 0,0015	140...160
		До 0,002	160...180
		До 0,003	180...200
		>0,003	До 250
Закрытые собиратели	0,003	То же	То же

Для более эффективной работы осушительной сети расположение ее приурочивают к наиболее пониженным элементам рельефа местности. На землях с грунтовым типом водного питания проектируем дренаж из

гончарных труб диаметром 50 мм, при атмосферном - закрытые собиратели.

Ограждающая сеть

К ограждающей сети относятся: нагорные, ловчие и нагорно-ловчие каналы.

Они проектируются вдоль границ осушаемой территории.

Нагорными каналами ограждается осушаемая территория от притока только поверхностных вод, притекающих с внешнего водосбора. Для перехвата потока грунтовых вод с прилегающего водосбора проектируются ловчие каналы (дрены). На рис. 24 показаны схемы размещения ограждающих каналов в плане. Если площадь водосбора залесена и сложена легкими грунтами, функции нагорных и ловчих каналов могут быть совмещены.

Нагорные каналы, как правило, располагаются по границе осушаемого объекта и прилегающего водосбора, по верхней части склона.

Ловчие каналы располагаются в зоне выклинивания грунтовых вод в виде родников. Практически для речных долин это будет линия перехода коренного берега к пойме. Сопряжение в плане каналов ограждающей сети с принимающими каналами следует выполнять под углом от 60^0 до 90^0 .

Глубина нагорного канала должна быть не более 1...1,2 м, причем грунт выемки следует размещать только на низовой стороне. Поперечное сечение нагорного канала выполняют трапецеидальной формы с несимметричным профилем.

Глубина ловчего канала устанавливается в пределах 1,5...2,0 м, но с обязательным условием заглубления в подстилающие, хорошо водопроницаемые грунты не менее, чем на 0,3...0,5 м. Минимальный уклон каналов ограждающей сети равен 0,0005.

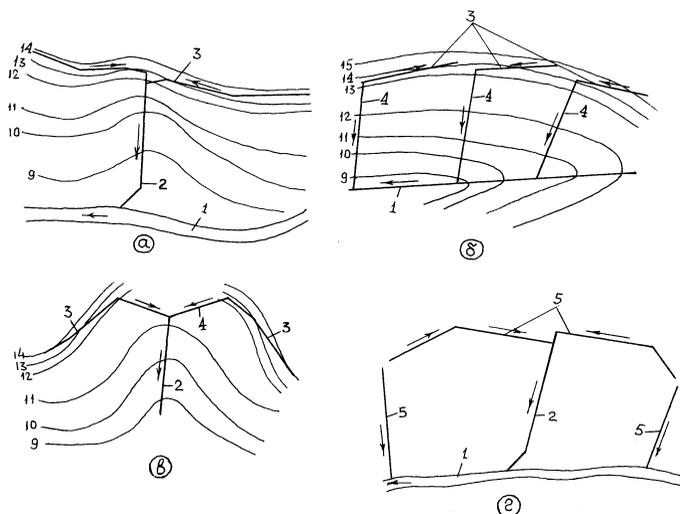


Рис. 24. Ограждающие каналы:

а - непрерывные каналы; б - прерывистые каналы;
 в - У - образная схема; г - пограничные каналы
 1 - водоприемник; 2 - магистральный канал; 3 - нагорные (ловчие) каналы; 4 - сбросная часть нагорного (ловчего) канала; 5 - пограничные нагорные (ловчие) каналы

8.6. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости

Вертикальное сопряжение элементов осушительной сети - один из важнейших этапов проектирования. Вертикальное сопряжение должно обеспечить в расчетные периоды бесподпорную работу всей сети от регулирующей, до водоприемника включительно.

Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости осуществляется путем построения продольных профилей.

Пример построения продольных профилей даны в приложении рис. 1...3

Построение продольных профилей осуществляется по всем открытым каналам и коллекторам, и выборочно по отдельным дренам, закрытым собирателям.

В курсовом проекте для сокращения объема работ, необходимо выполнить продольные профили, по одному, для каждого элемента осушительной сети. Причем эти элементы должны быть увязаны на плане в цепочку. Работу следует начинать с младших элементов сети: дрен, закрытых собирателей. Для определения минимальной глубины магистрального канала на ПК-0, исходя из условий вертикального сопряжения, рассчитывают наихудших случай сопряжения всех элементов осушительной сети, которые увязаны на плане в цепочку. Наихудшим будет вариант с условиями:

- а) самый удаленный от ПК-0 магистрального канала элемент;
- б) с наименьшими уклонами поверхности земли;
- в) имеющий наибольшую суммарную длину элементов осушительной сети в цепочке, начиная от истока дрены и кончая ПК-0 МК (рис. 25).

Рис. 20.

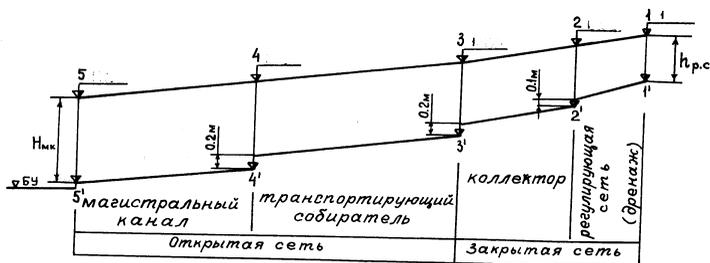


Рис. 25. Правила сопряжения элементов осушительной сети в вертикальной плоскости. Расчетная схема

Для построения продольных профилей, а также для расчета наилучшего варианта приводим диапазон допустимых уклонов дна элементов осушительной сети в табл. 12.

12. Диапазон допустимых уклонов дна элементов осушительной сети

Элементы осушительной сети	Диапазон допустимых уклонов дна
Магистральный канал (без крепления)	0,002...0,0003
Транспортный собиратель(без крепления)	0,002...0,0005
Нагорные, ловчие каналы, открытые коллекторы (без крепления)	0,002...0,0005
Закрытые коллекторы	0,03...0,002
Дрены, закрытые собиратели	0,03...0,003

Следует отметить, что при увеличении уклонов дна открытых каналов более максимально допустимых значений, их следует крепить.

Выбрав цепочку элементов осушительной сети для наилучшего варианта с учетом вышеперечисленных условий (рис. 26), проводим расчет. Расчетная схема дана на рис.26.

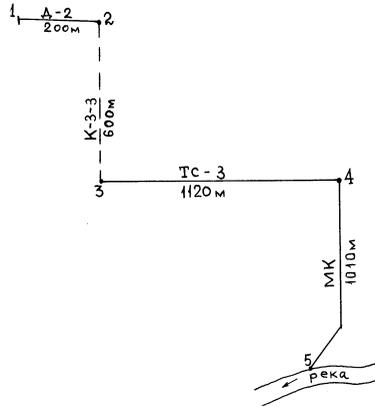


Рис. 26. Схема планового размещения самого наилучшего случая из вертикального сопряжения

Пример расчета.

