

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Н.В. Корягина, А.Н. Поршакова, О.В. Тараканов

МЕЛИОРАЦИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Рекомендуется Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 21.03.02
«Землеустройство и кадастры»

Пенза 2014

УДК 631.4+631.6(075.8)

ББК 40.6я73

К70

Рецензенты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры «Почвоведение и
агрохимия» Е.Н. Кузин (ПГСА);
кандидат экономических наук, доцент
кафедры «Экспертиза и управление
недвижимостью» Т.В. Учинина (ПГУАС)

Корягина Н.В.

К70 Мелиорация и рекультивация земель: учеб. пособие / Н.В. Корягина, А.Н. Поршакова, О.В. Тараканов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 192 с.

Рассмотрены основные разделы по мелиорации и рекультивации земель. приведены главные элементы расчета оросительных и осушительных систем, элементов техники полива, водно-физических свойств почвы. В разделе рекультивация рассмотрена последовательность составления проекта рекультивации нарушенной территории. В пособии представлены справочные данные для расчетно-графических работ по тематике практического занятия, а также указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Мелиорация и рекультивация земель».

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Кадастр недвижимости и право» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» (очное отделение), при подготовке к лекционным и практическим занятиям.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Корягина Н.В., Поршакова А.Н.,
Тараканов О.В., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Земля является основным природным ресурсом и национальным богатством России, от эффективности использования и охраны которой во многом зависит экономическая, социальная и экологическая ситуация в стране, благополучие каждого человека.

Реализация мероприятий по земельной реформе в России, рациональному использованию и охране земель, их мониторингу, разработка и экологическое обоснование проектов межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства требуют знания основных понятий и приемов мелиорации и рекультивации земель, увязки площадей и размеров угодий с элементами мелиоративных систем.

Согласно Земельному Кодексу РФ земля – природный объект, важнейшая составная часть природы, природный ресурс, средство производства в сельском и лесном хозяйстве, основа существования хозяйственной и иной деятельности. С позиции права – она недвижимое имущество, объект права собственности и иных прав. В земельном Кодексе РФ заявлен приоритет охраны земли перед ее использованием, которое не должно наносить ущерб окружающей среде.

Поэтому забота о земле, ее улучшение – не только дело отдельных пользователей или владельцев, но и общегосударственное дело, что отмечено в Законе РФ «О мелиорации земель». Государство берет на себя обязательство координировать и контролировать работы по мелиорации, осуществляемые как за счет владельцев, так и за счет местных и федеральных бюджетов.

Студент должен уметь оценивать природные условия для обоснования необходимости, возможности и целесообразности планирования мелиоративных и природоохранных мероприятий при землеустройстве; разработать наиболее рациональную схему организации территории с размещением элементов мелиоративных систем; выполнять инженерные мелиоративные расчеты при проектировании землеустроительных мероприятий; разрабатывать схемы водоснабжения и канализации сельских населенных мест; составлять проекты рекультивации нарушенных земель, анализировать и оценивать эффективность различных вариантов организации мелиорируемой территории.

Мелиорация и рекультивация земель – дисциплина, базирующаяся на комплексе таких образовательных дисциплин, как геодезия, почвоведение, земледелие и растениеводство, охрана природы и ландшафтоведение и др.

Учебное пособие предназначено для выполнения практических работ и упражнений по дисциплине, а также курсового проекта, предусмотренного учебной программой, студентами направления подготовки «Землеустройство и кадастры».

ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины – показать влияние мелиорации и рекультивации земель на развитие сельскохозяйственного производства, улучшение среды обитания и деятельности человека, создание ландшафтов с высоким плодородием почв.

Задачи дисциплины – изучение видов и способов мелиорации и рекультивации земель, комплексного и рационального использования водных и земельных ресурсов, водообеспечения и водоснабжения сельских населенных мест.

Студент должен знать основные закономерности образования и движения поверхностных и подземных вод; количественные характеристики водно-баланса территории; существующие и перспективные виды и способы мелиорации и рекультивации земель; основные элементы и нормативы проектирования осушительных и оросительных систем, гидротехнических сооружений, прудов и водоемов, систем сельскохозяйственного водоснабжения, их влияние на организацию территории; изменение водно-физических, агрохимических свойств и продуктивности минеральных и торфяных почв под влиянием мелиорации; пути рационального использования и охраны мелиорируемых земель, влияние мелиорации на водный режим и природные условия полей; мероприятия по борьбе с эрозией почв; основы планирования мелиоративных мероприятий, условия выдачи данных специализированным организациям на проектирование: способы контроля, приема и эксплуатации построенных и реконструированных мелиоративных систем; технико-экономические показатели мелиорации и рекультивации земель и пути их улучшения.

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА

Тема 1. Водный режим почвы. Определение запасов почвенной влаги

В верхнем слое почвы находится корневая система растений, и регулирование содержания влаги в этом слое представляет главную задачу мелиорации. Для правильного применения мелиорации необходимо знать физические свойства почвы, которые влияют на передвижение влаги в почве и её водный режим.

Вода передвигается в почве по пустотам, образующимся между структурными отдельностями. Поэтому, одним из важнейших свойств почвы является её пористость, которая для глинистых и тяжелосуглинистых почв составляет 45–60 %, легких суглинков – 40–45 %, супесчаных – 35–40 %, песчаных – 30–35 %.

Основные формы почвенной влаги:

- 1.парообразная (недоступная растениям);
- 2.плёночная (недоступная или частично доступная вода);
- 3.капиллярная (основной запас доступной для растений влаги);
- 4.гравитационная вода (доступная для растений, но нежелательная в почве, так как вытесняет воздух).

Кроме основных форм воды в почве различают ещё кристаллизационную и химически связанную с почвой.

Общее содержание воды в почве называют **полевой влажностью**, состоящей из доступной (продуктивной) и недоступной (непродуктивной) влаги.

Влажность почвы, при которой недостаток влаги в тканях растений не восстанавливается даже в условиях минимальной транспирации называется **влажностью завядания**. При влажности почвы, равной влажности завядания, растения не в состоянии нормально расти и развиваться и процесс фотосинтеза при этом прекращается. Для различных почв значения влажности завядания различны (табл. 1).

Установление режима орошения

Под режимом орошения понимается порядок проведения поливов сельскохозяйственных культур, в котором указаны сроки и число поливов, определена норма полива для отдельных культур.

Установление проектного режима орошения начинают с подсчета запасов влаги в почве и определения величины поливных норм.

Примерный режим орошения должен:

- а) поддерживать в активном слое почвы на протяжении всего вегетационного периода нужный для данной культуры водный режим при опреде-

ленных климатических, почвенно-мелиоративных, агротехнических и хозяйственных условиях в целях получения высоких и устойчивых урожаев;

Т а б л и ц а 1

Водно-физические свойства почв лесостепи Среднего Поволжья

Тип почвы	Глубина слоя, см	Объемная масса, α_v (плот- ность сло- жения) г/см ³	Влажность почвы, в % к массе сухой почвы	Влажность устойчиво- го завяда- ния расте- ний, в долях НВ	Водопро- ницае- мость, мм/мин
1	2	3	4	5	6
Светло-серая су- песчаная	0–30	1,18	19,3	0,54	1,8–3,0
	0–50	1,38	18,8		
	0–80	1,60	14,4		
Светло-серая суглинистая	0–30	1,24	20,5	0,51	0,9–1,5
	0–50	1,42	18,8		
	0–80	1,60	16,4		
Серая лесная су- песчаная	0–30	1,22	21,2	0,53	1,4–2,2
	0–50	1,29	19,4		
	0–80	1,56	18,3		
Серая лесная суглинистая	0–30	1,28	18,1	0,51	0,7–0,1
	0–50	1,38	18,9		
	0–80	1,39	19,4		
Темно-серая лес- ная супесчаная	0–30	1,32	19,6	0,52	1,3–2,3
	0–50	1,36	20,1		
	0–80	1,43	20,8		
Темно-серая лесная средне- суглинистая	0–30	1,28	21,1	0,50	0,9–1,6
	0–50	1,34	21,7		
	0–80	1,41	22,3		
Темно-серая лес- ная тяжелосуг- линистая	0–30	1,22	21,6	0,49	0,6–0,9
	0–50	1,29	22,1		
	0–80	1,33	22,8		
Чернозем опод- золенный сред- несуглинистый	0–30	1,18	23,2	0,49	0,4–0,7
	0–50	1,24	24,8		
	0–80	1,28	24,9		
Чернозем опод- золенный тяже- лосуглинистый	0–30	1,24	26,3	0,47	0,2–0,6
	0–50	1,32	27,4		
	0–80	1,39	27,7		
Лугово-черно- земная суглини- стая	0–30	1,08	23,1	0,51	0,2–0,6
	0–50	1,30	23,9		
	0–80	1,40	24,4		

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	0–30	1,06	26,2	0,48	0,2–0,6
	0–50	1,27	27,0		
	0–80	1,33	27,5		
Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	0–30	1,12	27,5	0,44	0,2–0,5
	0–50	1,25	28,5		
	0–80	1,30	28,8		
Чернозем типичный среднесуглинистый	0–30	1,02	29,7	0,51	0,3–0,6
	0–50	1,15	30,0		
	0–80	1,26	30,9		
Чернозем типичный тяжело-суглинистый	0–30	1,07	31,2	0,49	0,3–0,5
	0–50	1,19	31,6		
	0–80	1,32	32,2		
Чернозем обыкновенный суглинистый	0–30	1,17	30,3	0,52	0,2–0,5
	0–50	1,23	30,9		
	0–80	1,34	31,9		

б) способствовать повышению плодородия орошаемых земель, не допуская повышения уровня грунтовых вод, а также эрозии, заболачивания и засоления почвы;

в) обеспечивать наиболее экономичное использование источников орошения и поливной воды;

г) учитывать улучшение условий организации труда и совершенствование техники полива.

Подсчет запасов влаги в активном слое почвы

Запас влаги в активном слое выражают в кубических метрах на гектар, зная влажность, скважность и толщину этого слоя.

Влажность почвы выражается либо в процентах от веса сухой, почвы, либо от скважности почвы. Поэтому определение запаса влаги в почве может быть сделано двумя путями, в зависимости от того, как выражена влажность почвы.

а) Зная величину активного слоя (H_m) для данной культуры, величину объемной массы (α_v) и влажность (W) в процентах от массы сухой почвы, **запас влаги в почве** (W_0) в слое почвы площадью 1 га и высотой H_m можно определить: площадь 1 га равна 10000 м², объем 10000 м³, масса этого слоя при сухом состоянии будет равна 10000 × H × a тонн, отсюда запас влаги в данном слое будет равен:

$$W_0 = 10000 \times H_m \times \alpha_v \cdot \frac{W}{100} = 100 \times H_m \times \alpha_v \times W,$$

$$W_0 = 100 \times H_m \times \alpha_v \times W, \text{ м}^3/\text{га}/$$

Величина активного слоя для различных культур будет различной. В активном слое распространяется основная масса корневой системы растений и из него растение «черпает» запасы воды и пищи для своего развития.

В практике орошения величину активного слоя принимают в следующих пределах (табл. 2):

Т а б л и ц а 2

Глубина увлажняемого слоя почвы
при вегетационных поливах сельскохозяйственных культур

Культуры	Фазы развития	Глубина расчетного слоя, м
Зерновые	Кущение	0,4–0,5
	Выход в трубку	0,6–0,7
	Налив зерна	0,7–0,8
Кукуруза	5-6 листьев	0,3–0,4
	Выбрасывание метелки	0,5–0,6
	Восковая спелость	0,8–1,0
Многолетние травы	Кущение	0,4–0,5
	Бутионизация (выход в трубку)	0,5–0,6
	До цветения и после укоса	0,8–1,0
Сахарная свекла	Укоренение	0,4–0,5
	Развитие листьев	0,5–0,6
	Образование корнеплода	0,6–0,7
Картофель	Рост листовой поверхности	0,4–0,5
	Бутионизация	0,5–0,6
	Образование клубней	0,6–0,7
Капуста, огурцы, лук	Укоренение	0,2–0,3
	Максимальное развитие	0,4–0,5
Томаты	Укоренение	0,3–0,4
	Усиленный рост листовой поверхности	0,4–0,5
	Плодообразование	0,5–0,6
Бобовые	До цветения	0,3–0,4
	Созревание	0,5–0,7
Сады	В период вегетации	0,8–1,5

б) определение максимального и минимального запаса влаги в почве

Максимальный запас влаги в почве $W_{\max}$ и минимальный $W_{\min}$ определяются по формулам:

$$W_{\max} = W_{\text{opt.}} \left(1 + \frac{\delta}{100}\right), \text{ м}^3/\text{га},$$

$$W_{\min} = W_{\text{opt}} \left(1 + \frac{\delta}{100}\right), \text{ м}^3/\text{га},$$

где W_{opt} – оптимальный запас влаги в почве – запас влаги, соответствующий наиболее благоприятным условиям для развития растений.

$$W_{\text{opt}} = H_{\text{м}} \times A \times \beta_{\text{opt}}, \text{ м}^3/\text{га},$$

$$A = 100\left(1 - \frac{\alpha_v}{d}\right), \%,$$

где $H_{\text{м}}$ – активный слой в метрах;

A – скважность почвы в процентах;

d – плотность твердой фазы почвы г/см³, (для минеральных горизонтов $d = 2,60\text{--}2,75$ г/см³, гумусовых горизонтов $2,4\text{--}2,6$ г/см³, торфа и горизонтов лесных подстилок – $1,4\text{--}1,8$ г/см³;

α_v – плотность сложения почвы, г/см³;

β_{opt} – процент заполнения пор почвы водой при оптимальном увлажнении для зерновых $\beta = 55\text{--}65$ %, для трав $\beta = 65\text{--}70$ %, для овощных $\beta = 70\text{--}75$ %;

δ – допустимый процент отклонения запаса влаги в почве от оптимального значения в сторону максимума и минимума.

При поверхностном способе полива δ принимается от 10 до 15 %, при поливе дождеванием – от 8 до 10 %.

Дать оценку запасам доступной воды для черноземных почв можно по табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Оценка запасов доступной воды для черноземных почв

В слое 0–20 см	В слое 0–100 см
Запасы хорошие – более 40 мм	Очень хорошие – более 160 мм
Удовлетворительные – 20–40 мм	Хорошие – 160–130 мм
Неудовлетворительные – менее 20 мм	Удовлетворительные – 130–90 мм
	Плохие – 90–60 мм
	Очень плохие – менее 60 мм

Тема 2. Определение поливных и оросительных норм

Определение поливных норм

Поливной нормой называют количество воды, даваемое дайной культуре за один полив на 1 гектар. Поливная норма выражается в м³/га. От поливной нормы зависит урожайность сельскохозяйственных культур, размеры оросительных каналов и правильная эксплуатация оросительной системы.

Для определения поливных норм необходимо знать основные водно-физические свойства почвы, величину активного слоя и запасы влаги в почве. Основные водно-физические свойства почвы (объемная масса, плотность, удельный вес, скважность и весовая влажность) определяются при полевых и лабораторных исследованиях.

Когда запас влаги в активном слое почвы к началу посева недостаточен, дают предпосевной полив, и предпосевная поливная норма определяется по формуле

$$M_{\text{предп.}} = W_{\text{max}} - W_0, \text{ м}^3/\text{га},$$

где $M_{\text{предп}}$ – предпосевная поливная норма м³/га,

W_{max} – максимальный запас влаги в почве в м³/га,

W_0 – начальный запас влаги в почве перед посевом в м³/га.

Вегетационная поливная норма определяется по формуле:

$$M_{\text{вег.}} = W_{\text{max}} - W_{\text{min}}, \text{ м}^3/\text{га},$$

где $M_{\text{вег}}$ – вегетационная поливная норма в м³/га,

W_{max} – максимальный запас влаги в почве в м³/га,

W_{min} – минимальный запас влаги в почве в м³/га.

Запасы влаги в активном слое почвы перед поливом не должны быть меньше запасов влаги в почве, при которых наступает завядание растений, то есть W_{min} должно быть больше $W_{\text{зав.}}$.

$W_{\text{зав}}$ можно определить по сведущей формуле

$$W_{\text{зав}} = 100 \times H_m \times d \times 2 \times W_{\text{гигр.}}^{\text{max}}, \text{ м}^3/\text{га},$$

где $W_{\text{гигр.}}^{\text{max}}$ – максимальная гигроскопическая влажность в процентах от массы сухой почвы: для легких почв 5–6 %; для средних почв – 7–8 %; для тяжелых – до 12 %.

Расчетные данные свести в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Расчёт поливных норм

№ п/п	Наименование культур	H_m	d	$W, \%$	$A, \%$	$\beta_{\text{opt}}, \%$	$\delta, \%$	$W_0, \text{ м}^3/\text{га}$	$W_{\text{opt}}, \text{ м}^3/\text{га}$	$W_{\text{max}}, \text{ м}^3/\text{га}$	$W_{\text{min}}, \text{ м}^3/\text{га}$	$M_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{га}$	$M_{\text{вег}}, \text{ м}^3/\text{га}$	$W_{\text{зав}}, \text{ м}^3/\text{га}$
1	Капуста													
2	Картофель													

Определение оросительных норм

Оросительная норма – это количество воды, подаваемой на все поливы на 1 га в течение вегетации (или оросительного периода) для получения запланированной урожайности.

Наиболее распространенным методом определения оросительной нормы является метод расчета по уравнению водного баланса орошаемого участка

$$M_{op} = E - 10 P \times \mu - ((W_n - W_k) - W_r),$$

где E – суммарное водопотребление культуры, м³/га;

P – количество осадков за период вегетации, мм (прил. 1);

μ – коэффициент использования осадков, для зоны неустойчивого увлажнения он меняется от 0,5 до 0,7;

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

W_n – запасы влаги в активном слое почвы в начале вегетационного периода, м³/га;

W_k – запасы влаги в активном слое почвы в конце вегетационного периода прил. 2.

Суммарное водопотребление E определяется по формуле

$$E = Y \times K_v, \text{ м}^3/\text{га},$$

где Y – планируемый урожай, ц/га;

K_v – коэффициент водопотребления, м³/ц; (табл. 5).

Количество влаги, потребляемой из грунтовых вод, определяется по формуле

$$W_r = E \times K_r,$$

где K_r – коэффициент использования грунтовых вод (табл. 6).

