

Министерство сельского хозяйства РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Государственный университет по землеустройству»**

Факультет «Кадастр недвижимости»

*Кафедра Почвоведения, экологии
и природопользования*

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ (МЕЛИОРАЦИЯ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ)

Учебно-методическое пособие



Москва – 2019

УДК 630:631.6

ISBN 978-5-9215-0423-3

Инженерное обустройство территории (мелиорация, агролесомелиорация).
Учебно-методическое пособие [Электронное издание] / Вершинин В.В., Шаповалов Д.А., Ключин П.В., Широкова В.А., Гостищев Д.П., Хуторова А.О., Савинова С.В., Гуров А.Ф. М.: ГУЗ, 2019. – 103 с. (Учебное пособие для бакалавров высших учебных заведений).

Рабочая программа дисциплины «Инженерное обустройство территории» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 октября 2015 г. № 1084. Рабочая программа дисциплины «Инженерное обустройство территории» размещена на сайте www.dgunh.ru. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний в области формирования у студентов навыков и умений аналитической деятельности в данной области, получения системного представления о роли и месте принципов и методов управления, получения навыков и определения инструментов принятия управленческих решений с учетом представлений об определении экономической, политической и социальной эффективности.

В учебно-методическом пособии содержится 9 таблиц, 64 рисунков, 29 литературных источников, 11 приложений.

Учебно-методическое пособие рассчитано на бакалавров, магистров, аспирантов, ученых и специалистов в области землеустройства, кадастра и мониторинга земель и сельского хозяйства.

Рецензенты:

Боровой Евгений Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедры мелиорации и комплексное использование водных ресурсов Волгоградского ГАУ, г. Волгоград.

Храбров Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией технологий орошения ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва

Подготовлено и рекомендовано к изданию сотрудниками кафедры Почвоведения, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (протокол №6 от 26 января 2019 г.).

Рассмотрено методической комиссией факультета Кадастра недвижимости ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (протокол №6 от 28 января 2019 г.).

ISBN 978-5-9215-0423-3

© Коллектив авторов
© ГУЗ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЛЕКЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	7
1.1. Ландшафтная характеристика территории	7
1.2. Общие сведения о мелиорации	10
1.3. Эрозионные процессы	26
1.4. Основы агролесомелиорации	29
1.5. Зеленые насаждения и их роль в формировании и оздоровлении городской среды	39
1.6. Дорога, как инженерное сооружение	41
1.7. Водоснабжение	43
1.8. Канализация	45
1.9. Общие сведения о теплоснабжении	49
1.10. Система газоснабжения населенного пункта	51
1.11. Обеспечение строительства подземных коммуникаций	54
2. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	59
2.1. Анализ и заключение по эффективности использования территории хозяйства	59
2.2. Проектирование защитных лесонасаждений	64
2.3. Проектирование орошаемого участка	76
2.4. Проектирование осушаемого участка	83
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	90
ПРИЛОЖЕНИЕ	92

ВВЕДЕНИЕ

**Планируемые результаты освоения дисциплины (формирование компетенции).
В результате изучения дисциплины студент должен иметь знания по профилям
подготовки «Землеустройство», «Кадастр недвижимости», «Городской кадастр»:**

Код компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-1	- владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию, систематизации информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	Знать: - современные научные данные о системах и видах мелиорации, ее эффективности и факторах, определяющих научно-технический прогресс; - вопросы создания комплекса технических, организационно-хозяйственных и социально-экономических мероприятий для обеспечения продовольственной независимости и экологической безопасности России, создания достойной человека среды, обеспечивающая гармонию человека и природы; формированию личности в XXI веке; решению проблем, связанных с технологической цивилизацией; защите, сохранению и восстановлению окружающей природной среды.
ОК-2	- умением логически, верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь	- взаимосвязь водного, воздушного, питательного, теплового и агробиологического режимов почв для определения видов агролесомелиораций, направленных на сохранение и восстановление плодородия почв, борьбу с деградацией земель, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур вне зависимости от погодных условий;
ОК-4	- способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность	- нормативные и правовые материалы для оценки эффективного использования земельных и водных ресурсов;
ОК-5	- умением использовать в своей деятельности нормативные правовые документы	- взаимосвязь между инженерными способами обустройства территории и природными условиями агроландшафтов. Принципы размещения сетей инженерно-транспортной инфраструктуры.
ОК-8	- осознанием социальной значимости своей будущей профессии, обладанием высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности	Уметь: - оценивать материалы почвенных, геодезических, гидрогеологических, геоботанических, культуртехнических, экологических, водных и других исследований для создания проектов по
ПК-6	- способностью использовать знание методик разработки проектных, предпроектных и прогнозных материалов (документов) по использованию и охране земельных ресурсов и объектов недвижимости, технико-экономическому обоснованию вариантов проектных решений	

ПК-8	- способностью использовать знание методики территориального зонирования и планирования развития городов и населенных мест, установления их границ, размещения проектируемых элементов их инженерного оборудования	мелиорации, агролесомелиорации и рекультивации деградированных земель; - разработать организационно-хозяйственные агролесомелиоративные мероприятия для разработки схем и планов по инженерному обустройству территорий; - оценить достоинства и недостатки различных способов орошения и осушения; - выполнять расчеты по размещению и проектированию дорог местного значения.
ПК-16	- способностью использовать знания современных технологий технической инвентаризации объектов капитального строительства и инженерного оборудования территории	Владеть: - навыками принятия управленческих решений в области инженерного обустройства территорий; - методиками расчета простейших гидротехнических сооружений поглотительных (валов – террас и защитных лесонасаждений), - техники полива и подбора дождевальной техники и др. - методами проектирования схем и планов систем орошения (осушения) и защиты земель от эрозии; - основами проведения осушительных и других видов мелиораций. Необходимыми знаниями по проектированию и строительству дорог.

Место дисциплины в структуре образовательной программы:

«Инженерное обустройство территории» представляет собой дисциплину базовой части профессионального цикла (БЗ.Б.12) дисциплин подготовки студентов по направлению 21.03.02 – Землеустройство и кадастры по профилю подготовки «Землеустройство».

«Инженерное обустройство территории» представляет собой дисциплину базовой части профессионального цикла (БЗ.Б.10) дисциплин подготовки студентов по направлению 21.03.02 – Землеустройство и кадастры по профилю подготовки «Кадастр недвижимости».

«Инженерное обустройство территории» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла (БЗ.Б.12) дисциплин подготовки студентов по направлению 21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» по профилю подготовки «Городской кадастр».

Для ее изучения студент должен быть способен использовать знания методик разработки проектных, пред проектных и прогнозных материалов по использованию и охране земельных ресурсов и объектов недвижимости, технико-экономическому обоснованию вариантов проектных решений; способен использовать знания современных технологий топографо-геодезических работ, методов обработки результатов геодезических измерений.

Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Требования к уровню освоения программы дисциплины. Выпускник по направлению подготовки 21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» должен знать:

— основные понятия, задачи, принципы и составные части землеустройства, кадастра недвижимости, городского кадастра, мониторинга земель, методы получения, обработки и использования информации, организационную структуру землеустроительных и кадастровых учреждений и организаций;

— методы принятия инженерных решений по организации рационального использования земельных ресурсов, обеспечения безопасности жизнедеятельности на территориях,

неблагоприятных в экологическом отношении;

— методы инженерного обустройства и оборудования территории, в том числе застроенных принципы проектирования дорог местного значения, внешних инженерных сетей, систем связи;

— основы ведения и методы организации лесного хозяйства и лесоустройства, проектирования комплекса мероприятий по агролесомелиорации в основных природно-климатических зонах, проектирования объектов садово-паркового хозяйства, благоустройство населенных пунктов;

— виды, способы, технологии мелиорации и рекультивации нарушенных земель и влияние на природный комплекс;

— принципы организации предприятий в условиях рыночных отношений, методы оценки результатов их хозяйственной деятельности, предложения по совершенствованию организации производства и территории, труда и управления;

— основы фотограмметрии, основные фотограмметрические приборы и технологии дешифрирования видеоинформации, аэро-, и космических снимков, технологии и приемы инженерной графики и топографического черчения, методики оформления планов, карт, графической части проектных и прогнозных материалов, технологии создания оригиналов карт различной тематики для нужд земле-устройства и земельного кадастра;

— методы ведения инженерных геодезических и изыскательских работ, геоинформационные системы, способы подготовки и поддержания информации в ГИС на современном уровне, способы определения площадей и перенесения проектов в натуру;

— экономико-математические методы и модели, связанные с решением оптимизационных задач, экономико-статистические модели и производственные функции при сборе и обработке баз данных;

— методологию, методы, приемы и порядок ведения землеустройства, кадастра недвижимости и городского кадастра, мониторинга земель; технологии сбора, систематизации и обработки информации, заполнения земельно-кадастровой документации, текстовых и графических материалов для целей кадастра и мониторинга земель;

— методики разработки схем использования и охраны земельных ресурсов, схем землеустройства и других предпроектных и прогнозных материалов;

— основы автоматизации проектных, земельно-кадастровых и других работ, связанных с землеустройством, приемы и методы обработки геодезической информации для целей землеустройства, земельного и городского кадастров, мониторинга земель;

— основы правового, экономического и административного регулирования земельных отношений, содержание норм и правил земельного, административного и гражданского права.

Понятие об инженерном обустройстве территории и связь с другими дисциплинами. Инженерное обустройство территории (ИОТ) подразумевает в себе весь комплекс мероприятий, направленных на многогранное обслуживание как сельских, так и городских населенных мест. ИОТ тесно взаимосвязано с другими дисциплинами.

Мелиорация земель: мелиоративная оценка почв в различных зонах; оросительные и осушительные мелиорации, их способы, влияние на природный комплекс территорий; водосточники для орошения и водоснабжения, использование водных ресурсов в сельском хозяйстве; гидротехнические противозерозионные мероприятия, земельные мелиорации (культуртехнические мероприятия, землепользование, пескование, глинование); фитомелиорация; климатические мелиорации; охрана почв и водных ресурсов при мелиорации земель; рекультивация земель.

Основы агролесомелиорации и садово-паркового хозяйства: взаимоотношения леса и среды; строение и жизнь лесных насаждений; древесные и кустарниковые породы; основы ведения и организации лесного хозяйства; защитное лесоразведение; основы садово-паркового хозяйства.

Основы озеленения населенных мест: категории озелененных территории и

взаимовлияние зеленых насаждений городской среды: озеленение и благоустройство городских и сельских поселений, организация санитарно-защитных зон, рекреационные участки, пригородные и зеленые зоны городов; элементы благоустройства и малые архитектурные формы; основы зеленого хозяйства городов, охрана и содержание зеленых насаждений.

Инженерное оборудование территории: дороги местного назначения - дорожные изыскания, проектирование сети местных дорог; профиль и план дороги; дорожные одежды; основные принципы строительства и ремонта местных дорог; трассирование и технические характеристики внешних инженерных сетей линейных сооружений: электро-снабжение; газоснабжение; водоснабжение; канализационные и очистные сооружения; теплофикация; системы связи.

Инженерное обустройство застроенных территорий: проектирование основных инженерных коммуникаций города, принципы трассирования и технико-экономические характеристики линейных сооружений, основы проектирования и строительства дорог, улиц, проездов, сетей энергоснабжения, размещение канализационных и очистных сооружений, приемы водоотведения и др., проектирование системы теле- и радиосвязи; вертикальная планировка.

1. ЛЕКЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

1.1. Ландшафтная характеристика территории

Для выделения зон необходимо дать характеристику процессов эрозии, выделить **урочища**:

I. **Плакорное урочище** – водораздельное плато со слабым уклоном до 2°; отсутствует смыв и преобладает атмосферное увлажнение. Земли используют в земледелии, включают в полевые севообороты.

II. **Трансэллювиальное урочище слабой смывости** (уклон 2-5°, увлажнение за счет атмосферных осадков, поверхностный смыв почв).

III. **Трансэллювиальное урочище при сильной степени смывости**. Уклон 5-8°. Увлажнение атмосферными осадками, сток поверхностный, смыв почвы.

IV. **Трансаккумулятивное урочище** – склон крутизной более 8°. Обильное увлажнение почвы за счет стекающих сверху вод.

V. **Пойменное урочище**. Увлажнение атмосферными осадками, проточными водами. Почвы намывные, слоистые.

Необходимо также произвести деление территории на фации:

1. **Плакорная (собственно эллювиальная) фация** – водораздельное плато со слабым уклоном до 2°. Отсутствуют смывы почвы и преобладает атмосферное увлажнение.

2. **Трансаккумулятивная фация**, откосы западного склона оврага – склон крутизной более 8°, обильное увлажнение стекающими водами, нередко отложения делювия. Этот склон влажный, поэтому больше подвергается водной эрозии, менее освещенный, менее прогреваемый, может находиться под прямым воздействием вредоносного направления воздуха.

3. **Трансаккумулятивная фация восточного откоса оврага**. Склон крутизной более 8°. Обильное увлажнение за счет стекающих вод, нередко с отложением делювия. При его нахождении с подветренной стороны он менее подвержен ветровой эрозии, но так как он более освещенный и более прогреваемый, подвержен эрозии под воздействием температуры.

4. **Трансэллювиальная фация при слабой степени смывости**. Уклон 2-5°. Увлажнение атмосферными осадками с поверхностным смывом почвы.

5. **Трансэллювиальная фация при средней степени смывости**. Уклон 5-8°. Питание атмосферными осадками с поверхностным стоком и смывом почвы. Восточная экспозиция склона подвержена сильной ветровой эрозии почвы, так как вредоносное направление ветра

восточное. Более прогреваемый и более освещенный склон, более иссушаемый.

6. **Трансаккумулятивная фация нижней части склона** с обильным увлажнением за счет стекающих сверху вод, нередко с отложением делювия. Западная экспозиция склона менее прогреваемая, менее освещенная и более влажная.

7. **Пойменная фация** – водосборные понижения, почвы намывные слоистые. Атмосферные осадки, проточные воды.

8. **Трансэлювиальная фация сильной смывности** – разной экспозиции – при уклоне 10° и более (рис. 1).

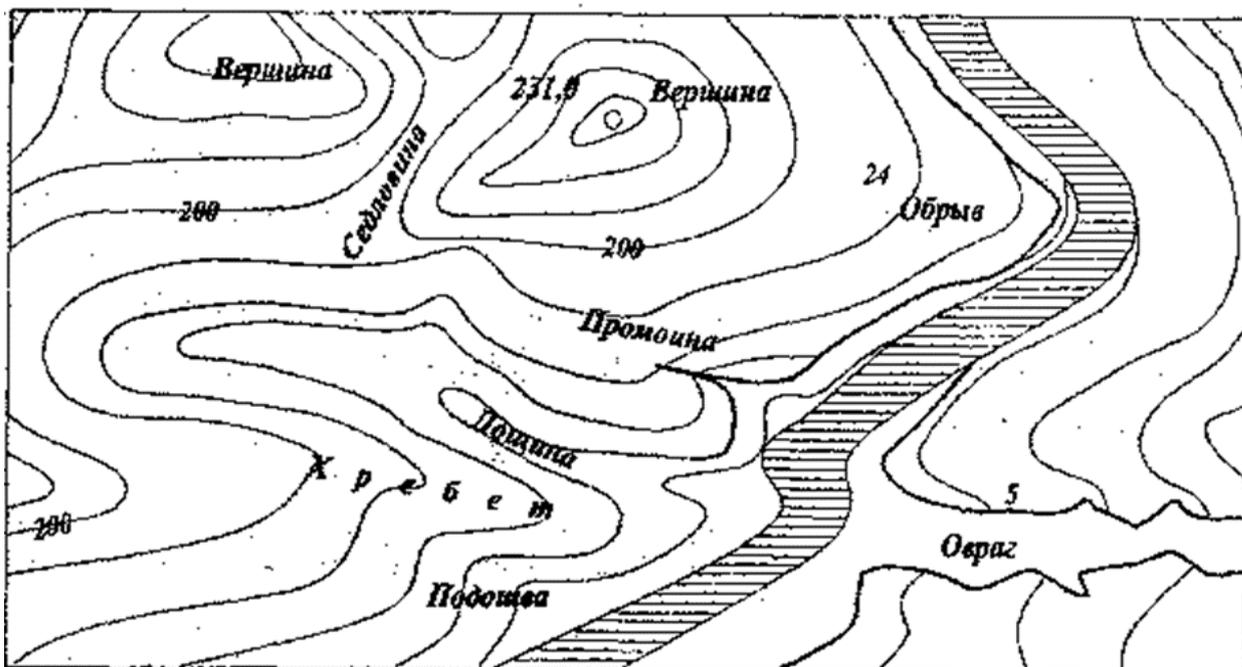
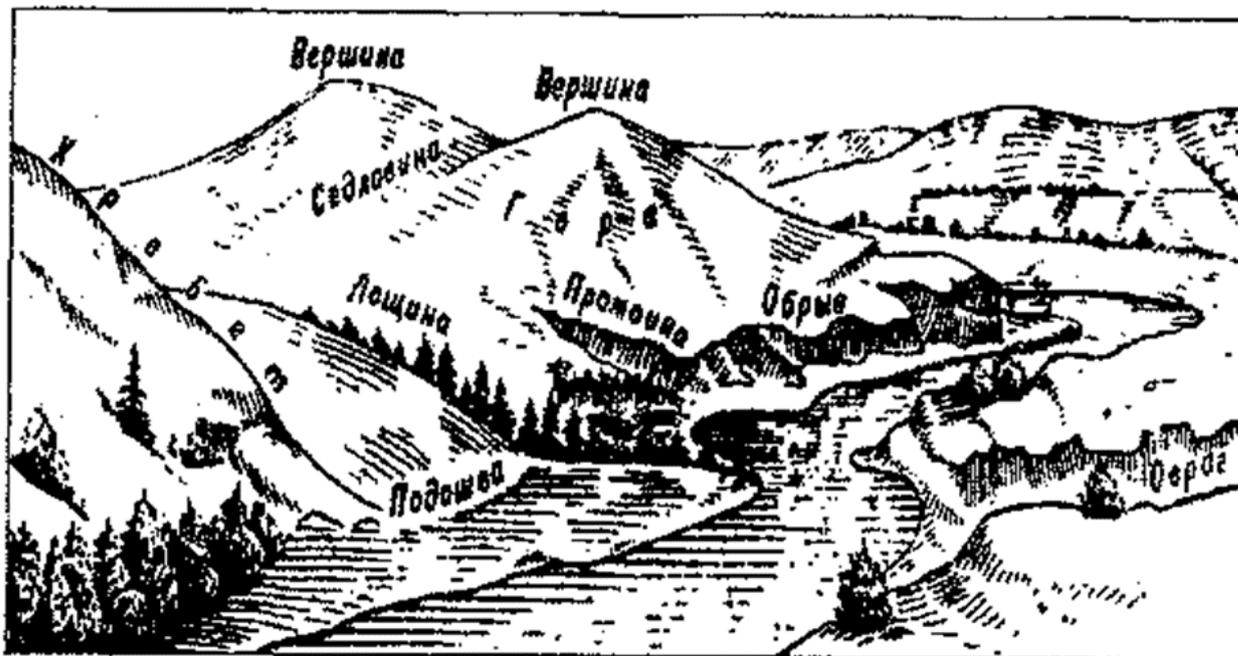


Рис. 1. Изображение на плане горизонталями типовых форм рельефа

Затем приступают к проектированию мелиоративных мероприятий. Для этого землепользование хозяйства с горизонталями необходимо разделить на *эрозионные зоны (фонды)*: приводораздельную, присетевую и гидрографическую. Основанием для выделения зон является характер и интенсивность процессов эрозии. При курсовом проектировании основным критерием для выделения зон служат уклон местности и данные по

почвенногрунтовыми условиями и климату местности.

В приводораздельную зону включают часть водосборной площади, прилегающую к водораздельной линии и представляющую собой водораздельное плато и верхние части пологих склонов, крутизной до $1,5-2^{\circ}$. Здесь отсутствуют резко выраженные процессы водной эрозии. Мелиоративные мероприятия должны быть направлены на борьбу с ветровой эрозией, засухой, суховеями, холодными метелевыми ветрами и на задержание талых вод. Земли этой зоны являются главным объектом хозяйственного воздействия и составляют около 50-60% водосборной площади. Они, как правило, отводятся под полевой севооборот.

В присетевую зону включаются участки землепользования с очевидными процессами плоскостной эрозии (смыва почвы). Это верхние и средние части склонов с уклоном от $2-3^{\circ}$ до $8-9^{\circ}$. Мелиоративные мероприятия здесь проводятся в основном для борьбы со смывом почвы. Присетевая зона чаще всего отводится под кормовую и почвозащитный севообороты.

К гидрографической зоне относятся гидрографическая сеть и нижние части склонов, имеющие уклон более $8-9^{\circ}$. Для этой зоны характерны процессы линейной эрозии, на борьбу с которыми, в первую очередь, должны быть, направлены проектируемые мелиоративные мероприятия.

Имея план землепользования и пользуясь указанным масштабом и высотой сечения горизонталей, необходимо вычислить уклон склонов. **Рассчитаем расстояние между горизонталями:**

$$L = \frac{h}{i}$$

При расстоянии между горизонталями выше 4 мм уклон будет меньше $0,05$ при масштабе 1:25000 (расстояние 100 м на плане будет равно 0,4 мм). При расстоянии между горизонталями менее 4 мм уклон будет более $0,05$ или 3° .

Уклон между двумя соседними горизонталями,

$$i = \frac{h}{I}$$

где h – высота заложения горизонталей (высота превышения одной горизонтали над другой);

I – расстояние между горизонталями.

Уклон при $i = 0,017$ будет равен 1° , при $0,034 = 2^{\circ}$ и т.д.

Уклоны следует вычислять для всех склонов, имеющих резко различную крутизну, и записать их непосредственно на плане. После этого нужно провести границы между отдельными зонами.

В некоторых случаях одной из зон, чаще всего присетевой, может не быть. Присетевую зону не следует выделять в том случае, если ее ширина по линии тока воды менее 50-70 м, т.к. производственное использование, такой узкой полосы весьма затруднительно.

Гидрографическая зона, в виду специфики использования, выделяется в самостоятельную независимо от ее ширины.

После выделения эрозионных зон намечают севообороты, Приводораздельную зону или склоны до $3-4^{\circ}$ при отсутствии явных признаков плоскостной эрозии или линейной отводят под полевой севооборот. Участки землепользования большей крутизны, нередко и меньшей при наличии промоин, смытости почв, выделяют под почвенный севооборот. Поскольку здесь обработка почвы должна проводиться поперек склона, поля в севообороте тоже стараются разместить поперек склона; направлением вреднодействующего ветра в этом случае игнорируют.

Если вред от водной эрозии больше, чем от действия вредодействующих ветров, желательно вообще размещать поля в севооборотах длинными сторонами поперек склона. Только на водораздельных плато и верхних частях склонов с крутизной менее $1-1,5^\circ$ поля можно размещать строго перпендикулярно вредодействующим ветрам.

Закончив противоэрозионную организацию территории, нужно сразу написать и соответствующий раздел пояснительной записки, в котором должно быть дано полное обоснование разделения территории объекта на эрозионные зоны, севообороты, размещения полей, дорожной сети и т.д.

1.2. Общие сведения о мелиорации

Предмет и задачи мелиорации. Слово «мелиорация» происходит от латинского слова *melioratio*, что в переводе на русский язык означает улучшение. Мелиорация земель — это изменение природных условий путем регулирования водного и воздушного режимов почвы в благоприятном для сельскохозяйственных культур направлении (рис. 2).

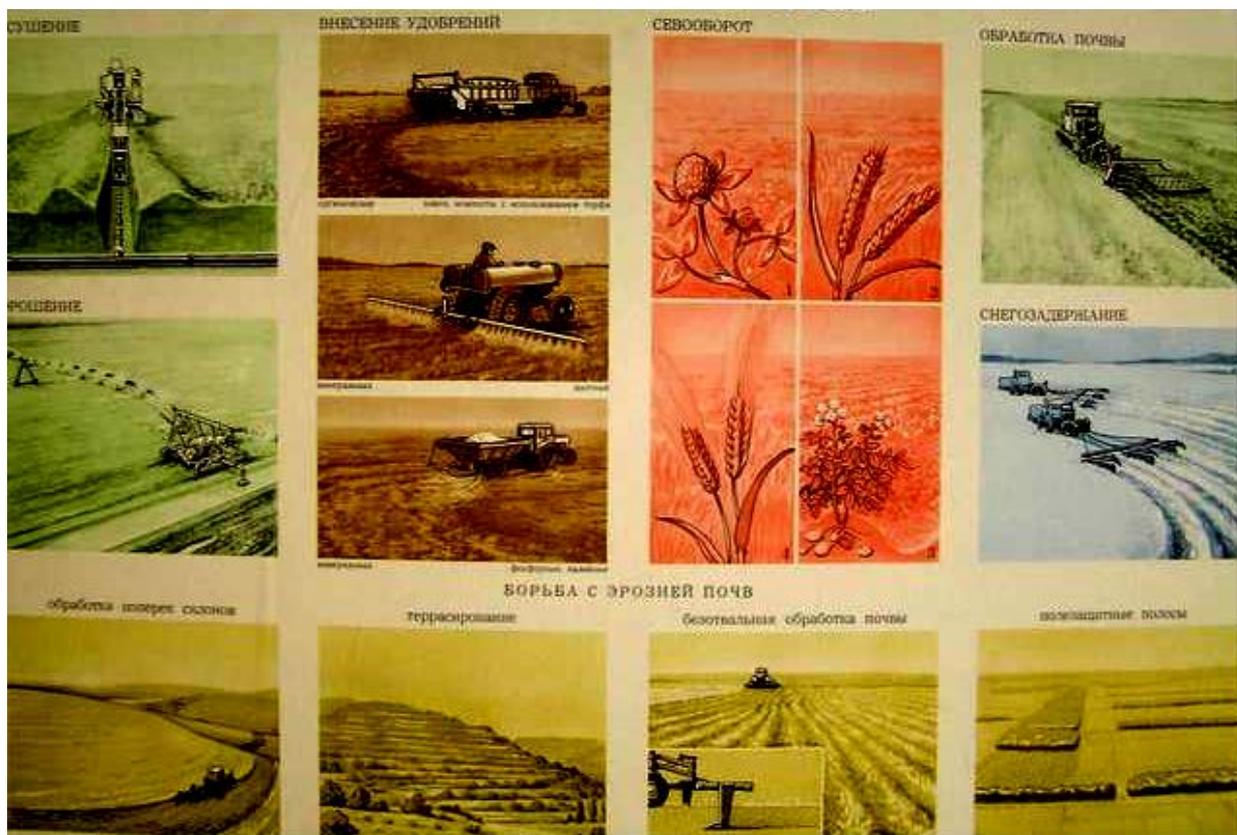


Рис. 2. Мелиоративные мероприятия

По воздействию на почву и растение различают агротехнические, лесотехнические, химические и гидротехнические мелиорации.

При **агротехнических мелиорациях** повышение плодородия земель достигается правильным выбором глубины и направления вспашки, почвоуглублением, сочетанием вспашки с поделкой глубоких борозд, гряд и валиков. К агромелиорации относится также залужение крутых склонов, мульчирование почвы, улучшение лугов и пастбищ и снегозадержание. Этот вид мелиорации не требует специальных капиталовложений, так как выполняется обычно при помощи машин и орудий, уже имеющихся в хозяйстве.

Под **лесотехническими мелиорациями** подразумевается улучшение земель при помощи посадки древесной или травянистой растительности в сочетании с древесной. Сюда относится закрепление движущихся песков, облесение и залужение крутых склонов и оврагов, создание полезащитных лесных полос, водорегулирующих лесных насаждений,

облесение водохранилищ и т. д.

При **химических мелиорациях** для улучшения земель в почву вносят известь, гипс, дефекационную грязь, поваренную соль, серную кислоту с целью рассолонцевания содовых солонцов, синтетический каучук. К химическим мелиорациям относится внесение в почву томасшлаков, фосфоритной муки, а также использование различных гербицидов для борьбы с зарастанием мелиоративных каналов и прилегающих полей сорной растительностью, применение полимерных материалов для снижения фильтрации из водоемов и крупных каналов.

При **гидротехнических мелиорациях** улучшение земель достигается изменением водного режима почвы. С целью регулирования водного режима почвы, а следовательно, и искусственного орошения строят плотины, водохранилища, крупные и мелкие оросительные и осушительные каналы, трубопроводы и лотки. В степных районах для задержания весенних талых вод устраивают лиманы. Создавая хороший стеблестой растений, лиманы не только повышают урожаи трав и других культур, но и предохраняют почву от ветровой эрозии. В предгорных районах в целях борьбы с водной эрозией строят террасы. Для орошения риса и промывки засоленных земель устраивают чеки и дренажную сеть.

Развитие мелиорации и основные мелиоративные зоны, и их краткая характеристика. Искусственное орошение на земном шаре стали применять 3-4 тыс. лет до нашей эры в Египте, Китае, Ираке и Индии. В глубокой древности оросительные работы проводили в Закавказье, Средней Азии.

Развитие научных основ мелиорации земель в нашей стране связано с именами таких крупных ученых, как В.В. Докучаев, П.А. Костычев, В.Р. Вильямс, А.Н. Костяков и многие другие. В результате улучшения эксплуатации и использования мелиорированных земель урожайность сельхозкультур на орошаемых землях значительно возросла.

При выделении мелиоративных зон и районов и тем более отдельных объектов орошения и осушения внутри крупных природных зон приходится учитывать не только климат и ландшафт, но и почвенно-гидрологические условия: рельеф и механический состав почв (пойма, предгорье, пески, просадочные земли и др.); типы почв и их сочетание (черноземы, дерново-луговые, лугово-болотные, каштановые, засоленные почвы в комплексе с солонцовыми и др.); гидрогеологические и мелиоративные свойства почв и грунтов, которые характеризуются наличием водоупора, близостью стояния и минерализацией грунтовых вод, их отточностью, водопроницаемостью и водоподъемной способностью, общей и свободной емкостью насыщения почв и грунтов (рис. 3, 4).

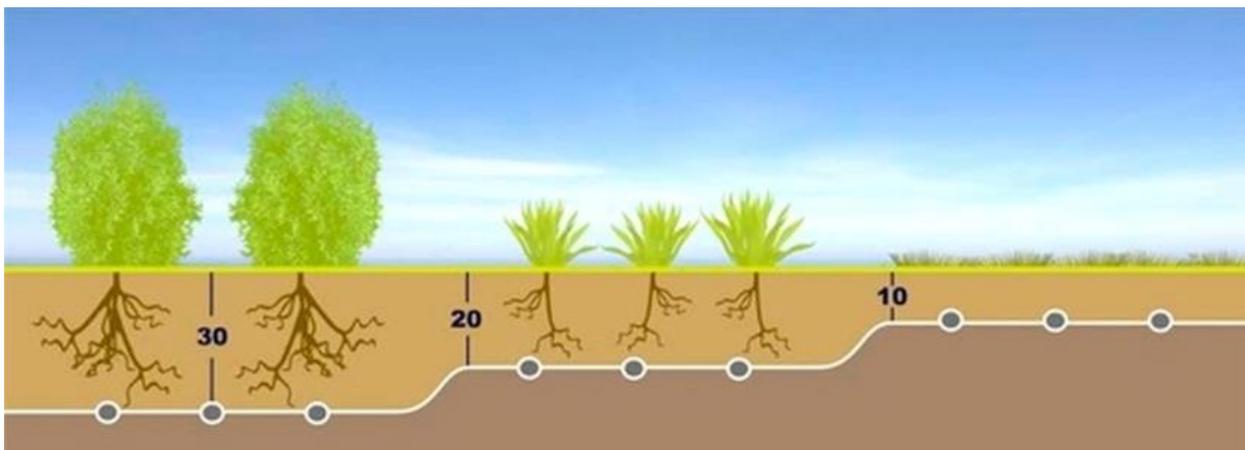


Рис. 3. Внутрипочвенный полив

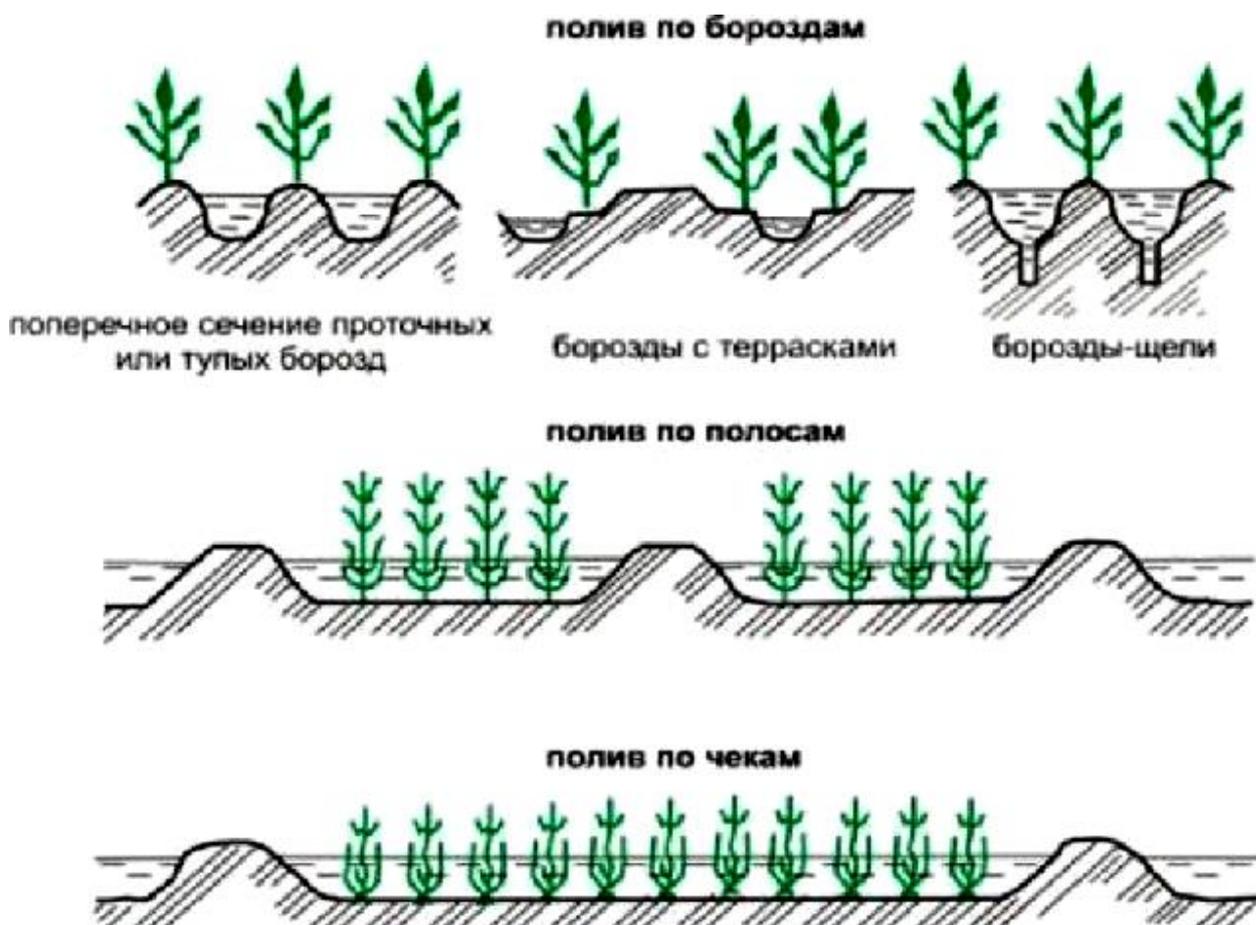


Рис. 4. Поверхностные способы полива

Оросительные мелиорации. Внутрипочвенный орошение. Внутрипочвенный полив по трубам-увлажнителям, проложенным на глубине – удобный и перспективный способ воздействия на растение при культуре открытого и особенно закрытого грунта (теплицы, парники). При внутрипочвенном орошении корнеобитаемый слой увлажняется посредством регулирования уровня грунтовых вод. **Внутрипочвенный полив** представляет собой подачу воды по проложенным в грунте ПВХ-трубкам диаметром от 20 до 40 мм с небольшими отверстиями, через которые подается вода прямо в почву к корням растений. Прокладывается система на глубине около 20-30 см и применяется обычно в жарком климате. Недостатки этого способа орошения очевидны: если некоторые отверстия засорились, но заметить это можно только по засыхающим растениям. Кроме того, при извлечении и ремонте трубок повреждается корневая система растений.

К достоинствам внутрипочвенного орошения относятся:

- механизация процессов сельскохозяйственных работ и высокий коэффициент полезного использования орошаемой территории;
- сохранение структуры верхних слоев почвы и поддержание их в рыхлом состоянии;
- снижение поливных норм и более продуктивное использование поливной воды.
- сочетание полива с одновременным внесением непосредственно в зону корней растворимых питательных веществ.
- возможность сочетания увлажнения с одновременным обогревом почвы термальными и сбросными – теплыми водами ТЭС.
- возможность автоматизации, а следовательно, и снижение затрат ручного труда на поливе.

При организации внутрипочвенного орошения, особенно на крупных площадях, необходимо учитывать и некоторые недостатки:

- неприменимость на засоленных почвах с близким залеганием минерализованных

грунтовых вод, а также при большом содержании карбонатов, вызывающих просадку грунта.

- необходимость подачи чистой воды с связи с возможностью заилиения трубопроводов – увлажнителей.

- большая потребность в трубах и высокие, как правило, одновременные капитальные вложения в строительство и оборудование системы.

Внутрипочвенный полив основан на всасывающей способности почвы. Чем выше капиллярная проводимость почвы, меньше диаметр ее частиц, тем больше всасывающая способность почвы.

Внутрихозяйственные и системные планы водопользования. Внутрихозяйственные оросительные системы обслуживают земли, принадлежащие только одному хозяйству, имеющему небольшие площади орошения – от 200-6000...8000 га. В каждом крупном хозяйстве имеется отдел эксплуатации оросительной системы. Он следит за ремонтом каналов и сооружениями, и распределением воды по отдельным бригадам и звеньям.

Водопользование на оросительных системах. Под оросительной системой понимают сеть крупных и мелких земляных каналов, трубопроводов и гидротехнических сооружений, назначение которых забирать воду из источника орошения (река, озеро, водохранилище) и транспортировать ее на орошаемую территорию не только в требуемом объеме, но и в сроки, предусмотренные технологией сельскохозяйственного производства.

Назначение оросительной системы не только забирать и транспортировать воду на поля, занятые сельхозкультурой, но и регулировать оптимальный водный и солевой режимы почвогрунтов. Поэтому оросительная система в современных условиях должна обладать двойным регулированием: при недостатке воды в почве подводить и распределять ее по территории, занятой культурой; при избытке, наоборот, отводить через водосбросную или дренажную сеть.