Снимаем с плана отметки поверхности земли в узловых точках. Зная глубину заложения дрены в истоке, которая согласно СНиП 2.06.03.-85 равна 1,1 м, можем определить отметку дна дрены в истоке

$$\nabla 1 - 1,1 = \nabla 1'$$

$$\nabla 1' = 12,0 - 1,1 = 10,9 \quad \text{Далее, определяем}$$

уклон поверхности земли по трассе дрены

$$i_{нз}^g = \frac{\nabla 1 - \nabla 2}{lg} = \frac{12 - 11,9}{200} = 0,0005,$$

(10)

т.к. уклон поверхности земли по трассе дрены меньше допустимого, то принимаем уклон дна дрены минимально допустимый 0,003 и определяем $\Delta \square_1$;

$$\Delta \square_1 = i_0^d \times l_0 = 0,003 \times 200 = 0,6м$$

(11)

Принимаем запас 0,1 м и определяем отметку $\nabla 2'$

$$\nabla 2' = \nabla 1' - \Delta \square_1 - 0,1 = 10,9 - 0,6 - 0,1 =$$

10,2м

Далее рассуждаем аналогичным образом для коллектора

$$i_{n3}^k = \frac{v_2 - v_3}{l_k} = \frac{11,9 - 11,2}{600} = 0,00117,$$

т.к. уклон поверхности земли по трассе коллектора меньше допустимого, то принимаем уклон дна коллектора минимально допустимый 0,0015 и определяем $\Delta \square_2$

$$\Delta \square_2 = i_{\partial}^k \times l_k = 0,0015 \times 600 = 0,9 \text{ м}$$

Принимаем запас (0,2 ÷ 0,4) м и определяем отметку v_3' ,

$$v_3' = v_2' - \Delta \square_2 - 0,2 = 10,9 - 0,9 - 0,2 = 9,1 \text{ м}$$

Определяем уклон поверхности земли по трассе транспортирующего собирателя

$$i_{n3}^{mc} = \frac{v_3 - v_4}{l_{mc}} = \frac{11,2 - 10,8}{1120} = 0,000357$$

Принимаем уклон дна транспортирующего собирателя 0,0005 и определяем $\Delta \square_3$

$$\Delta \square_3 = i_{\partial}^{mc} \times l_{mc} = 0,0005 \times 1120 = 0,56 \text{ м}$$

Принимаем запас (0,2 ÷ 0,4) м и определяем v_4'

$$v_4' = v_3' - \Delta \square_3 - 0,2 = 9,1 - 0,56 - 0,2 =$$

8,34 м

Определяем уклон поверхности земли по трассе магистрального канала

$$i_{n3}^{mk} = \frac{v_5 - v_4}{l_{mk}} = \frac{10,8 - 9,5}{1010} = 0,00129,$$

т.к. уклон поверхности земли по трассе магистрального канала находится в диапазоне допустимых значений, принимаем уклон дна магистрального канала 0,00129 и определяем $\Delta \square_4$

$$\Delta \square_4 = i_{\partial}^{mk} \times l_{mk} = 0,00129 \times 1010 = 1,3 \text{ м}$$

Принимаем запас 0,2 м и определяем v_5'

$$v_5' = v_4' - \Delta \square_4 - 0,2 = 8,34 - 1,3 - 0,2 =$$

6,84 м

Определяем глубину магистрального канала на ПК-0

$$H_{нк-0}^{МК} = 75 - 75'$$

$$H_{нк-0}^{МК} = 9,5 - 6,84 = 2,66\text{м}$$

В курсовом проекте следует принять поперечное сечение каналов в виде равнобокой трапеции. В таблице 13 даны значения заложения откосов. Ширину по дну не рассчитываемых каналов принять 0,4-0,6 м. Для магистрального канала ширина по дну определяется расчетом, минимальное значение ее 0,8 м.

13. Заложение откосов каналов

Грунт	Глубина канала, м		
	<1,5	1,5-2,0	>2,0
Глина, суглинок тяжелый и средний	1,0	1,5	2,0
Суглинок легкий, супесь, песок крупный и среднезернистый	1,5	2,0	2,5
Песок мелкозернистый	2,0	2,0	2,5
Торф со степенью разложения, %	1,0	1,5	2,0
R<50	2,0	2,0	2,5
R=50 по 70	2,0	2,0	2,5
R>70			

Коллекторы сопрягаются с открытыми каналами с помощью устьевых сооружений, дно устья коллекторной трубы при сопряжении его с магистральным каналом должно быть выше бытового устья не менее, чем на 0,3...0,5м, а при сопряжении с транспортирующим собирателем выше дна его на 0,3...0,5м.

Сопряжение открытых каналов между собой осуществляется по следующим принципам:

1. Если оба сопрягающихся открытых каналов гидравлически рассчитываемые, то они сопрягаются - уровень в уровень, т. е. бытовой уровень одного канала сопрягается с бытовым уровнем другого канала.
2. Если один канал гидравлически рассчитываемый, а другой нет, тогда они сопрягаются - дно в уровень, т.е. дно не рассчитываемого канала сопрягается с бытовым уровнем рассчитываемого канала.
3. Если два канала гидравлически не рассчитываемые, то они сопрягаются - дно в дно.

8.7. Гидрологический расчет магистрального канала

Гидрологический расчет состоит в определении расчетных расходов проводящей осушительной сети. В зависимости от использования осушаемой территории расчет проводят на следующие расчетные расходы, относящиеся к критическим периодам поверхностного стока: весенний паводковый, летне-осенний паводковый, предпосевной и меженный (бытовой). Расчетные расходы определяем по зональным эмпирическим формулам и СНиП 2.01.14-83 "Определение расчетных гидрологических характеристик".

Выбор расчетного расхода зависит от выращиваемых сельскохозяйственных культур. При наличии в севообороте озимых зерновых культур определяем расходы весеннего и летне-осеннего паводков, и выбирают из них наибольший, который и принимают за расчетный. При отсутствии в севообороте озимых зерновых культур определяют предпосевной расход и летне-осеннего паводка и в качестве расчетного выбирают из них наибольший. Все необходимые дополнительные данные для расчета даны в приложении к методическим указаниям.

Пример расчета.

Исходные данные: $A=16 \text{ км}^2$; $h=100\text{мм}$; $A_1=70\%$;
 $A_6=5\%$; $I_p=8\%$;

$$i_B=15\%; H_{1\%}=105\text{мм}.$$

Весенний паводковый расход

Весенний паводковый расход при равнинных водосборах определяем по следующей зависимости [5]:

$$Q_{p\%} = \frac{K_0 \times \square_{p\%} \mu \delta \times \delta_1 \delta_2}{(A+1)^n} \times A, \quad (22)$$

где K_0 - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, определяемый по данным рек-аналогов, $K_0=0,006 - 0,008$;

$h_{p\%}$ - расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), половодья той же вероятности превышения $P\%$, что и искомый максимальный расход воды (мм) определяется по формуле:

$$\square_{p\%} = \square \times K \times 1,25;$$

где $K=1,47$;

h - средний многолетний слой стока, по карте изолиний для Московской области ($h=100\text{мм}$), (табл. 2.22 приложения); 1,25 - поправочный коэффициент, для рек с водосборной площадью менее 50 км^2 ,

$$h_{p\%}=100 \times 1,47 \times 1,25 = 183,75\text{мм};$$

μ - коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды; по приложению 7 СНиП 2.01.14-83 для лесной зоны при $P\%=10\%$ значение, $\mu = 0,93$;

δ - коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер, при наличии на водосборе озер $A_{03}=2\%$ коэффициент снижения стока весен-

него половодья по приложению 10 СНиП 2.01.14 - 83 составляет $\delta=0,9$;

δ_1 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах, вычисляем по формуле

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(A_l+1)^{n_2}}, \quad (23)$$

где

α_1 - при залесенности водосбора $A_l=70\%$., $\alpha_1=1$., n_2 - коэффициент редукиции, для грунтов под лесом различного мехсостава $n_2=0,22$,

$$\delta_1 = \frac{1}{(70+1)^{0,22}} = 0,392 \quad (24)$$

δ_2 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах определяем по формуле:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1 \times A_b + 1),$$