Т а б л и ц а 5

Коэффициент водопотребления и продолжительность
вегетационного периода сельскохозяйственных культур

Культура	Урожай- ность, Y , ц/га	Коэффициент водопотребления, K_v , м ³ /ц	Продолжительность вегетации	
			начало	окончание
1	2	3	4	5
Пшеница озимая	50	80	17.04	25.07
Пшеница яровая	40	90	1.05	1.08
Кукуруза на силос	600	7	12.05	31.08
Кукуруза на зерно	60	65	14.05	15.09
Горох	40	90	28.04	20.07
Соя	20	220	10.05	20.09
Подсолнечник	25	100	5.05	10.09
Картофель	300	15	10.05	20.09
Многолетние травы на сено	100	50	17.04	10.09

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5
Сахарная свекла	500	12	1.05	20.09
Капуста ранняя	350	13	15.05	1.08
Капуста поздняя	500	10	23.05	1.10
Томаты	350	13	28.05	5.09
Лук	300	15	1.05	10.07
Огурцы	350	15	25.05	30.08
Однолетние травы	60	55	30.04	20.06
Морковь, столовая свекла	400	15	30.04	20.09
Озимые на зеленый корм	50	15	17.04	10.06

Таблица 6

Коэффициент использования грунтовых вод

Глубина залегания грунто- вых вод, м	Легкие почвы				Тяжелые почвы			
	Корнеобитаемый слой, м							
	до 0,4	до 0,6	до 1,0	свыше 1,0	до 0,4	до 0,6	до 1,0	свыше 1,0
1,0	0,25	0,40	0,55	0,90	0,30	0,45	0,50	0,90
1,5	—	0,10	0,25	0,80	0,10	0,25	0,25	0,10
2,0	—	0,05	0,15	0,50	—	0,10	0,25	0,40
3,0	—	—	—	0,05	—	—	0,05	0,15

Тема 3. Качество поливной воды

Источниками оросительных систем могут служить как подземные, так и поверхностные воды (пруды, реки, озера и т. д.). Вода различных водотоков содержит в тех или иных количествах, как взвешенные наносы, так и растворенные соли. Качество оросительной воды определяется следующими основными показателями: температурой, наличием взвешенных частиц и минерализацией. Температура воды, используемой для полива, должна быть близкой к температуре растительного организма, а минерализация – соответствовать допускаемым нормам. Холодная вода задерживает развитие культур, что опасно в условиях лесостепи.

Речные воды содержат в себе большое количество наносов и очень мало растворенных солей. Подземные же воды в большинстве случаев содержат большое количество растворенных солей и почти не содержат взвешенных наносов. Воды, получаемые из водохранилищ, занимают среднее положение по содержанию наносов и по степени их минерализации.

При оценке качества поливной воды необходимо учитывать состав и количество содержащихся в ней растворенных химических веществ и взвешенных наносов.

Качество поливной воды в значительной степени зависит от содержания в ней взвешенных наносов. Крупные наносы с диаметром фракций больше 0,10 мм легко оседают в каналах оросительных систем, заиливают их и приводят к большим эксплуатационным затратам на очистку каналов.

Наносы с диаметром частиц от 0,10 до 0,005 мм выносятся поливной водой на поля, и, хотя удобрительное значение их невелико, они могут оказать положительное влияние на физические свойства почвы, уменьшая ее связность. Мелкие фракции наносов с диаметром частиц меньше 0,005 мм чаще всего бывают органического происхождения и обладают большой питательной ценностью. Однако если они поступают в большом количестве, то ухудшают физические свойства почвы, уменьшая водопроницаемость и аэрацию их.

Оценка качества воды с точки зрения допустимого количества содержания в ней растворенных солей имеет большое практическое значение, так как вместе с поливной водой в почву вносятся и вредные соли, что приводит к засолению почв.

Допустимый предел солесодержания в воде зависит от вида растений, от почв, количества подаваемой воды на полив, способов полива, климатических условий и т. д.

Прежде всего, необходимо иметь в виду количественную и качественную сторону содержания солей в воде, так как вредность различных солей неодинакова.

По И.Н. Антипову-Каратаеву предел суммарного содержания солей в воде – 0,8–1,0 г/л. При большем содержании надо выяснить, какие именно соли входят в оросительную воду и о пределе судить по составу солей.

Если в воде имеется несколько солей, то эти пределы снижаются, так как одни соли обезвреживают другие. Так, соли кальция, и особенно гипс, обезвреживают соли натрия, калия и магния. Сернокислый магний противодействует сернокислому натрию, а последний смягчает действие хлористого магния и поваренной соли.

С целью определения пригодности воды для орошения на основании химического состава проводят ее оценку на возможность осолонцевания почвы. Для этого используют щелочную характеристику, т.е. рассчитывают **ирригационный коэффициент** (K_a), называемый коэффициентом Стеблера. Он представляет собой столб воды, выраженный в дюймах, при испарении которого остается количество солей, делающее непригодным для большинства растений слой почвы мощностью 1,2 м.

Ирригационный коэффициент для воды с различным типом засоленности определяется следующим образом (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Состав воды и формулы для расчета ирригационного коэффициента

№ п/п	Состав воды	Формула расчета
1	Ионов Na^+ меньше, чем ионов хлора. Присутствует хлорид натрия	$\frac{288}{5\text{ч Cl}^-}$
2	Ионов Na^+ больше, чем иона Cl^- , но меньше, чем суммарное содержание ионов сильных кислот. В растворе есть хлориды и сульфаты.	$\frac{288}{2\text{ч Na}^+ + 4\text{ч Cl}^-}$
3	Ионов Na^+ больше суммарного содержания сильных ионов кислот. В растворе есть хлориды, сульфаты и карбонаты.	$\frac{288}{10\text{ч Na}^+ + 5\text{ч Cl}^- - 9\text{ч SO}_4^{2-}}$

П р и м е ч а н и е . ч – содержание ионов в мг-экв/л воды.

В этих формулах Na, Cl, SO_4 выражаются в миллиэквивалентах. В зависимости от величины ирригационного коэффициента качество воды для орошения может быть следующее:

1. Если $K_a > 18$, вода считается хорошая и успешно применяется для поливов в течение многих лет без специальных мер против накопления в почве вредных щелочей.

2. Если K_a находится в пределах от 6 до 18, то вода считается удовлетворительной, но необходимо применять специальные меры против накопления в почве вредных щелочей. Эти меры не проводят только на рыхлых почвах со свободным дренажем.

3. $K_a = 1,2 - 5,9$ – вода неудовлетворительная, искусственный дренаж необходим всегда.

4. $K_a < 1,2$ – вода плохая, практически не пригодна для орошения.

Соотношение токсичности различных солей натрия, если принять токсичность сульфата за единицу, выглядит следующим образом:

соль	Na_2CO_3	NaCl	Na_2SO_4
степень токсичности	10	3	1

Пример. Определить ирригационный коэффициент воды, содержащей в 1 л 0,5 г NaCl, 0,8 г Na_2CO_3 и 0,2 г Na_2SO_4 и пригодность ее для орошения. Сначала определяем содержание отдельных ионов:

$$\text{В } 0,5 \text{ г NaCl } \frac{0,5 \cdot 23}{23 + 35} = 0,2 \text{ г Na}^+ \text{ и } 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ г Cl}^-,$$

$$\begin{aligned} \text{В } 0,8 \text{ г Na}_2\text{CO}_3 \quad & \frac{0,8 \cdot 23 \cdot 2}{2 \cdot 23 + (12 + 3 \cdot 16)} = 0,347 \text{ г Na}^+ \text{ и } 0,8 - 0,347 = \\ & = 0,453 \text{ г CO}_3^{2-}; \end{aligned}$$

$$\text{В } 0,2 \text{ г Na}_2\text{SO}_4 \quad \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 23}{2 \cdot 23 + (32 + 4 \cdot 16)} = 0,06 \text{ г Na}^+ \text{ и } 0,2 - 0,06 = 0,14 \text{ г SO}_4^{2-}$$

Таким образом, в 1 л воды растворено ($0,2 + 0,347 + 0,06 = 0,607$ г Na, 0,3 г Cl, 0,453 г CO_3^{2-} и 0,14 г SO_4^{2-}).

Затем выражают содержание ионов в мг.- экв. по следующей формуле:

$$r = \frac{a \cdot 1000 \cdot B}{M},$$

где r – концентрация ионов в мг.-экв.;

a – содержание ионов в г/л;

B – валентность ионов;

M – молярная масса.

Ионы	Na^+	Cl	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
г/л	0,607	0,3	0,14	0,453
мг/экв	26,39	8,57	2,92	7,55

Из полученных данных видно, что содержание иона Na^+ больше суммарного содержания ионов сильных кислот. Ирригационный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_a = \frac{288}{10 \cdot \text{чNa} + 5 \cdot \text{чCl} - 9 \cdot \text{чSO}_4} = \frac{288}{10 \cdot 26,39 + 5 \cdot 8,57 - 9 \cdot 2,92} = 1,03.$$

Следовательно, качество воды неудовлетворительное и поливать ею можно только при наличии дренажа.

Тема 4. Лиманное орошение

Лиманное орошение – однократное глубокое (до 2 м) увлажнение почвы весенними талыми водами (сток склонов, лощин). Такой вид орошения применяют в основном для повышения продуктивности суходольных сенокосов, а также для полива сельскохозяйственных культур, имеющих короткий вегетационный период.

Лиман – это участок на пологом склоне, имеющем уклон не более 0,003, ограниченный с трех сторон земляными валами, обеспечивающими аккумуляцию воды с прилегающей водосборной площади.

В зависимости от условий рельефа и источника водного питания лиманы делятся на три типа, которые в свою очередь подразделяются на виды:

I. Лиманы непосредственного наполнения, заполняемые талыми водами, стекающими с вышерасположенного водосбора. Они бывают двух видов: на пологом плато или пологом склоне (ярусные и одиночные); в замкнутых пологих понижениях на плато (лиманы в котловане);

II. Лиманы, наполняющиеся сбросными паводковыми водами из водохранилищ, затопляемых водой из оросительных и обводнительных каналов;

III. Пойменные лиманы, устраиваемые на затопляемых поймах путем создания плотин в русле реки и системы оградительных валов. Это самый распространенный тип лиманов.

По глубине затопления лиманы делятся на мелководные, допускающие затопление водой на глубину 15–30 см, и глубоководные, у которых средняя глубина воды во время затопления 0,6–1,0 м и более.

Наиболее эффективны лиманы мелкого затопления, на которых отсутствуют капитальные сооружения. Срок окупаемости лиманов зависит от конкретных природных условий и хозяйственного использования, он колеблется от 1 до 4 лет и более.

Основные районы распространения лиманного орошения – Северный Казахстан, Поволжье, Западная Сибирь и Северный Кавказ.

Лиманное орошение имеет ряд достоинств: простота и дешевизна устройства, возможность опреснения солонцовых и солончаковых почв, борьба с эрозией, автоматизация полива и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Но лиманное орошение не лишено и некоторых существенных недостатков: однократность увлажнения почвы весной, неравномерность глубины увлажнения по длине склона, изменения площади орошения по годам в зависимости от величины стока, ограниченность уклона поверхности орошаемого участка не более 0,002–0,003.

Исходные данные для проектирования

Требуется запроектировать лиманное орошение участка, расположенного на пологом склоне в КХ «Луч» Чапаевского района Самарской области. Источник орошения – весенний сток снеговых талых вод. Почвы участка сероземы, характеризуются следующими показателями: объемная масса $d=1,4 \text{ г/см}^3$, наименьшая влагоемкость $\gamma_{\text{нв}}=24 \%$, влажность к началу снеготаяния $\gamma_{\text{ср}}=14 \%$ массы сухой почвы, $K_{\text{ф}}=0,036 \text{ м/сут.}$, расчетный слой увлажнения $h=1,2 \text{ м}$. Площадь водосбора $\omega_{\text{в}}=1000 \text{ га}$. Сток талых вод в год 80 %-ной обеспеченности для Самарской области в районе расположения участка $h_{\text{ст}}=40,6 \text{ мм}$; к.п.д. оросительной системы $\eta=0,8$.

Орошаемую площадь предполагается использовать под сенокос.

Выбор участка

При выборе участка под лиманное орошение руководствуются следующими соображениями: уклон местности должен быть в пределах 0,001–0,003; площадь водосбора, с которой стекают паводковые снеговые воды, больше площади орошения в 10–15 раз; почвы влагоемкие и высокоплодородные.

По плану развития КХ «Луч» этим требованиям отвечает участок (рис. 1), расположенный в створе ВС. Уклон местности здесь 0,002, рельеф спокойный, почвы достаточно плодородные.

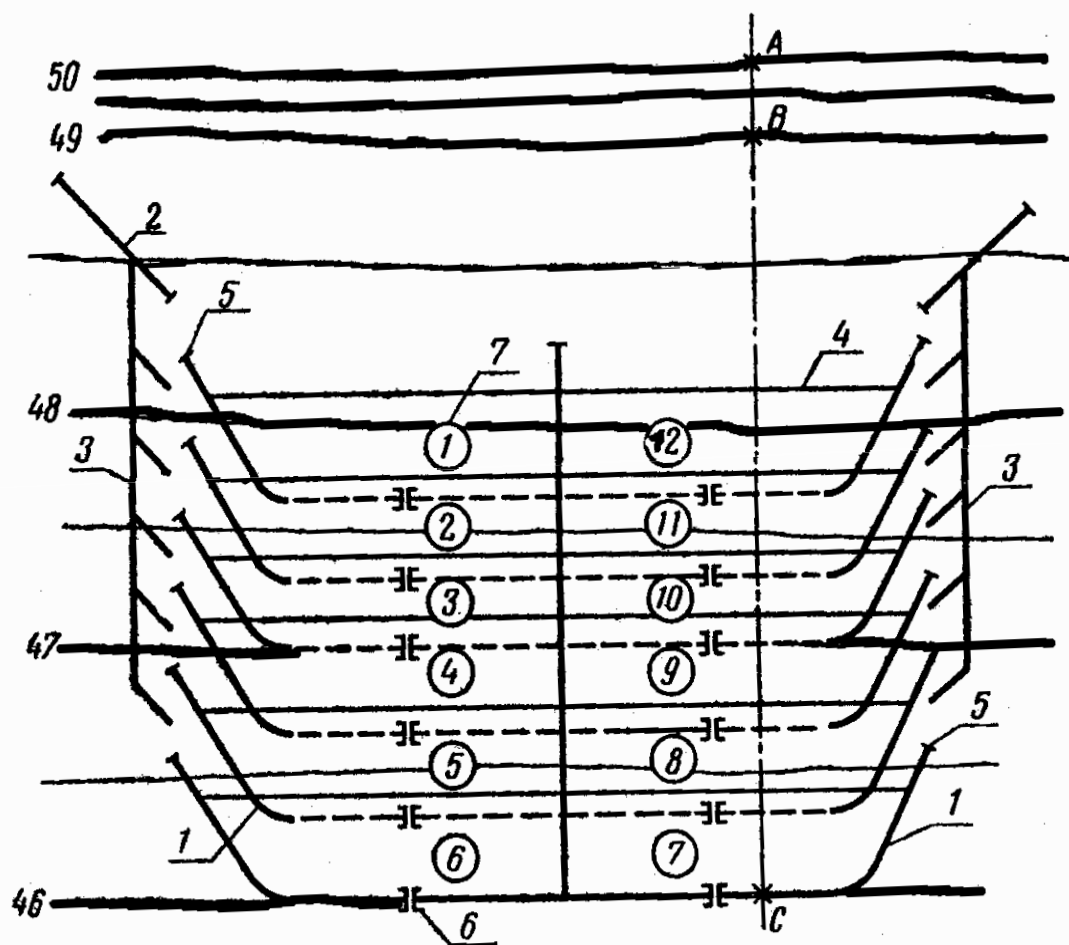


Рис. 1. План участка лиманного орошения:

1 – ограждающий вал; 2 – направляющий вал; 3 – регулирующий вал;
4 – уровень воды; 5 – водообход; 6 – водосброс; 7 – номер лимана

Определение оросительной нормы и площади лиманного орошения

Оросительную норму при лиманном орошении определяют из условий доведения влажности расчетного слоя почвы до состояния наименьшей влагоемкости. Для заданных условий оросительную норму рассчитывают по формуле:

а) нетто

$$M'_{\text{ср.н}} = 100 \times h \times d (\gamma_{\text{нв}} - \gamma_{\text{ср}}) = 100 \times 1,2 \times 1,4 \times (24 - 14) = 1680 \text{ м}^3/\text{га};$$

б) брутто

$$M'_{\text{ср.б}} = \frac{M'_{\text{ср.н.}}}{\eta} = \frac{1680}{0,8} = 2100 \text{ м}^3/\text{га}.$$

В период наполнения лимана часть воды впитывается в почву и только после этого в лимане создается расчетный слой. Объем впитавшейся

воды χ составляет 20–50 % нормы брутто. Примем $\chi=0,2$, тогда $M_{\text{ср.б}}=(1-\chi)\times M'_{\text{ср.б}}=(1-0,2)\times M'_{\text{ср.б}}=0,8\times 2100=1680 \text{ м}^3/\text{га}$. Отсюда слой воды на середине лимана $h'_{\text{ср.б}}=16,8 \text{ см}$, а глубина воды в лимане изменяется от 0 до $2h'_{\text{ср.б}}$, то есть от 0 до 33,6 см (рис. 2).

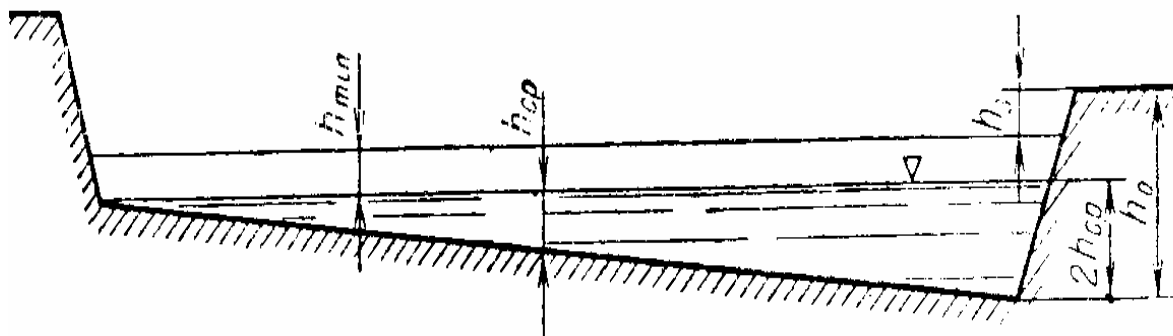


Рис. 2. Сечение лимана вдоль склона

Чтобы обеспечить равномерность увлажнения почвы на лимане, вдоль склона необходимо сблизить валы или дать дополнительную воду, увеличив слой ее у верхнего лимана на 6–10 см. В первом случае уменьшается площадь лимана, что будет ухудшать условия работы сельскохозяйственных машин, а во втором – уменьшится эффективность использования стока снеговых вод. Чаще всего применяют второй вариант. Примем $h_{\text{min}}=8 \text{ см}$. Тогда толщина слоя воды у нижнего вала лимана (рис. 2) будет равна $h_{\text{max}}=2h'_{\text{ср.б}}+h_{\text{min}}=33,6+8=41,6 \text{ см}$, а в средней части лимана $h_{\text{ср.б}}=h'_{\text{ср.б}}+h_{\text{min}}=16,8+8=24,8 \text{ см}$.