Потребление воды сельскохозяйственными культурами. Сельскохозяйственные культуры в разные фазы развития предъявляют неодинаковые требования к водному режиму почв. Потребность растений в воде от начала развития постепенно возрастает и в период полного развития вегетативных органов бывает наибольшей. У большинства злаковых культур наибольшая потребность в воде наблюдается в фазы кущения и колошения (А. Н. Костяков). У хлопчатника 60...70% общего водопотребления приходится на фазу цветения. В период созревания культур недопотребление сильно сокращается, и в конце созревания потребность в воде полностью прекращается (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур для Нечерноземной зоны, м³/т сухой массы

Культура	Годы		
	влажные	средние	засушливые
Озимая пшеница	375-450	450-500	500-525
Озимая рожь	400-425	425-450	450-550
Яровая пшеница	350-400	400-465	485-500
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза	174-250	250-350	350-460
Картофель	165-300	450-500	550-660
Свекла	240-300	310-350	350-400
Лен	240-250	300-310	370-380
Многолетние травы	500-550	600-650	700-750

Вода – необходимое условие для жизни растений:

1. Она является главной, составной частью растений (60-80% содержимого клетки), расходуется ими в больших количествах в процессе испарения. Поступает вода в растения в основном из почвы.

2. Наряду с углекислым газом и минеральными соединениями вода необходима для синтеза органических веществ. С ее участием протекают все основные биохимические процессы в растении.

3. Питательные вещества, находящиеся в почве, могут поступать в растение только растворенными в воде.

4. Вода обеспечивает непрерывность передвижения питательных веществ в растении.

5. От влажности почвы и воздуха зависят нормальный рост и развитие, которые могут протекать только при достаточном насыщении клеток водой.

Водный режим растений складывается из трех процессов: 1) поступление воды в растение через корневую систему и листья; 2) передвижение воды по растению от корней к листьям и наоборот; 3) испарение воды из листьев в атмосферу – транспирация, которая обеспечивает непрерывный ток воды с питательными веществами, поступающими из почвы, от корней к листьям. Испарение воды растениями предохраняет их от перегрева.

В процессе жизнедеятельности растения создают органические вещества. На создание одной части сухого органического вещества они расходуют 200-500 частей воды. По очень приблизительным подсчетам, культивируемым растениям для их развития в летний период 2500-7000 т воды на 1 га. Растение может получать воду не только через корневую систему, но и через листья. Вот почему опрыскивание (рано утром и вечером) дает положительные результаты.

Большинство цветочных и декоративно-лиственных форм для интенсивного роста и развития требуется в 1,5-2 раза больше влаги, чем ее поступает с атмосферными осадками. Поэтому для обеспечения оптимальных условий роста и развития необходимо сохранять почвенную влагу, защищать растения от излишнего испарения, а в отдельные периоды пополнять ее запасы. К агротехническим приемам, способствующим этому, относятся полив, опрыскивание и дождевание, уничтожение сорняков, рыхление и мульчирование почвы, защита растений от ветра и т. д.

Важную роль в водном балансе растения играет транспирация, интенсивность которой возрастает при повышении температуры, солнечной радиации, силы ветра и других условий. Когда воды расходуется больше, чем поступает, клетки растения обезвоживаются, в результате чего побеги и листья поникают и вянут. Обезвоживание ведет к нарушению физиологической жизнедеятельности растения: прекращается рост, формирование цветковых органов, созревание плодов и т. д. В это время могут отмирать листья, побеги, а иногда увядание приводит к гибели всего растения.

Потребность растений в воде определяется их состоянием и внешними условиями (температурой и влажностью почвы и воздуха, интенсивностью освещения и т. д.), периодом развития, мощностью корневой системы. Например, в растущих листьях, стеблях, корнях, содержание воды достигает 90% и более, в древесине многолетних растений количество ее составляет 45-50%, а в почках еще меньше. В семенах влаги содержится всего 10-15%.

Для прорастания семян необходимо насыщение водой до 90-95% их массы. Если содержание воды в тканях семени достигнет только 20-25%, это лишь активизирует дыхание и другие процессы, но не приведет к прорастанию, что может вызвать гибель зародыша. Поэтому применяют намачивание семян, а посев проводят в достаточно увлажненный субстрат.

Большинство цветочных культур лучше растет при влажности почвы 60-80%. С уменьшением площади питания потребность растений в воде возрастает.

Избыток влаги в почве так же вреден для растений, как и недостаточное количество ее. При очень сильном увлажнении корневая система из-за недостатка кислорода слабеет, заболевает, и растение погибает.

По потребности в воде растения делят на четыре группы:

1. Гидрофиты. Представителям этой группы необходимо большое количество воды. Это водолюбивые растения, например виктория regia с очень большими листьями, достигающими 1,5 м в диаметре, циперус, нимфы.

2. Гигрофиты. Влаголюбивые растения, живущие в условиях избыточного увлажнения. К ним относятся Ольха, антуриум, аспидистра, фикус баньян.

3. Мезофиты. Растения со средней потребностью во влаге. Это самая многочисленная группа, к которой относится большинство культивируемых растений, а из цветочных – розы, резеда, астры. В ней можно выделить подгруппы растений с малой, средней и большой потребностью во влаге.

4. Ксерофиты. Растения, потребляющие очень небольшое количество воды, представлены значительно меньшим числом видов. Это обитатели пустынь, полупустынь и степей, растущие на сухой почве. Особенно много среди них суккулентов, запасующих воду в листьях и стеблях. К ним относятся кактусы, агавы, алоэ (рис. 5).



Рис. 5. Влажность как экологический фактор

В природе нет четкой границы между указанными выше группами; некоторые виды по своей потребности в воде занимают промежуточное положение.

Показатели качества воды. Водоснабжением называется комплекс мероприятий по обеспечению водой различных ее потребителей. Система водоснабжения включает разнообразные сооружения, обеспечивающие добычу, очистку и подачу воды потребителям в необходимых количествах и надлежащего качества.

В воде нуждаются все процессы с/х производства, поэтому своевременное удовлетворение этих потребностей обеспечивает определенную ритмичность работы в выполнении плановых заданий хозяйств. Воду используют на питьевые цели населения, на водопой скота, для заправки сельскохозяйственных машин, на противопожарные цели, а также на удовлетворение многих бытовых и санитарно-гигиенических мероприятий хозяйств.

При водоснабжении населения важное значение имеет качество воды. Если для целей водоснабжения и обводнения используют плохую воду, то это приводит к заболеванию людей, снижению продуктивности животных и производительности машин. Поэтому все процессы сельскохозяйственного производства проводят с соблюдением современных санитарно-гигиенических требований. Вся система водоснабжения: условия водозабора, транспортирование и подача воды потребителю – должна также обеспечить эти требования.

Показатели качества воды. Вода в природных условиях никогда не бывает совершенно чистой. Она содержит различные посторонние вещества в виде истинных или коллоидных растворов, механических примесей, живых организмов и бактерий. Дождевые воды при выпадении обогащаются не только газами, но и некоторыми солями, содержащимися в воздухе.

Грунтовые воды содержат соли и газы, главным образом СО (угарный газ). Это наиболее чистые воды, микроорганизмов в них очень мало, так как они попадают в воду чаще на поверхности земли. Содержание солей в речной воде определяется притоком в реку грунтовых вод. При значительном их притоке количество солей в реках увеличивается и наоборот, уменьшается при малом притоке в реку грунтовых вод. В речной воде много взвешенных веществ и газов, а также микроорганизмов.

В водах озер и прудов содержание солей колеблется в значительных пределах и зависит от степени подпитывания прудов грунтовыми водами. Количество посторонних веществ и живых организмов изменяется в сезон и в значительной степени обуславливается хозяйственной деятельностью человека, наличием стока из поселков, промышленных предприятий.

Качество воды и степень пригодности ее для питьевых и хозяйственных целей определяются в первую очередь составом и количеством в ней веществ и организмов. **Качество воды оценивают по физическим, химическим и санитарным показателям.**

К физическим свойствам воды относится температура, цвет, запах и привкус. Температуру определяют термометром погружением его в воду на 5 мин. на разных глубинах реки или водоема. При измерении воды в колодцах из него предварительно откачивают воду в течение 15-20 мин. Желательно, чтобы вода, используемая для питьевых целей, имела температуру от 7 до 12⁰С. Такую температуру обычно имеют подземные, артезианские и грунтовые воды (рис. 6)



Рис. 6. Физические свойства воды

Цвет или окраска воды обуславливается содержанием в ней гумусовых частиц или примесей остатков растений, коллоидов. Цветность воды чаще всего наблюдается в открытых источниках (реки, озера), питающихся частично болотной водой.

Грунтовые воды в большинстве случаев не имеют цвета, но иногда минералогический состав водоносных горизонтов (примесей глины или ила) придает им серый или бурый оттенок. Цветность воды показывает невысокое ее качество. Цветность питьевой воды не

должна превышать 20 градусов и только в исключительных случаях по согласованию с органами санитарного надзора допускается до 35 градусов.

Мутность воды обусловлена содержанием в ней во взвешенном состоянии ила, песка, глины, органических частиц. Мутность воды характеризуется количеством сухого вещества в миллиграммах, отфильтрованного на 1 л воды. Требования к качеству воды, подаваемой водопроводами потребителю для хозяйственных и питьевых нужд, определяется государственным стандартом.

Запах и привкус воды обуславливается содержанием в воде растворенных газов, особенно сероводорода, минеральных солей и органических веществ, и микроорганизмов. Сильный запах и привкус обычно имеют источники, в которые попадают воды с торфяных болот. Неприятный запах придает воде фенол даже в небольшом количестве. Запах фенола иногда наблюдается в водах угледобывающих районов. Питьевая чистая вода не должна иметь запаха и привкуса. Силу запаха оценивают по пятибалльной системе. Солончатый и горько – солончатый вкус придают воде соли магния, хлора, железа и серы. На вкус воду исследуют при температуре до 20-25⁰С градусов, потому что при меньшей температуре привкус воды может не обнаруживаться.

Полив затоплением риса. При поливе затоплением вода напускается слоем 5...25 см и более на горизонтальные площадки (чеки), ограниченные со всех сторон валиками. Площадь чека зависит в основном от рельефа участка, водопроницаемости почв, поливной нормы и составляет 0,1...50 га и более. При длительном затоплении почвы слоем воды структура ее разрушается, уменьшаются скважность и аэрация, окислительные процессы прекращаются и т. д. При длительном затоплении питательные вещества вместе с фильтрующимися водами вымываются вглубь и переходят в неусвояемую форму, уровень грунтовых вод поднимается, что нередко приводит к вторичному засолению почв. Чем больше слой воды и длительнее затопление, тем больше проявляются отрицательные последствия полива затоплением. Культурные растения, кроме риса, вначале страдают, а затем вымокают и гибнут от недостатка воздуха и питания (рис. 7, 8).



Рис. 7. Рисовые чеки

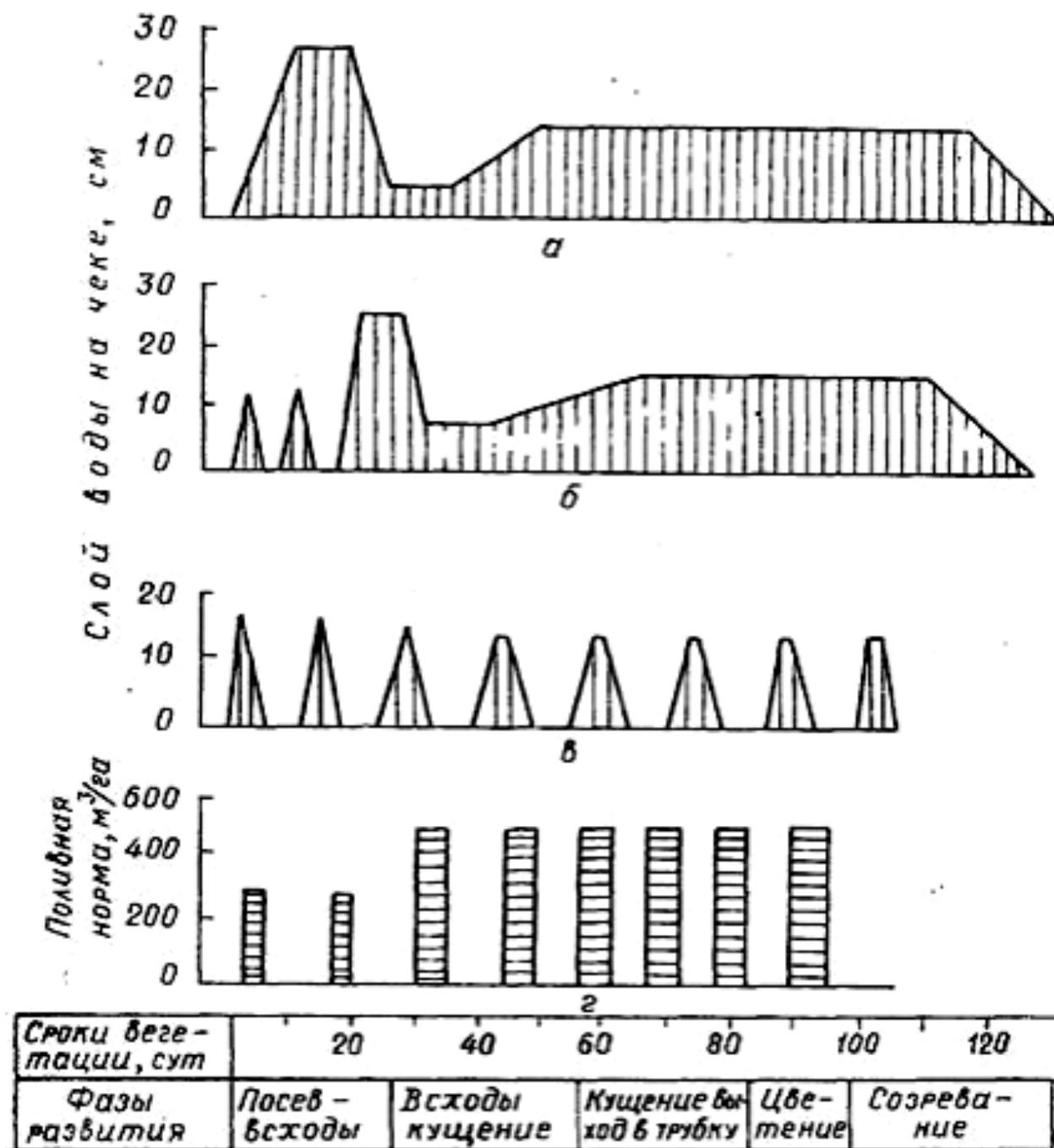


Рис. 8. Различные режимы орошения риса

Кратковременное затопление (до 2...3 суток) хорошо переносят кукуруза, люцерна, озимая и яровая пшеница, ячмень, овес, сорго и другие культуры. При кратковременном затоплении и высокой агротехнике их возделывания получают высокие урожаи.

Преимущества полива затоплением: высокая производительность труда на поливе (поливной ток до 2,5 м³/с), круглосуточный полив, возможность полной механизации всех сельскохозяйственных работ и полная автоматизация поливов.

Условия применения полива затоплением. Полив затоплением применяют преимущественно для орошения риса; промывки засоленных почв, борьбы с филлоксерой и лиманного орошения, реже для орошения кукурузы, люцерны и зерновых культур.

Для полива риса выбирают участки с уклоном до 1-2° со слабоводопроницаемыми почвами и близким залеганием грунтовых вод. В этом случае получают наименьшие оросительные нормы для риса при поливе его непрерывным затоплением. Возможность тщательной планировки почв; открываемая применением лазерных устройств, расширяет

условия и делает более перспективным полив затоплением.

Для орошения трав, кукурузы и зерновых полив затоплением применяют в малонаселенных районах, на безуклонных и малоуклонных участках, со слабо-, и средне-водопроницаемыми почвами, с глубоким залеганием пресных грунтовых вод. В этом случае при хорошей планировке, удельном расходе воды в чек 50...100 л/с на 1 га и при сбросе воды из чеков поливные нормы составляют около 1200...1600 м³/га, а на неспланированных крупных чеках при поливе без сброса — 3 000 м³/га и более.

Полив напуском по полосам. Для орошения узкорядных культур, а именно зерновых колосовых, однолетних и многолетних трав применяют полив напуском по полосам. Однако его можно использовать и для полива других культур в сочетании с нарезкой борозд. При поливе напуском по полосам вода движется по поверхности, покрывая ее слоем 2...3 см. Для направления движения воды полосе с двух сторон ограничивают валиками или открытыми канавами. Различают два вида полива напуском по полосам: напуск из горизонтальных канав (с боковым пуском воды) и напуск с головным впуском воды на поливную полосу (рис. 9).

Полив по полосам применяют при орошении трав и зерновых культур. Ширина водного потока при поливе по полосам равна ширине самих полос. Скорость таких потоков невелика и ирригационная эрозия выражена слабее, чем при поливе по бороздам.



Рис. 9. Полив напуском по полосам культур сплошного способа посева

Особенности полива по полосам: более высокая производительность по сравнению с бороздами, несколько более равномерное (сравнительно) увлажнение, поскольку увлажняется вся поверхность поля, но имеют место потери на испарение со всей поверхности, нарушается аэрация (воздухообмен), ухудшается деятельность полезных микроорганизмов. Полив по полосам имеет те же недостатки, что и полив по бороздам.

Напуск из горизонтальных канав обычно применяют в предгорных районах при орошении зерновых, трав, плодовых культур и винограда, где уклоны достигают 0,02...0,03 и более. Горизонтальные канавы нарезают каналопателями КЗУ-0,3 или КОР-500 глубиной 0,35...0,4 м почти по горизонталям местности с уклоном 0,0005...0,001 на расстоянии 20...30 м и не более 50 м одна от другой. Для полива плодовых культур и винограда горизонтальные канавы нарезают вдоль рядов с низовой стороны так, чтобы канава могла служить не только для полива, но и для перехвата и использования весенних талых и

ливневых вод.

Напуск из горизонтальных канав применяют на тяжелых суглинистых почвах и неспланированных или слабосиланированных площадях, так как в предгорных районах почвы не всегда хорошо развиты и часто на небольшой глубине подстилаются галечником. Поэтому при неспокойном микрорельефе горизонтальные канавы обычно имеют большие изгибы. При больших неровностях местности канавы нарезают по командным точкам, то есть буровым потяжинам. В таких случаях полив проводят свободным напуском. Длина полос напуска из горизонтальных канав в зависимости от микрорельефа колеблется от 100 до 300 м и более.

Все поле между временными оросителями разбивают валами на полосы. Полосы нарезают вдоль склона, продольный уклон изменяется от 0,02 до 0,0005, лучше 0,01...0,001. Поперечного уклона быть не должно. Длина полос — 50...300 м, чаще — 100...150 м. Ширина полос — 10...12 м при ровной поверхности и 4...8 — при неровной. Кроме того, ширина полос должна быть кратной ширине захвата сеялки. Высота валов — 15...20 см. В полосу подается струя воды в 3...6 л/с. Вода движется слоем 5...8 см и постепенно впитывается. Если поступление воды несколько превышает ее впитывание, то, когда вода пройдет $\frac{2}{3}$... $\frac{3}{4}$ длины полосы, подачу ее уменьшают или прекращают. Следовательно, полив проводят движущейся водой. Производительность труда поливальщика в смену — в среднем 2 га.

Полив дождеванием. Дождевание — способ полива, при котором оросительная вода под напором выбрасывается дождевальным аппаратом в воздух, дробится на капли и падает на растения и почву в виду дождя (рис. 10, табл. 12).



Рис. 10. Полив дождевальной машиной ДФ-120 «Днепр»

Орошение сельскохозяйственных культур проводят различными дождевальными установками, агрегатами и машинами.

Дождевальные установки — устройства, состоящие из легких разборных переносных трубопроводов и дождевальных насадок.

Дождевальными машинами называют дождевальные установки, снабженные средствами механизированного передвижения.

Дождевальные агрегаты — это дождевальные машины, снабженные насосно-силовым оборудованием для забора воды из канала (трубопровода), создания нужного напора и подачи ее в дождевальные насадки (аппараты).

Преимущества и недостатки дождевания. Дождевание — наиболее совершенный и перспективный способ полива. Оно имеет следующие преимущества по сравнению с поверхностным орошением: полная механизация работ; поливная норма регулируется более точно и в широких пределах (от 30...50 до 300...800 м³/га и более), что позволяет создавать

водно-воздушный режим почвы, близкий к оптимальному, и регулировать глубину промачивания почвы; можно поливать участки с большими уклонами и со сложным микрорельефом. Забор воды возможен из каналов, идущих в выемке, а также из закрытой сети; исключаются работы по поделке поливных борозд, валиков, выводных борозд, улучшаются условия механизации посева, посадки, обработки и уборки сельскохозяйственных культур; улучшаются микроклимат и развитие корневой системы, активизируются процессы ассимиляции, повышаются плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур. Запланированный урожай можно получить при меньших (на 15...30%) затратах воды, чем при поверхностном орошении; можно одновременно с орошением вносить в почву удобрения. В предгорных районах для дождевания возможно использование естественного напора.

Таблица 2. Технические характеристики некоторых дождевальных машин (систем орошения)

Показатели	ДДН-70	ДДН-100	ДШ-10	КИ-50 «Радуга»	ДКГ-80 «Ока»	ДДА-100МА-1	ТКУ-100-01
Производительность в час основного времени, га	0,78	0,7; 0,6; 0,51	0,10	0,57	0,6	1,6	0,6
Площадь полива с одной позиции, га	0,94	1,74; 1,21		1,04	2,88		1,92
Расход воды, л/с	65	115; 100; 85	17,8	47,2	99	130	3,0
Напор, мПа	0,51	0,67	0,48	0,78	0,5	0,37	0,5
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,4	0,27... 0,65		0,28	0,27... 0,35	0,50	0,35
Расстояние, м:							
Между каналами (ширина захвата)	100	120		50	800	120	800
Между позициями	120	145; 110					45...50
Радиус действия, м	69,5	85; 75					
Частота вращения ствола аппарата, мин ⁻¹	0,2	0,2					
Диаметр сопел, мм:							
Основных	55	65; 56;54					
Вспомогательных	16	60; 58;54					
Вместимость бака гидрораспределителя, дм ³	107	107		65		120	
Дорожный просвет, мм			250			320	278
Масса, кг	700	800	1990	5680	6400	10790	6500
Агрегируется с трактором тягового класса	3,0; 2,0	3,0	1,4			3,0	

Недостатки дождевания: высокие затраты металла на изготовление дождевальных машин, труб и аппаратуры (40...100 кг на 1 га); большая энергоёмкость процесса дождевания (40... 100 кВт/ч на 1 полив при $m = 300 \text{ м}^3/\text{га}$); неравномерность полива при ветре; невозможность глубокого промачивания тяжелых почв при высокой интенсивности дождя без образования луж и поверхностного стока; нецелесообразность использования на

тяжелых почвах в условиях сухого и жаркого климата.

Дождевание наиболее широко применяют на безуклонных и малоуклонных участках с почвами средней и высокой водопроницаемости для полива овощных, технических, зерновых культур, садов, питомников, лугов в зоне недостаточного увлажнения, где орошение только дополняет естественные осадки в засушливые периоды. Орошение дождеванием незаменимо на участках со сложным рельефом, с близким залеганием грунтовых вод, со слабозасоленными и просадочными грунтами.

Поливная норма, режим орошения и сроки полива сельскохозяйственных культур.

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур возможно лишь в том случае, если все факторы жизни находятся в оптимуме (свет, тепло, влага, воздух, питательные Вещества) и что продуктивность культур определяется фактором, находящимся в минимуме (закон минимума). На огромной территории нашей страны лимитирующим фактором является влага: полупустынная, сухостепная и степная зоны - здесь получение сколько-нибудь значительного урожая возможно лишь при дополнительном влагообеспечении территории за счет орошения. Но даже в зонах достаточного увлажнения (например, Нечерноземная зона) из-за недостаточности поступления атмосферных осадков в вегетационный период (250-300 мм при годовой сумме более 600 мм, за исключением влажных лет, при водопотреблении сельскохозяйственных культур в зоне равном 400-600 мм за вегетацию), из-за их неравномерности, за счет все чаще и чаще повторяющихся засушливых периодов, возникает необходимость дополнительного увлажнения, особенно на полях севооборота, занятых более влаголюбивыми культурами (овощные, кормовые).

Поддержание режима влажности почвы на заданном уровне регулируется поливами. Поливы подразделяют на 1) вегетационные, 2) влагозарядковые (запасные), 3) вневегетационные (предпосевные, предпосадочные), 4) специальные: а) подкормочные; б) промывные; в) дезинфекционные; г) освежительные. Из перечисленных видов основным является ***вегетационный полив***, способствующий обеспечению потребности сельскохозяйственных растений в воде в период их вегетации. Полив осуществляется поливной нормой, под которой понимают количество воды, необходимое для одного полива при условиях отсутствия нарушений в жизнедеятельности растений и недопущения промачивания почвы сверх заданной глубины.

Первое условие соблюдается путем расчета восполнения запасов воды от заданного нижнего предела влажности (влажность разрыва капилляров – ВРК или влажность замедления роста – ВЗР, равные 65-80% от НВ) до ее верхнего оптимума – наименьшей влагоемкости (НВ). Второе – ограничивает этот рост мощностью активной толщи почвы, где сосредоточена основная часть (90%) адсорбирующей и активно поглощающей корневой системы.

Поливную норму (m) рассчитывают с учетом фазы развития сельскохозяйственных культур по формуле:

$$m = 100 \cdot h \cdot dv \cdot (НВ - ВРК),$$

где **m** – поливная норма, м³/га;

h – активный слой почвы, соответствующий фазе развития орошаемой культуры, м;

dv – усредненная плотность активного слоя почвы, т/м³;

НВ – наименьшая (общая) влагоемкость, %;

ВРК – влажность разрыва капилляров, %, 100 – коэффициент для перевода процентов в кубометры/га.

Сумма поливных норм составляет оросительную норму, т.е. то количество воды, которое необходимо для поддержания влажности в активном слое почвы на заданном уровне в течение всего орошаемого периода.

Величина поливной нормы в значительной степени зависит от свойств почв, способа и техники полива, биологических особенностей культуры. Часто сроки поливов назначают в определенные критические фазы развития растений, когда чувствительность их к недостатку влаги высока. Так, для озимых и яровых зерновых это период выхода в трубку

колошение, для зернобобовых и гречихи: цветение, для подсолнечника: образование корзинок – цветение, для кукурузы: цветение – молочная спелость, для хлопчатника: цветение – заложение коробочек, для картофеля: цветение – клубнеобразование и т. д. Поэтому особое внимание необходимо обращать на полив культур именно в эти критические периоды.

Для большинства полевых культур поливные нормы в начале вегетационного периода должны быть меньше, чем в середине или конце вегетации, что связано с увеличением глубины проникновения корней в конце вегетации, т.е. мощность активной толщи почвы тесным образом связана с фазами развития растений.

Для удобства изучения все зерновые культуры подразделяются на четыре группы: 1. Колосовые хлеба и овес (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес); 2. Просовидные (просо, кукуруза, сорго, рис); 3. Зернобобовые (горох, кормовые бобы, соя, чечевица, люпин кормовой, чина, нут); 4. Гречиха, амарант.

У зерновых злаковых растений отмечаются следующие фенологические фазы развития: 1. Прорастание; 2. Всходы; 3. Кущение; 4. Выход в трубку; 5. Начало образования колоса; 6. Колошение (выметывание); 7. Цветение; 8. Молочная спелость; 9. Восковая спелость; 10. Полная спелость.

У зернобобовых отмечают следующие фенофазы: 1. Прорастание; 2. Всходы (с появлением семядолей над почвой – фасоль, соя, люпин) или первого настоящего листа (горох, чина и др.); 3. Стебление и ветвление стебля; 4. Бутонизация; 5. Цветение; 6. Образование бобов; 7. Созревание; 8. Полная спелость.

Фенофазы картофеля: 1. Всходы (на 18-22 день после посадки); 2. Развитие стебля – бутонизация (18-20 дней); 3. Цветение (через 20-30 дней после бутонизации); 4. Клубнеобразование.

Первая фаза развития корнеплодов – образование всходов, т.е. появление на дневную поверхность проростков и развертывание семядольных листьев. Далее отмечают образование первой пары через 8-10 дней и третьей пары настоящих листьев. В эти фазы развития проводят важный прием ухода за посевами – прорывка, т.е. удаление лишних растений. В дальнейшем появление новых листьев приводит к разрастанию надземной части растений, в результате чего листья в смежных рядах прикрывают междурядья – это фаза смыкания листьев в междурядьях (к концу июля). К концу вегетации старые листья начинают отмирать, обнажая междурядья, – это фаза размыкания листьев в междурядьях. Корнеплоды дают продукцию в первый год жизни. Поэтому в этот период такие фазы как бутонизация, цветение и созревание плодов и семян не учитывают – это делают на 2-ой год.

У бахчевых через 5-7 дней после всходов появляется первый настоящий лист, затем через каждые 3-4 дня: 2-ой, 3-ий, 4-ый и 5-ый. После этого рост замедляется, междоузлия в этот период укороченные. Затем отмечаются фазы: начало образования плетей, бутонизацию, цветение женских и мужских цветков, образование завязей, начало созревания, первый и последний сборы плодов.

Поливные, оросительные нормы и сроки полива назначают так, чтобы в течение всей вегетации запасы влаги в почве находились в оптимальном количестве. При орошении нельзя снижать влажность почвы в корнеобитаемой зоне до таких значений, когда начинается увядание (влажность завядания) растений. Влажность завядания зависит от водно-физических свойств почвы. Для супесчаных почв она равна 3...4% массы абсолютно сухой почвы, для легких суглинков — 4,5...7,5%, для средних суглинков — 7,5...9,0%, для тяжелых суглинков — 9... 12% и для глинистых почв — 14... 18%.

Для определения поливной и оросительной нормы необходимо знать потребность культур в воде по фазам их развития при запланированном высоком урожае.

Из сопоставления режима водопотребления и естественного водного режима видны периоды дефицита влаги в почве и его изменение во времени. Дефициты влаги восполняют орошением, периодическими поливами, при которых в почву дают такое количество воды, которое в определенный (межполивной) период расходуется на транспирацию растений и испарение почвой.

Число поливов и поливные нормы зависят от запасов влаги в активном слое почвы в начале вегетационного периода. При значительных запасах влаги в почве в начале вегетации сельскохозяйственных культур число поливов и поливные нормы уменьшают, при больших же весенних дефицитах влаги в активном слое почвы поливные нормы увеличивают (рис. 11).

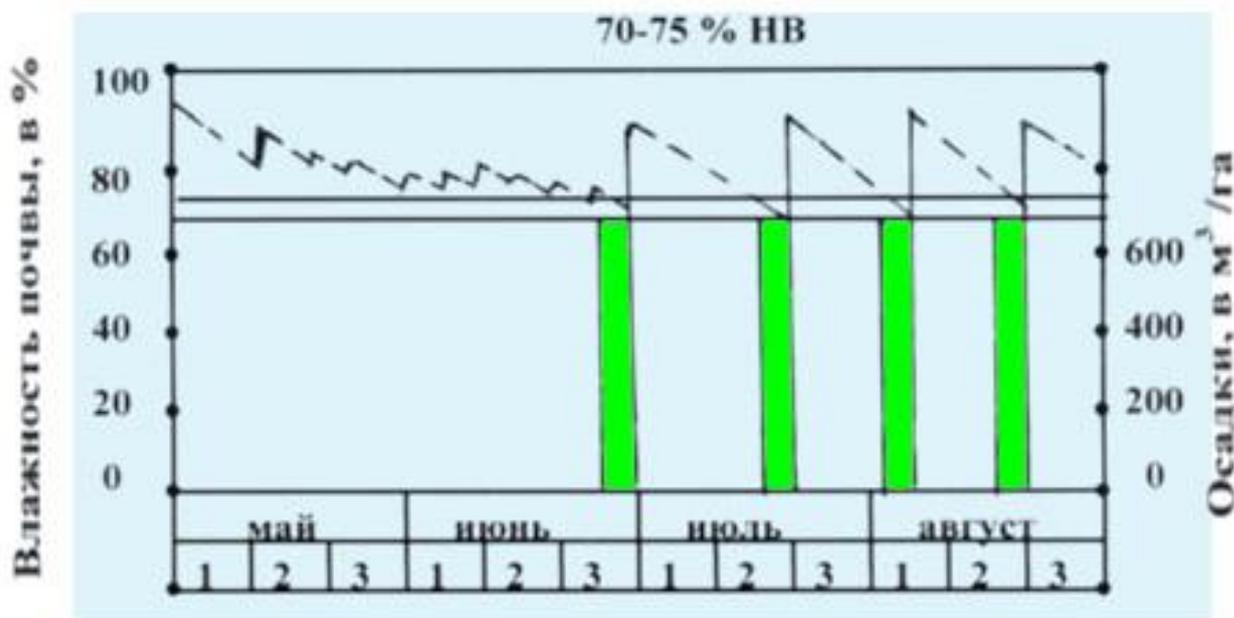


Рис. 11. Укомплектованный график поливов

При периодических поливах водный режим активного слоя почвы изменяется не по плавной кривой, а по ступенчатой кривой, которая имеет колебания, но приближается к кривой водопотребления. Сразу же после полива наблюдаются максимумы влажности почвы, а в конце межполивного периода — минимумы. Следовательно, поливами вместо естественного режима влажности до орошения создается новый, более благоприятный для растений режим влажности. Этот режим влажности при определенных колебаниях должен максимально приближаться к требуемому для растений водному режиму почвы при данных агротехнических, почвенных и климатических условиях.

Поливы по величине и времени должны быть так установлены, чтобы режим влажности активного слоя почвы, создаваемый ими, возможно равномернее и лучше приближался к требуемому, и чтобы при этом верхние и нижние запасы влаги не превосходили допустимые для данной сельскохозяйственной культуры значения.

Расчет оросительных норм. Наиболее распространенным методом определения суммарного водопотребления E является метод расчета по коэффициенту водопотребления и планируемой урожайности (по А.Н. Костякову).

$$E = UK,$$

где, U — планируемый урожай, т/га;

K — коэффициент водопотребления, м³/т.

Оросительную норму M определяют по формуле

$$M = E - aP - Wr - (Wq - W),$$

где, E — суммарное водопотребление культуры;

P — количество осадков за период вегетации культур, м³/га, принимается равным 75...95% расчетной обеспеченности;

a — коэффициент использования осадков, он изменяется от 0,3 до 0,5 для засушливой зоны и от 0,5 до 0,7 для зон достаточного и неустойчивого увлажнения;

Wr — количество влаги, поступающей капиллярным путем из грунтовых вод при близком их залегании, м³/га;

Wq — запасы влаги в активном (корнеобитаемом) слое почвы в начале

вегетационного периода, м³/га;

W – запасы влаги в активном слое почвы в конце вегетационного периода данной культуры, м³/га.

При расчете оросительных норм учитывают осадки, выпавшие за сутки, более 5 мм.

Классификация каналов оросительной сети. Оросительная сеть по выполняемым задачам делится на проводящую и регулирующую (рис. 12).

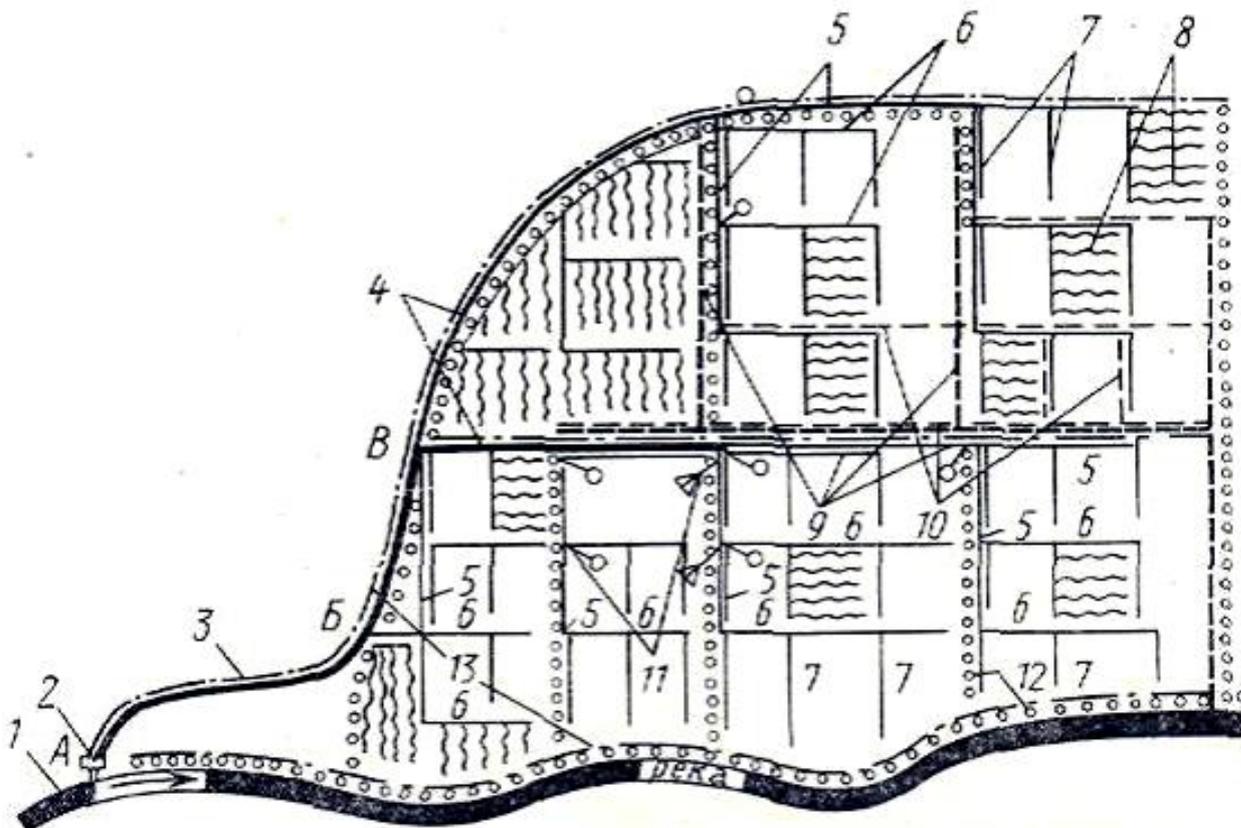


Рис. 12. Схема оросительной системы

1 – источник орошения 2 – головной водозабор 3 – магистральный канал (А...Б – холостая часть, Б...В – рабочая часть), 4,5 – межхозяйственные и хозяйственные распределители, 6 – распределители севооборотных участков, 7 – участковые распределители, 8 – временные оросители, 9 – межхозяйственная и внутрихозяйственная водосборная сеть, 10 – полевые и хозяйственные дорожки, 11 – сооружения на оросительной и дорожной сети, 12 – лесозащитные полосы, 13 – вспомогательные устройства (телефон и др.).