где $A_b = 5\%$; по приложению 14 СНиП 2.01.14-83 значения $\beta=0,8$;

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \lg(0,1 \times 5 + 1) = 0,86$$

Площадь водосбора A_1 и параметр n находим по приложению СНиП, для лесной зоны $A_1=1 \text{ км}^2$, $n=0,17$.

$$Q_{10\%} = \frac{0,006 \times 184 \times 0,93 \times 0,9 \times 0,392 \times 0,86}{(16+1)^{0,17}} \times 16 = 3,08 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расчетный модуль предпосевого стока определяем по зависимости П.А Дудкина [2];

$$Q_{nn} = K \times Q_{max}, \quad (25)$$

$$\text{где } K = 1,64/T^{0,34} - 0,4 \text{ - холмистый рельеф,} \quad (26)$$

где T – допустимая продолжительность затопления земель водами в зависимости от возделываемых культур (сут.) табл. 14; $T=5$ сут.

$$k = \frac{1,64}{5^{0,34}} - 0,4 = 0,55$$

$$Q_{nn} = 0,55 \times 3,08 = 1,69 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для пологого рельефа с преобладанием песчаных почв k определяем по формуле:

$$k = \frac{3,63}{T^{0,2}} - 1,64, \quad (27)$$

14. Продолжительность затопления сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная культура	Продолжительность затопления T (сут)
Озимые зерновые	0
Яровые зерновые	5-10
Овощи, кормовые корнеплоды	10-15
Многолетние травы	15-25

Максимальный расход летне-осеннего паводка

Максимальные мгновенные расхода воды рек дождевых паводков $Q_{p\%}^{л.о.п.}$ для водосборов с площадью менее 50 км^2 (приложения 17 СНиП 2.01.14-83) определяем по формуле предельной интенсивности стока.

$$Q_{p\%}^{л.о.п.} = q_{1\%} \times \phi \times H'_{1\%} \times \delta \times \lambda \times A, \quad (28)$$

где $q_{1\%}$ - максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, выраженный в долях произведения ($\phi \times H'_{1\%}$) при $\delta=1$, определяемый по при-

ложения 21 СнИП 2.01.14-83 в зависимости от геоморфологической характеристики реки Φ_p продолжительности склонового добегания ($\tau_{СК} = 150 \text{ мин.}$) для равнинной области центра ЕТС - район 3, Φ_p определяем по формуле:

$$\Phi_p = \frac{1000L}{\chi_p \times I_p^\chi \times A^{1/4} (\phi \times H_{1\%})^{1/4}}, \quad (29)$$

где I_p - уклон водотока, 8%;

L - длина исследуемого русла, км;

χ - гидравлический параметр русла по приложению 18 $\chi=1/3$, $\chi_p=9$;

A - площадь водосбора, $A=16 \text{ км}^2$;

$H_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятности превышения $P=1\%$, определяется по данным ближайших к бассейну исследуемого водотока метеорологических станций, $H_{1\%}=105 \text{ мм}$, или по табл.7 приложения;

ϕ - сборный коэффициент стока, определяется для условий проекта при отсутствии рек-аналогов по формуле:

$$\phi = \frac{c_2 \times \phi_0}{(A + 1)^{n_c}} \times \left(\frac{i\beta}{50} \right) n_5, \quad (30)$$

где

C_2 - эмпирический коэффициент, для лесной зоны, $C_2=1,2$;

$i\beta$ - средний уклон водосбора, 15‰;

ϕ_0 - сборный коэффициент для водосбора, по приложению 24 для суглинистых

почв: $\phi_0=0,28$, $n_5=0,65$, $n_6=0,07$;

По приложению 21 $q=0,0295$.

Тогда $\lambda=0,52$ (табл.4, приложение 20)

λ - переходный коэффициент расхода воды, вероятностью $P=1\%$ к расходам другой обеспеченности.

$$Q_{10\%}^{л.о.п.} = 0,0295 \times 0,0948 \times 105 \times 0,52 \times 16 = 2,45 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков для водосборов более 50 км^2 СНиП 2.01.14-83 рекомендует определить по редуccionной формуле [6]

$$Q_{p\%}^{л.о.п.} = q_{200(200/A)}^{n_3} \times \delta \times \delta_1 \times \delta_2 \times \lambda_{p\%} \times A, \quad (31)$$

где

q_{200} - модуль максимального мгновенного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, определяемый по данным рек-аналогов;

A - площадь водосбора, км^2 ;

$\delta; \delta_1; \delta_2$ - коэффициент условий стока - те же, что и в формуле (12); n_3 - коэффициент редуccionии.

Пример расчета дан в работе (2)

Бытовой расход

Диапазон модуля бытового расхода равен

$$q_{\text{быт.}} = 0,02 \dots 0,05 \text{ га,}$$

принимая $q_{\text{быт.}} = 0,05 \text{ л/с га}$

$$Q_{\text{быт.}} = q_{\text{быт.}} \times A = \frac{0,05}{1000} \times 1600 = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} \quad (32)$$

Полученные расходы справедливы для расчетного створа 1, который расположен на ПК-0. Однако, при впадении крупных каналов, а также при изменении водосборной площади на $500 \dots 700 \text{ га}$ необходимо назначить новые расчетные створы. В данном курсовом проекте назначаем 3 расчетных створа.

15. Результаты гидрологических расчетов ($\text{м}^3/\text{с}$)

№№ створов	Площадь водосбора (км ²)	Q_p	Q_{max}	$Q_{пн.}$	$Q_{л.о.п.}$	$Q_{быт.}$
I ПК-0	16,0	2,45	3,08	1,69	2,45	0,08
II ПК-7	10,67	1,63	2,05	1,13	1,65	0,053
III ПК-14	5,33	0,82	1,03	0,56	0,82	0,027

8.8. Гидравлический расчет элементов осушительной сети

Проводящие каналы должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь достаточную глубину для бесподпорного приема воды из ограждающей и регулирующей сети и отвода ее в водоприемник;
- иметь необходимую устойчивость сечения;
- обеспечить возможность выполнения строительства современными механизмами и нормальной эксплуатации.

Устойчивость поперечного сечения канала зависит от его размеров и грунтов, в которых он пролегает. В таблице 7 даны заложения откосов.

В результате гидравлического расчета должны быть обеспечены:

- пропуск предпосевного расхода с запасом от бровки канала не менее 0,5 м;
- пропуск расходов весеннего и летне-осеннего паводков с запасом от бровки не менее 0.2 м;
- пропуск бытового расхода по условиям вертикального сопряжения;
- допустимые скорости на размыв, заиление (зарастание).

Гидравлический расчет магистрального канала

Для гидравлического расчета магистрального канала следует пользоваться формулами равномерного дви-

жения воды в открытых руслах. Расчеты следует выполнять методом И.М. Агроскина с использованием справочников П.Г. Киселева, А.В. Андриевской, а также по линейке В.Ф. Пояркова.

Расчетная схема показана на рис. 27. Результаты расчетов сводим в таблицу 16.