Средняя оросительная норма брутто для расчета возможной площади орошения принимается с учетом дополнительного минимального слоя воды ($8 \text{ см} = 800 \text{ м}^3/\text{га}$) и ранее впитавшейся воды:

$$M_{\text{ср.б}} = 2100 + 800 = 2900 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Возможную площадь лиманного орошения определяют по формуле:

$$\omega_{\text{л.о}} = \frac{W}{M_{\text{ср.б}}} = \frac{406000}{2900} = 140 \text{ га}.$$

где W – объем стока талых вод, м^3 ,

$$W = h_{\text{ст.}} \times 10 \omega_{\text{б}} = 40,6 \times 10 \times 1000 = 406\,000 \text{ м}^3.$$

Ширину лимана вдоль склона определяют по формуле

$$b = \frac{2h'_{\text{ср.б}}}{100i}$$

Подставив значения величин в формулу получим:

$$b = \frac{2 \cdot 16,8}{100 \cdot 0,002} = 168 \text{ м} = 170 \text{ м}.$$

На практике ширину лимана принимают равной 100–700 м, а длину одиночного лимана 400–800 м. Суммарную длину лиманов вдоль горизонталей местности определяют по зависимости:

$$\Sigma l = \frac{\omega_{\text{л.о}} 10000}{b} = \frac{1400000}{170} = 8235 \text{ м}.$$

Принимаем 12 лиманов ($n=12$), тогда длина одиночного лимана:

$$l = \frac{\Sigma l}{n} = \frac{8235}{12} = 684 \text{ м}.$$

Принимаем $l=700$ м, что лежит в пределах рекомендованного, тогда площадь одного лимана $\omega_{\text{л}} = b \times l = 170 \times 700 = 119000 = 11,9$ га.

Конструкция и параметры лиманных валов

Лиманный вал в поперечном сечении имеет вид трапеции или треугольника. Высота вала зависит от толщины слоя воды перед ним (h_{max}) и изменяется (для лиманов мелкого затопления) от 0,5 до 0,8 м. Запас высоты вала над уровнем воды принимают $h_3=15\text{--}20$ см. Ширину вала по верху берут равной высоте вала, заложение откосов принимают 1:5–1:7 из условий проходимости сельскохозяйственных машин. Если примем высоту лиманного вала $h_{\text{в}}=60$ см, то запас высоты вала над водой $h_3 = h_{\text{в}} - h_{\text{max}} = 60 - 41,6 = 18,4$ см.

Расположение валов и сооружений на плане

Размеры орошаемого участка позволяют расположить лиманы в два ряда, в каждом ряду по шесть ярусов. Отметка подошвы самого нижнего лимана $H_{\text{п}}=46$ м. Отметка уровня воды в нижнем лимане ($H_{\text{ув}}$) выше подошвы вала (см. рис. 1), а именно $H_{\text{ув}} = H_{\text{п}} + 2h'_{\text{ср.б}} + h_{\text{min}} = 46 + 2 \times 0,168 + 0,08 = 46,416$ м. Отметка гребня вала $H_{\text{гр}} = H_{\text{ув}} + h_3 = 46,416 + 0,184 = 46,6$ м. Отметка подошвы второго лимана на величину h_{min} меньше отметки уровня воды в первом лимане: $H_{\text{п}} = H_{\text{ув}} - h_{\text{min}} = 46,416 - 0,08 = 46,336$ м. Отметка уровня воды во втором лимане: $H_{\text{ув}} = H_{\text{п}} + 2h'_{\text{ср.б}} + h_{\text{min}} = 46,336 + 0,416 = 46,752$ м. В такой последовательности ведутся расчеты (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Отметки уровней воды в лимане, подошвы и гребня вала

№ лиманов	Отметка подошвы вала $H_{\text{п}}$, м	Отметка уровня воды в лимане $H_{\text{ув}}$, м	Отметка гребня вала $H_{\text{гр}}$, м
5–7	46,000	46,416	46,600
5–8	46,336	46,752	46,936
4 – 9	46,672	47,088	47,272
3–10	47,008	47,414	47,598
2–11	47,334	47,750	47,934
1–12	47,670	48,086	48,270

Валы наносят на план, начиная с самой низкой горизонтали, то есть с отметки 46,00 м (см. рис. 1). Далее на плане отмечают ширину лимана – 700 м, находят отметку уровня воды и параллельно горизонталям местности наносят линию уреза воды. После этого находят отметки гребня вала. По концам водоудерживающих валов предусматривают водообходы.

Разделительный вал проходит по средней границе двух лиманов. По обе стороны лиманного участка строят оградительные и струенаправляющие валы. Продолжительность затопления T_3 (сут.) лимана рассчитывают по зависимости:

$$T_3 = \frac{M_{\text{ср.б.}}}{K_{\phi}},$$

где $M_{\text{ср.б.}}$ – норма затопления лимана брутто, м,
 $M_{\text{ср.б.}} = 2900 \text{ м}^3/\text{га} = 0,29 \text{ м};$

K_{ϕ} – коэффициент, фильтрации расчетного слоя почвы, м/сут.,
 $K_{\phi} = 0,036 \text{ м/сут.}$

Зная норму затопления лимана и коэффициент фильтрации расчетного слоя почвы, можно определить продолжительность затопления:

$$T_3 = \frac{0,29}{0,036} = 8 \text{ сут.}$$

Порядок заполнения и опорожнения лиманов

Талые воды, стекающие с водосбора, поступают вначале на верхние лиманы 1-й и 12-й, заполняют их и по водообходу поступают в следующие – 2-й и 11-й. В такой последовательности доходят до самых нижних – 6-го и 7-го лиманов. Вода в лимане стоит от 4 до 14 суток, в зависимости от водопроницаемости почвы. После этого открывают задвижки на трубах-водо-выпусках и сбрасывают избыточную воду. На основе проведенных расчетов устанавливаем, что затопление участка лиманного орошения проводят 8 суток, из которых 5 суток идет затопление, а трое суток длится сброс.

Запроектировать лиманное орошение участка по следующим исходным данным:

$$d = 1,2 \text{ г/см}^3; \gamma_{\text{нв}} = 22 \%; \gamma_{\text{ср}} = 13 \%;$$

$$K_{\phi} = 0,034 \text{ м/сут.}; h = 1,1 \text{ м}; \omega_B = 800 \text{ га};$$

$$h_{\text{ст}} = 40,8 \text{ мм}; \eta = 0,8; i = 0,003; h_{\text{min}} = 6 \text{ см};$$

$$h_B = 70 \text{ см}; n = 10, H_{\Pi} = 42,000 \text{ м.}$$

Тема 5. Предупреждение вторичного засоления и промывка засоленных земель

Причины вторичного засоления

При неправильной организации и проведении орошения земель, когда полив проводят без учета глубины залегания грунтовых вод и большими нормами, при вырубке лесов, нерациональном выпасе скота и перегрузке пастбищ и даже при осушении избыточно увлажненных почв наблюдаются процессы вторичного засоления.

В отдельных слоях почвенного профиля содержится различное количество водорастворимых солей, которые при определенной концентрации оказывают токсическое действие на рост и развитие культурных растений. При орошении происходит интенсивное передвижение влаги и солей в вертикальном направлении по почвенному профилю. За время полива небольшими поливными нормами, не превышающими наименьшей влагоемкости почвы, вымыв солей незначителен. В межполивной период с восходящими токами воды на поверхность почвы поднимаются легкорастворимые соли и накапливаются в значительном количестве. В результате этого снижается водопроницаемость почвы и повышается капиллярная водопроводимость, что способствует усилению передвижения солей к ее поверхности. На вторичное засоление оказывает влияние даже слабоминерализованная оросительная вода, пополняющая запасы солей в процессе длительного орошения в условиях слабого оттока грунтовых вод. Когда содержание солей достигает 0,5–1,0 % массы сухой почвы, сельскохозяйственные культуры развиваются слабо или гибнут.

Для предупреждения вторичного засоления почвы разработан комплекс агротехнических, химических и гидротехнических мероприятий, направленный на уменьшение испарения влаги с поверхности почвы, снижение капиллярной водопроводимости ее и, в конечном счете, уменьшение запаса водорастворимых солей в ее активном слое.

К основным гидротехническим мероприятиям относятся: периодическая промывка почвы большими нормами, строительство коллекторно-дренажной сети и организация промывных режимов орошения. Для промывки назначают такие нормы воды, которые позволяют растворить соли и нисходящим током воды вывести их в горизонты ниже активного слоя почвы, откуда они вместе с дренажными водами поступают в коллекторно-сбросную сеть.

Промывки проводят на фоне глубокого дренажа, который отводит промывные воды и снижает уровень минерализованных грунтовых вод.

Расчет промывной нормы

Общую промывную норму рассчитывают по зависимости:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{н}} + M_{\text{в}},$$

где $M_{\text{н}}$ – норма насыщения почвы водой до наименьшей влагоемкости, $\text{м}^3/\text{га}$;
 $M_{\text{в}}$ – норма, необходимая для вытеснения солей из расчетного слоя почвы, $\text{м}^3/\text{га}$.

Норму насыщения определяют по формуле:

$$M_{\text{н}} = \frac{100 \cdot h \cdot d \cdot (\gamma_{\text{нв}} - \gamma_{\text{ф}})}{1 - K_3},$$

где K_3 – количество заземленного воздуха в почве в начальный момент промывки, в долях от скважности.

Норму вытеснения $M_{\text{в}}$ ($\text{м}^3/\text{га}$) вычисляют по формуле:

$$M_{\text{в}} = K_{\text{пр}} z,$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент промывки, то есть количество воды (м^3), необходимое для вытеснения 1 т солей из расчетного слоя почвы;
 z – количество солей, которое должно быть вымыто из расчетного слоя почвы, т/га,

$$z = 100 h d \times (z_{\text{исх}} - z_{\text{д}});$$

здесь $z_{\text{исх}}$, $z_{\text{д}}$ – исходное и допустимое содержание солей, % массы сухой почвы.

Для промывки слоя в 1,5–2,0 м общая промывная норма в зависимости от степени засоления и типа почвы может изменяться от 2000 до 10000 $\text{м}^3/\text{га}$.

При проведении промывки общую промывную норму делят на разовые нормы, которые подают на участок через 2–8 дней, в зависимости от механического состава и степени засоления почвы. Разовую промывную норму ($m_{\text{н}}$) устанавливают из условий равномерного затопления чеков, а также с учетом эффективного вымыва солей из мелких капилляров путем диффузии их в менее насыщенный почвенный раствор. Разовые нормы промывки колеблются от 700 до 1500 $\text{м}^3/\text{га}$. Рекомендуют следующие разовые промывные нормы в зависимости от физических свойств почвы: для легких почв $m_{\text{н}} = 700\text{--}900 \text{ м}^3/\text{га}$; для средних по механическому составу почв $m_{\text{н}} = 900\text{--}1100 \text{ м}^3/\text{га}$; для тяжелых почв $m_{\text{н}} = 1100\text{--}1500 \text{ м}^3/\text{га}$.

Число промывок n рассчитывают по зависимости:

$$n = \frac{M_{\text{пр}}}{m_{\text{н}}}.$$

Пример. На участке старого орошения площадью 200 га в почве содержатся соли натрия. В результате длительного орошения произошло вторичное засоление активного слоя. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо организовать промывку почвы.

Исходные данные: на участке зернотравяного севооборота почвы тяжелого механического состава; объемная масса верхнего однометрового слоя $d=1,4 \text{ г/см}^3$; наименьшая влагоемкость почвы при глубине грунтовых вод 3 м от поверхности $\gamma_{\text{нв}}=24 \text{ \%}$; фактическая влажность этого горизонта к моменту промывки $\gamma_{\text{ф}}=16 \text{ \%}$ массы сухой почвы. В однометровом слое, подлежащем промывке, содержится $z_{\text{исх}}=0,8 \text{ \%}$ водорастворимых солей, допустимое их содержание $z_{\text{д}}=0,3 \text{ \%}$ массы сухой почвы. Засоление сульфатное $K_3=0,2$. Коэффициент промывки $K_{\text{пр}}=100 \text{ м}^3/\text{т}$. Норма насыщения равна:

$$M_{\text{н}} = \frac{100 \cdot 1 \cdot 1,4(24 - 16)}{1 - 0,2} = 1400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Количество солей, которое должно быть вымыто из расчетного слоя почвы, находим по формуле (4): $z=100 \times 1 \times 1,4(0,8-0,3)=70 \text{ т/га}$. На вытеснение солей потребуется воды (формула (3)): $M_{\text{в}}=100 \times 70=7000 \text{ м}^3/\text{га}$. Общая оросительная норма: $M_{\text{об}}=M_{\text{н}}+M_{\text{в}}=1400+7000=8400 \text{ м}^3/\text{га}$. Средняя разовая промывная норма принята $m_{\text{н}} = 1400 \text{ м}^3/\text{га}$, тогда число промывок $n = \frac{7000}{1400}=5$.

В практике часто вначале принимают меньшие разовые нормы промывки, а последние – больше средней. Норму вытеснения $M_{\text{в}}=7000 \text{ м}^3/\text{га}$ целесообразно разделить на пять разовых: 1200; 1400; 1400; 1500 и 1500 $\text{м}^3/\text{га}$.

Чековая и дренажная сеть

На рис. 3 запроектирована оросительная и дренажная сеть. Вода для промывки забирается с помощью насосной станции и по трубопроводу, проходящему по верхней границе промываемого участка, транспортируется на поля. На трубопроводе напротив каждого оросителя расположен гидрант. Каждый чек получает воду из оросителя самостоятельно через перекидной сифон.

Промывку засоленных почв проводят на фоне глубокого дренажа. Дренаж может быть **горизонтальный** и **вертикальный**. Горизонтальный дренаж в свою очередь в зависимости от назначения и расположения по отношению к дренируемой площади и источникам питания подземных вод может быть **систематическим** или **выборочным**. В нашем случае примем горизонтальный систематический дренаж, представляющий собой систему горизонтальных закрытых дрен, расположенных равномерно по дренируемой территории.

Глубину дрен принимают исходя из критической глубины грунтовых вод $h_{\text{кр}}$. **Критической** глубиной минерализованных грунтовых вод называется глубина, с которой уменьшается засоление корнеобитаемого слоя

почв или вообще его не происходит. По данным В. А. Ковды, критическая глубина грунтовых вод изменяется от 1,7 до 2,3 м.

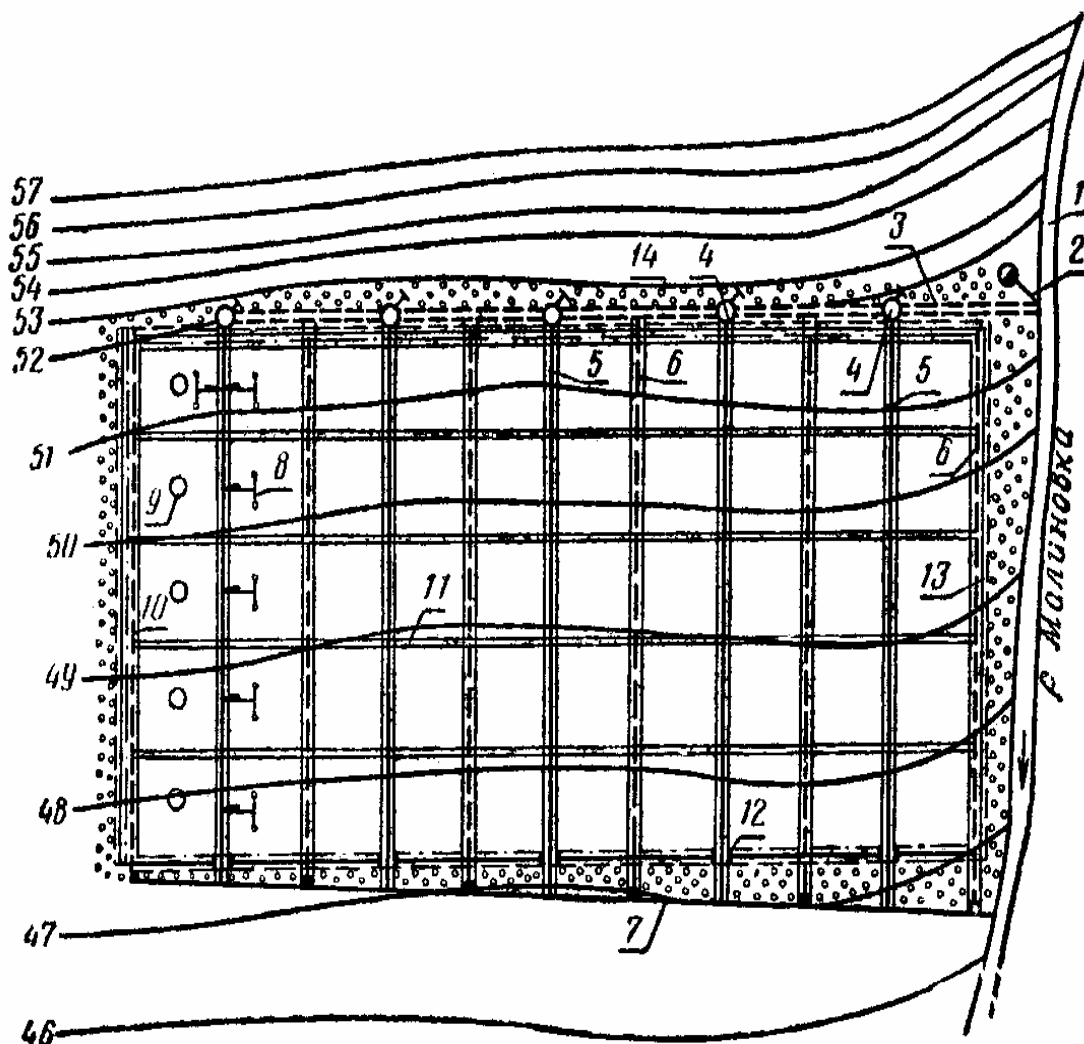


Рис 3. Схема оросительной и дренажно-коллекторной сети при промывке засоленных земель:

1 – водоисточник; 2 – водозабор; 3 – напорный трубопровод; 4 – водовыпуск; 5 – ороситель; 6 – дрена; 7 – коллектор; 8 – водовыпуск в чек; 9 – смотровая скважина; 10 – продольный валик; 11 – поперечный валик; 12 – трубчатый переезд; 13 – дорога; 14 – лесная полоса

Глубину заложения дрен определяют по формуле

$$b_d = h_{кр} + h_a,$$

где $h_{кр}$ – критическая глубина, м;

h_a – глубина активного слоя почвы, $h_a = 0,5-1$ м.