Проводящая сеть включает крупные постоянные каналы:

- магистральный, или главный, канал, трубопровод или лоток забирают воду из источника орошения и подводят ее к орошаемой территории. Чтобы канал или трубопровод мог оросить большую площадь, его проводят по командным, то есть более высоким, отметкам территории;

- межхозяйственный распределитель забирает воду из магистрального канала и подает ее на территорию нескольких колхозов и совхозов,

- хозяйственный распределитель забирает воду из межхозяйственного распределителя и подает ее на территорию одного хозяйства (колхоз или совхоз);

- межучастковый или межбригадный распределитель подает воду на несколько севооборотных или бригадных участков;

- участковый распределитель подает воду только на один севооборотный или бригадный участок;

- групповой ороситель или трубопровод забирает воду из участкового распределителя и подает ее на территорию, закрепленную за механизированным отрядом, который

объединяет от 3 до 5 механизированных звеньев. Групповой ороситель — последний из элементов проводящей сети.

1.3. Эрозионные процессы

Почвенная эрозия. Эрозия почв существовала всегда и никогда не прекратится. Поверхность земли постоянно изменяется; на ней появляются горы, глубже и шире становятся долины, береговая линия в одном месте отступает, а в другом – выдвигается вперед. Современная поверхность Земли не является результатом единичных катаклизмов, она образовалась вследствие бесконечно медленных изменений. Нередко требуются столетия, чтобы изменения стали заметными. Одним из агентов в этом постоянном процессе изменений служит эрозия. Она играет основную роль при образовании аллювиальных почв и осадочных пород водного происхождения (рис. 13).



Рис. 13. Эрозионные процессы на посевах зерновых культур после ливневых осадков

Деятельность человека редко замедляет или останавливает этот, постоянно действующий процесс, но чаще ускоряет его. Мы обычно говорим «о геологической, нормальной, или естественной», эрозии, когда имеем в виду, что эрозия происходит под действием сил природы, и об «усиленной, или ускоренной, эрозии», когда процесс находится под влиянием человека.

Факторы эрозии. Эрозия обычно является нивелирующим процессом, при котором частицы почвы или скальных пород сдвигаются, смываются и перемещаются под действием силы тяжести. Главное действие в этом процессе оказывают ветер и вода, а также температурные колебания и некоторые биологические процессы (рис. 14).



Рис. 14. Основные противоэрозионные мероприятия

Проектирование противоэрозионных каналов. Основная задача большинства противоэрозионных сооружений заключается в сборе и отведении воды. Поэтому в основу их проектирования положены гидравлические расчёты открытых каналов. Чаще всего приходится решать четыре проблемы.

1. Рассчитывать расход по известным поперечному сечению канала, его уклону, глубине воды (как при проектировании оросительных и осушительных каналов, при необходимости улучшения режима естественных водотоков).

2. Определять глубину воды, при которой канал пропускает заданный расход воды (аналогично определяют высоту подъема или глубину воды в оросительном канале при пропуске паводковых расходов).

3. Рассчитывать канал, который может быстро отвести заданный расход воды (как при проектировании отвода ливневых вод от зданий или сооружений).

4. Подбирать поперечное сечение и уклон, при которых не происходит размыв дна и откосов в необлицованных каналах.

Взаимозависимость переменных величин. В основную формулу определения расхода воды в канале Q входят две переменные: V — средняя скорость воды и A — площадь поперечного сечения потока. Формула имеет вид:

$$Q = V * A$$

Скорость воды и площадь поперечного сечения потока зависят от многих факторов и друг от друга. Из факторов, влияющих на расход, можно назвать размеры, форму, уклон канала и шероховатость его стенок.

Большой канал, естественно, пропускает больше воды. Каналы с одинаковыми площадями поперечного сечения, но разной конфигурации пропускают разное количество воды. Скорость воды у откосов и дна канала замедляется силами трения. Канал, форма поперечного сечения которого характеризуется минимальной площадью контакта с водой, обладает большей пропускной способностью. Влияние формы канала выражают гидравлическим радиусом канала, который равен частному от деления площади поперечного сечения на смоченный периметр. Под смоченным периметром понимают длину поперечного сечения канала, находящуюся в контакте с водой. Таким образом, гидравлический радиус имеет

размерность длины и обозначается в формулах буквами M или K . Иногда его называют средним гидравлическим радиусом или средней гидравлической глубиной. Каналы могут иметь одинаковые площади поперечных сечений, но разные гидравлические радиусы. Если все другие факторы постоянны, то, чем меньше гидравлический радиус, тем ниже скорость воды в канале и быстрее происходит заиление (рис. 15).



Рис. 15. Очистка сбросного канала от заиления

Земляные каналы обычно имеют поперечное сечение в виде трапеции или очерченное пологой кривой, напоминающей параболу. Трапецеидальные каналы постепенно заплывают и становятся параболическими. Треугольное сечение для земляных каналов нежелательно, потому что дно быстро размывается. (Нарисуйте каналы с различными сечениями).

Скорость течения воды возрастает с увеличением уклона. В месте контакта воды со стенками канала проявляется сопротивление трения, величина которого зависит от шероховатости стенок канала. Канал с бетонным покрытием стенок оказывает меньшее сопротивление, по сравнению с каналом, стенки которого покрыты растительностью. Шероховатость стенок канала уменьшают, если хотят увеличить пропускную способность канала. Количество или расход воды, протекающей по открытому каналу, определяют по всем перечисленным факторам, которые находятся в сложной взаимосвязи. В заключение следует сказать, что при гидравлических расчетах в редких случаях возможно одно решение. Чаще всего инженер подбирает размер канала, уклон, скорость воды и другие показатели, наиболее соответствующие конкретным условиям.

Расположение осушительных каналов. Расположение осушительных каналов на местности зависит от почвенных и топографических условий, а также от последующего использования осушенных земель (пашня, луга, пастбища, сады, огороды и др.) (рис. 16).

- Элементы осушительной системы:**
- 1 — река-водоприемник; 2 — магистральный канал; 3 — открытый коллектор; 4 — открытые осушители; 5 — ложный канал; 6 — закрытый коллектор; 7 — дрены; 8 — полевая дорога; 9 — труба-переезд; 10 — устьевое сооружение; 11 — смотровой колодец; 12 — нагорный канал; 13 — ложный канал; 14 — дамба обвалования

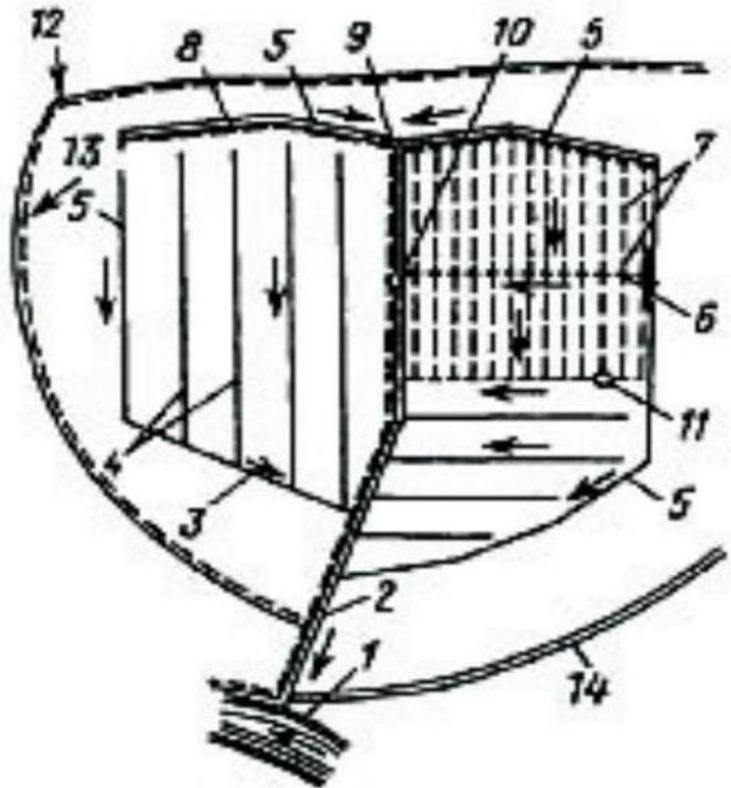


Рис. 16. Элементы осушительной сети

Осушительные мелкие каналы впадают в более крупные транспортирующие собиратели, которые впадают в водоотводящие каналы сначала младших, затем старших порядков, до первого порядка включительно. Каналы первого порядка впадают в магистральный канал, который впадает в водоприемник (река, ручей, балка, тальвег и др.).

Для перехвата воды, вышележащих склонов, устраивают нагорные каналы.

Мелкие осушительные каналы нарезают обычно под острым углом к горизонтالي местности, а при грунтовом питании болота — под острым углом или прямым углом к направлению потока грунтовых вод. Глубину каналов на лугах и пастбищах принимают равной 0,8...1,0 м, на полевых угодьях — 1...1,2 м, в садах — 1,2...1,4 м. Ширина по дну 0,2...0,4 м, коэффициент заложения откосов $m = 1$ (1 : 1). Длина каналов может достигать 700...1500 м. Уклон мелких осушительных каналов от 0,0005 до 0,005.

Глубина более крупных каналов, в которые впадает мелкая осушительная сеть, определяется условиями сопряжения каналов в вертикальной плоскости.

Деление каналов на осушители, транспортирующие собиратели и отводящие каналы является условным и определяется территориальным расположением и их глубиной. Осушительным каналом принято называть самый мелкий канал, который осушает прилегающую к нему территорию и отводит воду в транспортирующий собиратель. Последний принимает воду от осушительного и оказывает также большое осушительное действие на прилегающие к нему земли, так как глубина транспортирующего собирателя больше осушителя, а осушительное действие канала увеличивается с глубиной. Проводящий канал принимает воду от транспортирующих собирателей и также оказывает большое осушительное действие на прилегающие площади.

1.4. Основы агролесомелиорации

Система защитных лесных насаждений. Лесные насаждения являются экологически связующим звеном между различными агроэкосистемами в агроландшафтах. Их оптимальное мелиорирующее влияние проявляется при системном взаимоперекрывающем пространственном влиянии всех естественных и искусственных лесных насаждений на

сельскохозяйственные угодья в агроландшафтах (рис. 17).



Рис. 17. Система защитных лесных насаждений

Система защитных лесных насаждений включает полевые защитные, водорегулирующие, приовражные и прибалочные лесные полосы, насаждения на овражно-балочных землях, песках, пастбищах, берегах рек, лесные полосы вокруг прудов, водоемов и т. д.

Оптимальная лесистость территории агроландшафта, размещение лесных насаждений, виды и параметры лесных полос, породный состав, схема смешения и т.д. определяются природными условиями территории и особенностями мелиорируемого объекта.

Полевые защитные лесные полосы выполняют ветрозащитные функции. Их размещают поперек склонов крутизной до 2° (на склонах с интенсивной водной эрозией — до 1°).

Водорегулирующие лесные полосы должны обеспечивать системное проявление ветрозащитных, стокорегулирующих и почвозащитных функций. Они создаются в направлении, близком к горизонталям следующим образом:

— на склонах с односторонним падением и равномерным расстоянием между горизонталями — поперек склона прямолинейно, параллельно между собой;

— на рассеивающих и собирающих склонах с равномерным расстоянием между горизонталями по контуру и параллельно;

— при неравномерном расстоянии между горизонталями на рассеивающих и собирающих склонах — в направлении близком к горизонталям непараллельно.

Для районов с холодной метелистой зимой (лесная, лесостепная, степная зоны) рекомендуются продуваемые лесные полосы, для сухостепных и часто страдающих от пыльных бурь районов — ажурные.

Лесистость балочной сети. Необходимая лесистость в балочной сети может быть рассчитана с помощью уравнения:

$$SQ = \{S_1 + [ESc - ESb] + EL \times I + (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n) \times 100\} : P_b,$$

где: S_1 — существующая лесистость;

S_c, S_b — соответственно площади существующих и выполняемых растущих оврагов;

EL — сумма расстояний между невыполняемыми оврагами (менее 50 м);

I — длина берега балки;

Z_1, Z_2, Z_n — площади оползней, обнажений коренных пород и т.д.;

P_b — площадь балки.

Лесомелиоративные мероприятия. Наибольший защитный и мелиоративный эффект на сельскохозяйственные культуры и почву оказывает система защитных насаждений, а не обособленные защитные насаждения. Под системой защитных насаждений понимают комплекс взаимосвязанных и правильно размещенных

насаждений. Поэтому построение систем насаждений должно осуществляться на основе единого проектирования с учетом рельефа местности, климатических и почвенных условий. Наиболее желательны будут системы, занимающие минимальную земельную площадь и в максимальной мере защищающие территорию от неблагоприятных природных явлений, способствующие интенсификации сельскохозяйственного производства и повышающие урожайность сельскохозяйственных культур. Для лучшей увязки между собой всех проектируемых мелиоративных мероприятий следует сначала наметить на плане их общую схему для всей территории землепользования, затем уже разработать ее детально применительно к отдельным зонам.

Лесомелиоративные, мероприятия в водораздельной зоне. Прежде чем приступать к размещению системы защитных насаждений, бакалавр должен разделять территорию хозяйства на элементарные участки, обособленных друг от друга различными естественными и искусственными препятствиями (дорогами, реками, оврагами, балками, населенными пунктами, газо- и нефтепроводами и т.д.), в пределах каждого участка все защитные мероприятия должен иметь законченную систему.

Проектирование защитных насаждений начинают с проектирования защитных лесных насаждений вокруг населенных пунктов, вдоль железных и автомобильных дорог, рек, оврагов и балок. Только после этого начинают, проектировать полезащитные полосы. Полезащитные полосы являются основными насаждениями в водораздельной зоне.

Размещение полезащитных полос. На водораздельных плато и склонах крутизной 1,5-2° при отсутствии интенсивной водной эрозии создаются основные (продольные) и вспомогательные (поперечные) лесные полосы. Основные полосы размещаются по длинным границам полей севооборотов параллельно друг другу и перпендикулярно направлению наиболее вредоносных ветров.

Расстояние между основными полосами принимается с учетом высоты, которой достигают средневозрастные лесонасаждения в данных условиях, и конструкции полос – от нее зависит относительная дальность их влияния на ветер (табл. 3).

Таблица 3. Рекомендуемые расстояния между продольными ветроломными полезащитными полосами

Тип почвы	Расстояние, м	
	на водоразделах и склонах до 2°	на склонах от 2 до 4°
Серые лесные и оподзоленные черноземы	600	350
Выщелоченные и тучные черноземы	600	400
Обыкновенные и предкавказские черноземы	500	400
Южные черноземы	400	400
Темно-каштановые и каштановые	350	300

Для различных агроклиматических зон рекомендуется следующее расстояние между основными ветрозащитными лесными полосами: 1 зона – 300 м; 2 – 400 м; 3 – 500 м; 4 – 600 м, между поперечными 500-2000 м.

Основные водорегулирующие лесные полосы располагают на склонах крутизной менее 4° (при 4° уклон = 0,070) на выщелоченных, обыкновенных и южных черноземах с расстоянием до 400 м, на каштановых почвах – до 300 м. На склонах крутизной более 4° расстояние уменьшается до 200 м. При спокойных и слабоизвилистых горизонталях лесные полосы можно проектировать прямыми, при этом отклонение от горизонтали не должно превышать 10°. Если же горизонтали беспокойные, то лесополосы проектируют по ним.

На всех типах почв при их подверженности развеванию сильными ветрами расстояние между полосами уменьшается на 100 м.

Конструкция полезащитных полос. После размещения полезащитных полос и обоснования его переходят к выбору конструкции т.е. их строения.

Влияние лесной полосы на микроклимат и гидрологический режим территории, защиту сельскохозяйственных культур от неблагоприятных условий и на повышение их урожайности во многом зависит от конструкции, т.е. от строения ее и характеризуется степенью ветропроницаемости.

Различают три основных конструкций полос: плотную (непродуваемую), ажурную и продуваемую, иногда выделяют промежуточные формы ажурно-продуваемую и ажурно-плотную. Лесные полосы плотной, конструкции представляют собой густые насаждения без просветов сверху донизу, ветровой поток сквозь них почти не проникает внутри взрослой полосы такого строения и с подветренной стороны вблизи от нее, как правило, за зиму накапливаются сугробы снега высотой 2 м и более, тогда как в середине межполосного. пространства его бывает немногим больше, чем в открытой степи. Весной же эти сугробы задерживают сельскохозяйственные работы. Поэтому полосы плотной конструкции в полезащитном разведении не применяются. В полезащитном лесоразведении в зависимости от условий применяют ажурные, продуваемые и ажурно-продуваемые полосы (рис. 18).

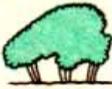
Конструкция полос	Высота насаждений H при поперечном профиле			
				
Непродуваемая	35	42	30	48
Ажурная	50	45	42	47
Продуваемая	55	60	50	56

Рис. 18. Конструкции защитных лесных насаждений

Ажурные лесополосы создаются главным образом на территории степной, полупустынной и юго-восточной части лесостепной зоны, особенно в районах, где наблюдаются пыльные бури.

Продуваемые лесополосы наиболее целесообразны в районах с холодной снежной зимой, где первостепенное значение имеет правильное снегораспределение – в лесостепной в южной части лесной зоны ажурно-продуваемые полосы обеспечивают хорошее распределение снега на полях, поэтому они рекомендуются в районах с холодной зимой, частыми метелями и большими заносами снега.

Выбор типа культур, ассортимента древесно-кустарниковых пород и их смешение. Важнейшим условием успешного создания долговечных и устойчивых полезащитных лесных: полос является правильный выбор древесных и кустарниковых пород для конкретных почвенно-климатических условий.

Древесные породы (главные и сопутствующие) в данных конкретных условиях, должны отличаться быстрым ростом, устойчивостью к болезням и вредителям, долговечностью, не должны быть промежуточными хозяйствами для болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. При подборе их необходимо учитывать также плотность кроны (чтобы получить полосу требуемой конструкции) ценность древесины, возможность получения дополнительной продукции в виде орехов, ягод, плодов.

Сопутствующие породы должны дополнять главные, способствовать выполнению главными породами основной мелиоративной функции и лучшему, с биологической точки зрения, формированию древостоя. Они заполняют просветы верхнего яруса. Такое уплотнение вертикального профиля насаждения способствует лучшему

росту главных пород.

Кустарники в защитных насаждениях выполняют в основном почвозащитную роль, заключающуюся в затенении почвы, скреплении корневой системой почвенных частиц. Особое внимание уделяют породам, привлекающим полезных насекомых и птиц.

При выборе главных, сопутствующих пород и кустарников необходимо учитывать и характер взаимоотношения, между ними, при совместном произрастании. В зависимости от требуемой конструкции создают древесно-теневые, древесно-кустарниковые или однопородные полевозащитные полосы.

Для создания полос продуваемой конструкции чаще всего используют древесно-теневую тип смешения с рядовым смешением ИЛИ создают однопородные культуры более 3-4 рядов.

Древесно-кустарниковый тип смешения с участием главной, сопутствующей пород и кустарников дает или ажурную конструкцию полос (при числе рядов до 5) или ажурно-продуваемую и плотную конструкцию, (при большем числе рядов).

Однопородные древесные культуры в 2-4 ряда обычно создают для получения полевозащитных полос ажурно-продуваемой конструкции.

С целью комплексной механизации работ ширину междурядий в зависимости от почвенно-климатических условий устанавливают:

- в лесостепной и северной части степной зоны (на типичных и выщелоченных черноземах) – 2,5-3 м,
- в степной зоне (на южных черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах) - 3-4 м.

Расстояние между растениями в рядах при посадке сеянцев и неокоренных черенков 1-1,5 м, саженцев в окоренных черенков 1,5-3 м. Основной способ смешения в полевозащитных полосах рядовой, когда сеянцы, саженцы или черенки размещаются параллельными рядами.

Водорегулирующие лесные полосы. На склонах крутизной более 1,5-2° обычной системы основных и вспомогательных лесных полос не создают. В этих условиях полевозащитную роль выполняют водорегулирующие полосы. Первая водорегулирующая полоса устраивается на границе с приводораздельной, следующие – ниже по склону через 350 м на серых лесных почвах и оподзоленных черноземах, 400 м – на выщелоченных, мощных, обыкновенных и южных черноземах и не более 300 м – на темно-каштановых почвах. На склонах крутизной более 4° расстояние между водорегулирующими полосами не должно превышать 200 м. Желательно их размещать вдоль горизонталей, если же это сделать нельзя, то допускается уклон вдоль полосы не более 1-1,5°.

Для определения ширины водорегулирующих полос пользуются различными эмпирическими формулами Т.А.аритонова, Г.П. Сурмача, КЛ. Холупяка и др. **Наиболее простая формула, предложенная И.П. Сухаревым:**

$$B = K \sqrt{iL},$$

где **B** – ширина водорегулирующей полосы;

K – коэффициент, учитывающий регулируемую обеспеченность стока и водопроницаемость почвы. При расчете ширины лесной полосы на регулирование (поглощение) стока 20,30,50 и 70% обеспеченности его значение соответственно равно 0,42; 0,38; 0,27 и 0,18;

i – средний уклон полевого склона выше лесной полосы,

L – длина полевого склона, расположенного выше лесной полосы.

Согласно инструктивным указаниям (1979 г.), ширина водорегулирующих полос должна быть не более 15 м. Создаваемые полосы имеют, как правило, ажурную или продуваемую конструкцию с участием кустарников. Для придания полосам большей

плотности и формирования в них рыхлой подстилки ширину междурядий целесообразно принять 1,5 м.

Определение слоя воды, поступающей в водорегулирующую полосу, проводится по формуле:

$$W = \frac{YL}{b}$$

где Y – слой стока с полевых угодий, обычно 10-50 мм;

L – длина линии стока;

b – ширина лесной полосы, м.

Размещение лесных полос для борьбы с водной эрозией. Размещение приовражных полос. Важным условием, определяющим лесомелиоративную эффективность приовражных лесных полос, является не только подбор по род, но и правильное размещение полос по отношению к бровке оврагов. Успешное закрепление бровок оврага корнями прибровочных рядов корнеотпрысковых кустарников возможно только в том случае, если они будут размещены в зоне естественного осыпания откосов.

Зная глубину и крутизну действующего оврага, а также угол естественного откоса затухающего оврага, легко определить расстояние, от бровки до первого ряда лесной полосы (Трещевский, 1970):

$$a = h (\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta) - b,$$

где, a – расстояние от бровки оврага до первого ряда приовражной полосы, мм;

h – глубина оврага, м;

b – ширина междурядья в лесополосе, м;

α – крутизна естественного откоса, град, (песок – 30°, суглинок – 35°, глина – 40°);

β – крутизна откоса в период посадки, град.

Определение расстояния между проектируемыми водорегулирующими полосами. Расстояние между проектируемыми водорегулирующими полосами (L) определяется по формуле:

$$L = \frac{b(W - H)}{Y}$$

где, b – ширина лесной полосы, м;

H – влагозапасы в снеге лесной полосы, мм;

Y – слой стока талых вод с полей данной обеспеченности, мм;

W – слой воды, поступающий в лесную полосу, мм.

Лесомелиоративные мероприятия в гидрографической зоне. Приовражные и прибалочные полосы. Для защиты берегов балок и откосов оврагов, а также прилегающих к ним склонов от размывов, для поглощения и распыления поверхностного стока, который невозможно зарегулировать на склоне лишь водорегулирующими полосами, вдоль берегов, балок, ложины, долин и откосов оврагов создают прибалочные и приовражные полосы. Они предотвращают сдувание снега с полей в балки и овраги, улучшают микроклимат на прилегающих полях, способствуют дополнительному увлажнению и затенению откосов оврагов и берегов балок, их самозарастанию травянистой растительностью, рациональному использованию малопродуктивных земель. Кроме того, древесные и кустарниковые породы своими корневыми системами механически скрепляют частицы почвы, увеличивают ее водопроницаемость, а опавшей осенней листвой – влагоемкость (рис. 19).

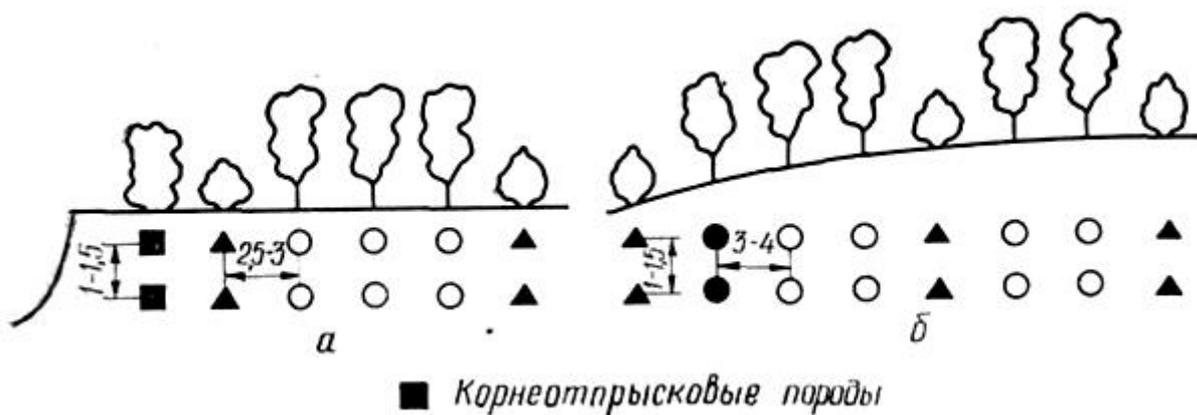


Рис. 19. Схемы размещения деревьев и кустарников в защитных лесонасаждениях
а – приовражных; *б* -прибалочных

Первый ряд приовражной полосы размещают не ближе 1-2 м при крутизне откоса до 15°, 3-4 м – при крутизне до 30° и 5-6 м – при крутизне выше 30°. Выше вершины полосы продляют на 30-40 м с оставлением между ними задернованного дна водоподводящего тальвега шириной 3-5 м.

В первой стадии развития оврагов приовражные полосы создавать нецелесообразно. Здесь рекомендуется выполаживание или вспашка в свал с одновременным залужением.

При создании полос у разветвленных оврагов их следует проектировать вдоль каждого отвершка (боковой овражек, впадающий в главный овраг). в том случае, если расстояние между ними превышает 100 м. При меньшем расстоянии целесообразно проектировать одну общую полосу выше от вершков, перед отвершками делать распылители стока, а площадь между отвершками отводить под сплошное либо куртинное облесение или залужение.

Инструктивными указаниями ширина прибалочных и приовражных полос установлена от 12,5 до 21 м. Она зависит от лесорастительной зоны, формы склонов, длины линии стока, характера использования состояния присетевой части склона.

Минимальная ширина (12,5-15 м) приовражных полос, рекомендуется вдоль склоновых оврагов. Вдоль вершинных оврагов, в которые поступает основной объем стекающих вод, создаются приовражные полосы максимальной ширины – до 21 м и даже более.

На средне-, и сильноэродированных почвах, с наличием размывов и промоин, чаще всего южных экспозиций, ветроударных склонов создаются прибалочные полосы максимальной ширины (15-21 м). На выпуклых, крутых прибалочных склонах ширина полос должна быть больше, чем на склонах вогнутого профиля.

В районах, где снежный покров достигает значительной мощности, полосы проектируют большей ширины, чем в малоснежных районах.

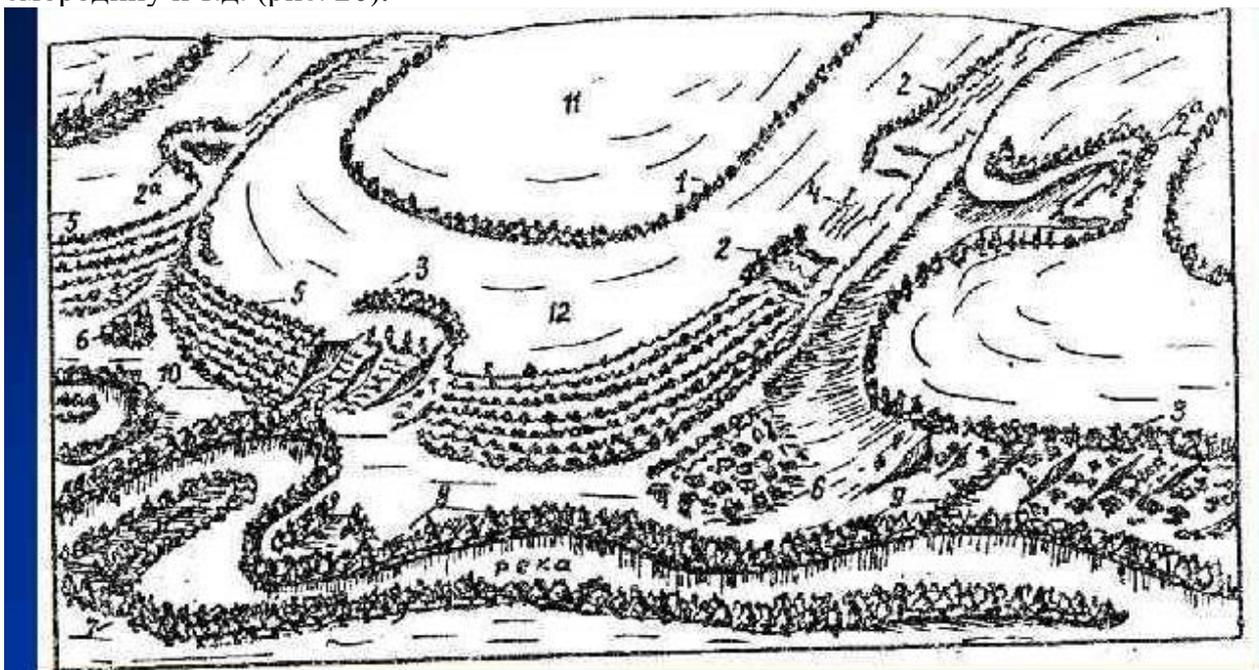
Конструкция приовражных и прибалочных полос должна быть плотной, непродуваемой. Ширина междурядий от 1,5-2,5 м (в лесной зоне, лесостепи) до 3-4 м (в сухостепных районах). Кустарники, как правило, высаживаются в опушечные ряды, а в отдельных случаях и в одном или двух средних рядах.

К ассортименту древесно-кустарниковых пород предъявляются следующие требования:

- малая требовательность к плодородию почвы,
- мощная, глубокая корневая система,
- большое количество рыхлого опада листьев,
- способность давать большое количество семенного, потомства или размножаться вегетативным путем.

Очень часто в прибалочные и приовражные полосы вводят ценные плодовые и

ягодные древесные и кустарниковые породы: яблони, груши, облепиху, терн, вишни, смородину и т.д. (рис. 20).



1- стокорегулирующие лесные полосы; 2- прибалочные лесные полосы; 2а- приовражные лесные полосы; 3- притеррасные лесные полосы; 4- овражно-балочные насаждения; 5- береговые насаждения; 6- климаторегулирующие насаждения на конусах выноса; 7- кустарниковый пояс; 8- древесно-кустарниковый пояс прирусловых песных полос; 9- пойменные защитные полосы; 10- береговые насаждения вокруг пойменных водоемов; 11- полевой севооборот; 12- почвозащитный севооборот с полосными посевами культур.

Рис. 20. Система защитных лесонасаждений водоохранной зоны малой реки

Агротехника должна быть направлена на обеспечение максимального – накопления и сохранения влаги в почве, подавление сорной растительности, поглощение поверхностного стока. Перед вспашкой засыпают и выполаживают промоины. При необходимости устраивают водозадерживающие и водоотводящие валы. На выположенных участках в междурядьях надо проводить посев травосмесей или многолетне-го люпина с внесением минеральных удобрений. Ширина междурядий при этом должна быть не менее 2,5 м.

Лесные насаждения на откосах и по дну оврагов. Как известно, овраг в своем развитии проходит 4 стадии:

1. Образование промоины глубиной до 1 м.
2. Висячая – когда в вершине оврага образуется перепад, а устье его не дошло до местного базиса эрозии.
3. Выработка профиля равновесия.
4. Затухание.

Обычно крутые овраги одновременно могут проходить сразу несколько стадий. Если в вершине еще первая стадия, то в устье может быть уже третья, а то и, четвертая. Насаждения на откосах оврагов обычно создают в том случае, если они приняли угол естественного равновесия в конце стадии выработки профиля равновесия (рис. 21).

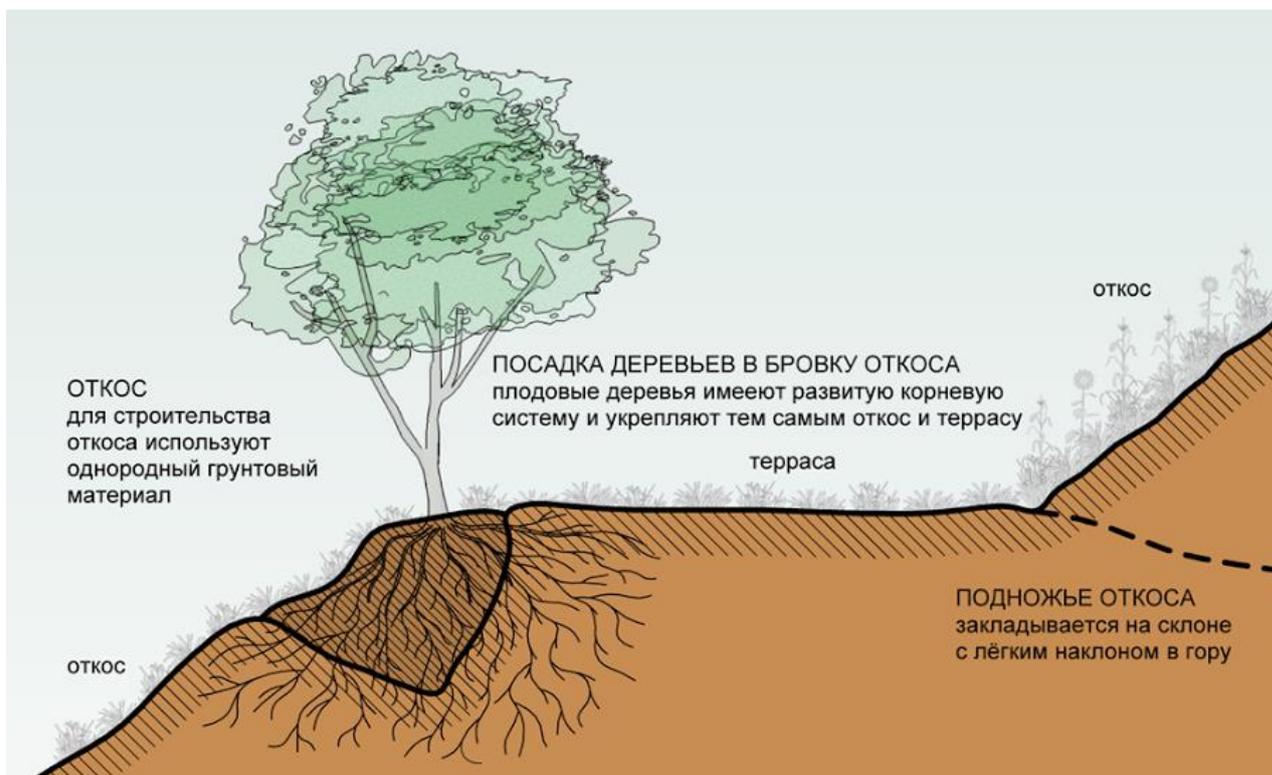


Рис. 21. Система защитных лесонасаждений на откосах оврагов

Назначение этих насаждений, кроме закрепления откосов – хозяйственное использование бросовых земель. Сюда вводятся нетребовательные к условиям плодородия, способные к вегетативному размножению, или дающие большое семенное потомство древесные и кустарниковые породы. Предпочтение отдается плодово-ягодным и ценным техническим видам, и сортам.

Наибольшую сложность в облесении берегов балок и откосов оврагов представляет подготовка почвы. На берегах и откосах крутизной до 6° проводят сплошную обработку почвы, при крутизне от 6° до 12° , полосную или напашными террасами, от 12° до 30° – нарезными террасами. На сильно мелкоконтурных участках и при крутизне более 30° возможна подготовка почвы площадками размером $1-2 \text{ м}^2$.

Сплошная и полосная подготовка почвы проводится по системе черного пара или раннего пара, пахота ведется по горизонталям. При подготовке полосами обрабатываемая часть должна занимать не менее половины площади.

Напашку и нарезку террас начинают сверху. Для устройства напашных террас на пологих слабопокатых склонах используют обычные тракторы, на покатых – крутосклонные, с оборотными или челночными плугами.

При устройстве нарезных террас все встречающиеся на пути промоины шириной $1,5-2 \text{ м}$ и глубиной до $1,5 \text{ м}$ засыпают грунтом. Разбивают террасы с помощью геодезических инструментов. Террасы шириной $2-3,5 \text{ м}$ устраивают (секционным рыхлителем) террасами. Более широкие террасы нарезают бульдозерами. Полотно террас рыхлят террасером-рыхлителем или плугами общего назначения.

В зависимости от задания (крутизны, протяженности откосов оврага, длины устьевой части, где можно проводить облесение) рассчитывают трудовые и денежные затраты, определяют схему и ассортимент древесно-кустарниковых пород. В пояснительной части всему этому дается объяснение и обоснование. Обязательно должен быть приложен рисунок.

Донные насаждения – **илофилтры** в оврагах лучше создавать после закрепления запрудами. В илофилтрах высаживают по $10-15$ рядов кустарников (преимущественно) и в чередовании с $2-3$ рядами древовидных ив и тополей. Кустарники

высаживают черенками с размещением 0,5 x 0,5 м или 1 x 0,2 м, древовидные ивы – кольями, а тополя – саженцами с размещением 2 x 2, 3 x 1, 3 x 2, 3 x 3 м. Ряды размещают поперек дна, в русле посадка не производится. Расстояние между илофильтрами 150-220 м. По дну древней эрозионной сети илофильтры выращивают только в исключительных случаях, когда они не используются как выгон (рис. 22).



Рис. 22. Защитные лесонасаждения в овраге

Насаждения на конусах выноса оврагов и балок. Обычно в этих условиях лесные насаждения создаются только в том случае, если плодородные почвы конусов выноса не используются для выращивания овощных или других ценных сельскохозяйственных культур. На конусах выноса обычно создают ценные плантации ореховых деревьев, тополей и других ценных технических пород (рис. 23).



Рис. 23. Схема будущей посадки защитных лесонасаждений на конусе выноса оврага

Противоэрозионные гидротехнические мероприятия. В зависимости от назначения противоэрозионные гидротехнические сооружения подразделяются на водоотводящие, водонаправляющие и водозадерживающие. В зависимости от месторасположения гидротехнические сооружения

бывают склоновые, береговые, вершинные и донные. Строят данные

гидротехнические сооружения, прежде всего, для регулирования и задержания талых, а также дождевых вод, закрепления оврагов и промоин (рис. 24).