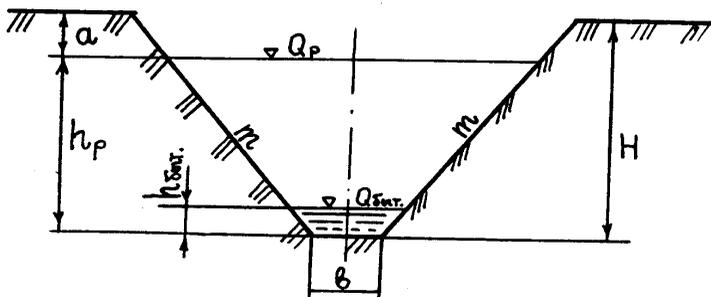


Рис. 27. Схема для гидравлического расчета МК

16. Результаты гидравлического расчета магистрального канала

Створы	Q_p ($\text{м}^3/\text{с}$)	$Q_{\text{быт.}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$)	m	n	I	b (м)	h_p (м)	$h_{\text{быт.}}$ (м)	$U_{\text{раз.}}$ м. ($\text{м}/\text{с}$)	$U_{\text{зан.}}$ л ($\text{м}/\text{с}$)
I ПК-0	2,45	0,080	2,0	0,03	0,0015	0,9	1,00	0,18	0,86	0,34
II ПК-10	1,63	0,053	2,0	0,03	0,0015	0,8	0,84	0,16	0,76	0,31
III ПК-19+50	0,82	0,027	2,0	0,03	0,0015	0,8	0,62	0,11	0,64	0,25

Для расчета скорости течения воды в канале используем формулу Шези:

$$U = c\sqrt{RI}, \quad (33)$$

где c – коэффициент Шези; $c = \frac{1}{n} R^{1/6}$ (n – коэффициент шероховатости);

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлический радиус;

ω – площадь живого сечения канала;

$\omega = bh + mh^2$ (b – ширина канала по дну);

h – глубина канала; m – коэффициент заложения откосов;

χ – смоченный периметр,

$$\chi = b + 2\sqrt{1 + m^2}$$

Допустимую скорость на размыв в курсовом проекте следует принять не более 1,0 м/с, а допустимую скорость на заиливание (зарастание) не менее 0,2 м/с.

Гидравлический расчет коллектора

Гидравлический расчет коллекторов состоит в определении диаметров гончарных труб и скоростей течения воды в них. Следует иметь в виду, что с изменением водосборной площади изменяется расход, а значит и диаметры труб по длине коллектора.

Пример расчета (коллектора К-3-3).

Расчетный расход воды в коллекторе определяем по формуле:

$$Q_k = q_{k(\max)} \times F_k \quad (34)$$

где

Q_k – расход коллектора в данном сечении, л/с;

$q_{k(\max)}$ – максимальный модуль дренажного стока, л/с×га;

F_k – площадь водосбора коллектора, га.

Расход по длине коллектора различен, поэтому проектирование одного диаметра неэкономно. Для коротких коллекторов (300...400 м), диаметр, как правило, по длине не меняется.

Для более длинных (500 м и более) выполняют следующий расчет.

Определяют площадь водосбора для ПК-0 коллектора.

$$F_k = 600 \times 400 = 240000 \text{ м}^2 = 24 \text{ га}$$

Модуль дренажного стока для варианта А принять 0,6 л/с×га, а для вариантов Б и В – 1л/с×га.

$$Q_k = 1 \times 24 = 24 \text{ л/с}$$

Зная уклон коллектора К-3-3, равный 0,003 и расход равный 24 л/с, можем подобрать диаметр коллекторной трубы по табл.6 (приложения), который составил 250 мм. Так как водосборная площадь по длине коллектора изменяется, то изменяется и расход. Поэтому укладывать весь коллектор диаметром 250 мм экономически невыгодно. Подбор диаметров труб, для других участков коллектора, ведем с помощью графика изменения расходов по длине (рис. 2.48) и с помощью табл. 2.25, в которой даны предельные расходы воды, и различные диаметры коллекторных труб. Для рассматриваемого примера принимаем следующие диаметры труб: 250 мм; 200 мм; 150 мм.

В курсовом проекте следует запроектировать эксплуатационные и полевые дороги. При размещении дорог в плане необходимо выполнять следующие требования:

- 1) проектировать дороги всех типов следует вдоль границ объекта осушения, полей севооборотов, рек, водоприемников, вдоль осушительных каналов всех порядков;
- 2) надо стремиться к минимальному числу пересечений дорог с водотоками и каналами;
- 3) не следует располагать дороги на глубоких торфяниках и отводить под дороги ценные угодья.

Тестирование

Вопрос 1.

Чем отличаются основные виды переувлажненных угодий (болота, заболоченные земли, избыточно увлажненные земли)?

1. Местом расположения на рельефе.
2. Глубиной грунтовых вод
3. Глубиной торфяной залежи.
4. Наличием гидрофильной растительности

Вопрос 2.

Чем отличаются между собой низинные, верховые и переходные болота?

1. Площадью болот.
2. Степенью разложения торфа.
3. Наличием грунтовых вод.
4. Глубиной торфяной залежи.

Вопрос 3.

Выберите правильное определение понятия «метод осушения»:

1. Понижение грунтовых вод на необходимую глубину.
2. Размещение осушительной сети в плане.
3. Принцип воздействия на факторы переувлажнения почвы.
4. Ускорение отвода поверхностных вод.

Вопрос 4.

Выберите правильное определение понятия «норма осушения»:

1. Понижение грунтовых вод на необходимую глубину.
2. Количество воды, подаваемое на увлажнение при шлюзовании.
3. Допустимый расход грунтовых вод за вегетацию.
4. Время отвода грунтовых вод

Вопрос 5.

На каких грунтах располагают «закрытые собиратели»? Выберите правильный ответ:

1. На торфяных.
2. На техногенных.
3. На супесчаных.
4. На песчаных.
5. На глинистых.

Вопрос 6.

Выберите правильный ответ: что влияет на выбор расчетной схемы и формулы при определении расстояний между дренами:

1. Расход воды в дрене.
2. Уклон дрена.
3. Положение водоупора.
4. Глубина залегания грунтовых вод.
5. Глубина заложения дрена.

Вопрос 7.

Выберите правильный ответ. Шлюзование это:

1. Регулирование расхода воды в канале путём открытия и закрытия шлюза.
2. Увлажнение почвы путём искусственного регулирования уровня грунтовых вод.

3. Подача воды на поверхность увлажняемой территории с помощью шлюза-регулятора.
4. Использование шлюза-регулятора на осушительной системе.

Вопрос 8.

Выберите правильный ответ. Поймы расположены:

1. На водоразделах.
1. В долинах.
2. На склонах.
3. На территориях без леса

Вопрос 9.

Выберите верное утверждение. Какое требование, предъявляется к водоприемникам.

1. Своевременно пропускать расчетные расходы.
2. Своевременно принимать воду с осушаемой территории и обеспечивать бесподпорную работу осушительной сети.
3. Бытовые расходы осушительной сети должны свободно стекать в водоприемник.
4. Уровни воды в водоприемнике и в осушительной сети должны быть одинаковы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Средневзвешенная озерность бассейна $A_{оз}$, %	Коэффициент снижения слоя стока весеннего половодья, δ
---	---

Таблица 1 (приложение 10)
Значения, коэффициентов снижения слоя стока весеннего половодья

От 0 до 2,8	0,9...0,8
От 2,9 до 6,4	0,8...0,6
6,4	0,6

Таблица 2 (приложение 14)
Значения коэффициента β для различных типов болот

Тип болота	Коэффициент β
Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенные супесчаными и легкосуглинистыми почвами.	0,8
Водосборы, включающие болота разных типов	0,7
Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами.	0,5
Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами.	0,3

Таблица 3 (приложение 18)
Значения параметров χ и χ_p в формуле (45)

Характеристика русла и поймы	Параметр χ	Гидравлический параметр русла χ_p , м/мин.