Если примем $h_a = 1$ м, $h_{кр} = 1,7-2,5$ м, то глубина дрен $b_d = (1,7 - 2,5) + 1 = 2,7-3,5$ м. Принимаем глубину дрены $b_d = 3,5$ м. Длина дрены в нашем примере $l_d = 1000$ м, уклон дрен $i_{ср} = 0,004$.

Тип коллекторно-дренажной сети на участке смешанный. Дрены закрытые, а коллектор открытого типа, канал трапециевидальной формы.

Открытый коллектор позволяет принимать воду из дрен и сбросную воду из оросительной сети. Глубина его должна быть на 0,5 м больше глубины дрен $b_k = b_d + 0,5 = 3,5 + 0,5 = 4$ м.

Длина открытого коллектора $l_k = 2000$ м и уклон дна канала $i = 0,0005$.

В условиях среднетяжелых почвогрунтов расстояние между дренами B_d можно принять равным 400 м. Дрена должна отстоять от оросителя на расстоянии не менее 50 м. В нашем случае дренаи идут по границам промывного чека. Промывку почвы проводят по чекам. Для этого участок разбивают продольными и поперечными валиками на 200 чеков каждый площадью 1 га.

Форма валика трапецеидальная, высота валика 20–30 см, ширина по верху принимается равной высоте валика, коэффициент заложения откосов для продольных валиков $\phi = 4,5$, для поперечных $\phi = 5–7$. На участке, предназначенном для промывки, необходимо предварительно провести капитальную планировку.

Организация промывки на засоленном участке

После того как на участке построена дренажно-коллекторная сеть, приступают к подготовке площади для промывки. Осенью после уборки урожая проводят лущение стерни, а затем глубокую перепахку ($h = 25–30$ см). На тяжелых почвах рекомендуется проводить подпочвенное рыхление для увеличения водопроницаемости. После вспашки почву дискуют, а поверхность выравнивают волокушей или малой, насыпают валики для создания чеков и нарезают оросители. После чего внутри чеков проводят повторное выравнивание.

Промывку почвы обычно проводят в позднеосенний или зимний период, когда поля не заняты сельскохозяйственными культурами, уровень грунтовых вод находится на самой большой глубине и испарение минимальное. Кроме того, в это время вода не расходуется на вегетационные поливы, рабочие не так загружены, как летом, а почва дополнительно увлажняется осадками.

Первая порция воды, подаваемая на чек, доводит влажность почвы до состояния наименьшей влагоемкости. В таком состоянии чек оставляют на 3–5 дней для полного растворения солей. Затем подают новую порцию промывной воды для вытеснения раствора солей из промываемого слоя почвы. Вытеснение повторяют в данном случае 5 раз, пока содержание солей в расчетном слое почвы не достигнет допустимого. Перерывы между подачей разовых промывных норм меньше на легких почвах и в начале промывки и больше на тяжелых почвах и в конце ее. По рекомендации С.В. Астапова, на легких почвах дают перерыв между поливами 1–2 суток, на средних – 2–3, на тяжелых почвах – 3–5 суток.

В первую очередь воду подают на сильно засоленные участки, постепенно переходя на весь массив. К концу промывок грунтовые воды должны быть на глубине не менее 0,5 м, а к началу весенних полевых работ не ближе 1,5–2,0 м от поверхности почвы. Если принять продолжительность подачи воды на промывку 5 суток, а перерывы в подачах 3 суток, начало промывки 1 декабря, то можно составить календарь промывок засоленного участка. Подача воды из оросителя в чек производится расходом 10–15 л/с из одного водовыпуска. Воду подают в каждый чек самостоятельно, не допуская перепуска ее из чека в чек. Подача воды и перерывы в разовых промывных нормах проводят строго по утвержденному календарному графику.

Для составления графика необходимо определить расходы воды, подаваемые во временные оросители при разных поливных нормах. Площадь затопления за сутки находят по формуле:

$$\omega_{\text{сут}} = \frac{\omega_{\text{уч.б}}}{T} = \frac{200}{5} = 40 \text{ га},$$

где $\omega_{\text{уч.б}}$ — площадь промываемого участка, га;

T — продолжительность подачи воды на промывку, сут.

Общее число оросителей на участке будет равно:

$$n = \frac{l_{\text{уч}}}{b_{\text{ор}}} = \frac{2000}{200} = 10,$$

где $l_{\text{уч}}$ — длина участка, м;

$b_{\text{ор}}$ — расстояние между оросителями, м.

Площадь, подведенная к оросителю, составит $\omega_{\text{ор}} = l_{\text{ор}} \times b_{\text{ор}} = 1000 \times 200 = 200000 \text{ м}^2 = 20 \text{ га}$.

Расход напорного трубопровода:

а) максимальный

$$Q_{\text{max}} = \frac{m_{\text{max}} \omega_{\text{сут}}}{1.86,4} = \frac{1500 \cdot 40}{1.86,4} \cong 690 \text{ л/с};$$

б) минимальный

$$Q_{\text{min}} = \frac{m_{\text{min}} \omega_{\text{сут}}}{1.86,4} = \frac{1200 \cdot 40}{1.86,4} \cong 560 \text{ л/с}.$$

Расход временного оросителя должен быть в пределах 100–150 л/с. Принимаем $Q_{\text{ор}} = 150 \text{ л/с}$. Отсюда число одновременно работающих временных оросителей будет равно $n_{\text{ор}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{ор}}} = \frac{690}{150} \cong 5$.

Зная время промывок, разовые промывные нормы, число одновременно работающих оросителей и расходы, можно составить календарь промывок (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

Календарь промывок засоленного участка

Сроки промывок	Промывные разовые нормы, м ³ /га	Расход воды трубопровода, л/с	Расходы воды (л/с), подаваемые во временные оросители									
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
1–5/ХП	1200	560	112	112	112	112	112	–	–	–	–	–
9–13/ХП	1400	650	130	130	130	130	130	–	–	–	–	–
17– 21/ХП	1400	650	–	–	–	–	–	130	130	130	130	130
25–29/ХП	1500	690	–	–	–	–	–	138	138	138	138	138

При промывке почв с большим содержанием натриевых солей может возникнуть опасность образования солонцового процесса, то есть наряду с вымыванием возможно вхождение натрия в почвенный поглощающий комплекс. В таких случаях перед промывкой рекомендуется вносить гипс.

Исходные данные к заданию:

$h = 1 \text{ м}$	$K_3 = 0,25$	$i_{\text{ср}} = 0,003$	$l_{\text{ор}} = 800 \text{ м}$
$d = 1,3 \text{ г/см}^3$	$K_{\text{пр}} = 120 \text{ м}^3/\text{т}$	$l_{\text{к}} = 2000 \text{ м}$	$Q_{\text{ор}} = 150 \text{ л/с}$
$\gamma_{\text{нв}} = 23 \%$	$m_{\text{н}} = 1100 \text{ м}^3/\text{га}$	$\omega_{\text{уч.б}} = 250 \text{ га}$	начало промывки 23.11
$\gamma_{\text{ф}} = 14 \%$	$h_{\text{кр}} = 2,1 \text{ м}$	$T = 5 \text{ сут}$	
$z_{\text{исх}} = 0,6 \%$	$h_{\text{а}} = 0,7 \text{ м}$	$l_{\text{вч}} = 2500 \text{ м}$	
$z_{\text{д}} = 0,3 \%$	$l_{\text{д}} = 2000 \text{ м}$	$b_{\text{ор}} = 250 \text{ м}$	

ОЧИСТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД

Хозяйственно-бытовые сточные воды (сток из жилых домов, бань, прачечных) содержат много органических веществ и микроорганизмов, в том числе болезнетворных. Поэтому перед сбросом стоков в естественные водотоки или водоемы производится механическая или биологическая их очистка. При *механической* их очистке сточные воды освобождаются от крупных плавающих предметов, взвесей и таким образом осветляются. Для этого используются решетчатые и песчаные фильтры, отстойники. Уничтожение болезнетворных бактерий, оставшихся в осветленных стоках, осуществляется добавлением раствора хлорной извести.

При *биологической* очистке сточные воды подвергают действию микроорганизмов и сложным процессам окисления, в результате чего минерализуются содержащиеся в стоках органические загрязнения и уничтожаются болезнетворные бактерии. Биологическая очистка может быть *искусственной* и *естественной*. При *искусственной* очистке стоки пропускают через искусственные емкости, заполненные щебнем, галькой, шлаком, коксом и другими фильтрующими материалами. Сточные воды, пройдя через фильтрующую засыпку, полностью освобождаются от взвешенных и коллоидных веществ и микроорганизмов, но в них может оставаться микрофлора и яйца гельминтов. В сельских населенных пунктах более целесообразна *естественная* биологическая очистка сточных вод. При этом стоки подаются в земляные пруды-отстойники, на поля фильтрации и сельскохозяйственные поля орошения.

В прудах-отстойниках жидкие стоки самоочищаются за счет жизнедеятельности растительного и животного планктона. Наиболее интенсивное самоочищение в биологических прудах происходит в теплое время года. Расчетная нагрузка пруда-отстойника составляет примерно 1000 м³/сут сточных вод на 1 га пруда.

На полях фильтрации сельскохозяйственные культуры не выращиваются. Они служат только для очистки сточных вод. Их устраивают на хорошо фильтрующих песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах не ближе 500 м от водоисточников и 1000 м от жилых массивов с подветренной стороны. По периметру полей фильтрации необходимо предусматривать полосы зеленых насаждений из влаголюбивых культур шириной 10–20 м.

На сельскохозяйственных полях орошения происходит полная биологическая очистка сточных вод. На них выращиваются влаголюбивые кормовые культуры.

Утилизация сточных вод согласовывается со службами государственного контроля в области охраны природы, вод и здравоохранения.

Тема 6. Удобрительное орошение сточными водами

Исходные данные для организации орошения сточными водами

На песчаных почвах полей орошения, занятых многолетними травами, ожидается урожай зеленой массы $Y=400$ ц/га. Коэффициент водопотребления $K_v=15$ м³/ц. Глубина увлажняемого слоя $h=1$ м. Песчаные почвы имеют объемную массу $d=1,6$ г/см³, наименьшая влагоемкость $\gamma_{нв}=15\%$, минимально допустимая влажность $\gamma_{ноп}=10\%$ массы сухой почвы. Для орошения используют городские сточные воды с содержанием в них азота 40, фосфора 5 и калия 10 г/м³. Для азота (N) коэффициент усвояемости $K_v=0,6$; для фосфора (P₂O₅) – $K_v=0,5$ и для калия (K₂O) – $K_v=0,8$. За период вегетации выпадают осадки в количестве $O=100$ мм. Коэффициент использования осадков $K_o=0,7$.

Оросительные и поливные нормы

Объем городской сточной воды дают из расчета потребности растений в азоте. Недостающие питательные элементы (фосфор и калий) пополняют внесением минеральных удобрений, а недостаток влаги до полного суммарного водопотребления определяют как норму подачи чистой воды из реки, пруда или другого источника орошения.

Норму орошения из условий удовлетворения сельскохозяйственной культуры водой без учета запасов воды в почве за счет осенне-зимней влагозарядки определяют по формуле:

$$M_{ор} = K_v \times Y - K_o \times 10 \times O = 15 \times 400 - 0,7 \times 10 \times 100 = 6000 - 700 = 5300 \text{ м}^3/\text{га},$$

где K_o – коэффициент использования осадков.

Максимальную поливную норму рассчитывают по зависимости:

$$m_{\max} = (W_{\text{воп}} - W_{\text{ноп}}) = 100 \times h \times d \times (\gamma_{нв} - \gamma_{ноп}) = 100 \times 1 \times 1,6 (15 - 10) = 800 \text{ м}^3/\text{га}.$$

$$\text{Тогда число поливов } n = \frac{5300}{800} = 6,6, \text{ принимаем } n=7.$$

По числу поливов уточняют среднюю поливную норму:

$$m_{\text{ср}} = \frac{5300}{7} \cong 750 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Для определения оросительной нормы при поливе сточной водой надо знать вынос основных питательных веществ урожаем многолетних трав с 1 га. Урожай зеленой массы 400 ц/га в пересчете на сено составит у сена $400 \times 0,16 = 64$ ц/га. Вынос питательных веществ (прил. 3) составит: N=1,72 %; P₂O₅=0,48 %; K₂O = 1,49 %. Следовательно, с урожаем многолетних трав (6400 кг/га) азота выносятся: $\frac{6400 \cdot 1,72}{100} = 110$ кг/га, фосфора

$$\frac{6400 \cdot 0,48}{100} = 30,7 \text{ кг/га, калия } \frac{6400 \cdot 1,49}{100} = 95 \text{ кг/га}.$$

Не все количество питательных веществ, содержащихся в сточных водах, доступно растениям. Для определения доступного количества питательного элемента в 1 м³ сточной воды необходимо полное содержание этого элемента в 1 м³ сточной воды умножить на коэффициент усвояемости. Расчеты сводят в табл. 10.

Т а б л и ц а 1 0

Усвояемое количество питательных веществ (NPK), содержащихся
в 1 м³ сточной воды

Питательные элементы	Полное содержание, кг/см ³	Коэффициент усвояемости	Усвояемое содержание, кг/м ³
N	0,040	0,6	0,0240
P ₂ O ₅	0,005	0,5	0,0025
K ₂ O	0,010	0,8	0,0080

Оросительную норму сточной воды из условий компенсации выноса каждого питательного элемента определяют как частное от деления количества, вынесенного с урожаем определенного элемента питания на усвояемое содержание его в 1 м³ сточной воды:

$$\text{по азоту } M_{\text{ор}} = \frac{110}{0,024} = 4583 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$\text{по фосфору } M_{\text{ор}} = \frac{30,7}{0,0025} = 12280 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$\text{по калию } M_{\text{ор}} = \frac{95}{0,008} = 11850 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Из условий обеспечения потребности многолетних трав в азоте оросительную норму сточной водой принимаем $M_{\text{ор}} = 4600 \text{ м}^3/\text{га}$. Недостающие количества фосфора и калия вносят в форме минеральных удобрений.

Количество фосфорных удобрений, которое необходимо внести в почву, определяют следующим образом: $M_{\text{ор}}(\text{по фосфору}) - M_{\text{ор}}(\text{по азоту}) = 12280 - 4600 = 7680 \text{ м}^3/\text{га}$. В этом количестве сточной воды содержится в доступной для растений форме $\text{P}_2\text{O}_5 = 7680 \times 0,0025 = 19,2 \text{ кг/га}$.

Количество калийных удобрений составит $M_{\text{ор}}(\text{по калию}) - M_{\text{ор}}(\text{по азоту}) = 11850 - 4600 = 7250 \text{ кг/га}$. В этом количестве сточной воды содержится в доступной для растений форме $\text{K}_2\text{O} = 7250 \times 0,008 = 58 \text{ кг/га}$.

Таким образом, при поливе сточной водой возникает необходимость в дополнительном внесении минеральных удобрений в количестве: $\text{P}_2\text{O}_5 - 19,2$, $\text{K}_2\text{O} - 58 \text{ кг/га}$. Недостаток сточной воды для покрытия водопотребления культуры компенсируется чистой водой $M_{\text{ч.в.}} = M_{\text{ор}} - M_{\text{ст}} = 5300 - 4600 = 700 \text{ м}^3/\text{га}$, где $M_{\text{ч.в.}}$ – оросительная норма чистой речной воды.

Поливная норма чистой воды с учетом того, что последние два полива можно объединить в один и провести его в период влагозарядки сточной водой без добавления чистой воды составит:

$$m_{\text{ч.в.}} = \frac{M_{\text{ч.в.}}}{n_1} = \frac{700}{5} = 140 \text{ м}^3/\text{га}, \text{ принимаем } m_{\text{ч.в.}} = 150 \text{ м}^3/\text{га},$$

где n_1 – число поливов без двух последних, $n_1 = 7 - 2 = 5$.

Суммарная поливная норма каждого из пяти поливов будет равна: $\Sigma m = m_{\text{ст}} + m_{\text{ч.в.}} = 750 + 150 = 900 \text{ м}^3/\text{га}$.

Расположение оросительной сети на плане

Стационарная оросительная сеть (рис. 4) на полях орошения закрытая. Насосная станция подает воду в магистральный трубопровод, который транспортирует ее к отдельным участкам орошаемого массива. От магистрального трубопровода отходят распределительные трубопроводы, которые подают воду в полевые трубопроводы. Они транспортируют ее по полю и через гидранты подают в поливные металлические трубопроводы с помощью гибкого шланга. Из поливного трубопровода вода поступает на полосу напуска. Валики по границам полос устраивают валикоделателем $\text{ВУ}=0,7$. Полосы направляют длинной стороной по наибольшему уклону. По нижним границам полей севооборота устраивают оградительные валики, которые служат в качестве концевых перемычек. Сбросная вода собирается у оградительного валика в пониженной части поля и отводится через водовыпуски.