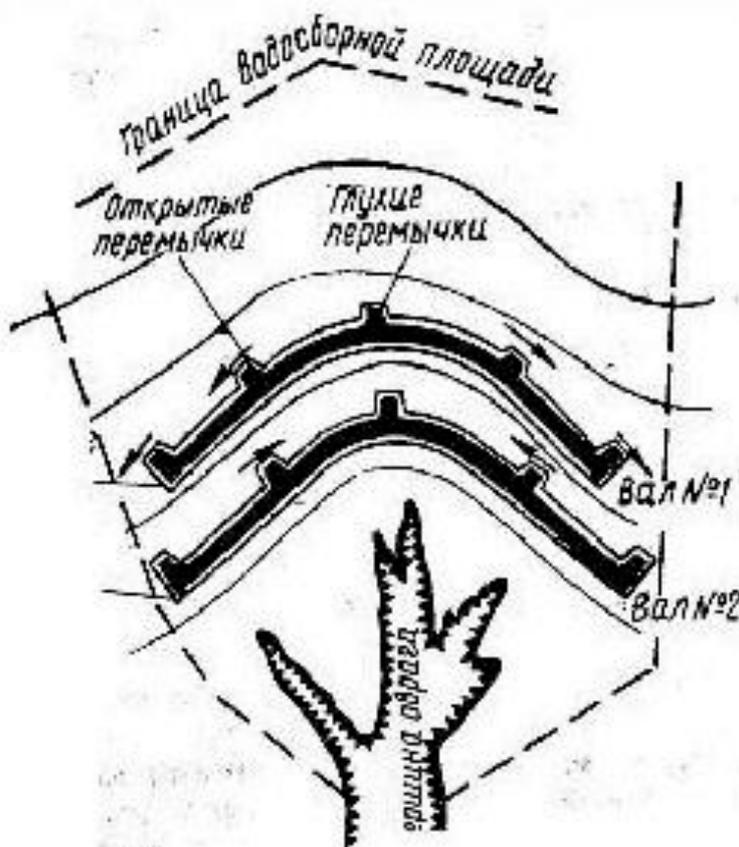


Рис. 24. Противозерозийные гидротехнические мероприятия

Гидротехнические сооружения в притековой зоне.

Здесь надо обосновать, а в плане дать размещение простейших гидротехнических сооружений, создаваемых для борьбы с водной эрозией. К их числу в притековой зоне в первую очередь надо отнести распылители стока.

Распылители стока представляют собой земляные валики высотой 40-60 см, перекрывающие водоток промоины. Их устраивают для того, чтобы вывести из современных ложбин воду на прилегающие задернованные склоны. Для прекращения роста береговых и склоновых оврагов доста-

точно устроить 2-3 распылителя. Первый размещается на расстоянии 10-15 см от вершины оврага, второй и третий – на расстоянии 20-30 см от предыдущего.

1.5. Зеленые насаждения и их роль в формировании и оздоровлении городской среды

Экологические проблемы. Охрана окружающей среды – «экология» – наука о среде обитания человека, животных и растений, о закономерностях развития живой природы во взаимодействии с человеческой деятельностью. В переводе с греческого "экология" – это наука о доме, в котором живет человечество, наука о строении и развитии планеты Земля, как колыбели жизни во Вселенной.

Для всех развитых стран мира экологическая ситуация, складывающаяся в городах, является предметом особого внимания официальных властей всех уровней, политических партий и общественных движений, средств массовой информации и широких слоев населения.

Одна из важнейших экологических проблем в городе – проблема зелёных массивов (городских парков, лесов, садов, лугов), Растительность, как средовосстанавливающая система обеспечивает комфортность условий проживания людей в городе, регулирует (в определенных пределах) газовый состав воздуха и степень его загрязненности, климатические характеристики городских территорий, снижает влияние шумового фактора и является источником эстетического восприятия (рис. 25).

В структуру зеленых насаждений общего пользования города входят парки (городские, специализированные), районные и детские парки, скверы и бульвары. Озеленение улиц занимает особое место в улучшении экологического состояния города, активно влияя на архитектурный облик и обеспечивая в летнее время необходимый теневой режим пешехода. Зеленые насаждения должны выполнять еще одну функцию - защиту территорий жилой

застройки от транспортного шума, но не выполняют, так как для этого должна осуществляться многорядная посадка деревьев с занятием подкroновых пространств кустарником.



Рис. 25. Зеленые насаждения в черте города

Под влиянием техногенных факторов в зеленой массе растительности уменьшается содержание хлорофилла. Ткани растения изменяют цвет на желтый, охристый, растение поражает хлороз. Более сильное поражение вызывает некроз тканей.

Наземными геохимическими исследованиями установлена связь пораженности растительности и накопления в растениях относительно фона ряда химических элементов (свинца, олова, серебра, кобальта, меди, цинка) вблизи производства черной и цветной металлургии, машиностроения, полиграфии.

Помимо техногенной нагрузки угнетающую роль выполняет рекреационная нагрузка. Несмотря на существующий запрет сбора любых дикорастущих растений на территории городов, собирательство не только широко распространено, но в последнее время заметно усилилось.

Все разнообразие местной флоры может быть сохранено только в случае поддержания естественных условий местообитаний и создания механизма защиты биотопов редких и уязвимых видов растений на территории города.

Функции зеленых насаждений. Главными функциями зеленых насаждений мы можем назвать такие как санитарно-гигиеническая, рекреационная, структурно-планировочная, декоративно-художественная. Обязательными требованиями к системе озеленения являются равномерность и непрерывность. Основные же элементы системы озеленения города - парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, набережные, бульвары, скверы, защитные зоны. При проектировании новых и реконструкции существующих городов предусматривают максимальное сохранение и использование существующих зеленых насаждений (рис. 26).



Рис. 26. Фрагмент цветочного оформления зеленых насаждений по улице

В крупнейших, крупных и больших городах наряду с общегородскими парками предусматривают районные и специализированные (детские, спортивные, ботанические, зоологические и др.) С учетом удовлетворения потребности

населения всех возрастов в разнообразных видах отдыха.

1.6. Дорога, как инженерное сооружение

Основные понятия. *Магистраль* (от лат. *Magistralis* – руководящий).

1. Основная, главная линия в системе какой-либо сети (ж.-д., электрической, водной и т.п.),

2. Широкая и прямая городская улица, обычно с интенсивным движением транспорта.

Автомобильная дорога. Основные элементы:

- земляное полотно,
- проезжая часть с обочинами и дорожной одеждой,
- сооружения (мосты, туннели и др.).

Имеет дорожные знаки, станции техобслуживания и т.д.

Дорожная одежда – укрепленная часть автомобильной дороги, состоящая из:

- основания,
- подстилающего слоя, укладываемого на земляное полотно, на которое передаются нагрузки от транспорта,
- покрытия.

Различают: упругожесткие, полужесткие (цементно-бетонные) и нежесткие (из щебня, песка, битума и др.) дорожные одежды.

Разбивка земляного полотна. *Автомобильное полотно* состоит из проезжей части, обочин, откосов и кюветов. Ширина проезжей части может быть 6-15 м в зависимости от категории дороги. Для укрепления проезжей части с обеих сторон ее устраивают обочины шириной 2-3,75 м. К обочинам примыкают откосы. Линия, отделяющая обочины от откосов, называется бровкой дорожного полотна. Красные (проектные) отметки в продольном профиле даются по бровке.

Проезжая часть, как правило, представляет собой искусственное покрытие (бетонное, каменное и др.). Для устройства этого покрытия в дорожном полотне делают специальное **земляное корыто**. Для быстрого стока воды поверхность дорожного полотна имеет поперечный уклон от середины к бровкам. Величина этого уклона назначается в зависимости от типа покрытия. На цементобетонных и асфальтобетонных дорогах проезжая часть имеет уклон 1,5-2⁰, на мостовых 2-3⁰. Обочины имеют поперечный уклон на 2⁰ больше уклона проезжей части. Дно корыта имеет поперечный уклон, как правило, равный уклону проезжей части (рис. 27).

Бровка полотна

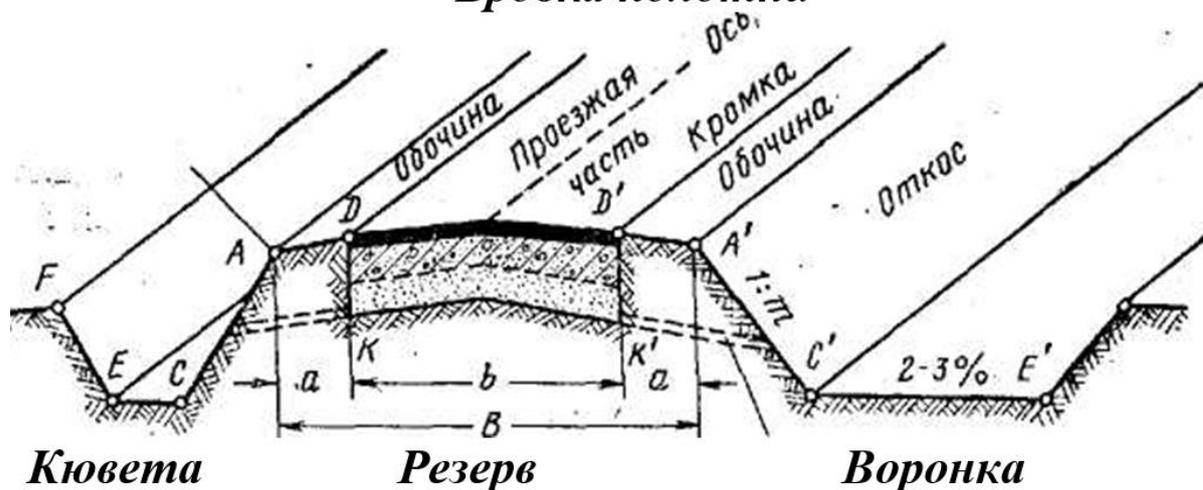


Рис. 27. Схема сечения автомобильной дороги

Основной частью **железнодорожного полотна** является верхнее строение — рельсы со шпалами, уложенные на балластный слой (рис. 28).



Рис. 28. Железнодорожное
полотно

Для лучшего стока воды земляное основание под балластным слоем устраивают в виде так называемой сливной призмы. На однопутных дорогах, ширина земляного полотна которых равна 5,8 м, сливная призма в сечении имеет трапециевидальную форму с верхним основанием 2,30 м и высотой 0,15 м. На двухпутных железных дорогах шириной 10 м

сливная призма строится с треугольным основанием и высотой 0,20 м.

Вдоль дорожного полотна устраивают боковые водоотводные каналы — кюветы, продольный уклон ее дна должен быть не менее 2-3°.

Разбивка верхнего строения дороги. Автомобильные дороги. На готовом земляном полотне поперечники разбивают для строительства автодорожного покрытия.

Покрытие на автомобильных дорогах строится в земляном корыте. Дно корыта является естественным основанием покрытия. Дорожное покрытие состоит из искусственного основания — песка или гравия; несущего слоя в виде бетона или камня; верхнего слоя износа — асфальтовой смеси. Общая толщина покрытия составляет около 32-40 см.

После того как песчаная подушка в земляное корыто уложена и укатана, разбивают при помощи теодолита ось дороги и кромки проезжей части, обращая особое внимание на тщательность разбивки криволинейных участков дороги. Одновременно с плановой разбивкой при помощи нивелира устанавливают эти точки на уровень проектных отметок верха покрытия или несущего слоя. Поперечные профили разбивают на всех пикетах, переломах продольного профиля и плюсовых точках через 20 м на прямолинейных участках и через 10 м — на закруглениях. Полученные точки поперечников служат плановой и высотной основой для мощения или для установки опалубки при бетонировании дороги. При

использовании самоходной бетонообрабатывающей машины по кромкам проезжей части устанавливают на проектную отметку вместо опалубки специальные рельс-формы.

Железные дороги. Верхнее строение железных дорог состоит из балластного слоя (песок, гравий, щебень), шпал и рельсов. Толщина балластного слоя принимается не менее 35 см на магистральных дорогах и 25 см — на местных.

При укладке или окончательной рихтовке железнодорожных путей строго по инструменту разбивают ось каждого пути. На закруглениях полотна производят детальную разбивку переходных и круговых кривых. Наиболее целесообразно эту разбивку проводить способом хорд. Этот способ удобен для применения в стесненных условиях насыпей и выемок и обеспечивает высокую точность.

Разбивка закрепляется кольями, на которых гвоздями формируют положение оси.

1.7. Водоснабжение

Системы водоснабжения. Системы водоснабжения представляют собой комплекс взаимосвязанных сооружений, предназначенных для обеспечения потребностей города, промышленного предприятия, предприятия сельского хозяйства в воде.

В задачи систем водоснабжения входят: получение воды из природного источника, улучшение ее качества в соответствии с требованиями потребителей, транспортирование на территорию объекта и подача ко всем заданным точкам отбора. При этом в точках отбора должны быть обеспечены заданные давления в трубах водопроводной сети.

Система водоснабжения включает:

- водозаборные сооружения для забора воды из природных источников;
- насосные станции (водоподъемные сооружения), создающие требуемые давления в водопроводных трубах для подачи заданных расходов воды на заданную высоту;
- сооружения для очистки и обработки воды (очистные), улучшающие качество (очищающие) природной воды в соответствии с требованиями потребителя;
- водоводы и водопроводные сети, транспортирующие воду к объектам и местам потребления;
- регулирующие и запасные емкости-резервуары различных типов для хранения и аккумуляции воды (рис. 29).



Рис. 29. Насосная станция для летнего лагеря

Составными элементами системы водоснабжения являются сооружения для очистки и обработки воды (очистные).

Часто очистные сооружения располагают вблизи источника водоснабжения и, следовательно, в незначительном удалении от насосной станции первого подъема.

Наибольшее распространение в практике водоочистки, особенно в городских водопроводах, имеют схемы очистных сооружений с самотечным движением воды.

Очистные станции водопроводов. Решению вопроса о компоновке очистных сооружений должны предшествовать выбор схемы технологического процесса очистки воды, а также установление типа, числа и размеров отдельных сооружений (отстойников, фильтров и др.). Схему очистки воды, тип сооружений и их компоновку выбирают на основании требований потребителей к

качеству воды и технико-экономических сравнений возможных вариантов.

Очистные станции водопроводов населенных пунктов в зависимости от качества воды источника могут иметь исполнение по одноступенчатой или двухступенчатой схеме.

Двухступенчатая схема очистной станции осветления, обеззараживания и обеспечения водой, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей (рис. 30), предусматривает следующие операции: коагулирование воды, углевание, осветление в горизонтальных отстойниках и фильтрах с применением флокулянта, обеззараживание хлорированием. Вода, подаваемая насосной станцией первого подъема, поступает в смеситель 5, куда вводится раствор коагулянта и где он смешивается с водой. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 4 и затем проходит последовательно через горизонтальные отстойники 3 и фильтры 2. После фильтров осветления вода поступает в резервуар чистой воды 1. В трубу, подающую воду в резервуар, вводится хлор из хлораторной 8. Необходимый для обеззараживания воды контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре (рис. 31).

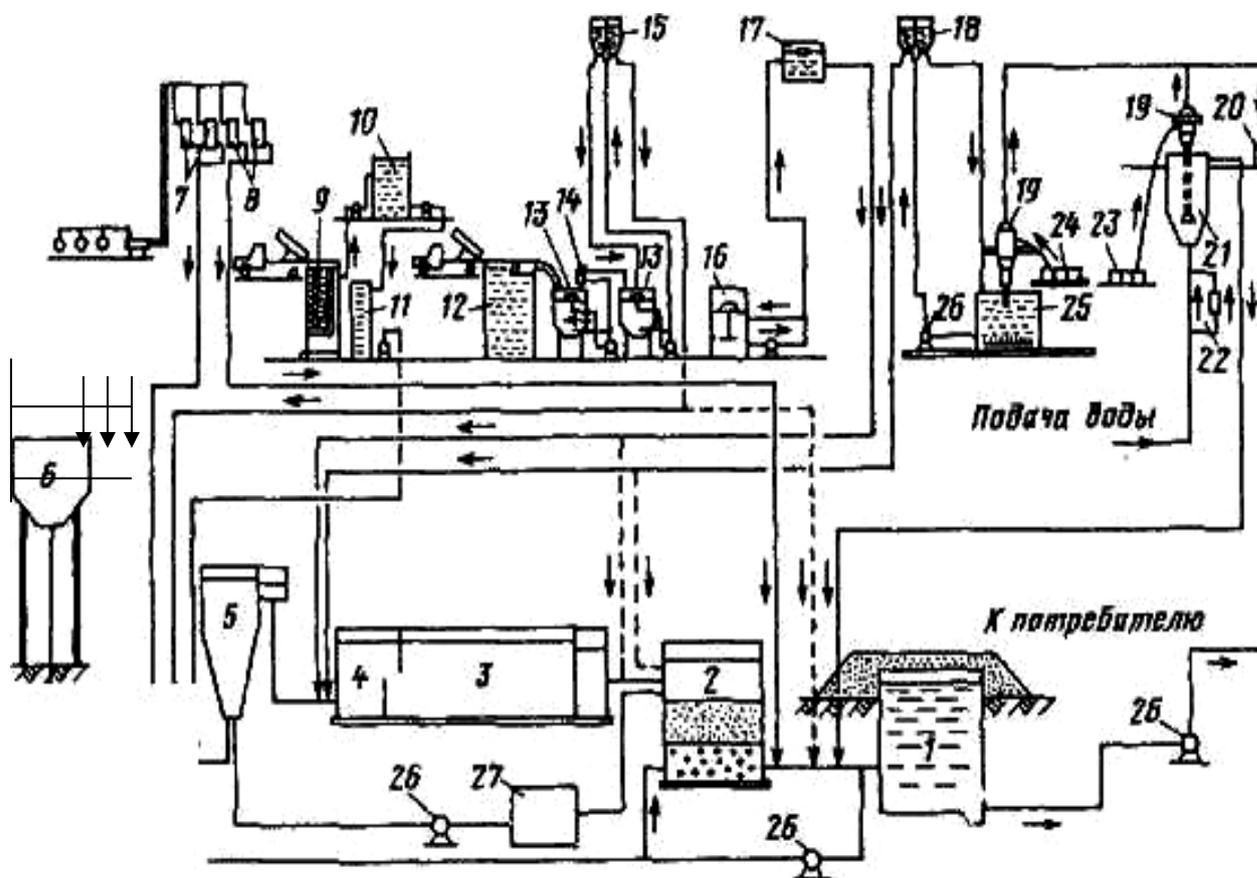


Рис. 30. Принципиальная схема комплекса водопроводных очистных сооружений от насосной станции до первого подъема

1 — резервуар чистой воды; 2 — фильтр; 3 — отстойник; 4 — камера хлопьеобразования; 5 — смеситель; 6 — башня промывной воды; 7 — хлораторы первичного хлорирования; 8 — хлораторы вторичного хлорирования; 9 — растворные баки коагулянта; 10 — емкость-хранилище коагулянта; 11 — расходные баки; 12 — баки для гашения извести; 13 — гидравлическая мешалка; 14 — гидроциклон; 15 — дозатор известкового молока; 16 — лопастная мешалка; 17 — расходные баки полиакриламида с поплавковым дозатором; 18 — дозатор активного угля; 19 — вакуум-бункер с секторным питателем; 20 — вакуум-насос; 21 — сатуратор раствора фтора; 22 — ротаметр; 23 — хранение кремнефтористого натрия в таре; 24 — хранение активированного угля в таре; 25 — расходный бак угольной пульпы; 26 — насос; 27 — узел повторного использования воды.



Рис. 31. Хлораторная

В некоторых случаях хлор в воду подают дважды: перед смесителем (первичное хлорирование 7) и после фильтров (вторичное хлорирование 8). При недостаточной щелочности исходной воды в смеситель 5 одновременно с коагулянтом подается раствор (или суспензия) извести через дозаторы 15. Для интенсификации процессов коагуляции перед камерой хлопьеобразования 4 или фильтрами 2 вводят через дозатор 17 флокулянт — полиакри-ламид ПАА-10. При наличии в сходной воде привкусов и запахов перед отстойниками или фильтрами вводят через дозатор 18 активированный уголь. Для поддержания необходимой концентрации фтора в питьевой воде перед резервуарами чистой воды вводят фтор из сатуратора 21.

Реагенты приготавливают в специальных аппаратах, расположенных в помещениях реагентного хозяйства. Представленная схема может рассматриваться как общая принципиальная очистных сооружений для речной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы. Для снижения цветности, привкусов и запахов одновременно с введением активированного угля или самостоятельно применяют озонирование, аэрирование и другие методы. При одноступенчатой схеме очистки вода осветляется на фильтрах или в контактных осветлителях без использования отстойников.

Реагенты приготавливают в специальных аппаратах, расположенных в помещениях реагентного хозяйства. Представленная схема может рассматриваться как общая принципиальная очистных сооружений для речной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы. Для снижения цветности, привкусов и запахов одновременно с введением активированного угля или самостоятельно применяют озонирование, аэрирование и другие методы. При одноступенчатой схеме очистки вода осветляется на фильтрах или в контактных осветлителях без использования отстойников.

1.8. Канализация

Канализация и ее основные сооружения. Канализационная сеть — совокупность подземных труб (трубопроводов) и коллекторов для приема и отведения сточных вод с территории населенных мест и промышленных предприятий к месту расположения очистных сооружений.

Схемой канализации называют технически и экономически обоснованное проектное решение принятой системы канализации с учетом местных условий и перспектив развития объекта канализации.

Каждая система канализации может быть осуществлена различными техническими приемами при трассировке сетей и коллекторов, определении глубины их заложения, количества насосных станций, числа и расположения очистных сооружений и т. д.

Все канализационные сооружения любой системы и схемы канализации по своему назначению делятся на две основные группы.

К первой группе относят: оборудование и сооружения, предназначенные для приема и транспортирования сточных вод: а) внутренние канализационные устройства; б) наружную канализационную сеть; в) насосные станции и напорные канализационные водоводы.

Ко второй группе относят: а) очистные станции, предназначенные для очистки, обезвреживания, обеззараживания сточных вод и для обработки осадка; б) выпуски очищенных вод в водоем.

Внутренние канализационные устройства в жилых и общественных зданиях состоят из приемников (санитарных приборов) — унитазов, писсуаров, раковин, умывальников, моек, трапов, ванн и пр., и из сети — отводных труб, стояков, выпусков и дворовой сети. Санитарные приборы устанавливают в кухнях, туалетных и ваннных комнатах жилых, общественных и производственных зданий.

Сточные воды из приемников поступают в отводные трубы, а затем в стояки внутренней канализационной сети. Стояки прокладывают по стенам внутри отапливаемых

помещений или в монтажных шахтах, блоках и санитарно-технических кабинах. Их выводят через чердачное помещение выше крыши. Вследствие обогрева стояков в отапливаемых помещениях в них создается тяга воздуха, что обеспечивает вентиляцию внутренней и наружной канализационной сети. Верхнюю часть стояка называют вытяжной трубой, на конце ее устанавливают дефлектор (флюгарку) (рис. 32).

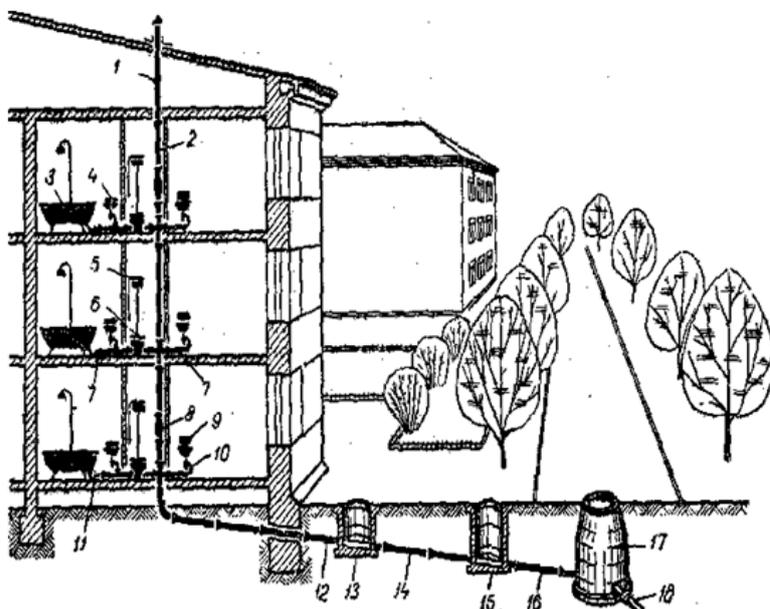


Рис. 32. Схема внутренней канализации:

1 — вытяжная вентиляционная труба; 2 — стояк; 3 — ванна; 4 — умывальник; 5 — смывной бачок; 6 — унитаз; 7 — отводная труба; 8 — ревизия; 9 — мойка или раковина на кухне; 10 — гидравлический затвор; 11 — напольный сифон; 12 — выпуск; 13 — смотровой колодец на дворовой сети; 14 — дворовая сеть; 15 — контрольный колодец; 16 — соединительная ветка; 17 — смотровой колодец на уличной сети; 18 — уличная сеть.

Чтобы воздух и газы не проникали в помещение, между сетью и санитарными приборами предусматривают водяные затворы. В унитазах и трапах водяные затворы являются конструктивным элементом прибора, а под умывальниками, ваннами, мойками и раковинами устанавливают специальные фасонные части - сифоны. Одним сифоном можно обслужить несколько приборов. Вода в нем автоматически заменяется свежей после каждого сброса новой порции воды в санитарный прибор. Для осмотра и прочистки труб устанавливают ревизии и прочистки.

Сточные воды поступают по стояку через выпуск в дворовую или внутриквартальную канализационную сеть (рис. 33). В месте присоединения каждого выпуска к дворовой или внутриквартальной канализационной сети устраивают смотровой колодец, который предназначен для наблюдения за работой внутренней сети и для ее прочистки при засорении.

В производственных помещениях приемниками сточных вод служат воронки, трапы, открытые и закрытые лотки, располагаемые у производственных аппаратов и машин. Внутрицеховую канализационную сеть в производственных помещениях устраивают аналогично внутренней домовой сети из чугунных или пластмассовых труб в виде стояков, отводных труб и выпусков.

Наружной канализационной сетью называют уложенную с уклонами разветвленную подземную сеть труб и каналов, отводящую сточные воды самотеком к насосной станции, очистным сооружениям или в водоем. В зависимости от назначения, места укладки и размеров наружные канализационные сети называют: дворовой — уложенной в пределах одного владения; внутриквартальной — уложенной внутри квартала; заводской — уложенной на территории промышленных предприятий; уличной — уложенной по улицам и проездам и принимающей сточные воды из дворовых, внутриквартальных и заводских сетей.

Для контроля за работой дворовой и внутриквартальной сетей в конце их устраивают смотровой колодец, который называют **контрольным**. Участок сети, соединяющий контрольный колодец с уличной сетью, называют **соединительной веткой**.

Уличная сеть городов сильно разветвлена и охватывает обширные территории, с которых сточные воды отводятся преимущественно самотеком. Для этого всю канализуемую

территорию населенного места делят на бассейны канализования.

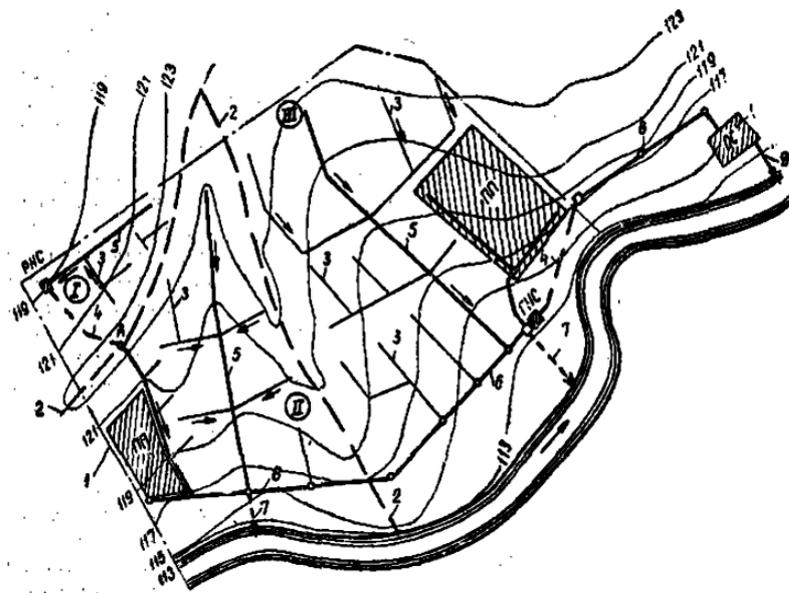


Рис. 33. Общая схема и основные сооружения канализации населенного пункта:

I-III — бассейны канализования; 1 — граница города; 2 — границы бассейнов канализования; 3 — уличная сеть; 4 — напорные водоводы; 5 — коллекторы; 6 — главный коллектор; 7 — аварийные выпуски; 8 — загородный или отводной коллектор; 9 — выпуск в водоем

Бассейном канализования называют часть канализуемой территории, ограниченную водоразделами.

Участок канализационной сети, собирающий сточные воды из одного или нескольких бассейнов канализования, называют **коллектором**.

Коллекторы подразделяют на: а.) коллекторы бассейна канализования, собирающие сточные воды из канализационной сети одного бассейна; б) главные коллекторы, собирающие сточные воды двух или нескольких коллекторов бассейнов канализования; в) загородные (или отводные) коллекторы, отводящие сточные воды транзитом (без присоединений) за пределы объекта канализования к насосным станциям, очистным сооружениям или к месту выпуска в водоем. В крупных городах с сильно развитой городской сетью коллекторы больших размеров нередко называют **каналами**.

Канализационная сеть и коллекторы всегда должны быть доступны для осмотра, промывки и прочистки от засорений, для чего на них устраивают смотровые колодцы.

С реками, оврагами и железными дорогами коллекторы пересекаются с помощью дюкеров, переходов, эстакад. Коллекторы прокладывают с уклоном по пониженной местности, по тальвегам рек и оврагов. При необходимости подъема сточных вод на более высокие отметки устраивают канализационные насосные станции, которые перекачивают воду по напорным водоводам.

В зависимости от назначения канализационные станции подразделяют на: а) местные, предназначенные для перекачки сточных вод от одного или нескольких отдельных, неблагоприятно расположенных зданий или жилых кварталов; б) районные, предназначенные для перекачки сточных вод от отдельных районов или бассейнов канализования; в) главные, перекачивающие основную часть или все количество сточных вод канализуемого населенного пункта или промышленного предприятия.

На схеме канализации города, имеющего промышленное предприятие (III), из бассейна канализования, расположенного на пониженных отметках, не представляется возможным отводить сточные воды самотеком в главный коллектор. Поэтому в наиболее пониженной точке этого бассейна устроена районная насосная станция (РНС), которая перекачивает сточные воды по напорному трубопроводу в верховье (точка А) ближайшего самотечного главного коллектора. На этой схеме канализации имеется главная насосная станция (ГНС), перекачивающая все сточные воды на очистную станцию (ОС).

Очистные станции предназначены для очистки сточных вод и обработки осадков; они komponуются из комплексов очистных и вспомогательных сооружений, связанных между собой инженерными коммуникациями в единую технологическую схему. Комплексы очистных сооружений выбирают в зависимости от концентрации, качественной и

количественной характеристики загрязняющих примесей, а также от требований, предъявляемых к очищенным водам по местным условиям.

Канал, отводящий очищенные сточные воды от очистных станций в водоем и снабженный устройством для перемешивания этих вод с водой водоема, называют *выпуском*. На коллекторах перед насосной и очистной, станциями также устраивают выпуски для сброса сточных вод в водоем без очистки в случае аварии, эти выпуски называют аварийными.

При составлении схемы общесплавной системы канализации на главном коллекторе предусматривают устройство ливнеспусков для частичного сброса в водоем во время больших ливней сильно разбавленной смеси бытовых и дождевых вод. Это позволяет уменьшить размеры главного коллектора и очистных сооружений, а следовательно, и стоимость строительства общесплавной канализации.

В первоначальный период строительства канализаций, когда сточных вод было мало и к их очистке не предъявлялось строгих требований, коллекторы бассейнов канализования трассировались по наикратчайшему направлению перпендикулярно водоему, если этому не препятствовал рельеф местности. Такую схему канализационной сети называли *перпендикулярной*. В настоящее время эту схему применяют в местностях с хорошо выраженным уклоном к водоему для отведения атмосферных и незагрязненных производственных сточных вод.

Если коллекторы отдельных бассейнов перпендикулярной схемы перехватывают главным коллектором, прокладываемым параллельно водоему, то такую схему канализационной сети называют *пересеченной*. Пересеченную схему рекомендуется применять в местностях с хорошо выраженным уклоном к реке для отведения всех трех категорий сточных вод.

Территорию, состоящую из нескольких отдельных террас со значительной разностью отметок, можно разбить на зоны (пояса), канализуемые самостоятельно. Такую схему канализационной сети называют *поясной* или *зонной*. Сточные воды верхней зоны могут самооттеком поступать на очистные станции, и только сточные воды нижней зоны перекачивают непосредственно на очистные станции или в коллектор верхней зоны, что уменьшает эксплуатационные расходы. Схему канализационной сети, показанную на рисунке 13г, называют *радиальной или децентрализованной*. Такая схема имеет несколько очистных станций.

Схемы канализационной сети промышленных предприятий аналогичны схемам канализационной сети населенных пунктов. Однако при разнообразном составе производственных сточных вод и различной степени их загрязненности может оказаться целесообразным устройство на территории промышленного предприятия нескольких самостоятельных канализационных сетей.

Производственно-бытовая сеть принимает все бытовые и загрязненные производственные сточные воды от поселка и предприятия. Воды этой сети перед выпуском в водоем подвергают очистке на общей очистной станции ОС. Производственно-дождевая сеть принимает атмосферные воды с территории предприятия и поселка через дождеприемники, а также незагрязненные воды из цехов и сбрасывает их непосредственно в водоем без очистки. Для загрязненных производственных сточных вод устроена самостоятельная сеть и местная очистная станция МОС. Очищенные воды можно повторно использовать в производстве либо сбросить в производственно-дождевую сеть, а если очистка на местных очистных сооружениях недостаточна, то передать в производственно-бытовую сеть для доочистки совместно с бытовыми водами. Очищенные воды сбрасываются в водоем через выпуск.

Схемы канализации городов и промышленных комплексов могут быть централизованными, децентрализованными и районными (региональными).

При *централизованной схеме* сточные воды всех бассейнов канализования направляют по одному или нескольким коллекторам на единственную для всего города очистную станцию, расположенную ниже города, по течению реки (например: Киев, Париж).

Децентрализованные схемы канализационной сети применяют при канализовании крупных городов, а условиях как сильно пересеченного, так и очень плоского рельефа местности. В этом случае устраивают районную канализацию с самостоятельными очистными сооружениями. По децентрализованной схеме построены канализации Москвы, Ленинграда, Новосибирска, Берлина, Лондона, Токио, Нью-Йорка и других городов.

Районные (региональные) схемы канализации. Для нескольких близко расположенных населенных пунктов и предприятий в промышленных и густонаселенных районах страны применяют районные (региональные) схемы канализации (рис. 34).

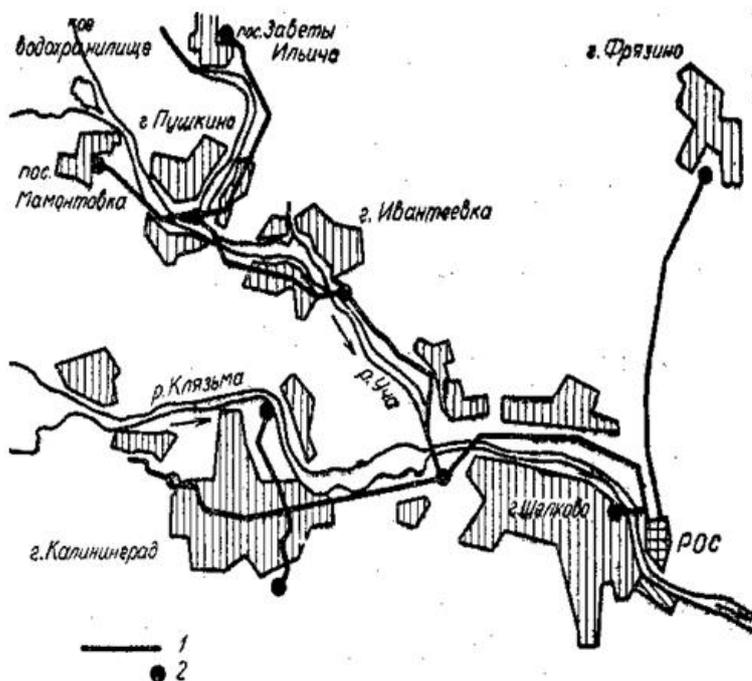


Рис. 34. Районная (региональная) схема канализации:

1 — магистральные коллекторы; 2 — насосные станции; РОС — районная очистная станция

В этих схемах предусматривается одна очистная станция большой мощности вместо большого числа маломощных очистных сооружений, обслуживающих отдельные объекты. Это дает возможность снизить капитальные и эксплуатационные затраты на очистку сточных вод, надежно защитить открытые водоемы

от загрязнения в пределах густонаселенной части района и рационально использовать его водные ресурсы. Практика показала, что эффективность совместной очистки смеси бытовых и производственных сточных вод, а также надежность контроля на крупных районных очистных станциях значительно выше, чем на отдельных мелких сооружениях.

1.9. Общие сведения о теплоснабжении

Классификация систем теплоснабжения. Все потребители теплоты условно объединены в две группы: коммунально-бытовые и технологические. Для удовлетворения тепловых потребностей в зданиях предусматриваются соответствующие инженерные устройства, снабжаемые теплотой от тепловых сетей: системы отопления и вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения, а также теплотехническое оборудование для технологических целей. Каждое устройство имеет самостоятельное назначение и удовлетворяет, как правило, один из видов теплоснабжения (рис. 35).

Система отопления обеспечивает в помещении в холодное время года заданный температурный режим путем компенсации имеющихся теплопотерь.

Система вентиляции создает необходимые тепловой и воздушный режимы путем организации соответствующего обмена воздуха в помещении.

Систему кондиционирования воздуха применяют для создания в помещении микроклимата, удовлетворяющего повышенным санитарно-гигиеническим или технологическим требованиям.

В системе горячего водоснабжения подогревается и транспортируется вода к местам водоразбора для бытовых или технологических целей.

Технологическое теплотехническое оборудование предназначено для выработки и подачи тепловой энергии, необходимой для производства определенных видов продукции.