Чистые русла постоянных равнинных рек; русла периодически пересыхающих водотоков (сухих логов)	1/3	11
Извилистые, частично заросшие русла больших и средних рек; периодически пересыхающие водотоки, несущие во время паводка большое количество наносов.	1/3	9
Сильно засоренные и извилистые русла периодически пересыхающих водотоков.	1/3	7

Таблица 4 (приложение 20)

Переходные коэффициенты $\lambda_{p\%}$ от слоев стока ежегодной вероятностью превышения $P=1\%$ к слоям стока 10% вероятности превышения

Номер района (области)	Площадь водосбора A, Кв.км	Переходные коэффициенты λ, $P=10\%$
1, 2, 4, 5 все области, кроме отмеченных в № 3	> 0	0,52
3. Смоленск, Калуга, Рязань Морд респ., Тула, Брянск, Орел.	> 0	0,47

Таблица 5 (приложение 21)

Максимальный модуль стока $q_{1\%}$ ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, выраженный в долях от проведения $\Phi_{H_{1\%}}$ при $\delta=1$

5. Брянская, Калужская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тульская (области)	3,4 Все остальные области и республики Нечерноземной зоны РФ, не вошедшие в пп.	1. Мурманская обл. Чувашская, Карельская республика	Продолжительность склонового добегаания (мин) $\tau_{СК}$	
			150	Максимальный модуль стока $q_{1\%}$ при Φ_p равных
150	150	150	0	0,082
			1	0,080
			5	0,075
			10	0,070
			20	0,060
			30	0,050
			40	0,045
			50	0,038
			60	0,034
			70	0,030
			80	0,027
			90	0,025
			100	0,023
			150	0,016
			200	0,012
			250	0,0098
			300	0,0080

Таблица 6

Предельный расход дрен и коллекторов (л/с) из гончарных, асбоцементных и бетонных труб при различных уклонах

Внутренний диаметр(мм)	Уклон дна					
	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007
75	1,16	1,42	1,65	1,86	2,01	2,18
100	2,50	3,08	3,54	3,96	4,33	4,68
125	4,47	5,72	6,59	7,34	8,05	8,78
150	7,45	9,15	10,47	11,77	12,80	14,00
175	11,02	13,68	16,10	17,75	19,70	20,80
200	15,94	19,50	22,60	25,20	27,60	29,80
250	28,90	35,40	40,70	45,60	49,90	53,90
300	47,40	57,90	66,60	75,00	81,40	88,80
350	70,80	86,90	99,60	111,80	122,80	132,20
400	100,90	123,90	142,60	159,50	174,,70	188,40
	0,008	0,009	0,010	0,025	0,026	0,028
75	2,33	2,47	2,60	4,11	4,19	4,36
100	5,01	5,31	5,60	8,84	9,00	9,34
125	9,31	9,93	10,50	16,52	16,83	17,40
150	14,80	15,80	16,60	26,30	26,70	27,70
175	22,15	23,00	25,00	39,40	40,40	42,25
200	31,80	33,80	35,60	56,20	57,30	59,10
250	57,70	61,00	64,40	101,80	103,70	107,60
300	94,20	100,50	105,80	166,00	169,50	176,60
350	141,60	150,20	158,20	-	-	-
400	192,00	214,10	225,30	-	-	-

Таблица 6 (прилож. 24)
 Значение параметров ϕ_1 и n_5 в формуле (50, 54)

При- род- ная зона	Тип почв	Параметры ϕ_0 и n_5 в форм. (50,54)					
		Глинистый и тяжело- суглини- стый		Среднесуг- линистый и суглинистый		Супесчаный и песчаный	
		ϕ_0	n_5	ϕ_0	n_5	ϕ_0	n_5
Лесо- тунд- ра, лес- ная	Глеево- подзоли- стые на плотных породах Глеево- болоти- стые, ог- леенные, подзоли- стые.	0,42	0,50	0,28	0,65	0,23	0,80
		0,56	0,50	0,38	0,65	0,30	0,80
Лесо- степ- ная	Подзоли- стые, се- рые лес- ные, чер- ноземы мощные, на плот- ных поро- дах, свет- ло-серые оподзо- ленные.		0,60	0,54	0,70	0,27	0,90

Таблица 7
Гидрологические характеристики водосборных бассейнов

Области, Республики	Природ- ной зоны	рай- он	Осад- ки за год, мм	h ₀ , мм	H' 1%, мм	Коэффи- циент вариаци- и, C _v F>200 км ²	Залесен- ность %	Забо- ло- чен- ность %	За- озерн- ность %	Q ₂₀₀ М ³ /с км ²	Пз
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Архангельская обл.	1	1	680	180	80	0,3	80,7	8,5	3,4	0,2	0,3
Брянская	1	3	720	80	120	0,5	17,3	0,6	0,7	0,4	0,5
Владимирская	1	3	694	80	110	0,4	38,0	0,5	1,4	0,25	0,5
Вологодская	1	2	815	160	100	0,35	58,7	12,6	2,2	0,4	0,3
Нижегородская	2	2	700	90	80	0,4	58,0	1,6	1,0	0,15	0,45
Ивановская	1	2	716	100	100	0,5	38,0	5,0	1,4	0,25	0,5
Тверская	1	2	737	100	100	0,5	38,0	5,0	1,4	0,35	0,4
Калининград- ская	1	2	750	80	115	0,4	34,3	11,2	9,6	0,2	0,3
Калужская	1	3	702	100	115	0,4	38,0	5,0	1,4	0,5	0,5
Кировская	1	3	720	150	100	0,35	58,0	1,6	1,0	0,25	0,4
Костромская	1	2	747	140	80	0,45	38,0	5,0	1,4	0,4	0,4

Ленинградская	1	2	770	140	100	0,35	34,3	11,2	9,6	0,2	0,3
Московская	1	3	680	105	115	0,35	38,0	5,0	1,4	0,3	0,5
Мурманская	1	1	640	200	70	0,3	31,5	8,2	4,1	0,25	0,3
Новгородская	1	2	770	130	110	0,35	34,3	11,2	9,6	0,3	0,3
Орловская	2	3		90	130	0,45	17,3	0,6	0,7	0,35	0,5
Псковская	1	2	770	120	100	0,35	34,3	11,2	9,6	0,2	0,3
Пермская	1	3	744	160	80	0,4	75,1	7,4	1,9	0,3	0,4
Рязанская	1	3	583	80	105	0,4	38,0	5,0	1,4	0,2	
Свердловская	1	3	590	80	100	0,5	75,1	7,4	1,9	0,25	0,45
Смоленская	1	3	750	120	100	0,35	38,0	5,0	1,4	0,35	0,4
Тульская	2	3	636	90	115	0,4	38,0	5,0	1,4	0,35	0,5
Ярославская	1	2	733	130	80	0,45	38,0	5,0	1,4	0,4	0,5
Карельская респул.	1	1	710	140	75	0,35	54,0	17,5	7,9	0,3	0,3