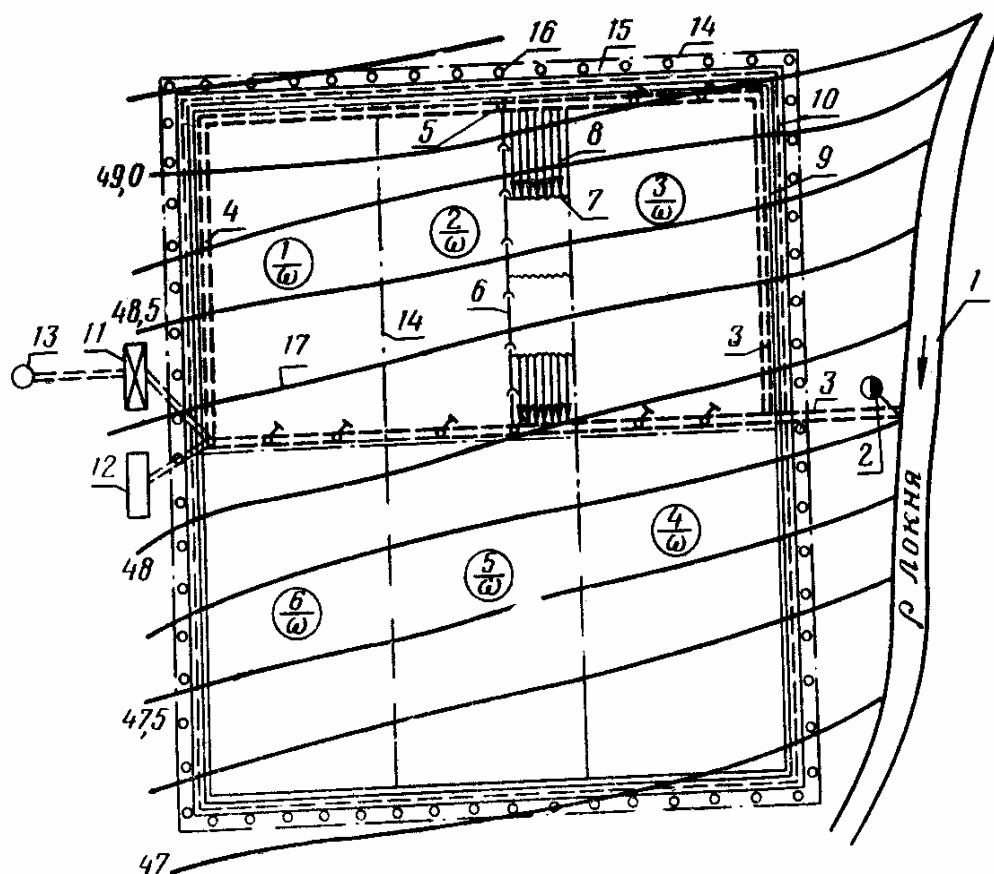


Рис. 4. Расположение в плане полей орошения:

- 1 – водоисточник; 2 – насосная станция; 3 – трубопровод для чистой воды;
- 4 – трубопровод для сточной воды; 5 – гидрант; 6 – разборный трубопровод;
- 7 – поливной шланг; 8 – поливные полосы; 9 – низовой оградительный вал;
- 10 – дорога; 11 – очистные сооружения; 12 – пруд-накопитель; 13 – источник сточной воды; 14 – граница поля; 15 – буферная полоса; 16 – лесная полоса

Организация полива сточными водами

Сточная вода поступает на поля орошения непрерывно. В ночное время воду направляют в регулирующие емкости или распределяют с помощью заранее отрегулированных поливных трубопроводов и поливной сети.

Поливальщик должен так отрегулировать воду, чтобы она автоматически распределялась между полями с помощью трубопроводов, а на полях – по полосам. Дальнейшая работа поливальщика состоит в перемещении трубопроводов на новые позиции, присоединении их к гидранту и в регулировании подачи ее в полосы.

Особенности агротехники при поливе сточными водами

К особенностям агротехники при поливе сточными водами следует отнести: подбор культур для орошения, тщательное выравнивание орошаемого участка, глубокую пахоту и регулярное внесение извести на поля.

На полях орошения большее место должны занимать многолетние травы, они нужны для восстановления агрегатности почвы; теряющейся под воздействием приносимой в стоке поваренной соли (NaCl) и заиления. Обязательная планировка обеспечит равномерность полива и устранил сброс воды за пределы орошаемой территории. Глубокая пахота увеличивает влагоемкость почвенного горизонта. Вспашку проводят оборотными или безотвальными плугами, чтобы не было разъемных борозд и свальных гребней.

Задание на орошение сточными водами:

Сено люцерновое: $Y=320$ ц/га, влажность 19 %; $K_b=32$ м³/ц; $h=0,9$ м; $d=1,3$; $\gamma_{\text{нв}}=16$ %; $\gamma_{\text{ноп}}=7$ %; $O=138$ мм; $K_o=0,8$.

ОСУШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Планирование мероприятий по осушению земель необходимо проводить после тщательного изучения характеристики почв, причин их переувлажнения и типов водного питания.

Переувлажненные земли подразделяют на три типа: *болота, заболоченные и минеральные избыточно увлажненные земли.*

Болото – участок земли, находящийся в постоянно переувлажненном состоянии, покрытый специфической влаголюбивой растительностью и слоем торфа более 0,3 м.

Заболоченные земли – участки с длительным переувлажнением со слоем торфа менее 0,3 м.

Минеральные избыточно увлажненные земли – это территории с отсутствием торфа. По степени продолжительности переувлажнения они подразделяются на постоянно и временно переувлажненные.

Причины переувлажнения могут быть весьма разнообразными: неравномерное выпадение осадков, вызывающее периодическое переувлажнение почв; высокое стояние грунтовых вод и подпитка корнеобитаемого слоя со стороны грунтово-напорных вод; скопление воды в пониженных участках рельефа, продолжительное стояние паводковых вод в поймах рек и низменностях; наличие слабопроницаемых слоев грунта на поверхности или на небольшой глубине; медленное оттаивание глубоко промерзшей почвы; высокое стояние уровней воды в речной сети, водоемах, водохранилищах и т.д.

На основании анализа причин переувлажнения земель устанавливается основной источник переувлажнения – тип водного питания (ТВП) избыточно увлажненной территории. Выделяют пять типов водного питания: *атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, склоновый и намывной.* Количественную оценку ТВП дают на основе водобалансовых расчетов. Водобалансовым расчетом устанавливают объем избытков влаги в корнеобитаемом слое за вегетацию или по отдельным периодам вегетации (месяцам, декадам).

Требования сельскохозяйственных культур к водному режиму почв

Для нормального развития сельскохозяйственных культур кроме питательных веществ и света необходимо оптимальное количество влаги, воздуха и тепла. Избыток влаги в почве приводит к недостатку воздуха. При содержании воздуха в почве менее 15–20 % снижается газообмен и количество кислорода, необходимого для разложения органического вещества. Происходит развитие анаэробных процессов, ухудшение физико-химических свойств почв (возрастает кислотность почвы, начинается оглеение. В

почве должен поддерживаться благоприятный водно-воздушный режим, который характеризуется оптимальной аэрацией и влажностью почвы, нормой осушения, допустимой продолжительностью затопления и подтопления.

Методы и способы осушения

Метод и способ осушения определяются на основании анализа причин переувлажнения и установления основного типа водного питания, а также с учетом результатов расчетов водного баланса и планируемого использования участка земель.

Метод осушения – это комплекс гидротехнических, агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на ликвидацию причин переувлажнения мелиорируемых земель.

Способы осушения определяют систему конкретных гидромелиоративных, агро-мелиоративных и других устройств, с помощью которых технически решается задача ликвидации переувлажнения почвенного слоя, а также создания в нем необходимого водно-воздушного режима для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Основные методы и способы осушения переувлажненных земель приведены в табл. 11.

Выбор того или иного способа осушения или комплекса способов определяется: принятым методом или несколькими методами осушения; намечаемым сельскохозяйственным использованием осушаемой площади; водопроницаемостью почвогрунтов; технико-экономическими соображениями.

Если расчеты водного баланса корнеобитаемого слоя показали, что в отдельные периоды вегетации будет наблюдаться недостаток влаги, то методы и способы осушения участка должны предусматривать мероприятия по дополнительному увлажнению почв (подпочвенное увлажнение путем шлюзования, дождевание). Элементы осушительно-увлажнительных систем увязываются между собой таким образом, чтобы они служили как для интенсивного осушения во влажные периоды, так и для увлажнения в засушливые периоды.

Осушительная система – комплекс инженерных сооружений и устройство для улучшения водного режима переувлажненных земель

Способы осушения включают гидротехнические средства, агро-мелиоративные мероприятия, противоэрозийные мероприятия, а также агротехнические приемы. Выбор способа осушения производится на основе технико-экономических расчетов. Способ осушения определяет принципиальную схему и конструкцию основного элемента осушительной сети – ее регулирующей сети.

Т а б л и ц а 11

Методы и способы осушения земель в зависимости от типов водного питания

Природная приуроченность земель 1	Метод осушения 2	Способ осушения 3
	Атмосферное питание	
Плоские равнины с малыми уклонами и западинами, суглинки с глубоким залега- нием грунтовых вод, верхо- вые болота	Ускорение поверхностного стока	Устройство открытых каналов (собирателей), искусствен- ных ложбин, закрытых собирателей, планировка поверхно- сти, агромелиоративные мероприятия (выборочное бороз- дование, профилирование, грядование и гребневание поверхности, узкозагонная вспашка вдоль склона)
	Повышение инфильтрационной способности почв	Кротовый и щелевой дренаж, агромелиоративные мероприятия (глубокое рыхление, глубокая вспашка, рыхление подпахотного горизонта, кротование, глубокое мульчирование, известкование почвы, обработка химмелиорантами, пескование торфов, мероприятия по уменьшению глубины промерзания и ускорению от- таивания почвы)
Пески, супеси, редко суг- линки с неглубоким (0–1,5 м) залеганием уровней грунтовых вод, низинные и переходные болота	Грунтовое питание	
	Понижение уровней грунтовых вод	Устройство каналов (осушителей), закрытый материал- ный дренаж (систематический или выборочный), верти- кальный, кротовый и щелевой дренаж, углубление естест- венных дрен (реки, ручьи), кольматаж поверхности
	Перехват потока грунтовых вод Уменьшение притока грунтовых вод	Устройство ловчих каналов и дрен, береговой и вертикаль- ный дренаж. Устройство антифильтрационных завес, мероприятия по ограничению питания грунтовых вод (борьба с потерями воды в каналах и пр.), биологический дренаж

1	2	3
Грунтово-напорное питание		
Нижние части склонов, при-террасные части пойм, предгилитовые низменности, низинные болота; уровни напорных превышают уровни болотных вод	Понижение пьезометрических уровней То же за пределами объекта	Глубокий горизонтальный (открытый и закрытый) и вертикальный дренаж, разгрузочные скважины-усилители горизонтального дренажа Устройство водозаборов подземных вод, мероприятия по ограничению питания напорного водоносного горизонта
Склоновое питание		
Нижние части склонов со слабопроницаемыми почвами (глины, суглинки, развития эрозия)	Перехват склонного стока Уменьшение притока поверхностных вод извне	Устройство нагорных каналов и ложбин, перехватывающих дрен, защитных дамб Комплекс противозерозийных мероприятий на склоне (создание прудов, лиманов, лесонасаждений, вспашка зяби и пахота поперек склона, лункование почвы, повышение уровня агротехники и интенсивности использования земель, оструктуривание почв)
Намывное питание		
Современные поймы рек и озер, приморские низменности с длительным затоплением весной и летом	Ускорение руслового стока Защита от затопления Регулирование речного стока за пределами объекта	Регулирование рек-водоприемников (спрямление, углубление, уширение, расчистка русла) Обвалование рек, озер; устройство нагорно-ловчих каналов Устройство водохранилищ на реке и ее притоках, переброска части стока в бассейны другой реки, перехват притоков реки (озера) каналом со сбросом воды ниже объекта

Осушительная сеть состоит из элементов, правильная работа которых должна обеспечивать оптимальный мелиоративный режим на участке проектирования. В состав осушительной сети входят:

- регулирующая сеть;
- ограждающая сеть;
- проводящая сеть;
- гидротехнические сооружения, дороги, лесополосы, наблюдательные скважины, гидрометрические посты и пр.

Размещение осушительной сети в плане определяется схемой осушения. Перед выбором схемы осушения и размещением элементов осушительной сети в плане необходимо выбрать водоприемник для осушительной системы. Это может быть река, озеро или понижение местности способные своевременно и без подпора принять всю воду, поступающую из осушительной системы.

Регулирующая сеть первой принимает избыточные поверхностные и подземные воды и отводит их в проводящую сеть. Регулирующая сеть по принципу действия подразделяется на: закрытые и открытые осушители, понижающие уровень подземных вод в требуемые сроки; закрытые и открытые собиратели, отводящие в расчетное время избыточные поверхностные воды. Выбор конструкции осушительной сети зависит от типа водного питания, от выращиваемой сельскохозяйственной культуры, и основывается на опыте эксплуатации существующих осушительных систем:

Тип водного питания	Сельскохозяйственные культуры	Регулирующая сеть
Грунтовый	Травы	Открытые осушители
	Кроме трав	Закрытые осушители
Атмосферный, намывной	Травы	Открытые собиратели
	Кроме трав	Закрытые собиратели

Открытую регулирующую сеть применяют в основном для осушения естественных сенокосов без использования их под выпас, при содержании в грунтовых водах более 10–14 мг/л закисного железа, для предварительного осушения болот с близким залеганием грунтовых вод с последующим выполнением культуртехнических работ и строительством закрытого дренажа, для осушения низинных болот, подстилаемых на глубине 1,5–2,5 м хорошо водопроницаемыми почвогрунтами с коэффициентами фильтрации более 1 м/сут. при уклонах поверхности менее 0,001, на почвогрунтах с наличием на глубине менее 1 м скальных пород и большого количества камней.

Закрытая регулирующая сеть – обязательный способ осушения земель под полевые и овощекормовые севообороты, технические культуры, сады,

ягодники и пастбища (за исключением районов Севера). Различают дренажную закрытую осушительную сеть, понижающую уровень инфильтрационных, грунтовых и грунтово-напорных вод, собирательную, обеспечивающую отвод воды с поверхности поля и из пахотного слоя, а также сеть кротовых и щелевых дрен. Основным конструктивным элементом закрытой регулирующей сети (как закрытых осушителей, так и закрытых собирателей) являются дрены. В качестве дрен применяют пластмассовые перфорированные трубы или гончарные трубки. Основным отличием конструкции закрытого собирателя от конструкции закрытого осушителя является наличие хорошо проницаемого объемного фильтра. В качестве объемного фильтра в закрытых собирателях применяют траншейную засыпку, для изготовления которой, используют смесь грунта подпахотных горизонтов с крупнозернистым песком или мелким гранитным гравием, а также песчано-гравийную смесь.

Дренажную сеть устраивают при осушении болот, минеральных земель при коэффициенте фильтрации более 0,01 м/сут. с грунтовым и грунтово-напорным, смешанным и намывным питанием. Сеть закрытых собирателей делают при осушении минеральных слабоводопроницаемых почвогрунтов атмосферного типа водного питания при коэффициенте фильтрации 0,01 м/сут. и менее.

Для закрытого горизонтального дренажа следует применять безнапорные неметаллические трубы, которые должны выдерживать давление грунта, временную нагрузку от сельскохозяйственных машин и быть стойкими к воздействию агрессивной среды.

Закрытый осушитель представляет собой траншею, на дно которой укладывают гончарные или перфорированные пластмассовые трубы. Трубы засыпают вынутым из траншеи грунтом. Перед засыпкой дренажные трубы оборачивают геотекстилем. Иногда для улучшения работы закрытого осушителя вокруг трубы создают объемный фильтр из песчано-гравийной смеси. Основное назначение закрытых осушителей – обеспечить понижение уровня грунтовых вод до нормы осушения.

Расположение в плане закрытых осушителей зависит от уклона поверхности земли. Применяют две схемы осушения в плане: продольную – при уклоне поверхности земли меньше 0,003 и поперечную – при уклоне поверхности земли больше 0,003.

При **продольной** схеме закрытые осушители прокладываются по направлению максимального уклона поверхности земли перпендикулярно горизонталям и впадают в закрытые коллекторы с одной стороны. Коллекторы прокладываются параллельно или под острым углом к горизонталям поверхности земли. Закрытые осушители не должны впадать в открытый канал или водоприемник потому, что в этом случае потребуется большее количество устьевых сооружений (рис. 5).

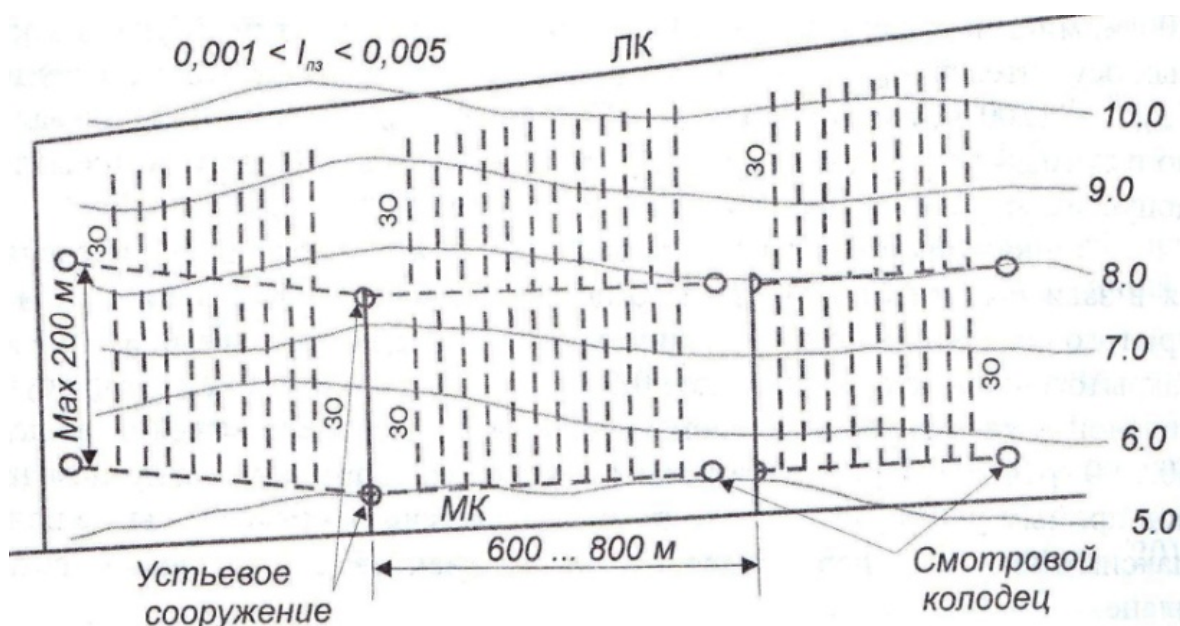


Рис. 5. Продольная осушительная сеть

При **поперечной** схеме трассы закрытых осушителей прокладываются параллельно или под острым углом к горизонталям поверхности земли. Закрытые осушители впадают в закрытые коллекторы с двух сторон. Трассы закрытых коллекторов прокладывают по возможности по тальвегам поверхности земли или минерального дна болота для обеспечения двухстороннего впадения закрытых коллекторов и осушителей.