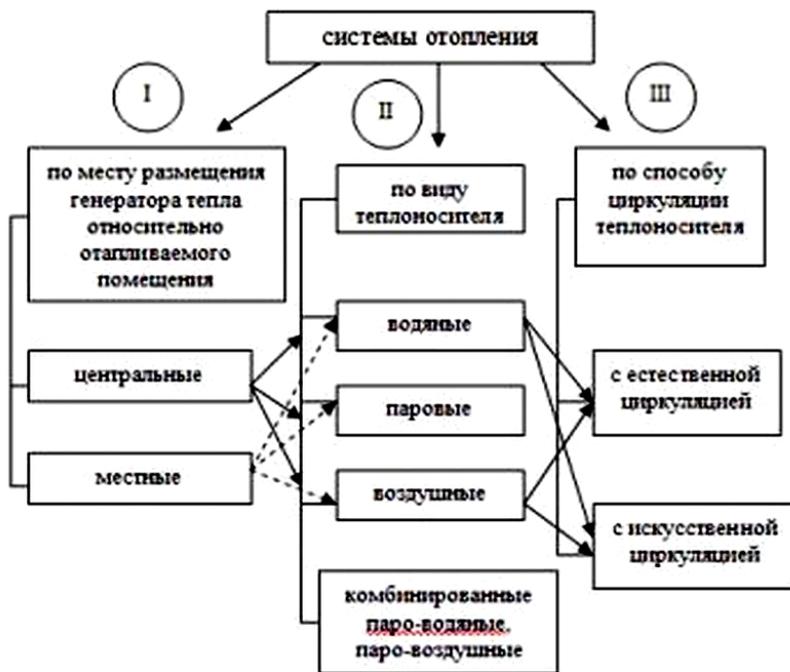


Рис. 35. Классификация систем теплоснабжения

В зависимости от изменения расходов теплоты и теплоносителя в течение отопительного сезона устанавливают режим работы системы теплоснабжения данного объекта. На режим работы тепловых сетей влияют также концентрация тепловых потребителей, рельеф местности, удаленность потребителей от источников теплоты и высота зданий.

График температур в подающем трубопроводе строят следующим образом. Задавая различными значениями температур наружного воздуха (в пределах температур данного климатического района), по формулам, полученным из уравнений тепловых балансов и теплопередачи, определяют температуру воды в тепловых сетях и вычисленные значения откладывают на осях координат: по оси абсцисс — температуру наружного воздуха, по оси ординат — температуру воды.

Полученные точки соединяют плавной кривой, характеризующей изменение температуры воды в подающей магистрали при изменении температуры наружного воздуха. Для обратного трубопровода график температур строят аналогично.

Водно-химический режим тепловых сетей. В тепловых сетях возникают потери циркулирующей воды в результате утечек и непосредственного водоразбора. Производительность подпиточных устройств на восполнение утечек из-за неплотности системы составляет 1—2% циркулирующей воды. При наличии расхода воды на горячее водоснабжение подпитка в отдельных системах может достигать 40—50% расхода циркулирующей воды.

Для подпитки сети используют водопроводную воду или воду естественных водоемов. Непосредственное использование этой воды, содержащей большое количество взвешенных частиц, растворенных солей и газов, недопустимо.

При нагреве необработанной воды на поверхностях нагрева подогревателей и в трубопроводах образуются отложения накипи и шлама, которые уменьшают площадь сечения прохода, увеличивают гидравлическое сопротивление системы и уменьшают тепловую мощность установок. Кроме того, растворенные газы вызывают коррозионные повреждения в оборудовании и по всему тракту сетей.

Нормы и качество добавочной и сетевой воды установлены на основании исследований химических процессов, происходящих при нагревании воды, а также в результате опыта эксплуатации теплофикационных систем различных типов.

Нормативные показатели воды тепловых сетей определены в Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей и должны соблюдаться при эксплуатации любых тепловых сетей в стране. Качество подпиточной и сетевой воды прежде всего должно обеспечить безнакипную работу наиболее требовательных к воде агрегатов — водогрейных котлов.

Опыт эксплуатации тепловых сетей закрытого типа выявил необходимость учитывать при определении добавляемой в теплосеть воды как потери воды из теплосети из-за неорганизованного водоразбора, так и объем присоса необработанной воды через неплотности

в подогревателях. Качество сетевой воды ухудшается также из-за примесей, выносимых из местных отопительных приборов.

1.10. Система газоснабжения населенного пункта

Снабжение природным газом городов и населенных пунктов имеет своей целью:

- улучшение бытовых условий населения;
- замену более дорогого твёрдого топлива или электроэнергии в тепловых процессах на промышленных предприятиях, тепловых электростанциях, на коммунально-бытовых предприятиях, в лечебных учреждениях, предприятиях общественного питания и т. п.;
- улучшение экологической обстановки в городах и населенных пунктах, так как природный газ при сгорании практически не выделяет в атмосферу вредных газов.

Природный газ подается в города и поселки по магистральным газопроводам, начинающимся от мест добычи газа (газовых месторождений) и заканчивающихся у газораспределительных станций (ГРС), расположенных возле городов и поселков (рис. 36).

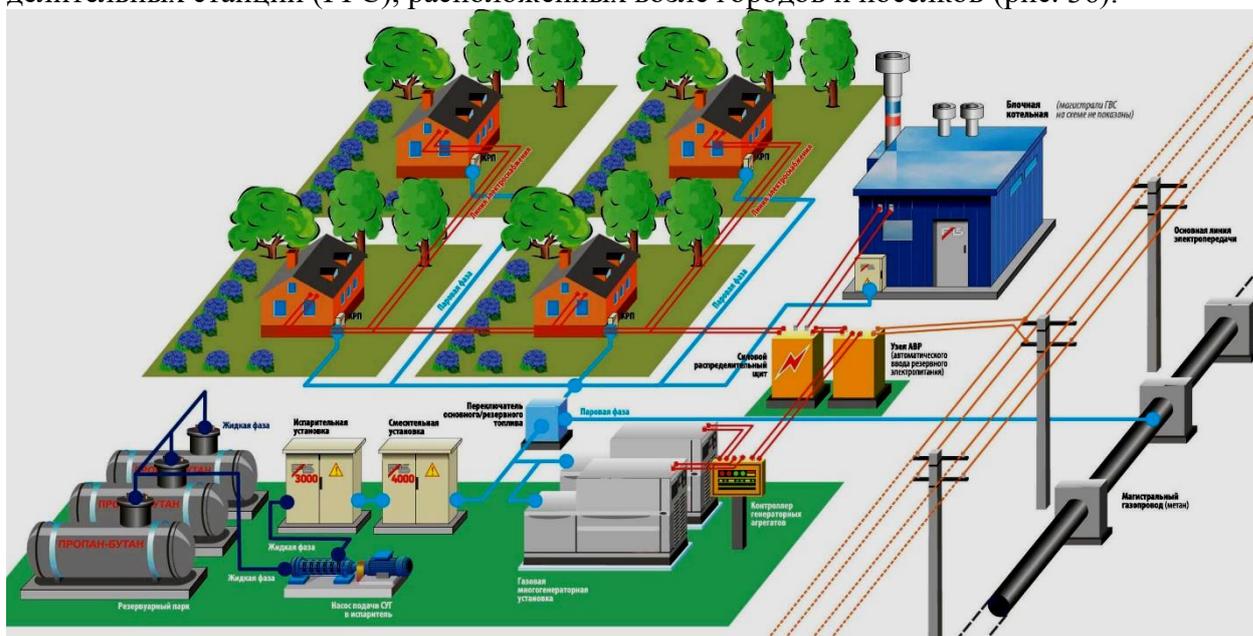


Рис. 36. Автономная газификация коттеджного поселка

Для снабжения газом всех потребителей на территории городов строится распределительная газовая сеть, оборудуются газорегуляторные станции (ГРС), пункты (ГРП) или установки (ГРУ), сооружаются необходимые для эксплуатации газопроводов контрольные пункты и другое оборудование.

На территории городов и посёлков газопроводы прокладываются только под землёй.

На территории промышленных предприятий и тепловых электростанций газопроводы прокладываются над землей на отдельно стоящих опорах, по эстакадам, а также по стенам и крышам производственных зданий.

Прокладку газопроводов выполняют в соответствии с требованиями СНиП.

Природный газ используется населением для сжигания в бытовых газовых приборах: плитах, водяных газовых нагревателях, в отопительных котлах.

На предприятиях коммунально-бытового обслуживания населения газ используется для получения горячей воды и пара, выпечки хлеба, приготовления пищи в столовых и ресторанах, отопления помещений.

В лечебных учреждениях природный газ используется для санитарной обработки, приготовления горячей воды, для приготовления пищи.

На промышленных предприятиях газ сжигают в первую очередь в котлах и промышленных печах. Его также используют в технологических процессах для тепловой обработки изделий, выпускаемых предприятием.

В сельском хозяйстве природный газ используется для приготовления корма животным, для обогрева сельскохозяйственных зданий, в производственных мастерских.

Определение оптимального числа ГРС и ГРП. Газораспределительные станции стоят во главе систем газоснабжения. Через них идёт питание кольцевых газопроводов высокого или среднего давления. К ГРС газ поступает из магистральных газопроводов под давлением 6-7 МПа. На ГРС давление газа снижается до высокого или среднего. Кроме того, на ГРС газ приобретает специфический запах. Здесь газ также подвергается дополнительной очистке от механических примесей и подсушивается.

Выбор оптимального числа ГРС для города является одним из важнейших вопросов. С увеличением числа ГРС уменьшаются нагрузки и радиус действия городских магистралей, что приводит к уменьшению их диаметров и снижению затрат на металл. Однако увеличение числа ГРС увеличивает затраты на их сооружение и строительство магистральных газопроводов, подводящих газ к ГРС, увеличиваются эксплуатационные расходы за счет содержания обслуживающего персонала ГРС. **При определении числа ГРС можно ориентироваться на следующее:**

- для небольших городов и посёлков с населением до 100-120 тысяч человек наиболее рациональными являются системы с одной ГРС;
- для городов с населением 200-300 тысяч человек наиболее рациональными являются системы с двумя и тремя ГРС;
- для городов с населением более 300 тысяч человек наиболее экономичными являются системы с тремя ГРС.

ГРС, как правило, располагаются за городской чертой. Если число ГРС более одной, то они располагаются с разных сторон города. ГРС соединяются как правило двумя нитками газопроводов, что обеспечивает более высокую надёжность газоснабжения города. Очень крупные потребители газа (ТЭЦ, промпредприятия, металлургические заводы и т. п.) питаются непосредственно от ГРС. Газорегуляторные пункты стоят во главе распределительных газовых сетей низкого давления, питающих газом жилые дома. Оптимальное число ГРП определяется из соотношения:

$$n_{\text{опт}} = V_{\text{час}} / V_{\text{опт}} \text{ (шт.)},$$

где $V_{\text{час}}$ – часовой расход газа на жилые дома, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$V_{\text{опт}}$ – оптимальный расход газа через ГРП, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Для определения $V_{\text{опт}}$ необходимо вначале определить оптимальный радиус действия ГРП, который должен находиться в пределах 400-800 метров. Этот радиус определяется по формуле:

$$R_{\text{опт}} = 249 - (\Delta P_0, 081/\Phi 0,245 \times (m \times e) 0,143) \text{ (м)},$$

где ΔP_0 – расчетный перепад давления в сетях низкого давления (1000-1200 Па);

Φ – коэффициент плотностей сетей низкого давления, 1/м;

$$\Phi = 0,0075 + 0,003 - m / 100 \text{ (1/м)},$$

m – плотность населения по району действия ГРП, чел/га;

e – удельный часовой расход газа на одного человека, $\text{м}^3/\text{чел.}\cdot\text{час}$, который задаётся или вычисляется, если известно количество жителей (N), потребляющих газ, и известно количество газа (V), потребляемого ими в час:

$$e = V / N \text{ (м}^3/\text{чел. ч)}$$

Оптимальный расход газа через ГРП определяется из соотношения:

$$V_{\text{опт}} = m \times e \times R_{\text{опт}}^2 / 5000$$

Полученное оптимальное число ГРП используют при конструировании газовых сетей низкого давления. Сетевые ГРП размещают, как правило, в центре газифицируемой территории так, чтобы все потребители газа были расположены от ГРП примерно на одинаковых расстояниях. Максимальное удаление ГРП от проектируемых магистральных газопроводов высокого или среднего давления должно составлять 50-100 метров.

Типовые схемы ГРП и ГРУ. Газорегуляторные пункты (ГРП) размещают в отдельно

стоящих зданиях из кирпича или железобетонных блоков. Размещение ГРП в населенных пунктах регламентируется СНиП. На промышленных предприятиях ГРП размещаются на местах вводов газопроводов на их территорию. **Здание ГРП имеет 4 отдельных помещения:**

- основное помещение, где размещается все газо-регулирующее оборудование;
- помещение для контрольно-измерительных приборов;
- помещение для отопительного оборудования с газовым котлом;
- помещение для вводного и выводного газопровода и ручного регулирования давления газа.

В типовом ГРП можно выделить следующие узлы:

- узел ввода-вывода газа с байпасом для ручного регулирования давления газа после ГРП;
- узел механической очистки газа с фильтром;
- узел регулирования давления газа с регулятором и предохранительно-запорным клапаном;
- узел измерения расхода газа с диафрагмой или счётчиком газа.

В помещении для контрольно-измерительных приборов размещаются самопишущие манометры, измеряющие давление газа до и после ГРП, расходомер газа, дифманометр, измеряющий перепад давления на фильтре. В основном помещении ГРП устанавливаются показывающие манометры, измеряющие давление газа до и после ГРП; термометры расширения, измеряющие температуру газа на вводе газа в ГРП и после узла измерения расхода газа.

Аксонметрическая схема газопроводов ГРП состоит из трубопроводов, запорной арматуры, регуляторов, предохранительно-запорного клапана, фильтра, гидрозатвора, свечи для сброса газа в атмосферу (3 шт.), диафрагмы и байпаса.

Газопровод от городской сети среднего или высокого давления подходит к ГРП под землёй. Пройдя фундамент, газопровод поднимается в помещение. Аналогично отводится газ из ГРП. На вводе и выводе газа в ГРП на газопроводе устанавливаются изолирующие фланцы.

Газ высокого или среднего давления проходит в ГРП очистку от механических примесей в фильтре. После фильтра газ направляется к линии регулирования. Здесь давление газа снижается до необходимого и поддерживается постоянным с помощью регулятора. Предохранительно-запорный клапан закрывает линию регулирования в случаях повышения и понижения давления газа после регулятора более допустимых пределов. Верхний предел срабатывания клапана составляет 120% от давления, поддерживаемого регулятором давления. Нижний предел настройки клапана для газопроводов низкого давления составляет 300-3000 Па; для газопроводов среднего давления – 0,003-0,03 МПа.

Предохранительно-сбросной клапан (ПСК) защищает газовую сеть после ГРП от кратковременного повышения давления в пределах 110% от величины давления, поддерживаемого регулятором давления. При срабатывании ПСК избыток газа выбрасывается в атмосферу через газопровод безопасности.

В помещении ГРП необходимо поддерживать положительную температуру воздуха не менее 10°C. Для этого ГРП оборудуется местной системой отопления или подключается к системе отопления одного из ближайших зданий.

Для вентиляции ГРП на крыше устанавливается дефлектор, обеспечивающий трёхкратный воздухообмен в основном помещении ГРП. Входная дверь в основное помещение ГРП в нижней её части должна иметь щели для прохода воздуха.

Освещение ГРП чаще всего выполняется наружным путем установки источников направленного света на окнах ГРП. Можно выполнять освещение ГРП во взрывобезопасном исполнении. В любом случае включение освещения ГРП должно осуществляться снаружи. Возле здания ГРП оборудуется грозозащита и заземляющий контур.

Газорегуляторные установки (ГРУ) по своим задачам и принципу работы не

отличаются от ГРП. Основное их отличие от ГРП заключается в том, что ГРУ можно размещать непосредственно в тех помещениях, где используется газ, или где-то рядом, обеспечивая свободный доступ к ГРУ. Отдельных зданий для ГРУ не строят. ГРУ обносят заградительной сеткой и вывешивают возле ее предупредительные плакаты. ГРУ, как правило, сооружаются в производственных цехах, в котельных, у коммунально-бытовых потребителей газа. ГРУ могут выполняться в металлических шкафах, которые укрепляются на наружных стенах производственных зданий. Правила размещения ГРУ регламентируются СНиП. *Для аксонометрической схемы типового ГРУ приняты следующие обозначения:*

1. Фильтр для механической очистки газа;
2. Стальные задвижки;
3. Предохранительно-запорный клапан;
4. Регулятор давления;
- 5 и 6. Чугунные задвижки
7. Предохранительно-сбросной клапан;
8. Расходомер газа;
9. Самопишущие манометры;
10. Показывающие манометры;
11. Дифференциальный манометр на фильтре;
12. Термометры расширения;
13. Фуляры;
14. Диафрагма;
15. Стальные вентили;
16. Трехходовые краны;
17. Пробковые вентили на импульсных линиях;
- 18 и 19. Пробковые краны.

К помещению, где расположено ГРУ, с точки зрения вентиляции и освещения предъявляются те же требования, что и для ГРП.

1.11. Обеспечение строительства подземных коммуникаций

1. Подземные сети и сооружения городов, поселков и промышленных предприятий подразделяются на три основные группы: трубопроводы, кабельные сети и коллекторы.

2. Трубопроводы включают в себя водопровод, канализацию, теплоснабжение, водостоки и дренаж, а также специальные технологические трубопроводы (нефте-, газо-, паропроводы и др.).

3. Кабельные сети включают в себя электросети (кабели высокого напряжения и кабели уличного освещения, электрифицированного городского транспорта) и сети слабого тока (телеграфные, телефонные, кабели радиовещания и др.).

4. Коллекторы подразделяются на общие, используемые для совместной прокладки трубопроводов различного назначения и кабелей, и специальные, служащие для размещения однотиповых сетей (канализация, водосток, кабель).

5. Прокладку трасс подземных коммуникаций производят:

- приемка в натуре и по акту от заказчика закрепленной соответствующими знаками трасс и отдельных сооружений на них (начальных, конечных и основных промежуточных точек, углов поворота и других характерных точек трассы);
- детальный вынос в натуре осей трасс;
- наблюдение за отметками при открытии траншей, укладке труб, устройстве колодцев и др.;
- исполнительная съемка трасс, вводов, колодцев, аварийных выпусков и артезианских колодцев.

6. Исходной проектной документацией для производства работ при прокладке подземных коммуникаций являются:

- генеральный план застройки участка;
- план (разбивочный чертеж) и профиль трассы.

7. В необходимых случаях должны привлекаться дополнительные проектные материалы и исполнительные чертежи ранее проложенных коммуникаций.

8. Разбивка проектного уклона дна траншеи производится с помощью постоянных и ходовых визирок. Отметки постоянных визирок, прикрепленных к обноску гвоздями, выносятся нивелиром с учетом проектного уклона дна траншеи. **Разность отметок постоянных визирок определяется по формуле:**

$$\text{Дельта } h = i \times l,$$

где l — расстояние между визирками;

i — проектный уклон траншеи.

9. Высота (длина) ходовой визирки определяется по разбивочным чертежам как разность отметок верха постоянной визирки и дна траншеи.

10. Разбивка по высоте основания под укладку трубопроводов с малыми уклонами (меньше или равном 0,001) производится с помощью нивелира.

11. Разбивка котлована колодца состоит в закреплении центра колодца, в установке обноски, закрепленной на расстоянии 0,6-0,7 м от бровки траншеи и в передаче отметок и осей на обноску.

12. Укладка труб по высоте при строительстве на подготовленном основании (по маякам) осуществляется по уровню, с помощью ходовых и постоянных визирок, устанавливаемых в местах будущих колодцев и поворотных точек, и с помощью нивелира и рейки.

13. Укладка по уровню осуществляется установкой каждой трубы в отдельности. При укладке по уровню в обязанности вменяется установка на дне траншеи временных реперов, выверка накладных или шланговых уровней и инструктаж бригадиров и звеньевых о способах выверки и точности установки.

14. При укладке труб с помощью визирок (обноска) последние устанавливаются в местах будущих колодцев и в поворотных точках. На обноску — обрезные доски, прикрепленные горизонтально к двум столбам над траншеей, выносятся ось трассы. Между смежными обносками по оси натягивается проволока. Ось трубопровода отвесами проектируется на дно траншеи. Отметки для укладки труб получают от полочек, закрепляемых на обноске. Полочку закрепляют на обноске обычно на высоте, кратной 1 м, отсчитываемой от проектной отметки верха трубы.

15. При укладке труб по маякам работы заключаются в выносе осей трассы и отметок. При этом отметки даются по верху маяков, при устройстве которых особое внимание должно обращать на их сохранность.

16. При укладке подземных сетей (водопровод, канализация, газопровод, теплоснабжение, водостоки и дренажи, кабельные сети) следует выдерживать расстояния от зданий, сооружений и устройств, между подземными сетями, предусмотренные соответствующими главами СНиП на проектирование инженерных сетей (рис. 37).

17. При устройстве сетей канализации должны, кроме того, соблюдаться уклоны канализационных труб.

18. Прямолинейность оси труб в горизонтальной плоскости проверяется по шнуру, правильность уклонов — по визирке:

19. Отклонение отметок труб и лотков не допускается по высоте более ± 5 мм, в плане ± 100 мм при аналитических данных, используемых для разбивки, и ± 200 мм — при графических.



Рис. 37. Схема прокладки подземных коммуникаций (бестраншейная прокладка)

20. При прокладке сетей газопровода пересечение наружных газопроводов с железнодорожными и трамвайными путями, а также дорогами осуществляется под углом от 45 до 90°.

21. При прокладке двух и более газопроводов в одной траншее выдерживаются следующие минимальные расстояния между ними: при диаметре до 300 мм — не менее 0,4; при диаметре более 300 мм — 0,5 м.

22. **При прокладке сетей теплоснабжения уклоны труб принимаются:**

- при подземной прокладке и отсутствии грунтовых вод и при надземной прокладке — 0,002;
- при подземной прокладке в зоне грунтовых вод с попутным фильтрующим дренажем — 0,003;
- при подземной прокладке в просадочных грунтах и на ответвлениях к зданиям — 0,002.

23. Отметка дна канала на вводе в здание проектируется выше отметки подошвы фундамента не менее чем на 0,5 м.

24. **Заглубление тепловых сетей от поверхности земли или дорожного перекрытия принимается, м, не менее:**

- до верха перекрытий каналов, тоннелей и конструкций бесканальной прокладки:
- при наличии дорожного покрытия – 0.5;
- при отсутствии – 0.7;
- до верха перекрытия камер;
- при наличии дорожного покрытия – 0.3;
- при отсутствии – 0.5.

25. При совмещенной прокладке инженерных сетей в общей траншее расстояние между каналом или трубопроводом (при бесканальной прокладке) тепловых сетей и другими коммуникациями должно быть:

- при укладке на одинаковых отметках основания не менее 0,4 м;
- при укладке на разных отметках основания 0,4 м плюс разность отметок заложения смежных коммуникаций или 0,4 м с устройством соответствующих креплений.

26. Минимальные расстояния по вертикали от тепловых до других инженерных сетей и сооружений в местах пересечения допускаются не менее приведенных в соответствующих главах СНиП на проектирование инженерных сетей.

27. Ось дренажной трубы располагается ниже дна канала на 0,4 м. Расстояние между смотровыми колодцами дренажа должно быть не более 50 м. Во всех других случаях расстояния в положении труб по высоте и между колодцами могут изменяться только по специально обоснованным расчетам, согласованным с проектной организацией.

28. Укладка труб разрешается лишь после проверки соответствия отметок проекту; дна

траншеи — при бесканальной прокладке, дна канала — при канальной прокладке.

29. Укладка трубопроводов «змейкой» в вертикальной и горизонтальной плоскостях не допускается. Отклонение трубопроводов от проектного положения не должно быть более: в плане ± 10 мм, по вертикали ± 5 мм, по уклону $+ 0,001$.

30. Контроль правильности укладки труб осуществляется инструментальной проверкой расположения в плане, а также нивелировкой всех узловых точек уложенного трубопровода и мест его пересечения с подземными сооружениями.

31. При устройстве водостоков и дренажей минимальный уклон, обеспечивающий нормальную их работу, принимается: для водостоков — $0,005$, для дренажей — $0,002$, максимальные уклоны — соответственно $0,05$ и $0,04$.

32. Смотровые колодцы водостока и дренажей по расстановке в плане аналогичны смотровым колодцам по канализационной сети. На прямолинейных участках расстояние между смотровыми колодцами $35-40$ м.

33. Контроль за устройством элементов водостока и дренажа, особенно по высоте, производится непрерывно.

34. При закладке электрокабеля смотровые колодцы предусматриваются на всех поворотах, а также перекрестках улиц, на прямолинейных участках трасс они располагаются не реже чем через $100-150$ м.

35. Электрокабели напряжением до 1000 В прокладываются на глубине $0,7-0,8$ м, напряжением выше 1000 В — 1 м.

36. При прокладке трасс в трубах трубы укладываются с уклоном $0,001$ к ближайшему колодцу.

37. Телефонные сети прокладываются на глубине $0,7-0,8$ м от поверхности земли, расстояние между колодцами на прямолинейных участках может быть увеличено до 250 м.

38. Исполнительные съемки подземных сетей и сооружений производятся на основе созданного или имеющегося планово-высотного съемочного обоснования. Они выполняются после окончания строительства, но до засыпки траншей.

39. **Съемка включает в себя следующие виды работ:**

- выяснение наличия геодезической опоры и восстановление планово-высотного съемочного обоснования на участке;

- съемка и нивелирование элементов инженерных сетей и сооружений;

- составление исполнительных чертежей и планов.

40. По каждому отдельному виду подземных сетей и сооружений съемке подлежат:

- по канализации, водостоку, дренажу — трассы сетей, колодцы, углы поворота, изломы сетей в профиле, места присоединений и выпусков;

- по газопроводу — трассы сетей, углы поворота, камеры, места подключений, вводы, изломы в профиле;

- по водопроводу — трассы сетей, колодцы, вводы, аварийные выпуски, артезианские скважины;

- по теплосети — трассы сетей, камеры, углы поворота, компенсаторы, места подключений, вводы;

- по телефонным сетям — трассы телефонной канализации и кабельных линий, колодцы, распределительные шкафы, места ввода и подключений;

- по силовым кабельным сетям — трассы кабелей (независимо от способа укладки), колодцы, тоннели и коллекторы, трансформаторные подстанции, киоски.

41. При съемках должны быть собраны данные о количестве прокладок, отверстий, материале труб, колодцев, каналов, о размерах диаметров труб и каналов, давлении в газовых и напряжении в кабельных сетях.

42. При расположении подземных сетей в блоках и тоннелях снимается только одна сторона их, другая же наносится по данным промеров. Выходы подземных сетей и элементы их конструкций привязываются к твердым контурам застройки контрольными

промерами.

43. При съемке кабелей в пучках замеры производится до крайних кабелей с той или другой стороны.

44. Обязательной съемке подлежат все подземные сооружения, пересекающие или идущие параллельно прокладке, вскрытые траншеей. Одновременно со съемкой указанных элементов инженерных коммуникаций должны быть сняты все здания, прилегающие к проезду или к трассам прокладок.

45. Полоса, охватываемая съемкой, должна быть не менее 20 м в обе стороны от оси трассы.

46. При производстве работ рекомендуется давать единую нумерацию колодцев, камер и др.

47. У круглых колодцев снимается центр крышки решеток, у люков прямоугольной формы — два угла.

48. При значительном заглублении снимаемых элементов (свыше 1 м) точки их выносятся на поверхность земли при помощи отвеса или рейки с круглым уровнем.

49. Закругленные части сети снимаются так, чтобы отразить подобие фигуры в масштабе составляемого плана.

50. При съемке колодцев и камер производится обмер внутреннего и внешнего габаритов сооружения, его конструктивных элементов, расположения труб и фасонных частей с привязкой к отвесной линии, проходящей через центр крышки колодца.

При этом устанавливаются назначение, конструкция колодцев, камер, распределительных шкафов и киосков, характеристика имеющейся в них арматуры.

51. Для газовых и тепловых сетей фиксируется расположение стыков трубопроводов относительно люков колодцев или камер с указанием типа стыка.

52. Результаты измерений заносятся в абрис, где делаются зарисовки в плане, в сочетании со схемой прокладываемого теодолитного хода показываются привязки к опорной застройке, линейные размеры сооружения и т. д.

53. В колодцах, выстроенных по типовым проектам, определяются внецентренность и ориентировка. Внецентренность колодцев определяется, как правило, с помощью отвесов или рейки.

54. Плановое положение всех подземных сетей и относящихся к ним сооружений может быть определено:

на застроенной территории от твердых точек капитальной застройки, от точек опорной геодезической сети и съемочного обоснования;

на незастроенной территории от точек съемочного обоснования или пунктов опорной геодезической сети.

55. От твердых точек капитальной застройки горизонтальная съемка может выполняться линейными засечками, способом перпендикуляров и способом створов.

56. От точек съемочного обоснования и от пунктов опорной сети определения производятся линейными засечками, перпендикулярами, полярными расстояниями и комбинированным способом.

57. Высотное положение подземных сетей и сооружений определяется техническим нивелированием.

58. При наличии густой сети реперов положение нивелирного хода не обязательно. В этом случае нивелирование элементов сетей (для контроля) производится отдельными станциями с привязкой к двум реперам.

59. Получение в необходимых местах высотных отметок точек сети может производиться или непосредственно нивелированием элементов, или с помощью измерения глубинной рейкой от кольца колодца, на который ранее передана отметка.

60. Нивелируются люки всех колодцев, лотки канализационных, водосточных и дренажных колодцев, верх труб и пол каналов (в непроходных — низ щебеночной подготовки) теплофикации, телефонной и электрокабельной канализации, в бесколодезных

прокладках — углы поворота трассы и точки излома профиля.

61. Для трубопроводов определяются отметки верха труб во всех колодцах и камерах. Бронированные кабели нивелируются во всех точках изменения глубины заложения (в изломе профиля) на поворотах и вводах.

62. На прямолинейных участках по оси прокладки через 50 м снимаются створные точки, в которых определяют отметки заложённых сетей.

63. На спланированной территории вдоль трассы определяются отметки бровки траншеи.

64. По результатам исполнительной съёмки составляется исполнительный профиль построенной коммуникации.

65. **В состав исполнительной документации, передаваемой эксплуатирующей организации, входят:**

- исполнительный план трассы соответствующей коммуникации;
- исполнительный продольный профиль по оси сооружения;
- рабочие чертежи с планами и размерами колодцев, камер, труб и других устройств, исправленные по результатам обмера, произведенного в процессе исполнительной съёмки.

66. Исполнительная съёмка контуров и спланированного рельефа в пределах застройки выполняется после завершения всего строительства и благоустройства. На основании ее, окончательно корректируются отметки поверхности земли исполнительного профиля.

2. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

На первом лабораторно-практическом занятии студенты получают задание, состоящее из плана формата А3 (297 × 420 мм, масштаб: 1:10000, в 1 мм 10 м, в 1 см 100 м), на котором имеются горизонтали с различным сечением и указано направление на север. На плане нанесены следующие обязательные объекты: водоем, овраг и ручей (рис. 2.1.1).



Рис. 2.1.1. План-задание для разработки мелиоративных и лесомелиоративных мероприятий

2.1. Анализ и заключение по эффективности использования территории хозяйства
Определение уклона местности. Уклон местности – отношение высоты сечения рельефа к заложению. Измеряют его в тысячных долях единицы или

иначе в промилле (‰). За положительное направление уклона будем принимать направление вверх. Иногда, в инженерной практике, например при разработке проектов вертикальной планировки поступают иначе. Положительным уклоном считают направление стока воды.

Задачи, решаемые по картам (планам) с помощью горизонталей. Определение высот течек на карте. Если точка расположена на горизонтали, то ее высоту устанавливают по высоте этой горизонтали. Высоту (отметку) точки, расположенной между горизонталями (рис. 2.1.2, а), можно определить, если через нее провести линию *ab* по кратчайшему

расстоянию между горизонталями.

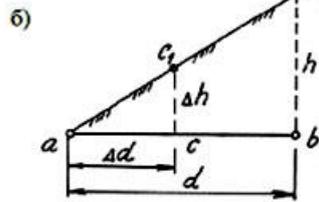
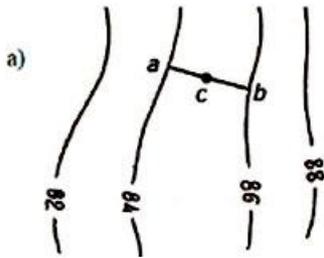


Рис. 2.1.2. Определение отметки точки

Из подобия треугольников abb_1 и acc_1 , учитывая, что h – высота сечения рельефа, d – заложение (рис. 2.1.2, б), получим $cc_1 = ac \times bb_1 / ab$ или $\Delta h = \Delta d h / d$.

Отметка точки H_c будет равна отметке точки a плюс величина Δh : $H_c = H_a + \Delta h$. Величины d и Δd измеряют на карте, а высота сечения рельефа подписана под масштабом карты.

Определение уклона линии. Пусть линия местности AB (рис. 2.1.3) наклонена к горизонту AC под углом v . Тангенс этого угла называют **уклоном линии** и обозначают буквой i :

$$i = \operatorname{tg} v = \frac{h}{S}$$

т. е. уклон линии равен отношению превышения h к горизонтальному заложению (проложению) S .

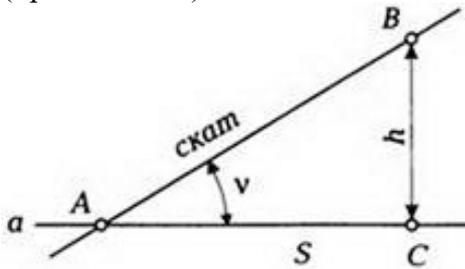


Рис. 2.1.3. Схема определения уклона линии

Пример. Если $h = 1$ м, а $S = 200$ м, то $i = 1/200 = 0,0050$. $S = M$ (масштаб) $\times L$ (длина между точками). Так, если масштаб 1:10000 (в 1 см 100 м), то расстояние AC будет равно 2 см.

Считают всегда до 3 цифр, не считая количество нулей (правило 3 цифр). **Примеры.** 1: $0,25 : 28,5 = 0,00877 = 0,0088$. 2: $1 : 85,6 = 0,0116 = 0,012$. 3: $0,5 : 5,8 = 0,0862 = 0,086$.

Уклон $i = 0,005$ показывает, что линия местности повышается или понижается на 5 мм через каждый 1 м или на 50 см через каждые 100 м, 5 м через 1000 м (1 км) горизонтального расстояния S . Если превышение положительное ($+h$), то уклон положителен (линия направлена вверх на подъем), а когда превышение отрицательное ($-h$) – уклон отрицателен, и линия направлена вниз на спуск.

На плане обязательно определяют максимальный (i_{max}), минимальный (i_{min}) и средний уклоны (i_{cp}). **Примечание:** если **максимальный** (минимальное расстояние между ближайшими горизонталями) и **минимальный** (максимальное расстояние между ближайшими горизонталями) являются, в основном, единственными, то **средних уклонов** (это расстояние между несколькими горизонталями) может быть несколько, то есть определяют на нескольких типичных участках (рис. 2.1.4).



Рис. 2.1.4. План с отметками горизонталей, максимального, минимального и нескольких средних уклонов

Уклон линии численно можно рассматривать как превышение, приходящееся на единицу горизонтального расстояния. Измерив на карте длину заложения (расстояние между двумя соседними горизонталями по заданному направлению) и зная высоту сечения,

можно найти уклон линии. Уклон обычно выражают в *процентах* или *промилле* (промилле – это тысячная часть целого или 1/10 процента).

Пример. Измеренное по карте заложение $d = 29$ м. Высота сечения $h = 1$ м. Найти уклон линии. $i = 1/29 = 0,034$ или, выразив уклон в процентах, получим $i = 3,4\%$. 3,4% означает, что разница высот в начале и конце 100 метрового горизонтального участка составляет 3,4 м. Если умножить 3,4% на 10, получим величину уклона в промилле (‰) $3,4\% \times 10 = 34\text{‰}$. Уклон 34‰ означает, что разность высот в начале и конце горизонтального участка длиной 1000 м составит 34 м.

Построение на карте (плане) линии заданного уклона. Задача построения линии **заданного уклона** часто встречается в практике при проектировании трассы дороги, трубопровода, канала и т. д. Определение положения такой линии может производиться на топографических картах и планах. Рассмотрим задачу нанесения на топографическую карту (план) линии заданного уклона на следующем примере. Допустим, что из точки M (рис. 2.1.5) на топографической карте с высотой сечения рельефа 5 м требуется провести кратчайшую ломаную линию по направлению к точке N так, чтобы уклоны отдельных участков ее не превышали 5%. Тогда подъем или спуск (превышение) вдоль линии допускается не более 1 м на каждые 20 м или 5 м на 100 м горизонтального расстояния.

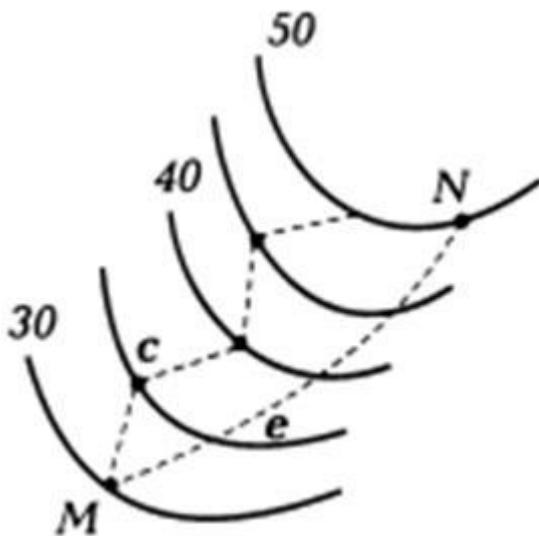


Рис. 2.1.5. Схема поиска линии заданного уклона

Так как горизонтали проведены на плане через 5 м, то при соблюдении требования 5% уклона расстояние между смежными горизонталями должно быть 100 м. Поэтому, взяв в раствор циркуля-измерителя по масштабу плана 100 м, засекаем этим раствором циркуля из точки M горизонталь с высотой 35 м в двух точках c и e . Из этих точек тем же раствором 100 м засекаем точки на горизонтали с высотой 40 м. Если этот прием продолжим далее, то получим два варианта положения на плане

линии заданного уклона McN и MeN . Вариант McN извилистее и длиннее, направление MeN менее извилисто, короче по длине и может быть принято за окончательное.

Определение границы водосборной площади и площади затопления. **Водосборной площадью** называется территория, с которой вода атмосферных осадков стекает к данному пункту водосбора. На рисунке 2.1.6 обозначена плотина AB на горизонтали с высотой 185 м с зеркалом воды (обозначено штриховкой). Требуется показать на плане границу площади, с которой вода атмосферных осадков стекает к плотине.