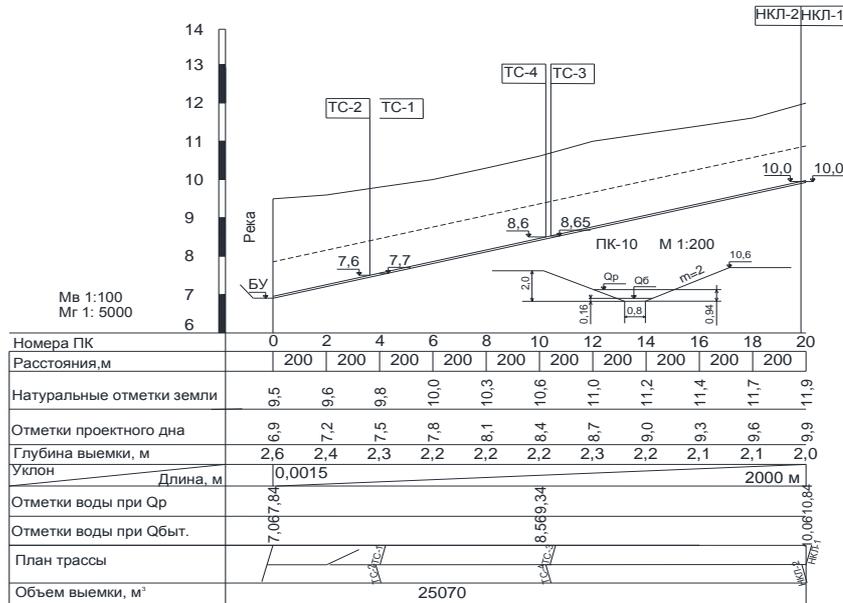


Рис. 28 Продольный профиль магистрального канала МК

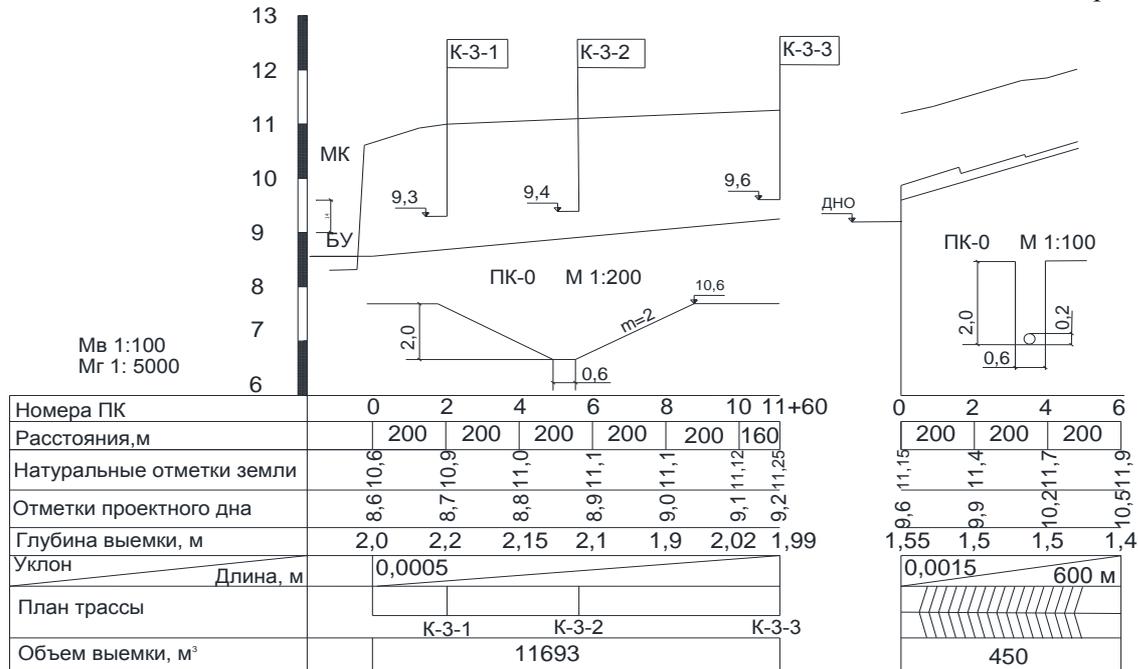


Рис. 29. Продольные профили транспортирующего собирателя ТС-3 и коллектора К-3-3

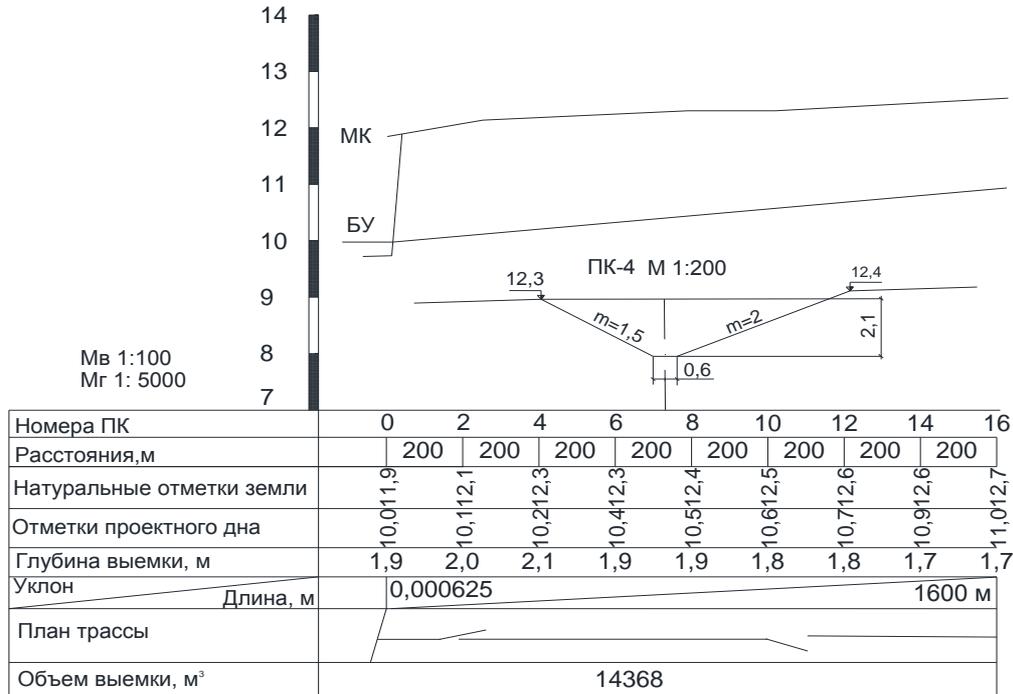


Рис. 30 Продольный профиль нагорно-ловчего канала НЛК-1

ГЛОССАРИЙ

1. Береговой дренаж – система дренажа для водопонижения и отвода грунтовых вод на участках береговой зоны водных объектов (рек, водохранилищ и др.), подверженных подтоплению.

2. Болото – постоянно увлажненный участок земной поверхности с типичной гидрофильной растительностью, покрытый слоем торфа мощностью не менее 30 см в неосушенном состоянии.

3. Водные мелиорации – комплекс мероприятий для регулирования водного режима почв. Составная часть природообустройства и один из видов мелиорации земель. В. м. позволяют перераспределять влагу во времени и пространстве с целью расширенного воспроизводства плодородия почвы, получения оптимального урожая сельскохозяйственных культур, при экономном расходовании водных ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам и другим землепользователям.

4. Водный баланс – соотношение между приходом и расходом воды за определенный промежуток времени для какой-либо территории или водного объекта – моря, озера, водохранилища, реки, подземных вод; количественное выражение круговорота воды в природе.

5. Верховодка – гидрогеологический термин, означающий верхний горизонт грунтовых вод различного генезиса, часто временный.