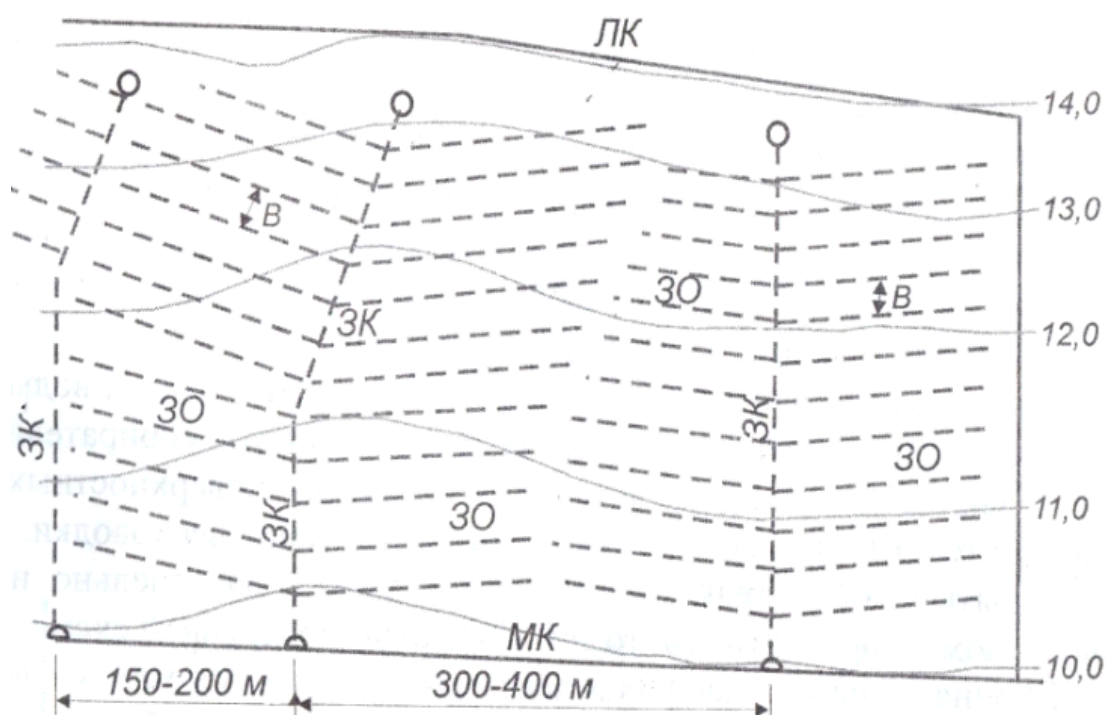


Рис. 6. Поперечная осушительная сеть

Закрытый собиратель представляет собой траншею, на дно которой укладывают гончарные или перфорированные пластмассовые трубы. Трубы засыпают хорошо водопроницаемым материалом слоем не менее 0,4 м, создавая над трубой объемный фильтр, который с внешней стороны оборачивается геотекстилем для предотвращения заиливания. В закрытые собиратели поступают поверхностные воды, воды из пахотного слоя и из подстилающих его грунтов.

Закрытые собиратели располагаются только параллельно или под острым углом к горизонталям, то есть только по поперечной схеме.

Сеть кротовых и щелевых дрен устраивают, как правило, для усиления осушающего действия дренажа и закрытых собирателей. Кротовые и щелевые дрены относятся к беструбчатым конструкциям.

Кротовая дрена представляет цилиндрическую полость в грунте, образованную при протаскивании на глубине 0,5–0,8 м специального орудия – дренера. Его диаметр 5–7 см для минеральных грунтов и 12–15 см для торфяных. Расстояние между кротовыми дренами обычно назначают 6–10 м. Их прокладывают под углом 60° – 90° по отношению к трубчатому дренажу или открытой сети (рис. 7).

Кротовый дренаж применяют на слабоводопроницаемых кротоустойчивых грунтах при отсутствии камней. На торфах его прокладывают при степени разложения торфа менее 45 %, мощности торфяной залежи более 0,8 м и отсутствии погребенной древесины.

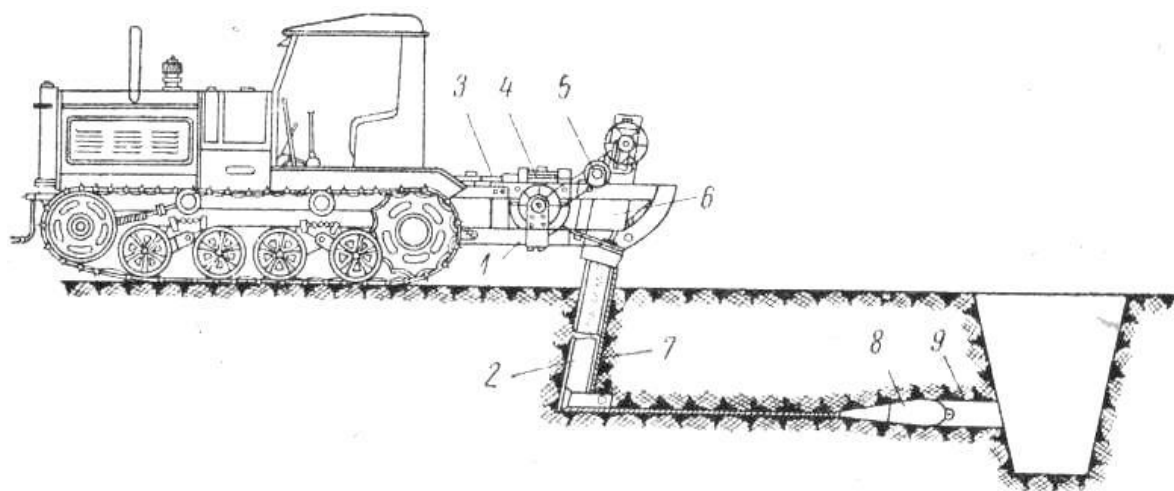


Рис. 7. Кротово-дренажная машина ДКН-2:

1 – рама; 2 – нож; 3 – редуктор; 4 – передаточный вал; 5 – автоматический подъемный механизм ножа; 6 – кожух ножа; 8 – дреномер; 9 – устье дрены

Щелевые дрены устраивают путем разработки в грунте щелей, обычно треугольной формы, основанием вниз. Щели нарезают глубиной 0,8–1,0 м. Ширина щели понизу около 15 см. Щелевые дрены рекомендуются при предварительном осушении болот, в том числе с наличием погребенной древесины, при степени разложения торфа менее 45 % и мощности

торфяной залежи более 1,2 м. Щели нарезают, как правило, по перекрестной схеме. Щели-коллекторы, имеющие выход в открытую сеть, нарезают перпендикулярно осушительным каналам через 100–150 м. Обычно их длина не более 500 м. Параллельно открытой сети нарезают щелевые дрены через 8...10 м. Дно кротовых и щелевых дрен для повышения их устойчивости в процессе оттока воды должно иметь продольный уклон (как и трубчатых дрен).

Ограждающая сеть необходима для перехвата воды, поступающей с водосбора.

Для перехвата грунтовых вод применяют **ловчие каналы**, головной перехватывающий дренаж или ряд ограждающих вертикальных скважин. Ловчий канал располагают поперек грунтового потока в местах, где грунтовые воды залегают неглубоко. Поперечное сечение канала делают симметричным.

Для перехвата поверхностных вод устраивают нагорные каналы. Поперечное сечение нагорного канала делают несимметричным, в связи с поступлением поверхностных вод по верховому откосу.

Проводящая сеть принимает из регулирующей и оградительной сети и своевременно отводит с осушаемой площади в водоприемник избыточные поверхностные и грунтовые воды.

Открытая проводящая сеть. Для обеспечения приема воды из регулирующей сети и быстрейшего отвода ее за пределы осушаемой площади проводящие каналы должны проходить по пониженным элементам рельефа осушаемой площади и по кратчайшему пути подходить к водоприемнику.

Осушение открытыми каналами

Открытую осушительную сеть применяют при всех типах водного питания. Это наиболее простой и дешевый способ осушения болотных и избыточно увлажненных минеральных почв. Открытой сетью осушают естественные сенокосы, пойменные затапливаемые земли, леса, торфяные месторождения, а также почвы с большим содержанием закисного железа в грунтовых водах (более 14 мг/л).

Недостатки осушения открытыми каналами – низкий коэффициент земельного использования (до 0,85–0,90), затруднения в механизированной обработке почвы, необходимость в строительстве значительного количества переездных сооружений и др. На территории со сложным рельефом и при уклонах местности более 0,001 осушение каналами малоэффективно и не рекомендуется.

По расположению на плане местности регулирующая сеть может быть систематической и выборочной.

Систематическая сеть проектируется при равнинном, однородно-уклонном рельефе местности. Каналы располагают равномерно, с одинаковым расстоянием между ними по всему участку.

Выборочная сеть устраивается из каналов, предназначенных для осушения отдельных переувлажненных участков – низин, замкнутых понижений, мест выклинивания грунтовых вод и т.д. Каналы устраиваются по тальвегам местности.

По принципу осушительного действия каналы регулирующей сети делятся на осушители и собиратели. Назначение осушителей своевременно понижать уровень грунтовых вод до требуемой нормы осушения. Собиратели служат в основном для своевременного перехвата и отвода поверхностных вод. Их применяют в основном при экстенсивном использовании осушаемой территории (при осушении сенокосов, лесов и др.). Они проектируются только поперек направления движения поверхностных вод.

При осушении земель тяжелого механического состава собиратели предусматривают в сочетании с устройством ложбин стока, кротового дренажа, выборочного бороздования и другими агромелиоративными и агротехническими мероприятиями.

На плане регулируемую сеть необходимо располагать по возможности под острым углом к горизонталям (гидроизогипсам), стремиться к параллельному расположению каналов по отношению друг к другу и границам землепользователей, полей. Сопряжение каналов с проводящей сетью должно быть близким к перпендикулярному или под углом 75–90° к направлению движения потока воды в водоприемнике (реке, магистральном канале).

При сельскохозяйственном использовании осушаемых земель основные параметры осушительной системы определяются согласно следующим рекомендациям. Расстояние между каналами систематической открытой осушительной сети рассчитывается по различным зависимостям (в зависимости от природно-геологических и др. условий) или принимается по рекомендациям (табл. 12).

Длина открытых осушителей и собирателей принимается в пределах 700–1500 м. При осушении участков неправильной (сложной) конфигурации в виде исключения допускается длина каналов менее 700 м.

Таблица 12

Расстояния между каналами-осушителями, м

Угодья	Торф			Суглинок		Супесь	Песок
	низинный	переходный	верховой	средний	легкий		
Много-летний луг	100–150	100–125	75–100	75–100	100–125	125–150	100–400
Пашня или пастбище	75–125	75–100	50–100	50–100	75–100	100–125	100–300

Глубина каналов назначается из условий обеспечения необходимой нормы осушения (минимальная для минеральных почв – 1 м, для торфяных – 1,2 м; максимальная для мелких каналов-осушителей – до 1,4–1,5 м). Минимальный уклон для каналов должен быть не менее 0,0003 (при плоском рельефе – 0,0002). Оптимальным считается уклон 0,0005–0,0008. Максимальное значение уклона обосновывается результатами гидравлического расчета, чтобы не было размывающей скорости движения потока воды в канале.

Поперечное сечение открытых осушителей и собирателей, принимается трапецеидальной формы. Коэффициенты заложения откосов для торфа, глин, суглинков тяжелых – 1,0–1,25; суглинков легких, супесей – 1,25–1,5; песков крупно- и мелкозернистых, пылеватых – 1,5–2,0. Ширина по дну – 0,4–0,6 м.

Глубина каналов, принимающих воду из осушителей, должна быть на 0,2–0,3 м больше глубины осушителей. Проводящие каналы (транспортирующие) располагают по наиболее низким местам (по возможности перпендикулярно к горизонталям местности). Их размеры определяют гидравлическими расчетами. На рисунке 8 приводится пример составления схемы осушения торфоплощадок открытой сетью.

Осушение торфоплощадок осуществляется по схеме: оградительная сеть – нагорные каналы (НК); регулирующая сеть – картовые каналы (К – 1 и т.д.); проводящая сеть – валовые и магистральные каналы (ВК и МК); водоприемник (МК, река).

Длина картовых каналов 200–400 м. Уклоны каналов принимаются равными уклону местности по их трассе или несколько большими (0,003–0,005). Эксплуатационная глубина картовых каналов должна быть не менее 1,7–1,8 м.

Заложение откосов картовых каналов (m_k) – 0,25–0,35. Ширина по дну – 0,2–0,3 м (до 0,6). Расстояние между каналами для низинного торфа – 40 м, верхового – 20, переходного – 20–40 м.

Валовые каналы принимают воду от регулирующих картовых. Длина их допускается до 3000–4000 м. Уклоны должны быть в пределах 0,003–0,005. Глубина не менее 2,5 м и ниже дна картовых не менее чем на 0,5–0,7 м. Глубины каналов увязываются в вертикальной плоскости согласно схеме (рис. 8). Заложение откосов – 0,5, ширина по дну – 0,4–0,6 м. Расстояние между валовыми каналами определяется длиной картовых каналов.

Магистральный канал проектируется по наиболее пониженным участкам с уклоном в пределах 0,0003–0,001. Глубина должна быть больше глубины ВК на 0,6–0,7 м. Заложение откосов принимается от 0,5 для малоразложившихся торфов до 1,5 для хорошо разложившихся минеральных грунтов.

Предельное положение расчетных уровней воды в каналах составляет для МК на 0,4 м выше дна ВК, для ВК на 0,2 м ниже дна картового.

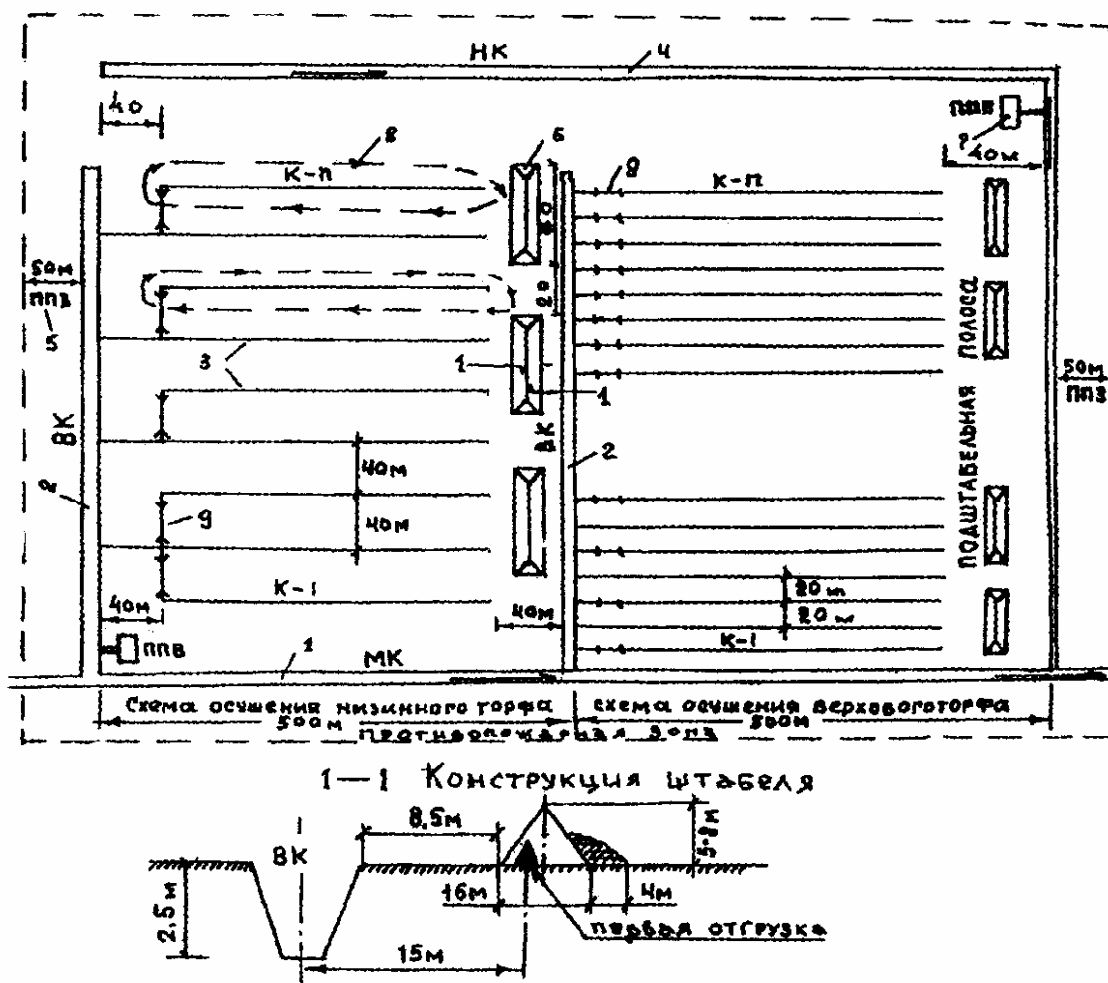


Рис. 8. Схема осушения торфяного месторождения:
 1 – водоприемник – МК; 2 – валовый канал – ВК; 3 – картовые каналы (К-1–К-п);
 4 – нагорный канал - НК; 5 – противопожарная зона (ППЗ); 6 – место
 складирования торфа (штабель); 7 – противопожарный водоем (ППВ);
 8 – схема движения торфоуборочной машины; 9 – трубчатый переезд

Устройство осушительной сети необходимо начинать за 1–2 года до промышленной заготовки торфа. При этом поверхность участка должна быть очищена от древесных остатков и тщательно спланирована.

Нормальной средней влажностью считается для низинного торфа 75–80 %; переходных и смешанных – 73–82 %; верхового на подстилку скоту – 83–84 %. При одинаковой интенсивности осушения хорошо разложившийся низинный торф обладает меньшей влагоемкостью, имеет меньшую влажность, чем верховой.