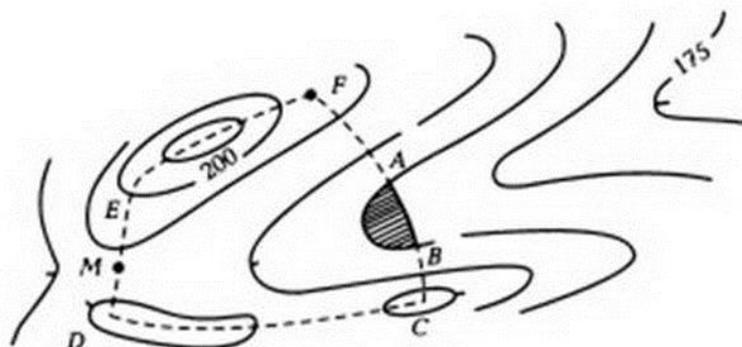


Рис. 2.1.6. Схема определения границ водосборной площади

Граница водосборной площади показана пунктиром, который проходит по водораздельным линиям $CDMEF$. Для этого сначала в верховье лоцины находят середину седловины M и вершины холмов, примыкающих к ней. От водоразделов к плотине

граница проходит перпендикулярно горизонталям.

По карте (плану) определяют также **площадь затопления** – территорию, которую заливают вода в результате строительства искусственного водоема. Работа начинается с нанесения на карту положения плотины с учетом отметки уровня воды в будущем водоеме. Условие будет выполнено, если на месте возведения плотины соединить на противоположных склонах водотока одноименные горизонтали с заданной высотой. Площадь затопления ограничится горизонталью, замыкаемой плотиной (рис. 2.1.7).



Рис. 2.1.7. Определение водосборной площади и площади затопления по карте (плану)

Если отметки горизонталей не соответствуют уровню будущего водоема, то для определения его контура методом интерполяции находят точки с заданной высотой, которые затем соединяют кривой. Следует обратить внимание на особенности оконтуривания водосборной площади реки и водоема: для реки граница замыкается в ее устье, для водоема – на концах плотины.

Построение орографической схемы рельефа местности. Орографическая (греч. *oros* гора и *grapho* пишу, описываю) **схема** является одним из видов носителей информации о местности. Это изображение местности с прорисовкой хребтов и долин. По таким схемам

легко ориентироваться в горах. Орографическая схема рельефа местности получается в результате проведения по карте линий водоразделов и тальвегов. Водоразделы проходят по точкам, от которых линии скатов расходятся в разные стороны, тальвеги – по точкам, в которых линии скатов сходятся (рис. 2.1.8а). Размещаются такие точки в местах наибольшей кривизны горизонталей.

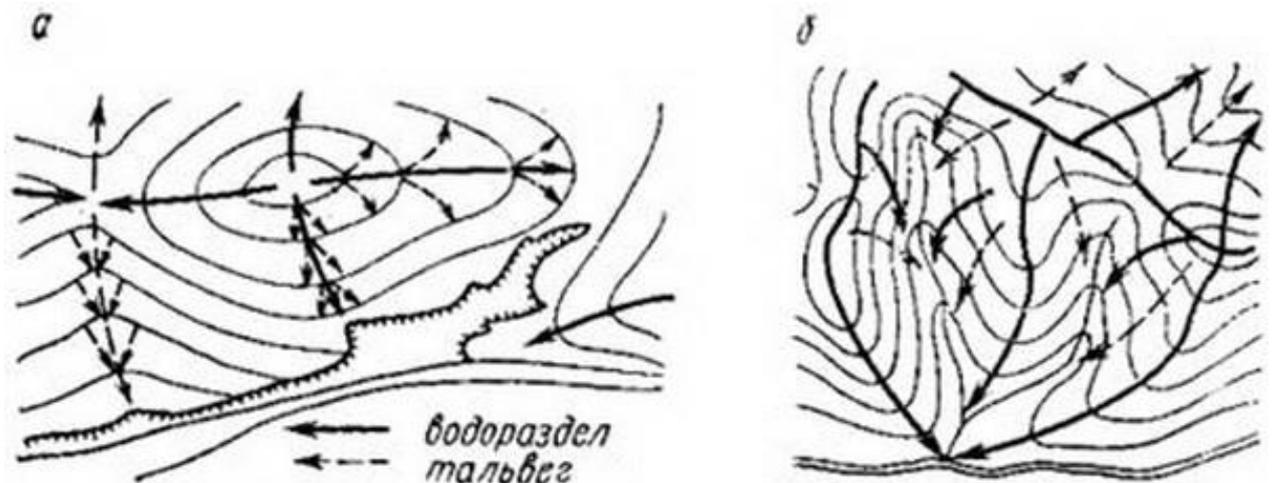


Рис. 2.1.8. Положение водоразделов и тальвегов, определяемое по горизонталям (а) и образуемая ими орографическая схема (б)

Приемы определения крутизны, экспозиции и формы склонов. Крутизну склонов определяют по положению горизонталей. Крутизна склона максимальна там, где горизонтали ближе всего подходят друг к другу. Крутизну поверхностей определяют по графику заложений (рис. 2.1.9).

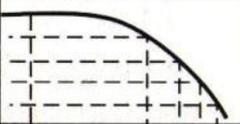
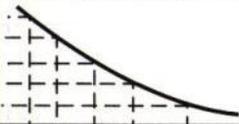
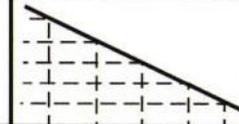
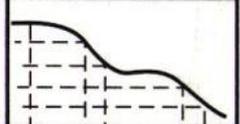
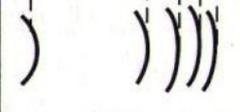
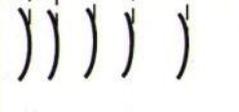
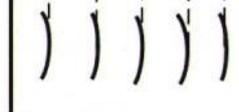
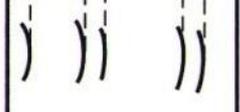
Наклонные поверхности	Выпуклые	Вогнутые	Ровные	Сложные
Рисунок склона в профиль				
Отображение горизонталей				

Рис. 2.1.9. Формы склонов

На плане он помещается справа от линейного масштаба на южном поле. На этом графике расположены цифры вдоль горизонтальной шкалы, определяющие наклон поверхности в градусах. Измерителем отмечают величину (кратчайшее расстояние) промежутка между двумя соседними основными горизонталями, прикладывают раствор измерителя вертикально к кривой на графике, чтобы одна его ножка находилась на кривой, а другая – на горизонтальной шкале. Можно встретить склоны, крутизна которых меняется. Если крутизна по направлению спуска увеличивается (заложения уменьшаются), то такой склон называют **выпуклым**, и, наоборот, при уменьшении крутизны по направлению спуска склон называют **вогнутым**. На **волнистых** склонах чередуются выпуклые и вогнутые участки: эти склоны имеют горизонтали, расположенные на различном удалении одна от другой (рис. 2.1.10).

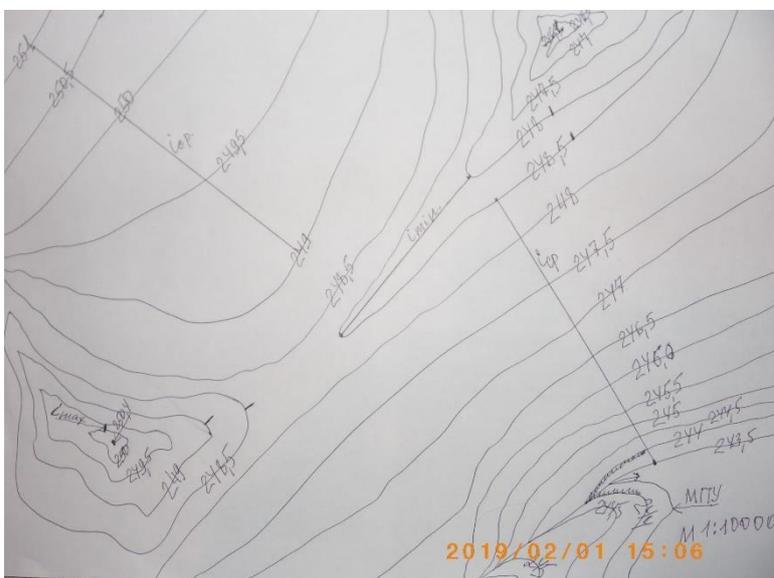


Рис. 2.1.10. Отметки горизонталей, максимального, минимального и нескольких средних уклонов

Проанализировав весь план, необходимо провести анализ экспозиции склонов. **Экспозиция склонов** (от лат. *expositio* – выкладывание, изложение) – это ориентация склонов, расположение склонов положительных и отрицательных форм рельефа (гор, долин и др.) по отношению к странам света и к соответственно направленным в пространстве процессам, напр. господствующим ветрам. Экспозиция склонов определяет продолжительность облучения склонов солнцем в данной местности в разные сезоны года – инсоляционную экспозицию склонов. Выделяют также ветровую, или циркуляционную. Экспозиция склонов, прежде всего относительно господствующих ветров: склоны, открытые ветру, называются наветренными, находящиеся в ветровой тени – подветренными.

Экспозиция склонов может быть обусловлена положением горных склонов относительно источников увлажнения – океанов, морей. Склоны северной и южной экспозиции различаются по радиационно-термическим характеристикам, что вызывает различия в ре-

жиме и характере экзогенных процессов, в сроках наступления сезонных явлений, в условиях обитания организмов. Так, на северных склонах хребтов дольше не тает снег, в горах активнее **нива́ция** (от лат. *nix* (*nivis*) — снег, снежная эрозия, экзогенный рельефообразующий процесс, протекающий под действием снега, характерен для полярных, субполярных и высокогорных районов), а на южных склонах скорее оттаивают мёрзлые грунты, развивается **солифлю́кция** (лат. *solum* — почва и *fluctio* — истечение) — стекание грунта, перенасыщенного водой, по мёрзлой поверхности сцементированного льдом основания склонов. Солифлюкция наблюдается в разных природных зонах. Явление широко распространено в зонах с многолетнемёрзлыми или глубоко и длительно промерзающими грунтами (тундра, лесотундра, Средняя и Восточная Сибирь, Канада, высокогорья).

Наветренные склоны, особенно подверженные воздействию влажных ветров, отличаются от подветренных большими увлажнённостью и развитием растительности. При наличии параллельных хребтов возникает экспозиционная полосчатость с ритмичным чередованием типов ландшафта. Экспозиционно обусловленные различия в интенсивности эрозионно-денудационных процессов служат одним из факторов формирования асимметрии долин и междуречий. В зависимости от масштаба проявления экспозиционных различий выделяют местную Экспозиция склонов каждого элемента рельефа и макроэкспозицию – общую ориентацию склона всего хребта (макросклона).

Заключение. На основании рекомендаций учебно-методического пособия студент должен сделать заключение об эффективном использовании данной территории как по площадям, так и по величине уклонов и экспозиций.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как определить абсолютную высоту точки и превышение?
2. Как провести на карте водораздельную линию и тальвег?
3. Как установить (определить) границы площади водосбора?
4. Что такое профиль местности и как его построить?
5. Как определить среднюю высоту бассейна?
6. Как определить средний уклон бассейна?
7. Как определить объем бассейна?
8. Как определить форму ската с помощью горизонталей?

2.2. Проектирование защитных лесонасаждений

Под лесными мелиорациями понимают коренные и прочные (длительного действия) улучшения неблагоприятных условий для произрастания растений. При мелиорации можно улучшить неблагоприятные факторы, в зависимости от этого и различают разные виды мелиорации: гидротехнические, агротехнические, культуртехнические, противозерозионные, лесные и др.

Наибольшее распространение получили гидротехнические (водные) мелиорации, которые улучшают водно-воздушный режим почвы (и частично зависящие от него химический и биологический режимы в почве). В водной мелиорации нуждаются почвы с избыточным или недостаточным увлажнением (осушение и орошение, или то и другое вместе при резко неравномерном увлажнении). В сочетании с гидротехническими или отдельно широко применяются агротехнические мелиорации, т.е. особые способы обработки почвы, изменяющие водные свойства почвы (например, глубокое рыхление, способствующее поступлению воды в почву) или регулирующие поверхностный сток (например, поперечная вспашка, узкозагонная вспашка). Широко применяются культуртехнические мелиорации, улучшающие состояние поверхности земель (срезка кустарника, планировка поверхности

и др.). Существует большая потребность в применении противоэрозионной мелиорации, направленной на защиту почв от водной эрозии. Противоэрозионные мелиорации по своему содержанию включают разные методы: гидротехнические, агротехнические и лесные. При последних защита почв производится с помощью лесонасаждений. Но лесные мелиорации нельзя сводить только к противоэрозионным: лес оказывает многостороннее защитно-мелиорирующее влияние.

Лесомелиоративные насаждения, особенно в комплексе с другими мерами, хорошо защищают почву от ветровой и водной эрозии, повышают влажность полей, ослабляют вредное влияние засух. Урожайность сельскохозяйственных культур и валовой сбор зерна и других продуктов на полях, защищенных лесными полосами, выше, чем на открытых, не только в годы засух, но и в благоприятные годы. Кроме того, лесомелиорация полей повышает эффективность применения различных агротехнических приемов, улучшает ландшафт, оздоравливает среду обитания человека. Все это придает лесомелиорации важное значение в решении проблемы охраны природы и улучшения природных условий сельскохозяйственного производства.

Виды лесомелиоративных насаждений. Использование леса в качестве средства мелиорации основано на его естественных свойствах. Он уменьшает скорость ветра, почвы под лесом быстрее впитывают воду атмосферных осадков, в результате чего не образуется поверхностного стока воды. Эти свойства леса распространяются не только на непосредственно занятую площадь, но и на прилегающую территорию.

Лесомелиоративные мероприятия по защите почвы от ветровой и водной эрозии и улучшению микроклимата предусматривают создание системы лесных насаждений в виде совокупности взаимосвязанных своим влиянием на прилегающее пространство лесных полос и небольших массивов, целесообразно размещенных по территории землепользования с учетом рельефа местности и состояния почвенного покрова. Эта система включает следующие виды защитных насаждений:

- полезащитные лесные полосы шириной 9-15м; их размещают на пашне в условиях равнины и на водоразделах для защиты полей от вредного действия суховея, метелей и ветровой эрозии (черные бури);
- водорегулирующие (снегораспределительные) лесные полосы шириной до 15 м и кустарниковые кулисы; их размещают на пахотных склонах для регулирования поверхностного стока и снегораспределения, уменьшения водной эрозии почвы, улучшения микроклимата полей;
- прибалочные и приовражные лесные полосы шириной 15-21 м вдоль балок и оврагов и овражно-балочные лесные насаждения внутри балок и оврагов для регулирования поверхностного стока воды, прекращения водной эрозии, хозяйственного использования непродуктивных земель, улучшения микроклимата на прилегающих полях.

Кроме этих основных для сельскохозяйственных полей видов мелиоративных насаждений, имеются и другие, учитывающие специфику защищаемой территории:

- лесные полосы на орошаемых землях вдоль оросительных и сбросных каналов для уменьшения испарения воды, понижения уровня грунтовых вод, защиты полей от суховея и черных бурь;
- лесные полосы на осушаемых землях, вдоль осушительных каналов для защиты их от засыпания и развития на полях ветровой эрозии;
- лесные полосы в садах, виноградниках, на чайных плантациях и других территориях для уменьшения скорости ветра и улучшения микроклимата;
- лесные насаждения вокруг прудов, водохранилищ, вдоль рек и в поймах для задержания твердого стока, защиты от разрушения берегов, размыва и заноса песком пойм рек;
- полосы и куртинные насаждения на пастбищных землях для повышения продуктивности пастбищ и защиты животных от ветра и зноя;
- кулисные, куртинные и массивные лесные насаждения на неиспользуемых в сельском хозяйстве разбитых песчаных почвах для закрепления песков, превращения их в

продуктивные земли;

- полосные, куртинные и массивные лесные насаждения на горных склонах для уменьшения поверхностного стока воды и предотвращения образования грязекаменных (селевых) потоков;
- лесные полосы вдоль дорог для защиты от заноса снегом и песком;
- защитные и декоративные насаждения в сельских населенных пунктах и вокруг них для оздоровления окружающей среды и эстетического воспитания;
- лесные насаждения на отвалах горных выработок для их рекультивации, то есть для выращивания древесины и другого хозяйственного использования.

Правильно созданная система мелиоративных насаждений во взрослом состоянии представляет собой своеобразное устройство, которое при постоянно меняющихся погодных условиях автоматически регулирует их, улучшая микроклимат полей и сохраняя почву от ветровой и водной эрозии. Это свойство неопределимо для сельскохозяйственного производства.

Помимо основного назначения, лесные мелиоративные насаждения используются для производства древесины, сбора плодов, ягод, грибов и др. Кроме того, они имеют большое значение в охране окружающей среды и повышении биологической емкости местообитания сельскохозяйственных угодий. В них поселяется много полезных птиц и других животных, уничтожающих вредителей сельскохозяйственных полей. Велико также санитарно-гигиеническое и эстетическое значение зеленых насаждений: они улучшают условия жизни и труда сельских тружеников.

Значение водоохраных полос. В единую систему защитно-мелиорирующих насаждений входят и береговые лесонасаждения в виде полос или массивов, создаваемые для укрепления и защиты берегов водотоков и водоёмов. Они, скрепляя почву корнями, предотвращают эрозию и абразию; задерживая поверхностный сток, уменьшают загрязнение и заиливание рек и водоёмов; задерживая снег и регулируя снеготаяние, уменьшают паводки и увеличивают меженный сток рек, уменьшают весенний и повышают меженный уровень воды в водоёмах; затеняя водную поверхность и уменьшая скорость ветра, уменьшают испарение с водной поверхности; вследствие благотворного влияния, улучшают санитарно-гигиенические условия водоёмов и прилегающих территорий, улучшают условия обитания рыбы и птиц, украшают ландшафт в целом. В этих целях, прежде всего мы должны сохранять и улучшать естественные лесонасаждения вдоль рек и вокруг водоёмов, а при их отсутствии выращивать искусственные. Проектирование и выращивание береговых насаждений должно проводиться одновременно со всей системой ЗМЛН на водосборах малых рек и водоёмов. Более того, они должны дополнять систему водоохраных лесов, входящих в водоохраные зоны крупных рек.

Защитно-мелиоративная организация территории водосбора. Характеристика противозерозионных зон и их целесообразное использование.

Причины образования оврага, вред оврага для сельского хозяйства. Овраги – результат ускоренной водной эрозии. Они принадлежат к категории земель, неудобных для возделывания сельскохозяйственных культур. Они не только неудобны, но даже вредны, отрицательно влияя на водный и ветровой режимы территории. Их площади непрерывно увеличиваются, что приводит к безвозвратным потерям все новых высокопродуктивных сельскохозяйственных угодий. Однако эти земли можно превратить в продуктивные при умелом их использовании.

Понятие об овражной эрозии почвы. В отличие от поверхностной эрозии почвы, вызываемой стоком рассеянных струй воды, овражная эрозия возникает при концентрации их в сравнительно мощные водные потоки. Это происходит при стекании воды со склонов водосбора в естественную гидрографическую сеть или в искусственную ложбину. Такие ложбины образуются в результате напашаи вдоль границ полей, а также по пахотным бороздам и кюветам дорог. Водный поток, если он при имеющихся уклонах поверхности земли обладает достаточно большой разрушительной силой, промывает по дну ложбины

или балки русло, а почву и грунт уносит в реки и моря. Поскольку поверхностный сток талых или ливневых вод периодически повторяется, то ежегодно происходит дальнейший рост оврагов в глубину, длину и ширину.

Следовательно, овраг — это отрицательная форма рельефа, образованная сравнительно недавно периодически стекающим водным потоком. В нем следует различать вершину, устье, конус выноса, дно, бровку и откосы. **Овраги приурочены к гидрографической сети.** Каждое ее звено имеет дно, берега и склоны водосборной площади. По происхождению овраги делятся на первичные и вторичные. К первичным относятся овраги, впервые прорезающие новые поверхности земли, к вторичным — углубляющие существующую гидрографическую сеть.

Особенности геологического строения той или иной местности сказываются на скорости прохождения отдельных стадий и внешнем виде оврагов. Наиболее быстро идет образование оврагов на лессовых отложениях и рыхлых грунтах. Чем древнее земледельческие районы, тем больше там оврагов. При их росте теряется много земли. Но вред от них не только в этом. Они снижают уровень грунтовых вод, увеличивают площадь испаряющей поверхности и тем самым вызывают иссушение территории, на что указывал В. В. Докучаев (1893). Кроме того, овраги, расчлняя пашню на мелкие участки, делают ее неудобной для обработки. Вынос твердого стока из оврагов и отложение его в поймах рек приводят к обмелению рек и заболачиванию пойм. Овражная эрозия наносит большой и почти непоправимый ущерб земле. Это вызывает острую необходимость изучения данного явления и разработки мер защиты земли от разрушения.

Характеристика противоэрозионных зон и их целесообразное хозяйственное использование. Подразделение всей территории водосбора на отдельные части, или зоны, прежде всего, преследует цель выявить, где преобладает действие вредоносных ветров, а водная эрозия не развивается или выражена слабо, а где предпочтение надо отдать противоэрозионным мероприятиям (не забывая, конечно, и о защите от вредных ветров и других факторов). Такое деление во многом зависит от уклона поверхности того или иного участка водосбора. Так как преобладают обычно выпуклые склоны, где уклоны увеличиваются от водораздела к водостоку и в этом же направлении увеличивается и длина линии тока, то обычно менее подвержены смыву и размыву приводораздельные участки склонов. Поэтому выделяют обычно три противоэрозионные зоны: приводораздельную, присетевую и гидрографическую. Но могут иметь место и вогнутые склоны, и склоны с разным значением уклона по длине (со сложным профилем). В этом случае выделение противоэрозионных участков может быть иным.

Прежде чем перейти к изложению разных видов лесомелиорации, надо указать, что хотя о защитном влиянии леса известно давно, а сделано ещё не так много. В связи с ростом населения и увеличением нашего вмешательства в природу, причём, часто неправильного, приводящего к загрязнению окружающей среды, значение и необходимость защитно-мелиорирующего влияния леса не уменьшается, а постоянно увеличивается. Повышается значение и экологической роли леса, особенно в безлесных и мало лесных районах, а такие есть не только в степной и лесостепной, но и в нечернозёмной зоне. В таких районах защитные насаждения часто являются единственными местами для сохранения птиц, зверей и другой полезной фауны. В районах, где распаханность составляет 75-85 % ,и где не создают защитных насаждений, практически не остается ни птиц, ни зверей. Здесь происходит общая деградация природы. Создание защитно-мелиоративных лесонасаждений, в системе с другими мерами, позволит не только получить дополнительную сельскохозяйственную, лесную и иную продукцию, не только защитить почву от разрушительного действия вредоносных ветров и эрозии, но и сохранить реки и водоемы от заиления и загрязнения, создать условия для жизни полезных животных, улучшить экологическое состояние местности для более плодотворного труда человека, его здоровья и жизни.

Противоэрозионная организация территории. степени подвержены воздействию эрозийных процессов. Поэтому конкретный состав противоэрозионных мер на отдельных

участках водосбора должен быть различным, а также различно и их хозяйственное использование. В связи с этим защита от водной эрозии и должна начинаться с противоэрозионной организации территории и других организационно-хозяйственных мероприятий. Обычно весь эрозионно-опасный водосбор по степени выраженности эрозионных процессов подразделяют на отдельные зоны и группы. Такое противоэрозионное деление территории водосбора предопределяет применение и расположение по водосбору основных противоэрозионных мероприятий и характер хозяйственного использования каждой выделенной группы.

Более часто применяют разделение водосборной площади на три зоны: гидрографическую, присетевую и приводораздельную (табл. 2.2.1). В гидрографическую зону включают берега и дно старой гидрографической сети (лощины, балки, долины) вместе с образовавшимися оврагами, а также прилегающие к ним крутые склоны с уклоном обычно более 0,18-0,20 (более 10-11°), сильно смытые и частично размытые. Гидрографическая зона обычно непригодна под пашню и на местности часто определяется границей пахотных угодий, прилегающей к верхней бровке крутых склонов, а иногда и берегов гидрографической сети, площадь которой обычно используется под кормовые и лесные угодья. В тех случаях, когда крутые склоны распаиваются, к гидрографической зоне должна быть отнесена та часть круто распаиваемых склонов, которая сильно смыта и имеет уклон более 0,15-0,17 (более 8-10°).

Таблица 2.2.1. Разделение площади водосбора на противоэрозионные зоны

Зоны	Основная характеристика и проектируемое использование	Уклоны	
		<i>i</i>	градусы
Гидрографическая	Балки, лощины, овраги, крутые сильно смытые и размытые участки. Лесонасаждения, луга.	Более 0,20	Более 10-11
Присетевая	Среднесмытые почвы с выраженным струйчатым размывом. Водорегулирующие и полезащитные лесные полосы. Почвозащитные севообороты, кормовые угодья, леса.	От 0,05 до 0,14-0,18	3-10
Приводораздельная	Почвы несмытые и слабосмытые. Основные севообороты, полезащитные лесные полосы	От 0 до 0,035-0,05	До 2-3

Далее по обе стороны, а иногда и по одну сторону от гидрографической зоны выделяют присетевую зону. В неё включают прилегающие к гидрографической зоне довольно крутые участки склона, обычно занятые пашней, но подверженные интенсивному процессу смыва с образованием струйчатых размывов. Изрезанность частыми мелкими ложбинами и струйчатыми размывами — характерный признак для выделения присетевой зоны. Уклоны поверхности здесь обычно более 0,05 (более 3°), но менее 0,14-0,18 (до 8-10°). Здесь значительно уменьшается мощность гумусового горизонта или содержание гумуса в пахотном слое. Нижняя граница присетевой зоны является верхней границей гидрографической зоны. Верхняя граница присетевой зоны устанавливается путём выявления участков с уклоном более 0,05, путём ограничения на склоне видимых на пашне струйчатых размывов и вершин ложбин, а также путем закладки почвенных разрезов и выявления участков с пониженной мощностью гумусового слоя с уменьшенным содержанием гумуса в пахотном горизонте. При ширине присетевой зоны менее 50-70 м, она не выделяется, а эта полоса относится, в зависимости от состояния, к гидрографической или приводораздельной зоне (рис. 2.2.1).

здесь специальные почвозащитные севообороты, которые должны содержать не менее 50% (по площади) многолетних трав, не иметь пропашных культур и чистых паров. Часто верхнюю часть присетевой зоны, где эрозия развита в меньшей степени, отводят под пашню с почвозащитными севооборотами, а нижнюю часть, более смытую используют в качестве кормового угодья. Гидрографическая зона обычно отводится под облесение - или сплошное или в сочетании с залужением. Только днища нижних частей балок, где наблюдаются уже процессы отложения твёрдого стока, могут использоваться под интенсивные овощные культуры, а также под плантации корзиночных ив.

На нашем плане обязательно водоем раскрашивается голубым цветом, гидрографическая сеть (водоразделы и тальвеги) намечается прерывистой коричневой чертой.

1. До начала проектирования защитных лесонасаждений на основании анализа территории намечают территории расположения: населенного пункта, рекреационного участка, производственного объекта, орошаемого и осушаемого участков (рис. 2.2.3).

2. После проектирования данных участков результаты сводят в ведомость (табл. 2.2).

На плане проектируются следующие объекты:

1. Населенный пункт – 50 га (500 х 1000 м возле водоема). Студены профиля подготовки «Городской кадастр» на свое усмотрение могут проектировать и квадратной, и круглой формы, и произвольной, но только 50 га.

2. Территория рекреации – 50 га (территория, прилегающая к водоему и ручью, произвольной формы).

3. Промышленная зона (производственный участок) – 25 га (500 х 500 м, желательно в котловине и с подветренной стороны).

4. Орошаемый участок – 50 га (500 х 1000 м, желательно на спокойном участке с учетом уклонов).

5. Осушаемый участок – 50 га (500 х 1000 м, желательно на спокойном участке с учетом уклонов).

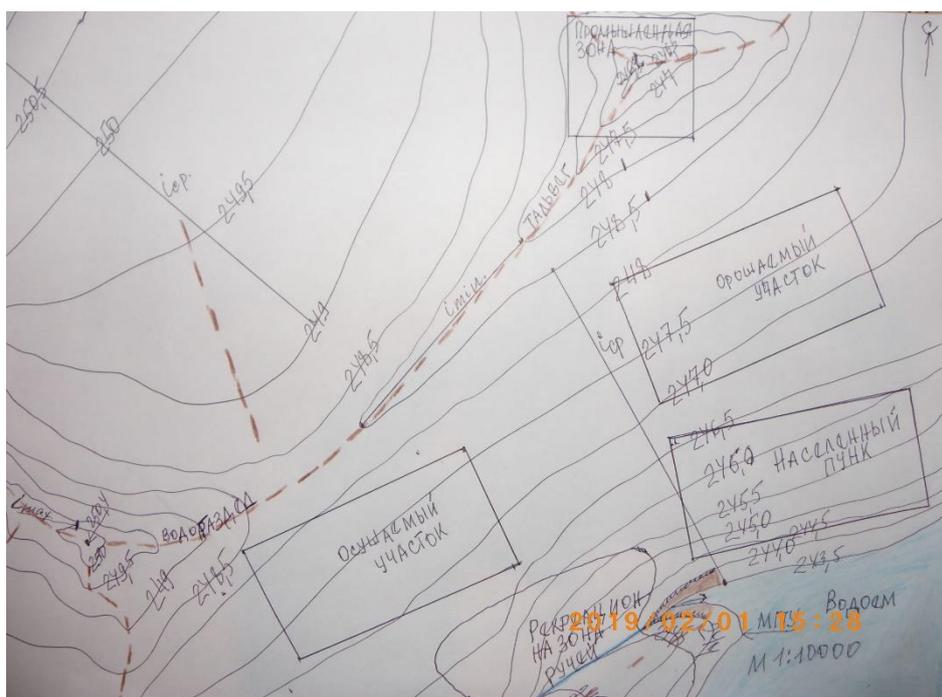


Рис. 2.2.3. Пример расположения на территории планируемых объектов

Таблица 2.2.2. Площадь, занимаемая естественными и проектируемыми объектами

Номер объекта	Объект	Ширина, м	Длина, м	Площадь, га
-	Водоем	-	-	
-	Овраг	-	-	
1	Населенный пункт	500	1000	50
2	Территория рекреации	-	-	50
3	Промышленная зона	500	500	25
4	Орошаемый участок	500	1000	50
5	Осушаемый участок	500	1000	50
Площадь хозяйства		2970	4200	1247,4

После выполнения данной темы студенты намечают трассы защитных лесонасаждений простым карандашом, чтобы после окончательного утверждения расположения защитных, можно было стереть не нужные линии. Лесополосы намечают в следующем порядке, а в последующем их нумеруют красным цветом (№ ,,,):

1. С востока и юга границ территории хозяйства (на западе и севере проектируются соседними землепользователями).
2. Вокруг водоема.
3. Приовражная.
4. С двух сторон ручья, у каждой свой номер.
5. Внутреннее облесение оврага.
6. По границе рекреационного участка.
7. Гидрографические по водоразделам и тальвегам.
8. Водорегулирующие основные на больших склонах с расстоянием не более 200-300 м, желательно по горизонталям.
9. Водорегулирующие поперечные, то есть поперек основных, с расстоянием не более 700 м.
10. По границе населенного пункта.
11. По границе орошаемого участка.
12. По границе осушаемого участка.
13. По границы промышленной зоны.
14. Основные полезащитные полосы, поперек господствующих восточных ветров (с севера на юг) с расстоянием через 500 м, возможно последнее деление, но не более чем через 700 м (деление идет с востока на запад).
15. 1-3 поперечных на равном расстоянии с востока на запад, с расстоянием не более 1500 м.
16. Проектирование 8-польного севооборота, то есть рабочие участки полей объединяются в поля с отклонением от среднего размера не более 30% в ту или иную сторону (работа выполняется самостоятельно).

Примечание: 1. По границам территории хозяйства (на востоке и юге), около водоема, оврага, ручья, населенного пункта, орошаемого и осушаемых участков, промышленной зоны, по водоразделам и тальвегам линии можно не проводить, потому что они, практически, намечены.

2. Если лесополоса не прямая, то желательно ее длину определять курвиметром (прибор для измерения длины извилистых линий, чаще всего на топографических картах, планах и чертежах).

Расположение противоэрозионных насаждений. Противоэрозионные

(почвозащитные) лесные насаждения располагаются на основе противоэрозийной организации и, следовательно, рельефа поверхности, в тесной увязке с дорогами, границами полей, полевзащитными лесными полосами и естественными массивами леса; они должны повышать эффективность действия агротехнических и гидротехнических противоэрозийных мероприятий и не должны препятствовать выполнению всех полевых работ.

Противоэрозийные насаждения могут создаваться в виде полос или сплошного и куртинного облесения. Наибольшее распространение имеют лесные полосы, ибо они позволяют при наименьшем проценте занятой площади получить наибольший защитный эффект. Для этого только надо правильно установить конструкцию полос и надлежащим образом расположить их на водосборной площади. При этом надо учитывать, что лесонасаждения оказывают положительное влияние на ряд факторов (ветер, почву и пр.), однако в первую очередь надо учитывать их основное назначение (защита почв от эрозии).

После того как намечены проектные линии лесополос, наносят их зеленым цветом, не допуская дублирования, то есть узких коридоров и параллельных лесополос. При этом на территориях населенного пункта, территории рекреации, производственного участка, орошаемого и осушаемого участков, а также на участках, где запланированы водорегулирующие полосы никакие полосы не проектируются (рис. 2.2.4, 2.2.5, табл. 2.2.3).

Примечание: после нанесения всех лесонасаждений, на плане убираются все лишние линии.



Рис. 2.2.4. Пример размещения защитных лесонасаждений

На приводораздельной зоне, где уклоны обычно небольшие (менее 0,05) как правило, создаются полевзащитные полосы продуваемой или ажурно-продуваемой конструкции

шириною до 15 м. Основные поlezащитные полосы располагаются перпендикулярно направлению наиболее вредоносного ветра с расстоянием между ними в (20-25) Н, где Н - высота деревьев. Однако, чтобы эти полосы лучше задерживали поверхностный сток, основные поlezащитные полосы надо располагать поперёк склона, т.е. по горизонталям поверхности. При несоблюдении этих двух направлений (ветра и уклона), допускается отклонение основных полос от направления вредоносного ветра до 30° (в исключительных случаях - до 45°), а от направления уклона поверхности – не более 1-1,5°. Чтобы повысить действие поlezащитных полос на поверхностный сток, следует вводить кустарник, но невысокий (высотой до 1 м) и не более 1-2 рядов, иначе может измениться продуваемая конструкция полосы и ухудшиться её ветроломное действие. Вспомогательные полосы, располагаемые через 1-2 км, можно оставить без изменения.

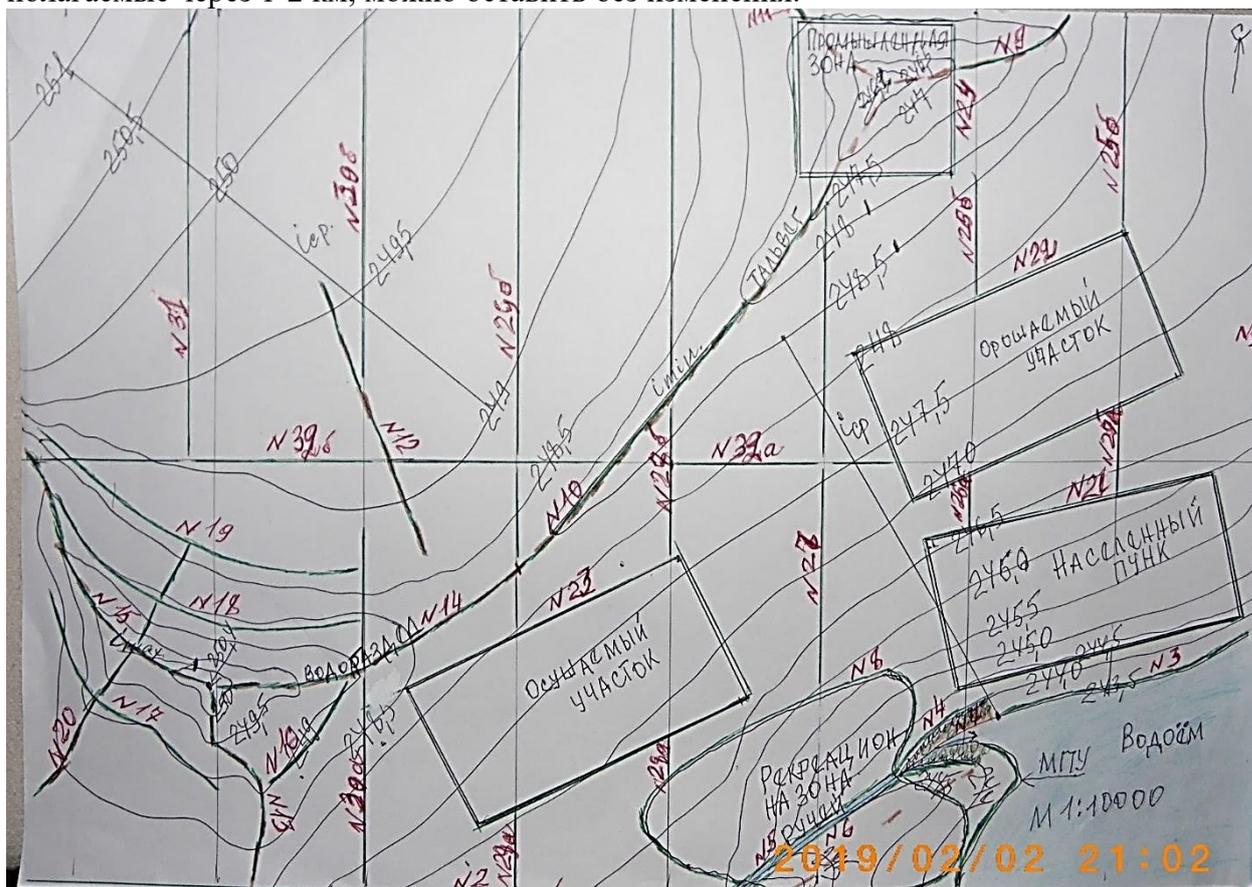


Рис. 2.2.5. Окончательный проект размещения защитных лесонасаждений с их номерами

Разрывы до 30 м для проезда сельхозтехники. На присетевой зоне создаются водорегулирующие (стокорегулирующие) лесные полосы. Основная водорегулирующая полоса располагается по границе с приводораздельной зоной. Она проектируется вдоль горизонталей поверхности, небольшие извилины горизонталей затем спрямляются и стокорегулирующая полоса получается в виде ломаной линии. Другие водорегулирующие полосы проектируются через 250-300 м, в зависимости от уклона и степени опасности эрозии; их желательно проектировать параллельно основной. Поперечные полосы на присетевой зоне располагают также перпендикулярно основным, через 700-1500 м, приурочивая их к понижениям рельефа (ложбинам и пр.). Все стокорегулирующие полосы должны быть трёхъярусными, т.е. содержать главные породы, сопутствующие и кустарники. Способы смешения могут быть различными, более часто применяют порядное смешение, разделяя ряды деревьев рядами кустарников. Раньше рекомендовались непродуваемые (плотные) лесные полосы шириной до 30-40 м и более. В настоящее время ширина водорегулирующих полос рекомендуется до 21 м, но при такой ширине не всегда полностью задерживается поверхностный сток, особенно весенний. Поэтому для усиления задержания поверхностного

стока рекомендуется устраивать с нижней стороны полосы земляной вал высотой 0,4-0,5 м, а в последнем междурядий – прерывистую канаву, заполненную рыхлым материалом (соломой, листьями).