6. Выборочный дренаж – нерегулярное расположение дрен на осушаемой территории. Устраивается на землях с холмистым рельефом на переувлажненных склоновыми, поверхностными и грунтовыми водами отдельных

участках (при осушении западин, узких тальвегов, склонов с выклинивающимися родниками и т.д.). В наиболее низких местах создают закрытые собиратели или фильтры-поглотители. Конструкции выборочного дренажа назначаются в зависимости от гидрогеологических условий.

7. Гидрология – наука, изучающая природные воды, их взаимодействие с атмосферой и литосферой, а также явления и процессы, в них протекающие (испарение, замерзание и т. п.). Объектом изучения гидрологии является гидросфера, находящаяся на земле в виде океанов, морей, рек, озер, болот, снега, ледников, почвенной и грунтовой воды.

8. Гидрогеология – наука о подземных водах в литосфере, изучающая происхождение подземных вод, условия залегания и распространения их в земной коре, законы движения, взаимодействие с водовмещающими породами, подземными газами и биосферой, формирование химического состава и возможности их использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения, орошения и т.д.

9. Геоморфология – наука о рельефе, его внешнем облике, происхождении, истории развития, современной динамике и закономерностях географического распространения.

10. Головная дрена – закрытая горизонтальная (как правило) дрена для перехвата и понижения уровня грунтовых или грундово-напорных вод, поступающих на осушаемую территорию со стороны внешнего водосбора.

11. Затопление – естественное или искусственное покрытие поверхности слоем воды. Происходит в период наводнения, паводка, половодья или в результате созда-

ния водоподпорного сооружения в русле реки, ручья, местного стока. Затопление может быть постоянным или временным.

12. Дамба обвалования – вид дамбы для защиты от затопления сельскохозяйственных угодий, территорий народно-хозяйственных объектов, улучшения санитарных условий водоемов, для ограждения растекания гидро-смеси (предотвращения растекания за пределы намываемого участка).

13. Дрена – подземный искусственный водоток (труба, скважина, полость) для сбора и отвода почвенно-грунтовых вод и аэрации почвы, осушения оснований дорожных насыпей, территорий под застройку и др.

14. Дренаж – сбор и отвод избыточных почвенно-грунтовых вод за пределы осушаемой территории с помощью искусственных водотоков – дрен.

15. Дренаж гидромелиоративный – часть осушительной сети, обеспечивающая сбор и отвод в проводящую сеть или водоприемник. Дренаж гидромелиоративный включает в себя вертикальный, горизонтальный, комбинированный, кротовый, щелевой, дренаж засоленных земель, выборочный и др.

16. Дренажная сеть – совокупность элементов осушительной системы с использованием закрытого дренажа. Дренажная сеть включает в себя регулирующую сеть (дрены), перехватывающие дрены (головные, береговые, отсечные), коллекторы (открытые или закрытые), магистральный канал и водоприемник, а при машинном осушении дамбы и насосные станции.

17. Дренажная скважина. Любая скважина или колодец, из которой ведется извлечение подземных вод к

(самоизливом или откачкой), является вертикальной дренажной для того горизонта, в который она опущена.

18. Дренажное полотно – строительный материал (профилированная мембрана), который применяется для защиты сооружений, которые заглублены в землю, от почв и грунтовых вод. К примеру, гидроизоляция фундамента или подвалов. Профилированная мембрана представляет собой одно-, двух- или трехслойную конструкцию. Основа – полотно из полиэтилена высокой плотности (HDPE), с выдавленными округлыми шипами высотой от 8 до 20 мм. Дополнительными слоями могут быть защитная мембрана из листового полиэтилена или фильтрующая геотекстильная мембрана.

19. Избыточное увлажнение – переувлажнение, состояние длительного перенасыщения почвы влагой, при котором формируется оглеение и заболачивание. Обуславливает снижение содержания воздуха в почве, затрудняет газообмен с атмосферой, значительно уменьшает содержание кислорода в почвенном растворе, приводит к замедлению окислительных процессов и разложению органического вещества под воздействием анаэробных бактерий с использованием кислорода минеральных соединений.

20. Канал – искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте. По назначению подразделяются на: осушительные, оросительные, судоходные, энергетические (деревационные), обводнительные, водопроводные, лесосплавные, рыболовные, комплексного назначения. По способу подачи воды – самотечные и с механической подачей воды.

21. Кольцевой дренаж – вид трубчатого дренажа (горизонтального или вертикального) для понижения уровня

грунтовых вод на объектах промышленного или гражданского строительства. Линии кольцевого дренажа обычно замкнуты и имеют конфигурацию защищаемого объекта.

22. Коллектор в мелиорации – подземный трубопровод (закрытый коллектор) или открытый канал (открытый коллектор), предназначенный для приема грунтовых, поверхностных и сбросных вод и транспортирования их в водоприемник или проводящий канал.

23. Канализационный колодец – сооружение на канализационной сети, служащее для наблюдения за работой сети и необходимое для прочистки, промывки и т.д. Канализационный колодец обычно состоит из рабочей камеры и горловины над ней, на которой уложен люк с крышкой.

24. Колодец смотровой служит для наблюдения за работой дренажной системы. Колодец смотровой устанавливают при сильном изменении направления крупных коллекторов, в местах слияния более трех закрытых коллекторов, а также при резком изменении уклонов коллекторов от большего к меньшему.

25. Коэффициент заложения откосов – величина, характеризующаяся отношением заложения откоса b к его высоте h (см. рис.) $m=b : h$. В практике иногда используют величину обратную коэффициенту заложения откоса, называемую крутизной откоса. Устойчивость каналов и насыпей обеспечивается правильным назначением коэффициента заложения откоса.

26. Культуртехнические мероприятия – это комплекс мероприятий по расчистке поверхности от древесной растительности, пней, погребённой в торфе древесины, камней, уничтожение кочек, мохового очеса, разделки

дернины, планировке поверхности, созданию и улучшению почвенного слоя.

27. Оглеение – биохимический процесс, связанный с восстановлением в анаэробных условиях ряда минеральных соединений, главным образом железа и марганца, в присутствии органического вещества с участием микроорганизмов.

28. Осушение – комплекс организационно-хозяйственных, технических и агротехнических мероприятий проводится для коренного улучшения болотных (слой торфа более 30см), заболоченных (слой торфа менее 30см) и избыточно увлажнённых минеральных земель постоянного (подтопления и затопления земель) и кратковременного переувлажнения. Осушение заключается в недопущении поступления или в усилении отвода воды из расчетного слоя почвы и грунта, позволяющего регулировать водный и связанные с ним воздушный, тепловой и пищевой режимы.

29. Осушительная система – избыточно увлажненные территории вместе с сетью каналов и дрен, гидротехническими и эксплуатационными сооружениями, обеспечивающими ее осушение и в засушливые периоды – увлажнение осушаемых земель.

30. Метод осушения – характеризует основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в благоприятный (оптимальный) для их хозяйственного использования. Метод осушения определяет направленность мелиоративных мероприятий, принимается в зависимости от типа водного питания осушаемых земель с учетом характера их использования.

31. Мелиоративный режим – совокупность показателей, характеризующих управляемые с помощью мелиорации (в частности осушения) факторы жизнедеятельности сельскохозяйственных растений и плодородия почв.

32. Микрорельеф – рельеф, включающий небольшие по размеру понижения и повышения диаметром 10-30 м, глубиной 5 – 10 см и высотой 5...100 см, являющиеся деталями более крупных форм участков земли (бугры, холмики роющих животных, прирусловые валы и косы, небольшие воронки, блюдца, ложбины стока, рытвины т.п.).

33. Ограждающая сеть осушительной системы – сеть предназначенная для защиты осушаемой площади от поступления поверхностных и подземных вод с прилегающего внешнего водосбора и разгрузки регулирующей сети.