Цикл разработки торфа включает три стадии:

1. Фрезерование поверхности торфяной залежи и дробление торфа на крошку размером не более 2,5 см;
2. Сушка раздробленного слоя до требуемой влажности;
3. Уборка высушенной крошки в штабеля.

Цикл фрезерной добычи продолжается 2–3 дня. Через 2–3 цикла производится рыхление и выравнивание поверхности. Циклы повторяются.

Вывоз торфа осуществляется автотранспортом по дорогам, устроенным вдоль нагорных и магистральных каналов. Выработка торфа и складирование его в штабеля выполняется торфоуборочными бункерными комбайнами. Однако не исключается заготовка торфа при помощи бульдозера или грейдера (особенно на участках неправильной конфигурации).

На торфоплощадке должны быть предусмотрены противопожарные водоемы, а по периметру с внешней стороны – противопожарная полоса шириной не менее 50 м. Полоса засеивается невозгораемыми культурами (травосмесь на зеленую массу, капуста, свекла, картофель и др.).

Если после выработки торфа площадь планируется использовать под сельскохозяйственные культуры, то торф не должен выработываться до дна не менее чем на 0,5 м, а для прудового хозяйства – не менее чем на 0,15 м.

Осушение закрытым горизонтальным дренажем

При этом способе осушения избыточная вода с поверхности расчетного слоя почвы отводится по устроенным в подпочвенном слое полостям с заданным уклоном – *дренам*.

При устройстве закрытой осушительной сети повышается коэффициент земельного использования; исключаются препятствия при проведении механизированных сельскохозяйственных работ; упрощается эксплуатация систем; сокращается количество гидротехнических сооружений; существенно улучшается оперативность в управлении водным режимом. Закрытый дренаж эффективен при любых почвенно-рельефных условиях, где открытую систематическую сеть технически применять нельзя или экономически невыгодно.

Закрытый дренаж состоит из расположенных на определенной глубине и расстоянии друг от друга пустотных полостей, стенки которых укреплены тем или иным материалом (материальный дренаж) или остаются уплотненными незакрепленными (нематериальный дренаж) (рис. 9).

По отношению к поверхности земли дренаж бывает трех видов: *горизонтальный* – когда дрены и собиратели располагаются примерно параллельно поверхности земли; *вертикальный* – регулирующая сеть устраивается вертикально к поверхности земли (скважины, колодцы); *комбинированный* – сочетание горизонтального с вертикальным дренажем.

Закрытый дренаж применяют для осушения болот и избыточно увлажненных земель при коэффициенте фильтрации почвогрунтов более 0,01 м/сут. При грунтовом и грунтово-нагорном, смешанном и намывном водном питании. Закрытые собиратели устраивают при осушении слабопроницаемых грунтов атмосферного типа водного питания и коэффициенте фильтрации менее 0,01 м/сут.

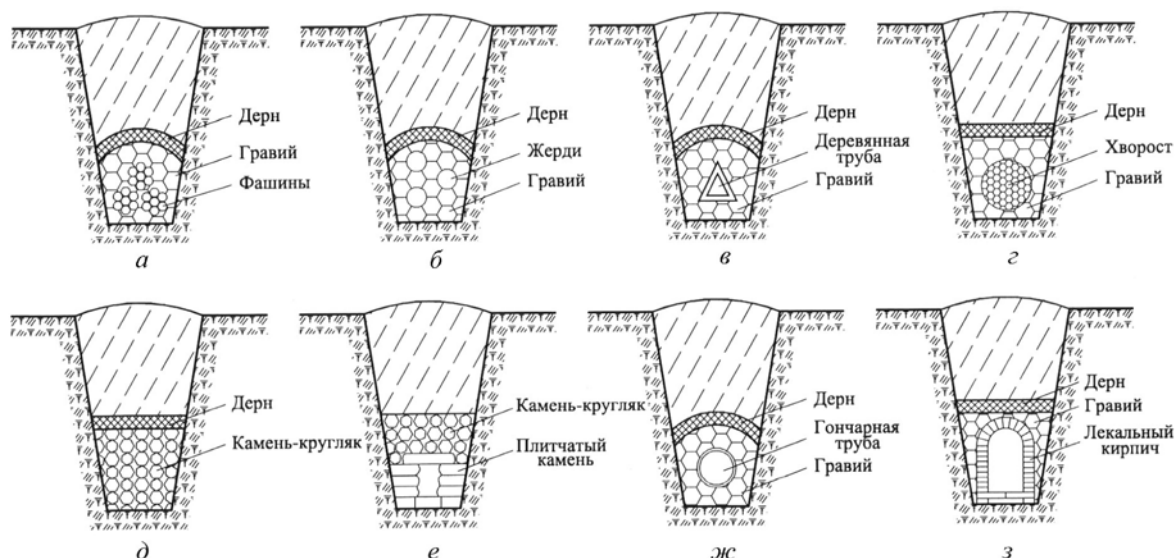


Рис. 9. Конструкции горизонтального лопевого и каменного лопежа:
а – фашиный; б – жерляной; в – кобобчатый; г – хвостостый;
д – из камня-кругляка; е – из плиточного камня; ж – из гончарных труб;
з – из лекального кирпича

Закрытый дренаж устраивается *траншейным* (ширина траншеи 50 см), *узкотраншейным* (ширина траншеи 12–30 см) и *бестраншейным* способом. Бестраншейный способ наиболее производительный. Он используется при укладке гибких (пластмассовых и др.) дренажных труб, устройстве кротового и щелевого дренажа.

Керамический дренаж устраивается траншейным способом. Для его устройства применяются трубы длиной 33 см. Согласно ГОСТу 8411-74 их изготавливают круглыми и многогранными по наружной поверхности с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 мм. Регулирующая сеть дренажа устраивается из труб диаметром 50, реже 75 мм, коллекторы – из труб больших диаметров (75–250 мм).

Пластмассовые дренажные трубы изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида и других пластмассовых материалов. Достоинства: легкость, технологичность в строительстве, лучшие технико-экономические показатели при их изготовлении и укладке дренажа. Наружный диаметр их составляет 50, 63, 75, 90, 110, 125 мм, толщина стенок – от 0,5 до 1,9 мм. Изготавливаются они гофрированными, спиральными или гладкостенными. Гофрированные трубы имеют длину 60–200 м и поставляются в бухтах. Гладкостенные с толщиной стенок до 3–4 мм применяют в основном для устройства коллекторной части дренажной сети. Поставляются в пачках (пакетах). Длина их колеблется от 5 до 12 м.

Соединение коллектора с дренажной без фасонных деталей осуществляется двумя способами – впритык или внахлест. Применение фасонных соединительных деталей сокращает затраты времени (в 2–5 раз), повышает прочность и надежность узловых соединений. Для этого применяются дренаж-

ные тройники, пластмассовые втулки, и угольники, керамические, фасонные трубы, соединительные муфты, переходники, заглушки и др. (их конструкции и применимость изучаются студентами на наглядном натурном материале во время занятий).

Для предотвращения механического заиливания дрен применяют различные *защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ)* – *органические* (мох, торф, солома и др.) и минеральные (песчано-гравийные смеси, шлаки, гранулированные отходы химической промышленности, искусственные стеклоткани, стеклохолсты и т.д.). Чтобы ЗФМ обеспечивали надежную работу дренажа, их коэффициент фильтрации должен превышать водопроницаемость песчаных грунтов не менее чем в 5, торфяных – в 10, тяжелых – в 20 раз.

Наиболее широкое применение получили рулонные искусственные ЗФМ (стеклохолсты, стеклоткани). А для пластмассовых труб – нанесение на их поверхность защитной бесшовной фильтрующей оболочки из волокнисто-пористого полиэтилена. Рулонные ЗФМ должны иметь коэффициент фильтрации не менее 20 м/сут. не пропускать частиц грунта размером более 0,05 мм.

Кротовый дренаж применяют на тяжелых (глинистых) и торфяных почвах в сочетании с керамическим, полиэтиленовым дренажем и открытыми каналами. Кротовые дрены устраиваются длиной 100–200 м с уклоном 0,003–0,005, глубиной 0,5–0,7 м, диаметром 6–8 см.

Щелевой дренаж устраивается на торфяных почвах. Длина щелевых линий – до 300 м. Расстояние между ними – 20–40 м, глубина – 0,7–0,9 м.

В состав закрытой осушительной системы входят, постоянная регулирующая сеть – дренаж, временная – кротовый и щелевой дренажи; проводящая и оградительная сеть; водоприемник; дороги и гидротехнические сооружения и т. д.

Основным элементом осушительной закрытой системы является регулирующая сеть. Она включает дрены и коллекторы.

Расположение закрытой осушительной сети на плане является одним из самых ответственных моментов проектирования дренажа и заключается в придании определенного направления дренажным линиям по отношению к рельефу местности.

Проектирование дренажных систем в плане начинается с водоприемника, оградительной и проводящей сети.

Оградительная часть мелиоративной системы (нагорно-ловчие каналы и дрены) проектируется по границе осушаемого участка с учетом направления движения поступающих на участок грунтовых и поверхностных вод.

Магистральный канал проектируется, как правило, по самому низкому месту участка. Магистральный канал необходимо устраивать в следующих случаях:

- а) при длине коллектора более 1000 м;

б) при уклоне поверхности земли менее 0,002 и невозможности дальнейшего заглубления коллекторов;

в) при больших водосборных площадях и, как следствие этого, больших диаметрах коллекторов (прокладывание коллекторов в две нитки экономически нецелесообразно);

г) из хозяйственных соображений (устройство водопоев для скота, противопожарные нужды и др.).

Закрытая проводящая сеть (коллекторы разных порядков) обычно проектируется по пониженным частям рельефа. При этом расстояние между коллекторами определяется допустимой длиной дрен и возможностью их двустороннего впадения в коллекторы. При расположении в плане необходимо, чтобы соблюдались следующие основные условия:

1. Уклоны дна дрен должны находиться в допустимых пределах (0,002–0,02). Наилучший уклон 0,006–0,008;

2. Глубина дрен на всем их протяжении должна как можно меньше отличаться от проектной ($\pm 0,2$ – $0,3$ м);

3. Дрены по мере возможности должны проектироваться перпендикулярно или под острым углом к направлению грунтового и поверхностного потоков.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд других факторов, а именно:

1. В плане дрены с коллекторами необходимо стремиться сопрягать под углом 90° . При невозможности обеспечить прямой угол впуск дрен в коллекторы следует осуществлять под углом не менее 60° ;

2. С целью уменьшения длины проводящей сети нужно стремиться к двустороннему вводу дрен в коллекторы, а коллекторов – в магистральный канал. При этом противолежащие дрены (коллекторы) должны смещаться минимум на 2 – 5 м относительно друг друга;

3. Каналы и закрытые коллекторы должны иметь минимальное количество поворотов и пересечений с дорогами и другими сооружениями. Дрены, как правило, проектируются без поворотов;

4. Следует избегать ввода одиночных дрен в открытые каналы;

5. Уклон для коллектора желательно проектировать одинаковым по всей длине или же увеличивающимся к устью;

6. Ловчие закрытые дрены предусматриваются при водосборных площадях менее 10–40 га. Во всех других случаях необходимо проектировать ловчие и нагорные каналы. Располагать их необходимо, как правило, по границам участка перпендикулярно к направлению грунтового и поверхностного потоков;

7. При проектировании дрен и коллекторов необходимо располагать их через пониженные точки местности, минуя отдельные возвышенности;

8. В местах резких поворотов коллектора (менее 120°), а также при сопряжении в одном месте нескольких коллекторов или изменении уклона коллектора устраивают смотровые колодцы (регуляторы).

Основными параметрами дренажной осушительной системы являются: глубина и длина дрен, коллекторов, каналов, расстояние между ними и их уклоны.

Минимальная глубина заложения дрен и собирателей принимается для глинистых и торфяных почв не менее 1,1 м, песчаных и супесчаных – 1 м, в локальных понижениях – не менее 0,8 м. Оптимальной считается глубина дрен в глинистых, суглинистых и торфяных грунтах – 1,2–1,3 м; в песчаных и супесчаных – 1,1–1,2 м.

Уклоны дрен, собирателей и коллекторов должны быть не менее 0,002. Оптимальными являются уклоны в пределах 0,008–0,015.

Расстояние между дренами обуславливается не только требуемой нормой осушения, но и многими другими факторами: гранулометрическим составом почв, видом культур, глубиной дрен, величиной испарения, расчетным временем понижения уровня грунтовых вод, величиной осадков, расположением водоупора и др.

Расстояние между дренами устанавливается расчетными зависимостями и корректируется опытными данными существующих осушительных систем, построенных в аналогичных условиях, и рекомендациями научно-исследовательских организаций.

Расстояние между дренами рекомендуется принимать: глина тяжелая – легкая – 8–15; суглинок тяжелый – легкий – 15–25; супесь – 25–30; песок – 30–50; торф – 20–40 м. Для лугопастбищных угодий к приведенным значениям необходимо добавлять 5–10 м.

Длина дрен принимается от 200 м (при среднем уклоне местности до 0,005) до 300 м (при уклоне более 0,005). Длина коллекторов: максимальная – 1200 м, оптимальная – 600–800 м. Менее 50 м дрена и коллекторы устраивать не рекомендуется, исключением являются частные огороды, садовые участки и фермерские сельскохозяйственные угодья. Оптимальный уклон дренажа – 0,005 – 0,015. Минимально допустимый – 0,002.

Осушение вертикальным дренажем

Вертикальный дренаж – один из способов гидромелиорации, позволяющий оперативно управлять водным режимом почв, экономно расходовать водные ресурсы, автоматизировать процессы регулирования почвенной влагой как при осушении, так и при увлажнении.

Осушение вертикальным дренажем осуществляется путем откачки воды насосами из специальных вертикальных колодцев-скважин, заложенных в водоносном слое, или путем самотечного отвода из напорного водоносного слоя. Воду отводят в ближайший искусственный (пруд, водоем,

водохранилище) или естественный водоприемник. Вода может использоваться также на увлажнение, орошение и другие хозяйственные нужды с забором непосредственно из скважин или искусственных водоприемников (водоемов-накопителей).

Целесообразность устройства системы вертикального дренажа определяется водохозяйственными и технико-экономическими расчетами на основе разрабатываемых вариантов.

Выбор площадей для проектирования систем вертикального дренажа осуществляется на основании имеющихся гидрогеологических карт района, отчетов по инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям и съемок, выполненных на данной и прилегающей территории.

Вертикальный дренаж целесообразен при осушении заболоченных котловин и плоских низменностей, удаленных от водоприемников. Осушение и регулирование грунтовых вод им производится на объектах грунтового и грундово-напорного водного питания, на постоянно подтапливаемых землях со стороны водоемов и водотоков.

Участки должны быть однородными с песчаными грунтами, торфами любой мощности, супесями и легкими суглинками мощностью до 2 м, развитыми на хорошо водопроницаемых песчаных отложениях. Вертикальный дренаж проектируется при условии мощности водоносного пласта (m) не менее 15 м, при коэффициенте фильтрации (k) более 5 м/сут. и проводимости водоносного пласта $T = k \times m$ более 150 м²/сут.

Системы вертикального дренажа подразделяются на *осушительные* и *осушительно-оросительные*. В состав системы входят: вертикальные скважины с насосно-силовым оборудованием, каналы, трубопроводы, водорегулирующие и переездные сооружения, насосные станции, линии электропередач, пункты и средства управления автоматики, телемеханики и связи. Осушительно-оросительные системы дополнительно включают дождевальные агрегаты, аккумулирующие бассейны и напорные трубопроводы.

Плановое расположение скважин вертикального дренажа необходимо увязывать с геологическим и гидрогеологическим строением, рельефом, границами мелиорируемого участка, применяемой дождевальной техникой, намечаемым сельскохозяйственным использованием мелиорируемых земель.

Вертикальные дренажные скважины – это первичные звенья мелиоративных систем. Скважины представляют собой глубокий колодец (выполняемый методом бурения), достигающий до мощного водоносного пласта и разрезающий его частично или полностью. Стенки укрепляются трубами (металлическими, асбестоцементными и др.). Глубина их зависит от геологического строения и обычно составляет 30–80 м. Скважины не должны закладываться на вторые и третьи водоносные горизонты или быть расположены глубже 80 м, если не имеется тесной гидравлической связи с поверхностными водами. Диаметр скважин 0,25–0,8 м. Они должны быть

высокодебитными – 30–100 л/с. Удельный дебит дренажных скважин (расход на 1 п.м. понижения уровня воды в скважине) составляет 4–5 л/с для суглинистых грунтов и 40–50 л/с для галечников. Дно скважины должно быть ниже глубины откачки на 3–5 м.

Расстояние между скважинами колеблется в среднем от 200 до 300 м, в отдельных случаях до 1000 м.

При фильтрационных расчетах групповой работы площадного дренажа необходимо учитывать их взаимное влияние друг на друга.

Организация поверхностного стока

В комплекс сооружений и мероприятий для организации стока и отвода поверхностных вод входят:

- ложбины, колодцы-поглотители, закрытые собиратели с фильтрующей засыпкой траншей, с установкой колонок-поглотителей или засыпкой траншей местами хорошо фильтрующим материалом (для отвода воды из замкнутых понижений в проводящую сеть) или водоемы-копани;

- водоемы-копани (для аккумуляции почвенного и дренажного стока при невозможности или экономической нецелесообразности строительства на объекте открытой проводящей сети);

- планировка поверхности мелиорируемых земель бульдозером и длиннобазовым планировщиком (для предотвращения застаивания поверхностных вод в понижениях местности);

- глубокое рыхление почв среднего и тяжелого механического состава (для улучшения водно-физических свойств и водно-воздушного режима этих почв) и др.

Ложбины стока прокладываются по наиболее низким элементам рельефа. Максимальная глубина ложбин 0,6 м, минимальная – 0,2 м, уклон более 0,002. Заложение откосов не менее 1:10, уклон дна – не менее 1,0 ‰, длина не более 400 м (при $i = 0,002 - 0,001$ не более 200 м).

Колодцы-поглотители желательно размещать по границам полей севооборотов, дорог, опор линий электропередач, чтобы не создавать помех при обработке мелиорируемых земель (рис. 10). Поверхность земли вокруг колодца срезается с таким расчетом, чтобы образовалось воронкообразное понижение в форме усеченного конуса с глубиной у стен колодца 0,25–0,30 м.