Для проезда сельскохозяйственной техники в полевых защитных и водорегулирующих полосах устраивают разрывы, особенно при пересечении основных и вспомогательных полос. Разрывы 15-25 м для проезда сельхозтехники. Прибалочные и приовражные лесные полосы размещают с обеих сторон балки или оврага, вдоль их бровок. Прибалочная полоса обычно совпадает с границей присетевой и гидрографической зонами. В тех случаях, когда овраг почти поглотил балку, проектируют одну приовражно-балочную полосу. Ширина этих полос за последнее время рекомендуется до 21 м, но часто такая ширина может оказаться недостаточной и возникает необходимость её увеличения до 30 м и более. Полосы протягивают выше вершины балки и оврага на 20-50 м, отступая от кромки 3-5 м, а перед вершиной оврага устраивают живые запруды (илофилтры) из кустарниковых ив. Если отвертки склоновых оврагов выходят за пределы приовражной полосы, то вдоль бровок склоновых оврагов располагают лесные полосы шириной 10 м, которые пересекают всю гидрографическую зону и могут выходить в присетевую зону. Конструкция прибалочных и приовражных полос должна быть непродуваемой (плотной) или умеренно-ажурной, полосы должны состоять из главных, сопутствующих и кустарниковых пород. Смещение обычно порядное, кустарников должно быть не менее 40-50%. Облесению, сплошному или частичному (в сочетании с залужением) подлежат все крутые склоны гидрографической зоны, а также берега и особенно откосы оврагов, дно балок и оврагов.

Вывод: площадь, занимаемая водорегулирующей и приовражной полосами равна 1,49 и 0,8% соответственно, что является хорошим результатом. Общая площадь полос в процентах от площади участка составляет $2,30+1,49+0,80+0,76=5,35\%$, что не превышает 6% (норм

В целях защиты почв и растений от ветровой и водной эрозии, снижения заиления водоемов и испарения влаги, а также с позиций их пользования для сенокосения и пастбы скота, изучают леса и кустарники по составу, возрасту, густоте произрастания и определяют лесистость территории (L) согласно формулы:

$$L = \frac{S_{л} + S_{км} + S_{ин}}{S} * 100\%$$

где S – площадь земельного фонда;

$S_{л}$ – площадь лесов, га;

$S_{км}$ – площадь древесно-кустарниковых насаждений, га;

$S_{ин}$ – площадь искусственных насаждений, га.

Расчет площади полевых защитных лесных полос позволяет определить облесенность пашни (O_n) по формуле:

$$O_n = \frac{S_{л/п}}{S_n} * 100\%$$

где S_n – площадь пашни;

$S_{л/п}$ – площадь полевых защитных лесополос, га;

Расчет удельной протяженности лесных полос ($У_{л/п}$), является важным дополнением в экологической оценке территории агроландшафтов.

$$У_{л/п} = \frac{l_{л/п}}{S_n}, \text{ м/га,}$$

где S_n – площадь пашни;

$l_{л/п}$ – длина полевых защитных лесополос, м.

После составления ведомости лесных насаждений рассчитываем облесенность территории (табл. 2.2.3).

Таблица 2.2.3. Ведомость лесных насаждений

Номер лесной полосы	Тип лесной полосы или лесонасаждения	Ширина, м	Длина, м	Площадь, га
1	Основная по границе хозяйства	25	2010	5,03
2	Основная по границе хозяйства	25	3150	7,87
3	Вокруг водоема	20	1950	3,90
4	Приовражная	20	670	1,34
5	Возле ручья	20	680	1,36
6	Возле ручья	20	650	1,30
7	Облесение оврага	-	-	5,27
8	По границе рекреационного участка	20	2440	4,88
9	По тальвегу	15	460	0,69
10	По тальвегу	15	1650	2,47
11	По тальвегу	15	70	0,11
12	По водоразделу	15	950	1,42
13	По водоразделу	15	810	1,21
14	По водоразделу	15	1160	2,49
15	По водоразделу	15	1060	1,59
16	Водорегулирующая	20	480	0,96
17	Водорегулирующая	20	960	1,92
18	Водорегулирующая	20	1340	2,68
19	Водорегулирующая	20	1380	2,76
20	Поперечная водорегулирующая	15	1060	1,59
21	Для защиты населенного пункта	20	3000	6,00
22	Для защиты орошаемого участка	20	3000	6,00
23	Для защиты осушаемого участка	20	3000	6,00
24	Для защиты промышленной зоны	20	2000	4,00
25а	Основная полевая защитная	15	280	0,42
25б	Основная полевая защитная	15	710	1,07
26а	Основная полевая защитная	15	140	0,21
26б	Основная полевая защитная	15	380	0,57
27	Основная полевая защитная	15	1620	2,43
28а	Основная полевая защитная	15	130	0,19
28б	Основная полевая защитная	15	1780	2,67
29а	Основная полевая защитная	15	260	0,39
29б	Основная полевая защитная	15	2050	3,08
30а	Основная полевая защитная	15	1200	1,80
30б	Основная полевая защитная	15	1210	1,81
31	Основная полевая защитная	15	1510	2,27
32а	Поперечная полевая защитная	12	720	0,86
32б	Поперечная полевая защитная	12	1880	2,26
Общая площадь защитных лесонасаждений				92,87
$O_n = 92,87 : 1247,4 \times 100\% = 7,40\%$				
<i>Примечание: С учетом разрывов – 25 м при окончании лесополосы, и 50 м при пересечении</i>				

Лесистость — степень облесённости территории. Определяется отношением покрытой лесом площади к общей площади страны, района, лесхозам т. д.; выражается в процентах. Величина лесистости в разных районах страны может различаться в зависимости от физико-географических, климатических и почвенных условий. Динамика лесистости изменяется под влиянием хозяйственной деятельности и стихийных бедствий, уничтожающих леса.

Абсолютно безлесными являются тундра, пустыни, альпийские луга. Наиболее высокая лесистость (50-80%) характерна для тайги, средняя (30-45%) — для хвойных, смешанных и широколиственных лесов, ниже средней (10-25%) — для лесостепи, низкая и очень низкая (2-5%) — для степи.

Различают следующие виды лесистости:

- **оптимальная лесистость**, при которой леса наиболее положительно влияют на условия окружающей среды, эффективно выполняя многообразные природоохранные функции и давая народному хозяйству нужное количество древесины;
- **гидрологическая лесистость**, когда леса создают благоприятный водный режим на водосборе;
- **минимально необходимая лесистость**, противодействующая эрозии почвы в безлесных или малолесных сельскохозяйственных районах.

Заключение. На основании рекомендаций учебно-методического пособия студент должен сделать заключение об эффективном использовании данной территории по степени облесенности территории.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Конструкции защитных лесных насаждений.
2. Полезащитные лесные полосы, их конструкция и мелиоративная роль.
3. Система противоэрозионных лесных насаждений и их мелиоративная роль.
4. Лесные насаждения вокруг прудов и других водоемов, вдоль берегов и в поймах рек.
5. Система защитных насаждений на пастбищах вокруг животноводческих ферм и в местах отдыха животных.
6. Лесные полосы на осушаемых землях.
7. Система защитных насаждений вдоль линий железных дорог,
8. Защитные лесные насаждения вдоль автодорог, их назначение и размещение.
9. Полезащитные лесные полосы на песках и песчаных землях.
10. Лесные насаждения при рекультивации земель, на техногенно-нарушенных землях.

2.3. Проектирование орошаемого участка

Мелиорация земель – неотъемлемая составная часть комплекса агротехнических и агромелиоративных мероприятий, являющихся одним из решающих факторов повышения плодородия почв. При этом предусматривается не только обеспечивающие увлажнение в корнеобитаемом слое почвы, но и создание оптимального водно-воздушного режима для нормального развития сельскохозяйственных культур.

В условиях неустойчивости климатических факторов рекомендуется орошение проводить мобильной, высокоэффективной техникой. Этим требованиям отвечает полив дождеванием, который с учетом топографических и хозяйственных условий, режима орошения сельскохозяйственных культур и агротехники, а также эффективности полива рекомендуется применять в хозяйстве.

Участок проектирования находится в зоне расположения ряда существующих или

проектируемых сооружений, населенных пунктов, линий электропередач, дорог и лесополос, которые ограничивают границы проектирования участка орошения. Изыскивая пути расположения участка проектирования его под орошение дождеванием, необходимо выбрать заданную площадь орошения с условием задания для увеличения коэффициента земельного использования. Взаиморасположение орошаемого участка и источника орошения требующим механического подъема воды, определяется выбором конструкции оросительной сети в виде закрытых трубопроводов или комбинированной в виде закрытых трубопроводов и открытых оросителей.

В связи с тем, что на оросительном участке грунтовые воды находятся на глубине 3-4 м и ожидается их подъем в процессе его эксплуатации, необходимо, запроектировать коллекторно-дренажную сеть в сочетании с оросительной сетью.

Выбор места под орошаемый участок. На орошаемых землях главным образом размещаются кормовые и овощные культуры, поэтому намеченный к орошению участок должен находиться как можно ближе к населенному пункту и к водоисточнику. Подобранный массив для орошаемого севооборота должен иметь по возможности спокойный рельеф, однородные почвенно-мелиоративные и гидрогеологические условия. **Поля севооборота размещаются с соблюдением следующих требований:**

- равновеликие по площади, так как это обеспечивает равномерность в использовании рабочей силы и машин;
- каждое поле севооборота должно иметь удобную, по условиям механизации, форму и достаточные размеры;
- границы севооборотных участков следует проектировать по возможности прямолинейными, сообразуясь с естественными границами (лощины, овраги, реки), каналами мелиоративной системы;
- поля севооборота должны иметь прямоугольную форму с шириной и длиной, обеспечивающей перекрестную обработку.

Порядок проведения лабораторно-практических занятий по проектированию орошаемого участка:

1. Выбор участка выполнен в разделах 2.1 и 2.2.
2. Перенос участка с горизонталями на формат А4 с сохранением масштаба 1:10000, сохранением отметки одной горизонтали и указанием направления севера.
3. Добавление промежуточных горизонталей и их нумерация с сечением 2,5 м.
4. Расчет максимального, минимального и среднего уклонов на плане.
5. Проектирование будущего орошаемого участка с 4 полями и размером 1000 м на 2000 м (200 га, размер каждого поливного участка 500 м на 1000 м – 50 га).
6. Определение уклонов хозяйственного и участкового распределителей.
7. Проектирование орошаемого участка с нанесением всех элементов оросительной сети. По намеченным линиям проектируются каналы, а затем к ним привязываются дороги, лесополосы и способы полива (длина поливных борозд и полос принимается равной 250 м).
8. Расчет отчуждения каждого поливного участка.
9. Сводная ведомость КЗИ (коэффициента земельного использования.).

При поливе дождеванием, кроме того, ширина поля или участка орошения должна быть кратна ширине захвата дождевальными машинами.

Орошение сельскохозяйственных земель. Под орошением понимается искусственное введение воды в почву, испытывающую постоянно или периодически недостаток влаги, для получения устойчивых и высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Орошение состоит из комплекса технических, агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, в основе которых лежат гидротехнические приемы нормированного поступления воды в почву (рис. 2.3.1).

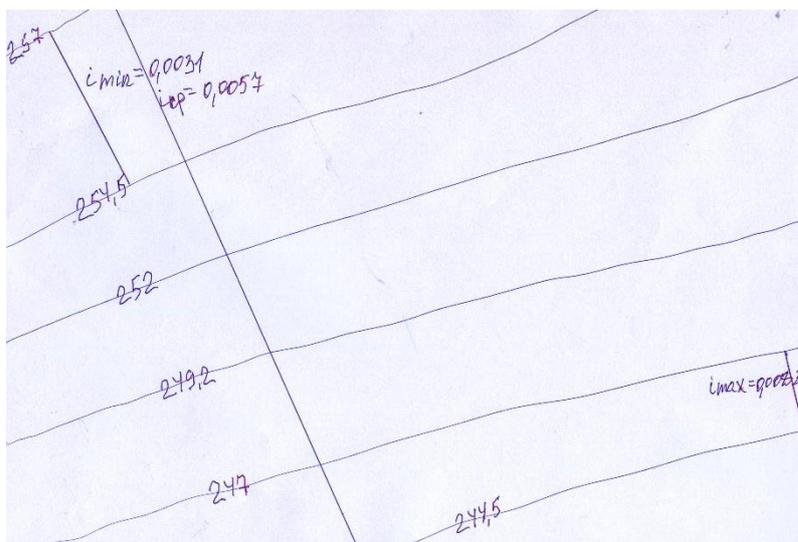


Рис. 2.3.1. Орошаемый участок: определение уклонов

Орошение получило наибольшее распространение в южных засушливых районах страны, где без него земледелие практически невозможно. Оно часто осуществляется с обводнением, которое проводится путем строительства **водохранилищ, каналов, колодцев** и направлено на водоснабжение населенных пунктов,

промышленных предприятий, животноводческих ферм и др.

В зависимости от требований, условий проведения орошение классифицируют по трем основным признакам: времени действия, способу проведения, цели орошения.

По времени действия различают регулярное и периодическое орошение. При регулярном орошении воду на поля подают в установленные сроки и в нужном количестве, при периодическом – вода на орошаемую землю поступает один раз, например во время половодья (рис. 2.3.2).

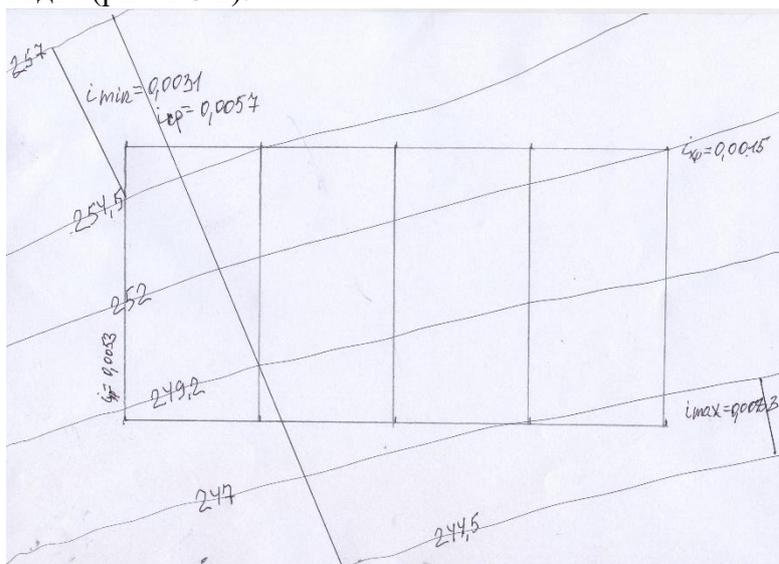


Рис. 2.3.2. Орошаемый участок: проектирование границ

По способу проведения орошения выделяют распределение воды по поверхности почвы (поверхностный полив) по бороздам, полосам или путем затопления отдельных участков; распределение воды в воздухе при помощи дождевальных установок (дождевание), увлажняющих почву, растения и приземный слой воздуха; подпочвенное орошение путем подачи воды в

почву снизу по трубам, проложенным на глубине 0,4...0,8 м от поверхности почвы.

Поверхностное орошение – способ полива, при котором почва увлажняется путем поглощения воды, подаваемой на поверхность орошаемого участка. В зависимости от распределения воды по полю и поступления ее в почву различают следующие способы поверхностного полива: по бороздам, напуском и затоплением.

Дождевание – искусственный полив с помощью дождевальных устройств, при котором оросительная вода под напором разбрызгивается в виде дождя над поверхностью почвы и растениями. Этим наиболее распространенным способом поливают все культурные растения, в том числе сады и питомники.

Сущность **подпочвенного орошения** заключается в том, что поливная вода поступает в корнеобитаемый слой почвы снизу по заложенным на глубине 40...80 см увлажнителям (керамическим с открытыми стыками или пористым трубам, а также кротовым дренам). В увлажнители вода подается из открытых оросительных каналов или распределительных трубопроводов под напором или без него. В зависимости от характера подачи воды в

увлажнители системы подпочвенного орошения делят на напорные, безнапорные и вакуумные.

По своим целям **орошение бывает увлажнительное, удобрительное и специальное**. При помощи **увлажнительного орошения** создается и поддерживается в корнеобитаемом слое почвы в течение всего вегетационного периода необходимый режим влажности для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. **Удобрительное орошение** предусматривает внесение в почву вместе с поливной водой питательных веществ (удобрений) или кислорода. К **специальным видам орошения** относятся **отеплительное**, проводимое водой более высокой температуры, чем почва, что благоприятно сказывается при борьбе с заморозками и удлиняет вегетационный период; почвоочищающее, имеющее целью очистить почву от вредных для растений солей, а также от вредителей и болезней (рис. 2.3.3).

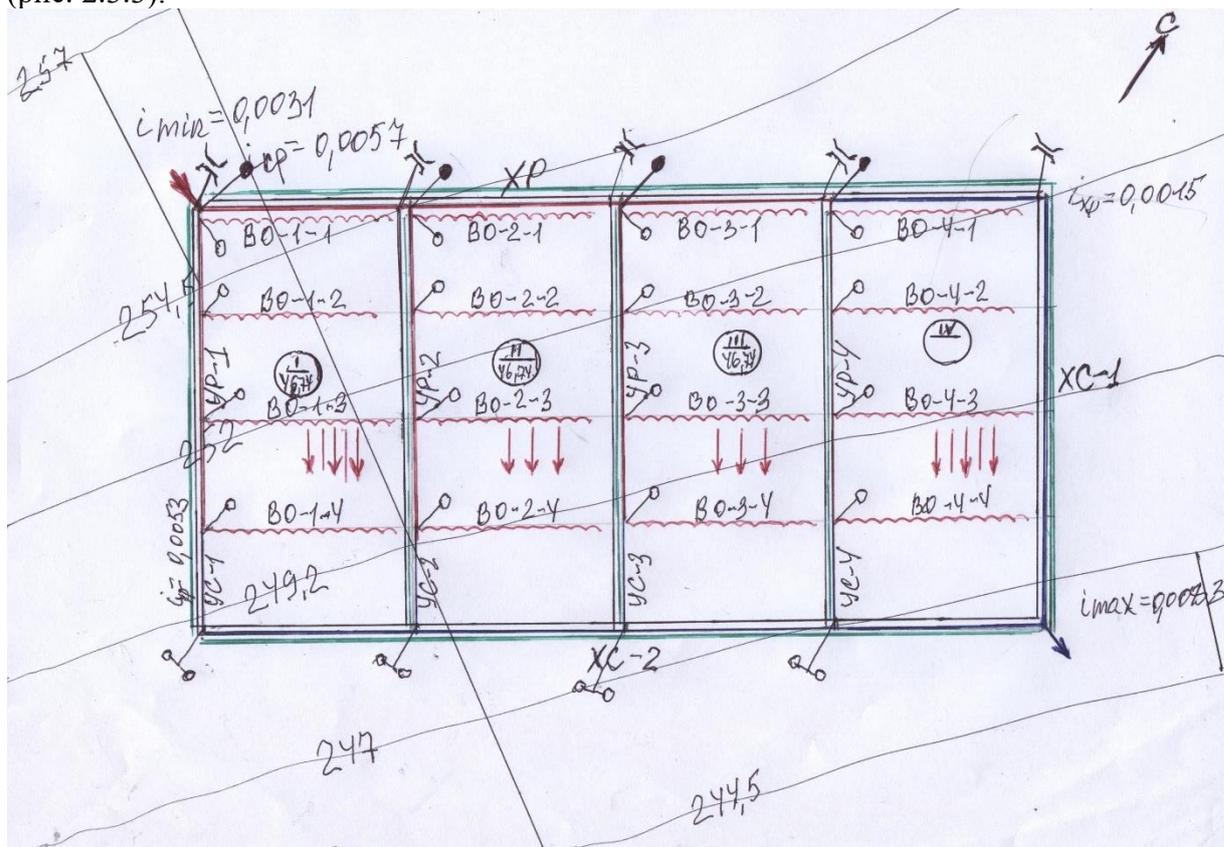


Рис. 2.3.3. Запроектированный орошаемый участок

Для осуществления орошения строят **оросительные системы** – комплекс инженерных сооружений (гидротехнических и эксплуатационных), обеспечивающий **орошение территории**. **Источник орошения** обеспечивает водой орошаемый массив в течение всего вегетационного периода в нужном количестве и требуемого качества (реки, подземные воды, водохранилища, пруды, водоемы). С помощью **водозаборного (головного) сооружения** поливную воду забирают из источника, подают в **магистральный канал**. Этот канал и его ветви транспортируют воду от **водозаборного сооружения до распределителей**.

Водосборно-сбросная сеть предназначена для понижения уровня грунтовых вод и отвода воды и солей за пределы орошаемой территории.

Важнейшим элементом оросительной системы является оросительная сеть – постоянные и временные водоводы (каналы, лотки, трубопроводы). Состоит из **проводящей и регулирующей сетей**, снабжена устройствами и сооружениями для учета воды (водомерами), поднятия ее уровня в каналах и регулирования расходов (головные регуляторы, сбросы-регуляторы), для сопряжения бьефов каналов (перепады, быстротоки), задержания

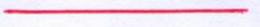
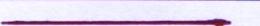
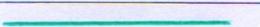
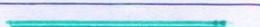
наносов (отстойники) и др.

Проводящая сеть в открытых оросительных системах состоит из магистрального канала, межхозяйственных, хозяйственных и внутрихозяйственных распределительных каналов (распределителей). Магистральный канал подает воду из реки, водохранилища, скважины в межхозяйственные распределители. Последние подводят ее к отдельным хозяйствам или севооборотным участкам. Внутрихозяйственные распределители подают воду к полям севооборота или полевым участкам.

В закрытых оросительных системах проводящая сеть состоит из магистрального трубопровода, подающего, воду из источника орошения в распределительные трубопроводы.

Регулирующая сеть в открытых оросительных системах состоит из временных оросителей, выводных борозд, из которых вода поступает в поливную сеть – борозды и полосы (поверхностный полив) или забирается **дождевальными или поливными машинами** (табл. 2.3.1, рис. 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6).

Таблица 2.3.1. Условные обозначения и ведомость расчета нетто

Элемент орошаемого участка			Условные обозначения
полное название	сокращенное	ширина, м	
Хозяйственный распределитель	ХР	8	
Участковый распределитель	УР	6	
Хозяйственный сброс	ХС	8	
Участковый сброс	УС	6	
Хозяйственная дорога	ХД	10	
Полевая дорога	ПД	6	
Участковая лесная полоса	УЛП	12	
Окружная лесная полоса	ОЛП	15	
Временный ороситель (ВО-2-3)	ВО	-	
Поливные борозды	-	-	
Поливные полосы	-	-	
Закрытый коллектор (ЗК-1-1)	ЗК	-	
	-	-	
Шлюз (водовыпуск в УР)	-	-	
Водовыпуск во временный ороситель	-	-	
Мост	-	-	
Трубчатый переезд	-	-	

Примечание: временные оросители и закрытые коллекторы наносятся условными обозначениями по выбору: или волнистой или прерывистой линией.

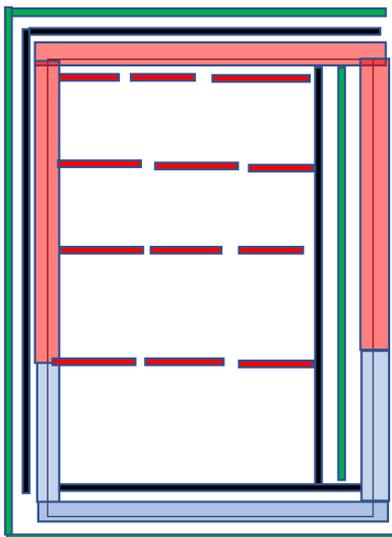


Рис. 2.3.4. План орошаемого участка № 1 для расчета КЗИ

Границы полей орошаемых участков считаются по осям каналам, поэтому при расчетах это надо учитывать, а также длину учитываемых объектов отчуждений с учетом предыдущего учета.

$$\begin{aligned}
 S_{\text{НЕТТО } 1,2,3} &= (500 \times 1000) - S_{\text{отч.}} = 50 \text{ га} \\
 &- (S_{\text{ХР}} + S_{\text{УР1}} + S_{\text{УР2}} + S_{\text{ХС2}} + S_{\text{УС1}} + S_{\text{УС2}} + S_{\text{ХД}} \\
 &+ S_{\text{ПД}} + S_{\text{УЛП}}) = 50 \text{ га} - \{1/2 \times 8 \times 500 + 1/2 \times \\
 &6 \times (750 - 4) + 1/2 \times 6 \times (750 - 4) + 1/2 \times 8 \times 500 + 1/2 \times 6 \times (250 - 4) \\
 &+ 1/2 \times 6 \times (250 - 4) + 10 \times (500 - 3 - 3) + 6 \times (1000 - 4 - 4 - 10) + 12 \\
 &\times (1000 - 4 - 4 - 10)\} \text{ м}^2 = 50 \text{ га} - (2000 + 2238 + 2238 + 2000 + 738 \\
 &+ 738 + 4940 + 5892 + 11784) \text{ м}^2 = 50 \text{ га} - 32568 \text{ м}^2 = \\
 &467432 \text{ м}^2 = 46,74 \text{ га}.
 \end{aligned}$$

Орошаемые участки № 1, 2 и 3 имеют одинаковую площадь нетто, а в сумме 140,22 га. Результаты КЗИ заносятся на орошаемый участок: в числителе римскими цифрами номер поля, а в знаменателе – S_{НЕТТО}.

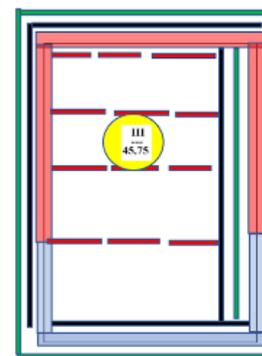


Рис. 2.3.5. Окончательное оформление орошаемых участков

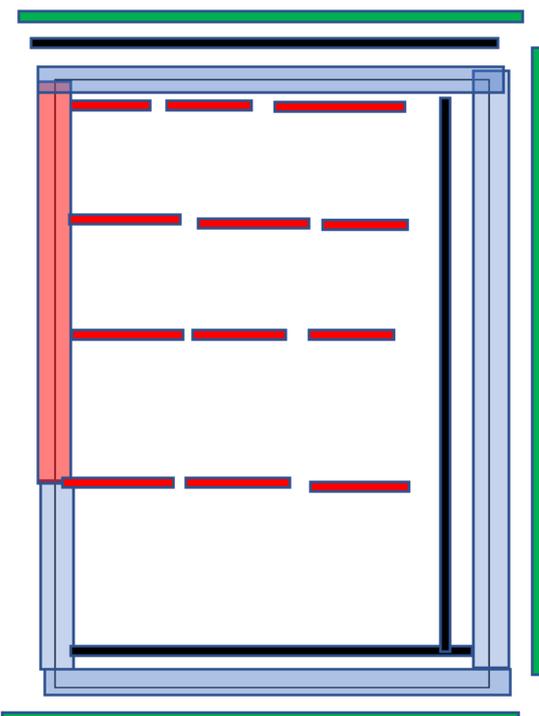


Рис. 2.3.6. План орошаемого участка № 4 для расчета КЗИ

Площадь нетто орошаемого участка № 4 студенты рассчитывают самостоятельно.

Примечание: Нумерация орошаемых участков ведется по склону, поэтому она возможна и справа налево, то есть, наоборот.

Таблица 2.3.2. Ведомость расчета КЗИ (коэффициент земельного использования) орошаемого участка

Элементы орошаемого участка		Ширина, м	Длина, м	Площадь, га
полное название	сокращенное			
Хозяйственный распределитель	ХР	8	750	0,60
Хозяйственный сброс №1	ХС ₁	8	1000	0,80
Хозяйственный сброс №2	ХС ₂	8	2000	1,60
Участковый распределитель №1	УР ₁	6	750	0,45
Участковый распределитель №2	УР ₁	6	750	0,45
Участковый распределитель №3	УР ₁	6	750	0,45
Участковый распределитель №4	УР ₁	6	750	0,45
Участковый сброс №1	УС ₁	6	250	0,15
Участковый сброс №2	УС ₂	6	250	0,15
Участковый сброс №3	УС ₃	6	250	0,15
Участковый сброс №4	УС ₄	6	250	0,15
Хозяйственная дорога	ХД	10	5000	5,00
Полевая дорога участку №1	ПД	6	1000	0,60
Полевая дорога участку №2	ПД	6	1000	0,60
Полевая дорога участку №3	ПД	6	1000	0,60
Полевая дорога участку №4	ПД	6	1000	0,60
Окружная лесная полоса	ОЛП	15	6000	9,00
Участковая лесная полоса №1	УЛП	12	1000	1,20
Участковая лесная полоса №2	УЛП	12	1000	1,20
Участковая лесная полоса №3	УЛП	12	1000	1,20
Общая площадь отчуждения				25,40
<i>КЗИ = (200 га – 25,40 га) / 200 га = 0,873 = 0,87, т.е. 87,3% используется для получения продукции</i>				

В закрытых оросительных системах временные оросители и выводные борозды заменены подземными трубопроводами, переносными поливными шлангами с водовыпусками в каждую поливную борозду или разборными трубопроводами с гидрантами для забора воды дождевальными и поливными машинами.

Дождевальные устройства вместе с оросительной сетью, насосными станциями и другими элементами образуют дождевальные системы, которые делятся на передвижные, стационарные и полустационарные; В передвижных дождевальных системах все ее звенья перемещаются по орошаемому участку, а в стационарных – только дождевальные аппараты. В полустационарных системах насосно-силовое оборудование, главный и чаще всего распределительный трубопроводы имеют стационарное положение, а полевые – с дождевальными устройствами перемещаются. Для орошения дождеванием применяют дальнеструйные дождевальные машины ДДК-45, ДДК-70, ДД-80; среднеструйные широкозахватные дождевальные установки «Фрегат», КП-50 и короткоструйные дождевальные машины ДДА-100М.

Значительное внимание уделяется развитию капельного и мелкодисперсного орошения, позволяющего как более рационально использовать водно-земельные ресурсы, так и защищать древесно-кустарниковую растительность и сельскохозяйственные культуры от заморозков.

Массовое строительство крупных животноводческих комплексов по производству

продуктов животноводства на промышленной основе определило развитие полей орошения с использованием навозных стоков. Это позволяет защищать водные ресурсы от загрязнений, получать высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, вовлекать в сельскохозяйственный оборот малопродуктивные, бросовые и другие земли и улучшать санитарное состояние сельских населенных пунктов.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. В чем отличие мелиорации от землепользования?
2. В чем заключается главная цель мелиорации сельскохозяйственных земель?
3. Определение мелиорации земель.
4. Виды мелиорации.
5. От чего зависит эффективность мелиорации?
6. Определение мелиоративных систем.
7. От чего зависит состав мелиоративных систем?
8. Что включают в себя мелиоративные системы?
9. Кому принадлежат мелиоративные системы?
10. Сколько процентов составляют мелиорируемые земли мира и России?

2.4. Проектирование осушаемого участка

Дренаж на орошаемых землях. Мелиорация засоленных земель. Необходимость отвода грунтовых вод с орошаемых земель дренажем возникает, когда уровень грунтовых вод изначально стоит высоко, вызывая заболачивание и засоление земель, ожидается их подъем с началом орошения земель или когда орошение вызывает подъем уровня грунтовых вод на соседних землях или на рассматриваемом участке уровень грунтовых вод поднимается в результате орошения соседних земель (рис. 2.4.1).



Рис. 2.4.1. Строительство закрытой дренажной системы

Дренажи различают по продолжительности действия (постоянный и временный), по расположению на территории (систематический и ограждающий), по конструкции (горизонтальный, вертикальный, комбинированный).

Постоянный дренаж предназначен для работы в течение всего срока эксплуатации системы. Его проекти-

руют на среднегодовую интенсивность отвода подземных вод в год расчетной обеспеченности орошения.

Временный дренаж нужен в период освоения засоленных земель, продолжающийся 1...3 года, когда проводят капитальные промывки и постоянный дренаж не обеспечивает необходимые скорости отвода промывных вод.

Расположение дренажа на территории зависит от вида дополнительного питания грунтовых вод.

Систематический дренаж устраивают, если подъем уровня грунтовых вод вызван фильтрацией оросительных и поверхностных вод. Этот дренаж располагают равномерно по орошаемой территории.

Ограждающий дренаж необходим при существенном притоке по водоносному пласту с соседних земель для перехвата этого притока. При наличии обоих видов питания

грунтовых вод применяют оба вида дренажа совместно.

Конструкцию дренажа выбирают в зависимости от гидрогеологических условий и экономического сравнения вариантов: горизонтальный, вертикальный или комбинированный.

Горизонтальный дренаж применяют в однородных или мелкослоистых грунтах при отсутствии напорных вод. Он бывает открытым и закрытым. Открытый горизонтальный дренаж представляет собой каналы, врезанные дном в водоносный пласт и получающие воду из грунта через дно и откосы (рис. 2.4.2).



Рис. 2.4.2. Открытая дренажная система

Закрытый горизонтальный дренаж – наиболее распространенный постоянный дренаж. Он представляет собой проницаемые трубопроводы, уложенные в грунт с уклоном. Глубина постоянных дрен до 3...4 м, чтобы обеспечить минимально допустимую глубину грунтовых вод, максимальное междреннее расстояние обычно 200...500 м.

Трубопроводы выполняют из гончарных, пластмассовых, асбестоцементных труб. Вода в них попадает через зазоры между короткими трубками, через отверстия, прорези, щели в трубах.

Для предотвращения вымывания грунта в дрены их защищают фильтрующими материалами - стеклохолстом, стеклотканью, песком, гравием и др.

Расстояния между дренами вычисляют в соответствии со СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения» по формулам, которые выбирают в зависимости от строения гидрогеологического разреза.

Ограждающую горизонтальную дренаю располагают по границе притока грунтовых вод по линии наименьшей их глубины, врезая в водоносный пласт не менее чем на 0,5...1 м, для получения достаточного перехватывающего действия. Глубина такой дрены доходит до 5...6 м, что при строительстве довольно сложно и дорого (рис. 2.4.3).



Рис. 2.4.3. Схема дренажной системы

Вертикальный дренаж представляет собой скважины, фильтры которых установлены в водоносном пласте, вода откачивается насосами. Он наиболее эффективен в водоносных пластах с высокой водопроницаемостью ($kT > 100$ м²/сут., где T -мощность пласта) и при наличии напорности подземных вод. Расстояния

между скважинами, их дебиты, понижения динамического уровня в скважинах определяют фильтрационными расчетами и экономическим сравнением вариантов параметров дренажа.

Обычные параметры вертикального дренажа, следующие: расстояния между скважинами 300...1500 м, дебит 20...100 л/с, понижение динамического уровня в скважинах 5...15 м, диаметр фильтра 300...500 мм.

Достоинства вертикального дренажа: возможность регулирования его работы, автоматизация управления, применимость в условиях напорности подземных вод, малые площади отчуждений. Недостатки: сложность и высокая стоимость строительства и эксплуатации, потребность в энергии, сильное воздействие на подземные воды, вовлечение в геохимический круговорот большого количества растворенных в них солей.

Комбинированный дренаж представляет собой горизонтальные дрены с вертикальными скважинами-усилителями. Комбинированный дренаж можно применять в качестве систематического и ограждающего там, где неэффективны горизонтальный и вертикальный дренажи: слабопроницаемый пласт мощностью более 4 м подстилается напорным водоносным пластом малой мощности (<10 м). Горизонтальные дрены могут быть открытыми и закрытыми, скважины-усилители являются самоизливающимися, без насосов (рис. 2.4.4).

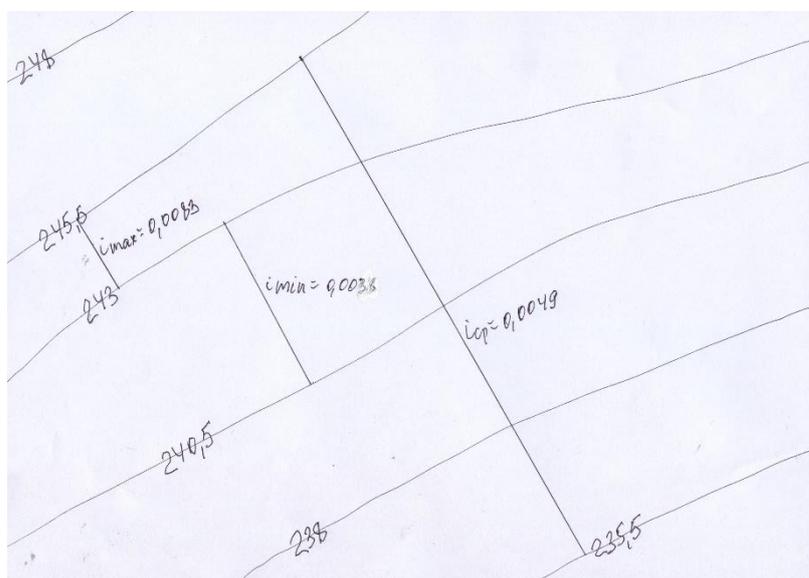


Рис. 2.4.4. Осушаемый участок: определение уклонов

На орошаемых землях возможно применение *лучевого дренажа*, который представляет собой шахтный колодец большого диаметра с горизонтальными лучами-дренами. Воду из колодца откачивают насосами. Лучевой дренаж можно применять в условиях, когда покровные слабопроницаемые грунты

имеют мощность более 5 м, а подстилающий водоносный пласт - малую мощность и водопроницаемость, так что применение других типов дренажа малоэффективно. В этих условиях лучевой дренаж может быть экономически целесообразен ввиду большой площади обслуживания одним колодцем (100...400 га и более), заменяя 10..20 скважин вертикального дренажа.

Вода, собираемая дренами любого типа, поступает в коллекторы, обычно открытые, реже трубчатые, и отводится самотеком. Сбрасывают дренажные воды в естественные понижения, водотоки, водоемы. Ввиду значительных объемов и плохого качества дренажных вод состояние водоприемников может существенно ухудшиться. Сброс дренажных вод - крупная и пока нерешенная проблема в орошаемом земледелии. При обосновании орошения земель учет влияния дренажного стока на состояние природной среды обязателен.