34. Пристенный дренаж – вид трубчатого горизонтального дренажа, применяемого при неглубоком залегании водоупора, для перехвата притекающих к сооружению грунтовых вод. Дренаж эффективен при наличии слабопроницаемых слоистых грунтов, укладываемых одновременно с возведением сооружений. Пористые дренажные трубы укладывают на песчано-гравийную подготовку с обсыпкой слоем гравия и песка.

35. Пластовый дренаж – вид трубчатого горизонтального дренажа, применяемого при наличии в основании сооружений мощного водоносного слоя.

При этом под все сооружение отсыпают слой гравия (гранитного щебня) на песчаную подготовку, выходящий за периметр сооружения и снабженный водоотводящей дренажной трубой.

36. Подтопление – устойчивое повышение УГВ, вызванное хозяйственной деятельностью человека или иногда естественными причинами.

37. Способ осушения – способ сбора и отвода избыточных поверхностных и (или) подземных вод осушаемых земель, сочетания технических средств и агротехнических приемов для осушения земель.

38. Проводящая сеть (магистральные каналы, транспортирующие собиратели различного порядка, открытые или закрытые коллекторы) предназначены для своевременного приема воды из регулирующей и ограждающей сетей и отвода ее в водоприемник. В засушливый период эту сеть можно использовать для подачи воды на увлажнение или дополнять ее специальными сооружениями (трубопроводами, сооружениями).

39. Сток дренажный – процесс тока грунтовых и трансформированных водопоглотителями поверхностных вод, собираемых и отводимых дренами или дренажными системами при осушении избыточно увлажненных минеральных земель или болот. Количественно выражается модулем дренажного стока и слоем стока за расчетные периоды. Режим стока дренажного зависит от типа водного питания, климатических условий и конструктивных особенностей дренажа.

40. Типы водного питания – обобщенная мелиоративная характеристика, качественно определяющая источники переувлажнения земель. Обусловлены климатическими, геологическими, гидрогеологическими, геоморфологическими, почвенно-литологическими условиями местности. Количественной характеристикой типа водного питания является водный баланс.

41. Устьевое сооружение – водопропускное сооружение в устье коллекторов осушительных систем или

сбросных каналов оросительных систем (а также каналов ливневой канализации и т.п.) при сопряжении с руслом.

42. Фильтрующая засыпка дрен – слой материала из песка и гравия, предназначенный для образования защитной фильтрующей или зоны. Фильтрующая засыпка дрен как и обратный фильтр, увеличивает водопримную способность дренажа и предохраняет его от кольматации и заиления. В качестве естественного фильтрующего материала используются гравий, средне- и крупнозернистый песок, волокнистый торф, солома, древесные опилки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Костяков А. П. Основы сельскохозяйственных мелиораций. – М.: Сельхозгиз, 1960.
2. Ландшафтоведение / А. И. Голованов, Е.С. Кожанов, Ю.И. Сухарев. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, – 2015. – 816 с. – ISBN 978-5-8114-1809-1.
3. Марков Е. С. и др. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. – М.: Колос, – 1981. – 375 с.
4. Мелиорация и водное хозяйство: Справочник, т.3 “Осушение” / Под ред. Маслова Б.С. - М.: «Ассоциация Экост», 2001. - 608с.
5. Мелиорация земель: учебник / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров, В. В. Пчелкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, – 2015. – 816 с. – ISBN 978-5-8114-1806-0.
6. Патент № 2159306 Российская Федерация. Осушительная система. / В.В. Пчелкин. – опубл. 20.11.2000. – бюл. № 32.
7. Патент № 2654645 Российская Федерация. Способ строительства устья дренажной системы. / В.В. Пчелкин, Ибрахим Абдель Таваб Метвалли – опубл. 21.05.2018. – бюл. № 15.
8. Природообустройство / А. И. Голованов, Д.В. Козлов, И.В. Корнеев, Ю.И. Сухарев, В.В. Шабанов. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, – 2015. – 552 с. – ISBN 978-5-8114-1807-7.

9. Пчелкин В.В. Осушение населенных пунктов/ В.В. Пчелкин – М.: Изд-во «Спутник+», – 2018. – 159 с.
 10. Пчелкин В.В. Основы научной деятельности / В.В. Пчелкин, Т.И. Сурикова, К.С. Семенова. – М.: Изд-во «Спутник+», – 2018. – 173 с.
 11. Пчелкин В.В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель / В.В. Пчелкин. – М., «КолосС», 2003. – 253 с.
 12. Разработка природоохранных мероприятий при регулировании водного режима на осушаемых пойменных землях / Ф.М. Зимин, В.В. Пчелкин и др. – Научный отчет НИС МГМИ. Государст. регистр. № 0186.01 17140. – М., – 1990. – 331 с;
 13. Рекультивация нарушенных земель / А. И. Голованов, В.И. Сметанин, Ф.М. Зимин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, – 2015. – 816 с. – ISBN 978-5-8114-1808-4.
 14. Справочник. Осушение/ Б.С. Маслов и др. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 448 с.
 15. Nikolskii-Gavrilov Y.N., Landeros-Sánchez C., Montero-Aguirre Saul1, Pchelkin V. V., Calculation of Agricultural Drain Spacing Taking into Account Regularity of Water Exchange in the Vadose Zone / Y.N. Nikolskii-Gavrilov, C. Landeros-Sánchez, Montero-Aguirre Saul1, V. V. Pchelkin, - Journal of Agricultural Science; Vol. 9, No. 4; 2017. с. 109 – 115.
- ISSN 1916-9752. E-ISSN 1916-9760

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫЕ ЗЕМЛИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСУШАЕМЫХ УГОДИЙ.....	5
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>5</i>
2. ТРЕБОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗ- ВОДСТВА К ОСУШИТЕЛЬНЫМ МЕЛИОРАЦИЯМ.....	11
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>11</i>
3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. ТИПЫ ВОДНОГО ПИТАНИЯ.....	20
3.1. Причины переувлажнения земель, типы водного питания.....	20
3.2. Методы и способы осушения.....	27
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>30</i>
4. РЕГУЛИРУЮЩАЯ, ПРОВОДЯЩАЯ И ОГРАЖДАЮЩАЯ СЕТЬ.....	31
4.1. Регулирующая осушительная сеть.....	31
4.2. Ограждающая и проводящая сеть.....	35
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>42</i>
5. ВОДОПРИЕМНИКИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	42
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>52</i>
6. МЕЛИОРАЦИЯ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЙМ ЗАТОПЛЯЕМЫХ И ПОДТОПЛЯЕМЫХ СЕЛЬСКО- ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	52
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>59</i>
7. УВЛАЖНЕНИЕ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. СТРУКТУРНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ.....	60
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>70</i>
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА В РАЗДЕЛЕ "ОСУШИ- ТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ".....	71

8.1. Природно-климатические условия объекта. Типы водного питания.....	73
8.2. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму осушаемых земель.....	74
8.3. Установление метода осушения. Схема осушения объекта.....	74
8.4. Расчет расстояний между дренами и закрытыми собирающими.....	78
8.5. Проектирование осушительной сети в плане. Проводящая сеть.....	83
8.6. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.....	88
8.7. Гидрологический расчет магистрального канала.....	94
8.8. Гидравлический расчет элементов осушительной сети.....	100
<i>Тесты для самопроверки</i>	104
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	107
ГЛОСАРИЙ.....	118
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	127
СОДЕРЖАНИЕ	129