Плановое расположение коллекторно-дренажной сети. Расположение коллекторно-дренажной сети необходимо увязывать с оросительной сетью, учитывая рельеф местности, направление потоков грунтовых вод, размещение поливных участков и технику полива.

Проектирование закрытой коллекторно-дренажной сети ведется по продольной и поперечной схемам. Если дрены располагают вдоль потока грунтовых вод - продольная схема, дрены расположенные под большим углом к грунтовому потоку - поперечная схема.

Выбор той или иной схемы определяется в основном рельефом орошаемой территории. При выборе схемы КДС нужно учитывать хозяйственную сторону территории, а

именно, дренажная сеть не должна создавать помех при обработке полей. Коллекторы следует размещать по пониженным рельефам местности.

Длина закрытых дрен в зависимости от местных условий может изменяться от 400 до 1000 м.

При проектировании коллекторно-дренажной сети предусматривают оснащение ее гидротехническими сооружениями для обеспечения нормальной работы.

Для наблюдения за работой закрытых дрен и коллекторов устраивают смотровые колодцы. Они устанавливаются в истоках дрен на углах поворота дрен при изменении уклона дрены и при сопряжении закрытых дрен с закрытым коллектором. Колодцы выполняют из железобетонных колец диаметром 1,6 и высотой - 1,0 м. Колодцы обязательно должны быть выше поверхности земли на 0,5 м. По своей конструкции дрены могут быть открытыми и закрытыми, открытые дрены выполняют в виде открытых каналов, закрытые из труб, уложенных на глубине под землей (рис. 2.4.5).

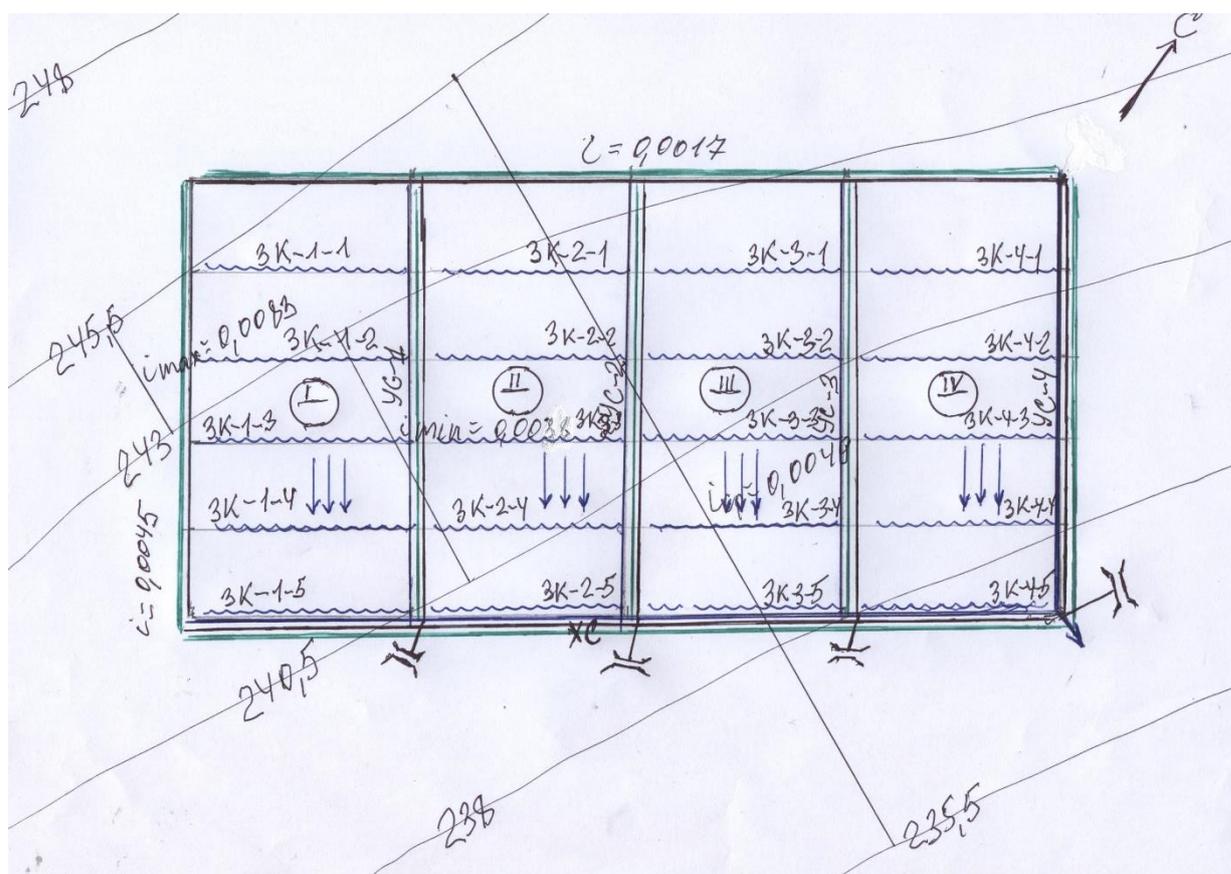


Рис. 2.4.5. Запроектированный осушаемый участок

В целях предотвращения выноса илистых частиц в дренажные трубы применяют дренажный фильтр. Фильтры устраивают в виде песчано-гравийной обсыпки вокруг дренажной трубы или песчано-гравийного основания с обмоткой защитно-фильтрующего материала или без него. Дренажная пая труба с фильтрующим основанием называется водоприемной частью, которая определяет расчетный диаметр дрены.

Защита осушаемых земель от притока вод со стороны внешнего водосбора осуществляется с помощью оградительной сети. Для перехвата грунтовых вод применяются ловчие каналы, поверхностных вод - нагорные каналы. Могут применяться и нагорно-ловчие каналы, выполняющие обе функции (при смешанном типе водного питания). В рассматриваемом варианте применены ловчие каналы.

В задачу проводящей сети входит прием воды из регулирующей и оградительной сети и отвод ее за пределы осушаемой территории в водоприемник. Она бывает открытой, в виде каналов и закрытой, в виде подземных трубопроводов различного диаметра.

Открытая проводящая сеть может быть представлена магистральным каналом и открытыми коллекторами (транспортирующими собирателями), впадающими в него (рис. 2.4.3).

В открытую сеть впадают подземные трубопроводы - закрытые коллекторы, которые принимают воду из дрен или закрытых собирателей. Водоприемником может служить река, море, озеро, овраг и т.д. Он должен находиться в удовлетворительном состоянии и принимать воду из осушительной сети без образования в ней подпора воды.

Проектирование осушительной сети в плане начинается с трассы магистрального канала, впадающего непосредственно в водоприемник. Магистральный канал должен проходить кратчайшим путем по наиболее пониженным местам осушаемой территории, иметь минимальное число поворотов. При осушении болот трасса канала проходит по наибольшей залежи торфа, что связано с его способностью давать осадку после осушения, на безуклонной территории – по середине участка.

Ловчие каналы проектируются в местах выклинивания грунтовых вод в виде родничков, а при наличии напорных грунтовых вод – вдоль линии наибольших пьезометрических напоров. Для речных долин это чаще всего будет линия перехода коренного берега к пойме.

Расположение в плане открытых и закрытых коллекторов зависит от схемы расположения элементов регулирующей сети (закрытых дрен, собирателей). Дрены могут располагаться по поперечной схеме (под остры углом к горизонталям) и по продольной схеме - вдоль склона.

Поперечная схема применяется при уклонах местности не менее 0,005, а продольная при уклонах менее 0,005.

Закрытые собиратели проектируются по поперечной схеме. Подключение закрытой регулирующей сети к закрытым коллекторам осуществляется внахлестку или впритык с помощью соединительной арматуры.

Угол сопряжения (по течению воды) составляет 60...90°. На безуклонной местности сопряжение элементов регулирующей и проводящей сети целесообразно проводить под углом 90° при двустороннем впадении. Длина элементов регулирующей сети не должна превышать 100 м.

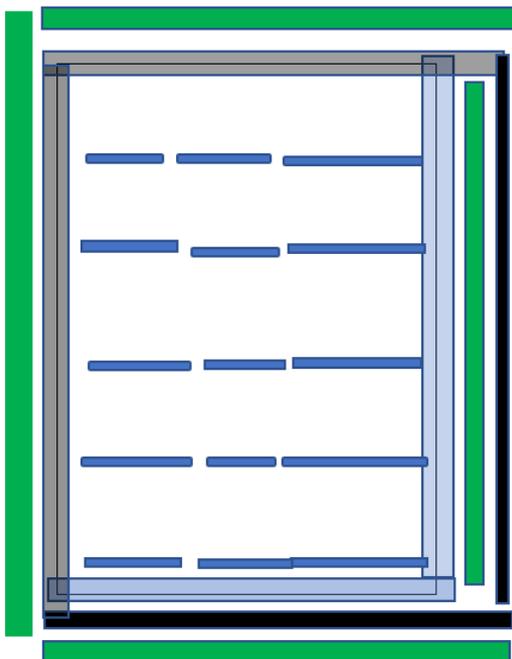


Рис. 2.4.6. План осушаемого участка № 1 для расчета КЗИ

Граница поля осушаемого участка № 1 в нашем конкретном случае считается на севере и западе по осям хозяйственной дороги, на юге – по оси хозяйственного сброса, а на востоке – по оси участкового сброса. При расчетах это надо учитывать, а также длину учитываемых объектов отчуждений с учетом предыдущего учета.

$$S_{\text{ШЕТТО}1} = (500 \times 1000) - S_{\text{отч.}} = 50 \text{ га} - (S_{\text{ХД}} + S_{\text{ХС}} + S_{\text{ХД}} + S_{\text{УС1}}) = 50 \text{ га} - \{1/2 \times 10 \times 500 + 1/2 \times 8 \times 500 + 1/2 \times 10 \times (1000 - 5 - 4) + 1/2 \times 6 \times (1000 - 5 - 4)\} = 50 \text{ га} - (2500 + 2000 + 4955 + 2973) \text{ м}^2 = 50 \text{ га} - 12428 \text{ м}^2 = 487572 \text{ м}^2 = 48,76 \text{ га}.$$

Осушаемые участки № 2, 3 и 4 имеют одинаковую площадь нетто. Результаты КЗИ заносятся на осушаемый участок: в числителе римскими цифрами номер поля, а в знаменателе – S_{НЕТТО}.

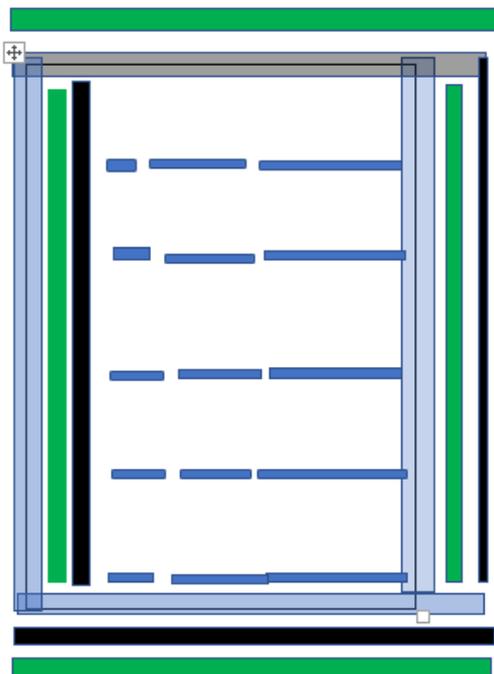


Рис. 2.4.7. План осушаемых участков № 2, 3 и 4 для расчета КЗИ

Площадь нетто 2, 3 и 4 осушаемых участков студенты рассчитывают самостоятельно.

Примечание: Нумерация осушаемых участков ведется по склону, поэтому она возможна и справа налево, то есть, наоборот.

Таблица 2.4.1. Ведомость расчета КЗИ (коэффициент земельного использования)

Элементы осушаемого участка		Ширина, м	Длина, м	Площадь, га
полное название	сокращенное			
Хозяйственный сброс	ХС ₁	8	2000	1,60
Участковый сброс №1	УС ₁	6	1000	0,60
Участковый сброс №2	УС ₂	6	1000	0,60
Участковый сброс №3	УС ₃	6	1000	0,60
Участковый сброс №4	УС ₄	6	1000	0,60
Хозяйственная дорога	ХД	10	6000	6,00
Полевая дорога участку №2	ПД	6	1000	0,60
Полевая дорога участку №3	ПД	6	1000	0,60
Полевая дорога участку №4	ПД	6	1000	0,60
Окружная лесная полоса	ОЛП	15	6000	9,00
Участковая лесная полоса №2	УЛП	12	1000	1,20
Участковая лесная полоса №3	УЛП	12	1000	1,20
Участковая лесная полоса №4	УЛП	12	1000	1,20
Общая площадь отчуждения				24,40
<i>КЗИ = (200 га – 24,40 га) / 200 га = 0,878 = 0,88, т.е. 87,8% используется для получения продукции</i>				

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Нормы осушения.
2. Допустимые сроки отвода избыточных вод.
3. Методы осушения.
4. Способы осушения.
5. Требования сельскохозяйственного производства к осушительным системам.
6. Классификация осушительных систем.
7. Виды дренажа.
8. Открытый дренаж, его функции.
9. Закрытый дренаж. Преимущества и недостатки.
10. Материальный дренаж, его функции.
11. Кротовый (земляной) дренаж, его функции.
12. Глубина осушения и междренные расстояния.
13. Определение междренных расстояний по физико-химическим свойствам.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) основная:

1. Володина, А.Ю. **Инженерная мелиорация [Электронный ресурс] : Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы.** - М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 72 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=537672> - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/537672>.
2. **Геоэкологический мониторинг. 1 часть: Учебное пособие.** – Москва, 2017. – 290 с.
3. **Геоэкологический мониторинг. 2 часть: Учебное пособие.** – Москва, 2018. – 401 с.
4. **Гидротехнические сооружения внутрихозяйственной мелиоративной сети: Монография / С.Г. Белогай, В.А. Волосухин, А.И. Тищенко.** - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 321 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). (обложка) ISBN 978-5-369-01230-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/414645>.
5. **Гидротехнические сооружения: Учебник / Нестеров М.В.,** - 2-е изд., испр. и доп. - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. - 601 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010306-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/483208>.
6. Зеньков, И. В. **Рекультивация нарушенных земель в угледобывающих регионах с развитым земледелием [Электронный ресурс] : монография / И. В. Зеньков.** - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 314 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/> - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/441713>.
7. Ивонин В.М., Пиньковская М.Д. **Лесомелиорация ландшафтов: учебник /Под редакцией В.М. Ивонина //2-е издание исправленное и дополненное.** – Сочи, 2012.-173 с.
8. **Инженерно-геологический словарь / Потапов А.Д., Ревелис И.Л., Чернышев С.Н.** - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Библиотека словарей ИНФРА-М) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010692-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/500501>.
9. Панков, Я.В. **Рекультивация ландшафтов [Текст]: учебное пособие / Я.В. Панков.** – Воронеж: ВГЛТА, 2010. – 164 с. - ISBN: 978-5-7994-0423-9.
10. **Технология лесовыращивания: Учебное пособие / Якимов Н.И.** - Мн.:РИПО, 2015. - 327 с.: ISBN 978-985-503-522-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949406>.
11. Чередниченко, В.П. **Лесомелиорация пустынных ландшафтов [Текст]: учебное пособие / В.П. Чередниченко, Ю.И. Данилов.** – Санкт – Петербург: СПбГЛТУ, 2012. – 74 с. ISBN: 978-5-9239-0530-4.

б) дополнительная:

1. **Агролесомелиорация//Библиотека по агрономии.** [Электронный ресурс]. М., URL: <http://agrolib.ru>.
2. **Гидравлика : учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин.** — М. : ИНФРА-М, 2018. — 420 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znanium.com>]. — (высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/7680. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/937454>.
3. **Защитное лесоразведение//Лесной атлас [Электронный ресурс].** М., URL: <http://le-snoj-atlas.com/page/89/zashchitnoe-lesorazvedenie.html>.
4. **Инженерная геология : учебник / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов, А.Н. Юлин.** — 7-е изд., стереотип. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 575 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/769085>.

5. **Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов:** Учебно-практическое пособие / Ветошкин А.Г. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 316 с.: ISBN 978-5-9729-0128-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/760008>.
6. **Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод:** Учебное пособие - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с.: ISBN 978-5-9729-0125-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/760015>.
7. **Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов:** Учебное пособие / Ветошкин А.Г. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.: ISBN 978-5-9729-0127-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/760018>.
8. **Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газоздушных выбросов :** учеб. пособие / А.В. Луканин. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 523 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/24376. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/635181>.
9. **Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков:** учеб. пособие / А. В. Луканин. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 605 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; URL: <http://www.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org / 10.12737 / 22139](http://www.dx.doi.org/10.12737/22139). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556200>.
10. Попова, В.П. **Капельное орошение плодовых насаждений** [Электронный ресурс]. Методические рекомендации. - Краснодар: ГНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии. - 2013. - 37 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=529043> - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/529043>.
11. **Рецепты от деградации//Российские лесные вести.** 21.10.2011. [Электронный ресурс]. М., URL: <http://pda.lesvesti.ru/news/expert/1483/>.
12. **Средства механизации в овощеводстве и садоводстве:** Учебное пособие / Клочков А.В. - Мн.:РИПО, 2017. - 175 с.: ISBN 978-985-503-721-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/977824>.
13. **Строительство и эксплуатация объектов городского озеленения :** учеб. пособие / М.М. Фатиев, В.С. Теодоронский. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 238 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/945536>.
14. **Строительство и эксплуатация объектов городского озеленения :** учеб. пособие / М.М. Фатиев, В.С. Теодоронский. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 238 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1014065>.
15. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение наружные сети и сооружения.
16. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
17. СНиП 2.04.07-85 Тепловые сети.
18. СНиП 2.04.08-87 Газоснабжение.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Придворовые коммуникации

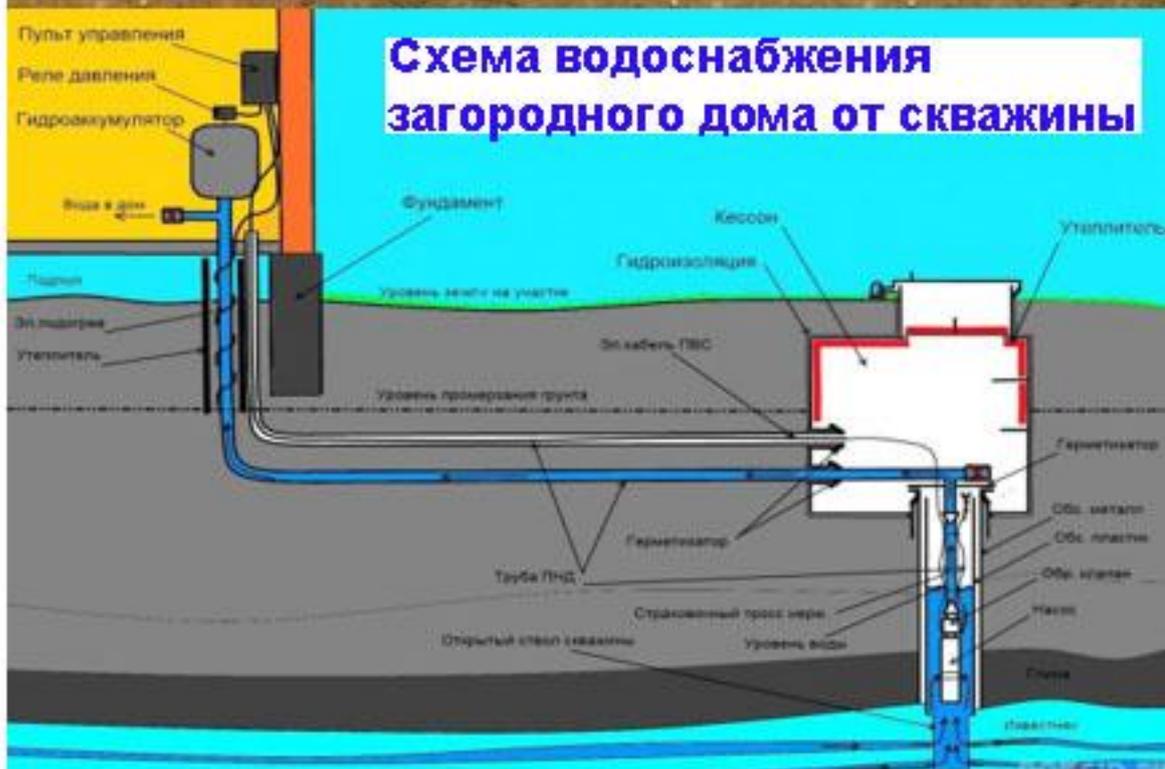
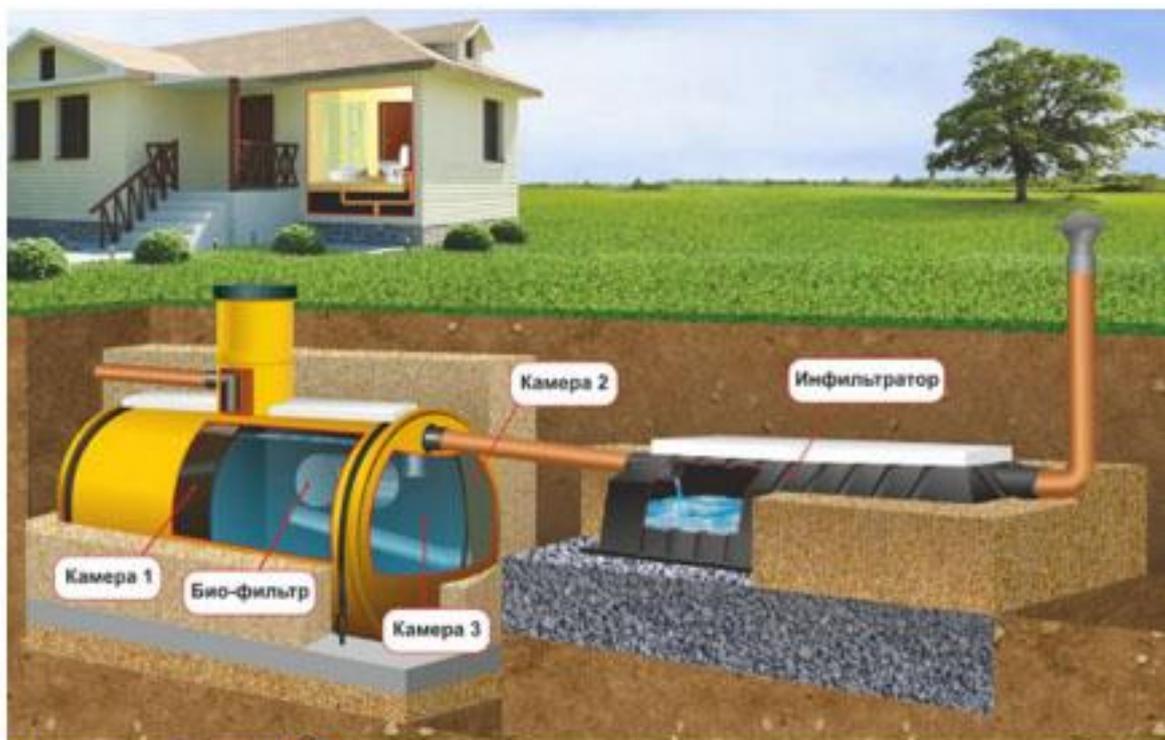




**Подземные коммуникации:
инфильтрация ливневых вод**



**Благоустроенный
дачный участок**



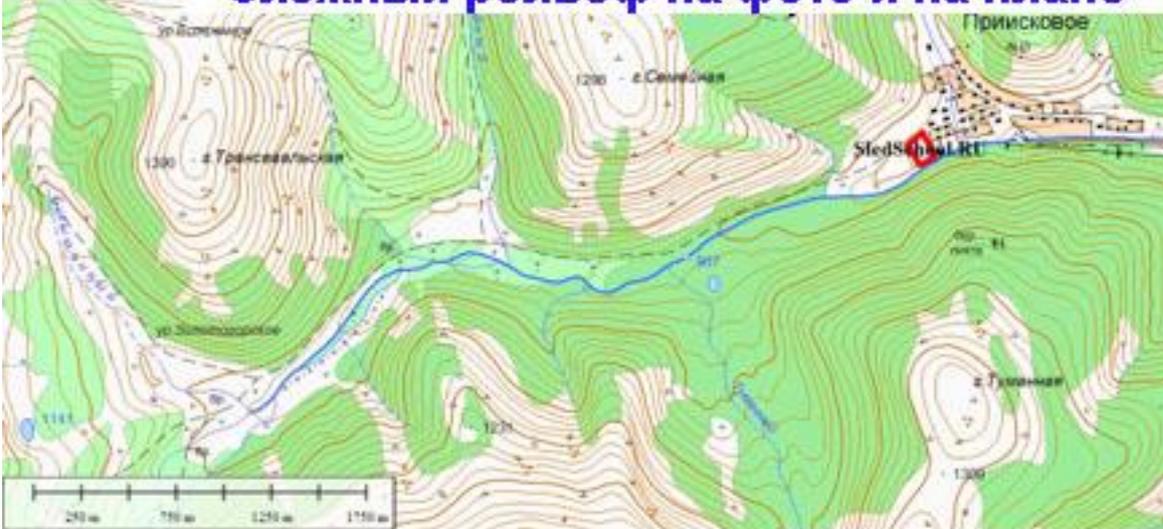


Планировка зеленых насаждений в черте города

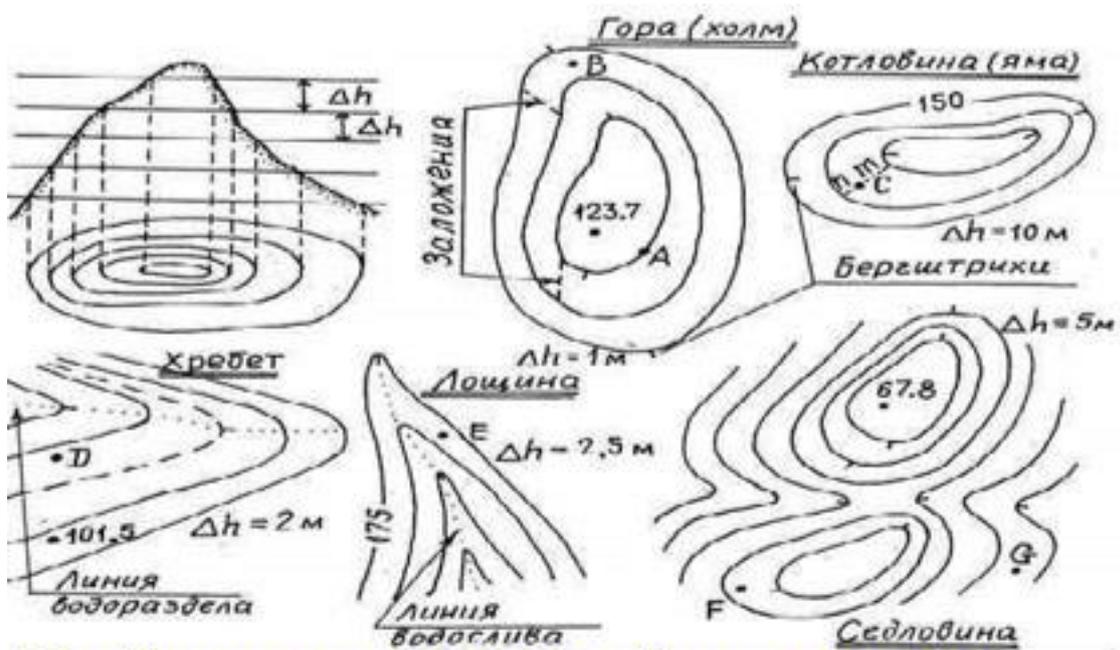




Сложный рельеф на фото и на плане





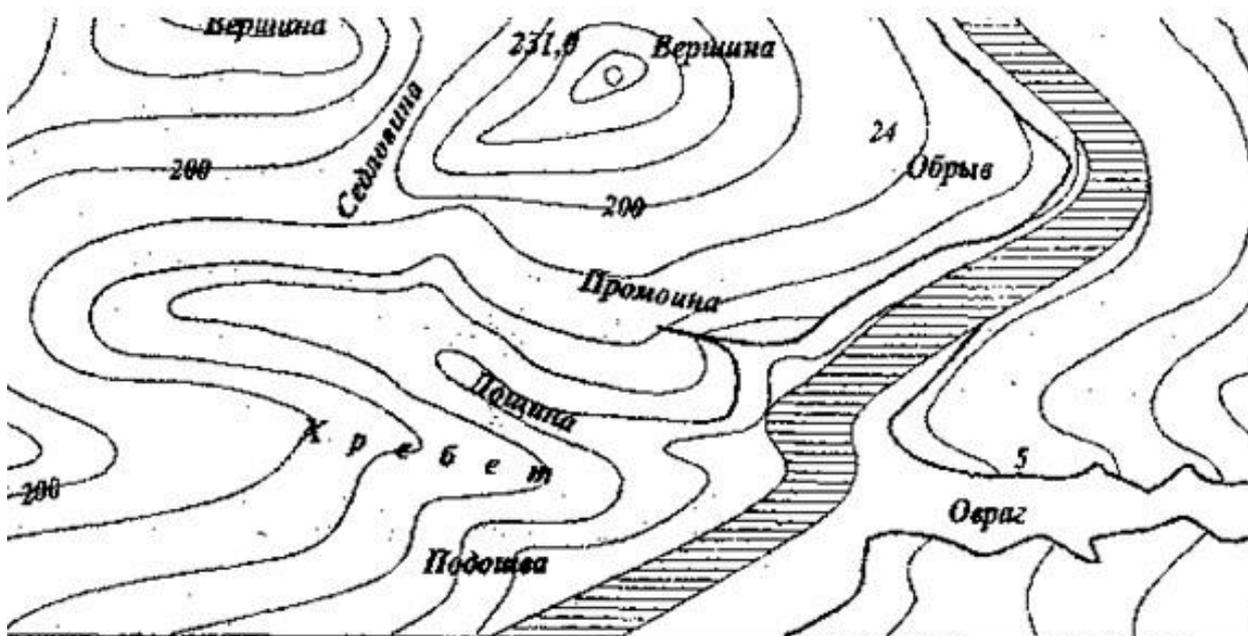


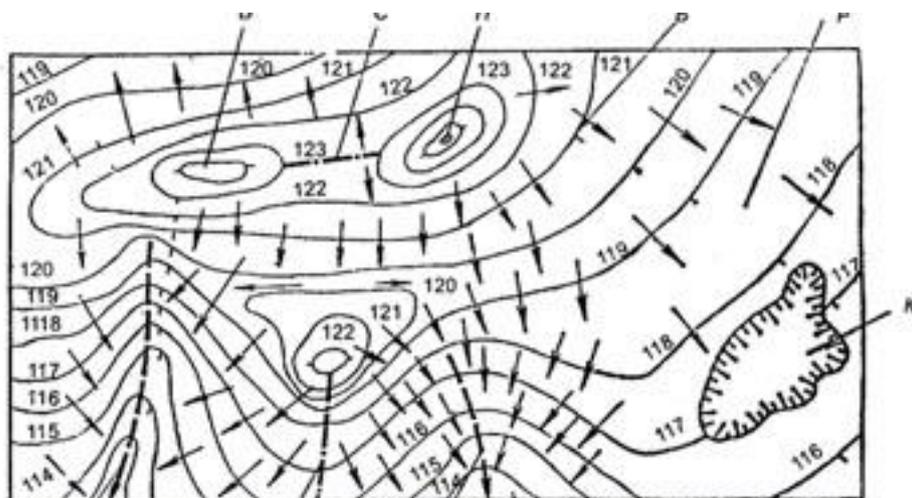
Изображение основных форм рельефа



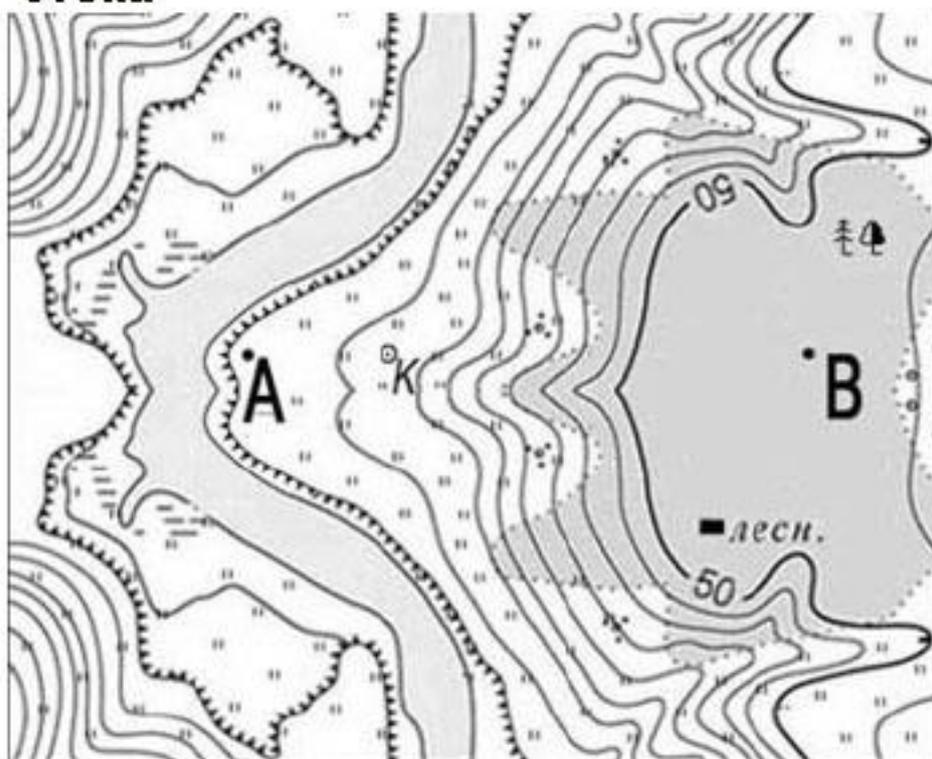


Изображение на плане горизонталями типичных форм горизонталей

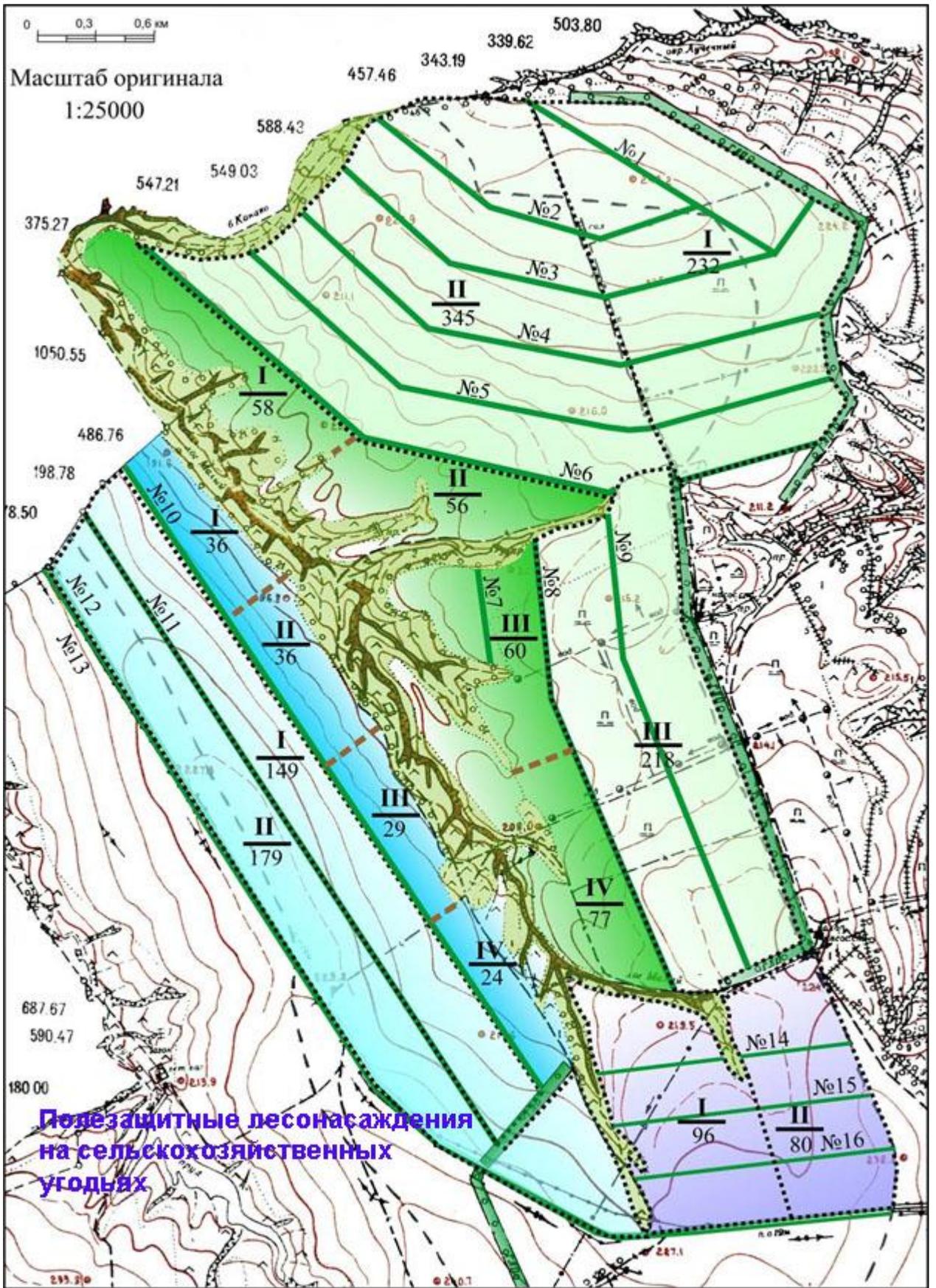




Рельеф, горизонтали и направление стока



Масштаб 1: 10 000 Горизонталы проведены
В 1 см 100 м через 2,5 метра



Учебное издание

Авторский коллектив:

**Валентин Валентинович Вершинин
Дмитрий Анатольевич Шаповалов
Павел Владимирович Ключин
Вера Александровна Широкова
Дмитрий Петрович Гостищев
Алла Олеговна Хуторова
Светлана Викторовна Савинова
Анатолий Федорович Гуров**

**ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ
(МЕЛИОРАЦИЯ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ)**

Учебно-методическое пособие

[Электронное издание]

Издается в авторской редакции

Редакционно-издательский отдел ГУЗ

Сдано в производство 10.02.2019. Подписано в печать 12.02.2019.

Формат 60x84/16. Объем 6,5 п. л. (22,4 МВ)