Для отвода воды из колодца-поглотителя необходимо предусматривать автономные коллекторы. Количество колодцев зависит от расчетного объема стока весеннего половодья и допустимого времени застоя воды на поверхности (10–16 суток).

Водоемы-копани сооружаются в качестве водоприемников для сброса поверхностного и дренажного стока главным образом при осушении земель с западинным рельефом, аккумуляции воды для противопожарных и бытовых нужд, отдыха, а также как природоохранные объекты.

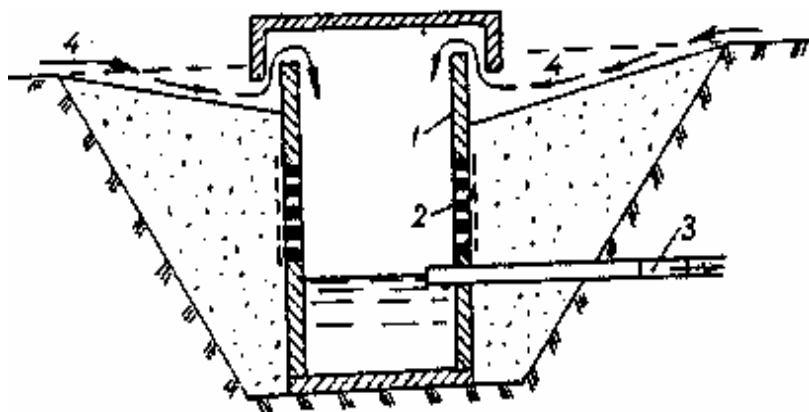


Рис. 10. Схема открытого колодца-поглотителя:
1 – железобетонная труба (в виде колец); 2 – отверстия с решеткой и фильтром;
3 – отводящий коллектор; 4 – направление движения поверхностной воды

Местоположение водоемов-копаней следует назначать с учетом комплексного использования водоемов, вблизи населенных пунктов, дорог, границ полей севооборотов.

Наиболее приемлемая форма водоема-копани в плане – прямоугольная. Длинную сторону водоема необходимо расположить в направлении вспашки полей. Может быть и овально-криволинейная, круглая и т.д. Форму водоема следует принимать в соответствии с формой понижения с целью уменьшения объема земляных работ при отрывке. Крепление откосов, как правило, осуществляется посевом трав. Для предохранения размыва откосов поверхностными водами по периметру водоема устраиваются ловчие канавки с воронками стока в понижениях рельефа, закрепленные сплошной одерновкой. По берегам водоема-копани организуются природоохранные прибрежные полосы и водоохранные зоны шириной не менее 20 м.

Глубина водоемов-копаней должна быть не более 3,0–3,5 м, чтобы избежать усложнения технологии производства работ. Рассчитывают его на объем весеннего стока 10 % обеспеченности.

Ликвидация (раскрытие) западин и понижений. Западины глубиной менее 0,15 м и площадью менее 0,03 га засыпают в процессе планировки длиннобазовым планировщиком. При большей площади предусматривается их засыпка привозным грунтом, или отвод воды из западин дренажем с фильтрующей засыпкой, или с помощью установки колонок-поглотителей.

Планировка мелиорируемых земель подразделяется на *строительную, послеосадочную и эксплуатационную*.

Строительная планировка включает снятие и буртование растительного слоя с последующей подвижкой его на спланированную площадь, засыпку старых ликвидируемых каналов, карьеров, ям, староречий; засыпку понижений, разравнивание кавальеров; выравнивание поверхности и т.д.

Послеосадочная планировка производится через 1–2 года после строительной и включает вспашку и разделку пласта, ликвидацию просадок, выравнивание поверхности.

Эксплуатационная планировка выполняется землепользователями ежегодно в качестве завершающей операции предпосевной обработки почвы.

Тема 7. Проектирование осушительно-оросительной системы

Заболоченный участок площадью 450 га расположен в пойме р. Карповки на землях одного из хозяйств Московской области (рис. 11). Почвы участка представлены средними и тяжелыми аллювиальными суглинками. Мощность среднесуглинистого слоя изменяется от 1,2 до 1,5 м.

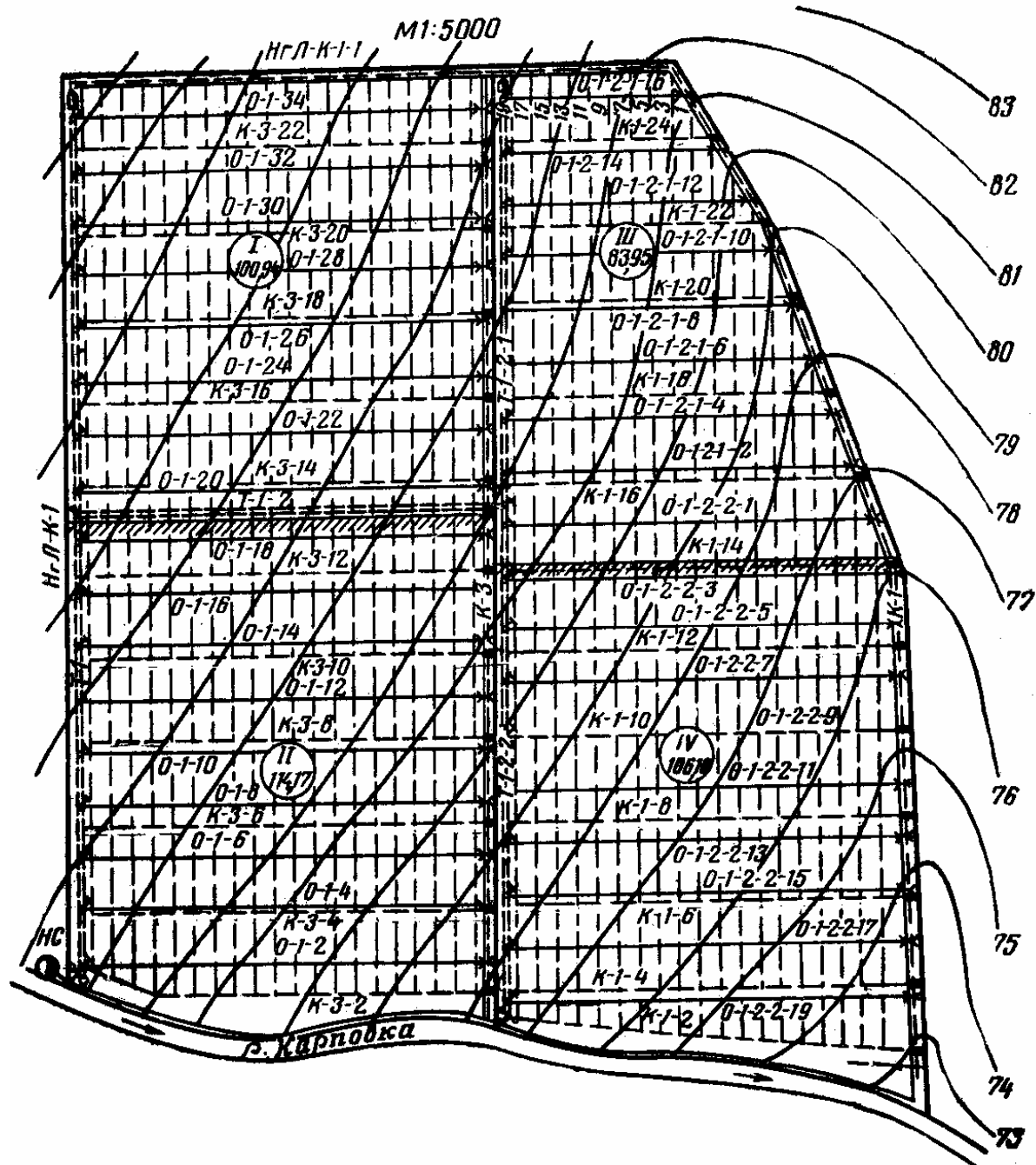


Рис. 11. Осушительно-оросительная система в пойме р. Карповки

Пойменные земли используют под сенокосы и пастбища. Урожайность сена на них составляет 8–10 ц/га. Растительность представлена малоценными в кормовом отношении травам. В травостое преобладают щучка, мелкая осока, полевика белая и влаголюбивое разнотравье. Значительная часть площади покрыта мелким кустарником высотой до 3 м и кочками. Высота кочек 10–15 см на 1 га их приходится до 10000. Водное питание поймы р. Карповки происходит от весенних разливов реки, поверхностных и грунтовых вод, стекающих с прилегающих склонов, и от осадков. Заболачивание поймы связано со слабым оттоком в русло реки грунтовых и поверхностных вод.

Согласно плану развития хозяйства, осушаемый участок планируют использовать под восьмипольный овощекормовой севооборот (табл. 13).

Т а б л и ц а 13

Проектируемый набор культур и их урожайность на орошаемом участке в пойме р. Карповки

Культура	Число полей	Планируемый урожай, ц/га
Многолетние травы	2	55
Капуста ранняя поздняя	1	350
	1	700
Свекла кормовая	1	1000
Морковь столовая	1	350
Картофель ранний поздний	1	150
	1	300

Схема осушительно-оросительной системы

Схему мелиоративной системы выбирают с учетом методов и способов осушения, планируемого сельскохозяйственного использования и почв осушаемого массива.

Так как пойменные земли предполагается использовать под посевы овощных и кормовых культур, которые в условиях Московской области требуют частых поливов, необходимо запроектировать оросительную сеть, позволяющую орошать культуры дождеванием.

Осушительная часть системы. Водоприемником осушительной сети является р. Карповка. В пределах осушаемой площади летом уровень воды в русле находится на 1,2 м ниже ее берегов. Русло в плане имеет плавное очертание и не зарастает водной растительностью. В пределах сбросного участка, то есть ниже осушаемого массива, в русле реки имеются перекаты, которые подпирают уровень воды в пределах рабочего участка. Для снижения уровня воды и предупреждения затопления поймы летне-осенними паводками на сбросном участке водоприемника предусмотрена расчистка перекатов и на отдельных участках углубление русла, для придания ему однообразного уклона. После выполнения этих работ уровень воды в реке понизится на 0,7 м.

Открытая проводящая осушительная сеть состоит из двух магистральных осушительных каналов. Магистральный канал К-1 намечено построить по самым низким отметкам лощины. Он впадает в р. Карповку под острым углом. Такое расположение канала К-1 обеспечит эффективный отвод избыточных вод, а для его строительства потребуется минимальный объем земляных работ. Уклон лощины 0,005. Он находится в допустимых пределах для проводящих осушительных каналов (0,005–0,0005). В этом случае не требуется большого заглубления канала и применения дорогостоящих креплений его откосов. Второй магистральный канал К-3 расположен примерно посередине осушаемого участка и делит осушаемую площадь на две равные части. На каждой из них расположено по четыре поля севооборота. Ширина участка не более 1,1 км, что соответствует допустимым пределам для коллекторов (250–1200 м). Уклон трассы канала К-3 0,0032 соответствует допустимым пределам для проводящих каналов.

Ограждающая осушительная сеть состоит из двух нагорно-ловчих каналов, расположенных с северной и западной стороны осушаемого участка. Они предназначены для перехвата поверхностных и части грунтовых вод. Один из них впадает в канал К-1, второй – в русло реки. Уклоны по трассам каналов 0,0029 и 0,0046.

Закрытые коллекторы и дрены расположены внутри каждого поля севооборота. Закрытые коллекторы направлены по наибольшему уклону осушаемой площади и впадают в магистральные каналы К-1 и К-3. Такое расположение коллекторов является одним из основных условий надежности их работы. Средний уклон осушаемой местности 0,003, а допустимые для закрытых коллекторов уклоны находятся в пределах от 0,003 до 0,07.

Дрены к коллекторам подсоединены с одной стороны и расположены под острым углом к горизонталям местности, что позволяет заложить дренажные трубы на одинаковую глубину по всей длине дрены. Так как на осушаемом массиве почвогрунты однородны, а уклон местности отличаются незначительно, то на всем участке расстояние между дренами принято одинаковое.

При размещении закрытой осушительной сети на плане было учтено, что каналы осушают полосу шириной 30–50 м, поэтому первые дрены от каналов намечены на расстоянии 30–50 м плюс половина расстояния между дренами.

Оросительная часть системы. При проектировании оросительной части системы устанавливают обеспеченность водой источника орошения, способы подачи воды до поля и увлажнения почвы.

Источником орошения является р. Карповка. Расход воды в ней в период летнего межени уровня по годам колеблется от 0,7 до 0,9 м³/с. Если принять условие, что для орошения 1 га требуется постоянный расход 1 л/с брутто, то расходом воды в реке можно оросить 700–900 га. По заданию на

проектирование системы площадь орошения равняется 450 га. Следовательно, из реки будет забрано не более $0,45 \text{ м}^3/\text{с}$.

Забор воды из реки производится насосной станцией. На левом берегу реки выбрана площадка под насосную станцию. В этом месте русло не подвержено размыву, берег крутой, глубина воды достаточна для забора ее насосами.

Выбор дождевальной машины или установки. При выборе дождевальных машин и установок учитывают конфигурацию и рельеф орошаемого участка, водно-физические свойства почвы, производительность дождевальной техники, капитальные затраты на строительство оросительной сети и условия механизации полевых работ.

Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей, перемещающихся друг относительно друга, называется дождевальной *насадкой*. Устройства для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающие подвижные элементы, называются *дождевальными аппаратами и машинами*.

Дождевальные устройства подразделяют на **короткоструйные** (радиус разброса капель дождя до 10 м), **средне-** (до 40 м) и **дальнеструйные** (свыше 40 м). По напору воды могут быть **низконапорными** (до 0,3 МПа), **средненапорными** (0,3–0,5 МПа) и **высоконапорными** (0,5–60 МПа). По способу перемещения их подразделяют на **дождевальные агрегаты, машины и установки**.

Дождевальные агрегаты состоят из самоходной опоры и насосного агрегата, смонтированного в комплексе с дождевальным устройством.

Дождевальные машины состоят из самоходных опор, на которых смонтированы дождевальные устройства. Напор для них создает автономная насосная станция.

Дождевальные установки не имеют самоходных опор. Вода к ним подается по напорной трубчатой оросительной сети.

Из дождевальных машин, серийно выпускаемых промышленностью, в настоящее время большое распространение на осушаемых землях получили: ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100, «Волжанка» (ДКШ-64), «Фрегат», «Днепр» и др. Пригодность дождевальных машин устанавливают по ряду показателей. Одним из важных показателей является качество дождя. Хорошее качество полива получается в том случае, когда скорость впитывания воды в почву на 15–25 % больше интенсивности дождя, создаваемой дождевальной машиной. Так как на осушаемом участке среднесуглинистые почвы и может быть построена, комбинированная оросительная сеть, то для полива, можно рекомендовать дождевальные машины ДДА-100МА и ДДН-100. Средняя интенсивность дождя, создаваемого ДДА-100МА, колеблется от 0,12 до 0,34 мм/мин и менее.

Коэффициенты использования земли на площади, поливаемой машинами ДДН-100 и ДДН-100МА, одинаковые, так как для их работы следует нарезать оросители через 120 м.

Таким образом, для полива участка, осушаемого дренажем, принимаем машину ДДА-100МА.

Дорожная сеть. На осушаемом участке предусмотрены только полевые дороги. Они расположены вдоль реки, нагорно-ловчего и магистральных каналов К-1 и К-3. Такое расположение дорог позволит кратчайшим путем вывозить урожай с каждого поля севооборота.

Расчет параметров закрытой осушительной сети

Расчетный режим грунтовых вод. На осушаемом участке расстояние между дренами и глубина их заложения должны быть приняты такими, чтобы уровень грунтовых вод опускался на глубину 50–60 см к началу весенней пахоты, 70–80 см к концу первого месяца вегетации, а в остальной период вегетации сельскохозяйственных культур он был бы на глубине 1,0–1,1 м от поверхности почвы.

Глубина заложения дрен. Минимальную среднюю, глубину заложения дрен (b) принимают в минеральных грунтах 1,0 м, в торфяниках – 1,1 м после осадки торфяной залежи, вызванной осушением. При этом дренаи закладывают в наиболее проницаемый по почвенному профилю слой.

Среднюю глубину заложения дрен (рис. 12) рассчитывают по выражению:

$$b = a + h + d_{\text{в}} + \Delta b_{\text{min}},$$

где a – норма осушения, м;

h – прогиб кривой депрессии, м;

Δ – осадка осушаемого слоя почвы, доли;

$d_{\text{в}}$ – внешний диаметр дрены, м;

b_{min} – минимальная глубина заложения дрены, м.

$$b = 0,6 + 0,3 + 0,07 + 0,1 \times 1 = 1,07 \text{ м.}$$

Принимаем $b = 1,1$ м.

Норма осушения к концу предпосевного периода равняется 0,6 м. Прогиб кривой депрессии определяют по зависимости:

$$h = \frac{B}{2} \operatorname{tg} \alpha.$$

Угол наклона кривой депрессии α зависит от водопроницаемости осушаемого слоя почвы и равняется 6–10° в песчаных, 11–20° в среднесуглинистых,

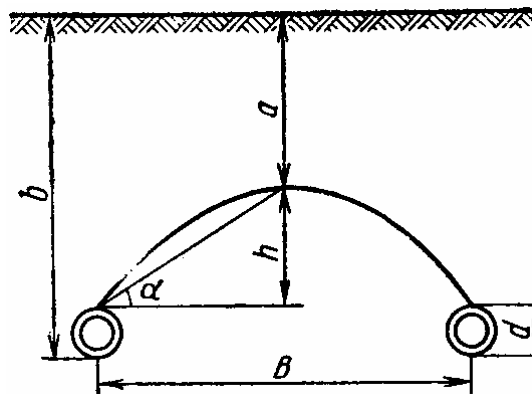


Рис. 12. Схема к расчету глубины заложения дрен

25–35° в глинистых почвах и 10–20° в низинных торфяниках средней степени разложения.

Приблизленно прогиб кривой депрессии h можно принять 0,1–0,3 м в среднеразложившемся торфянике, 0,1–0,2 м в песчаных, 0,1–0,3 м в суглинистых и 0,2–0,5 м в тяжелосуглинистых грунтах.

Осадка осушаемого слоя почвы Δ зависит от количества органических веществ в нем и интенсивности их разложения. Его значение принимают: 0,15–0,25 для торфяников средней степени разложения, 0,01–0,05 для песчаных и 0,05–0,1 для суглинистых и глинистых почв.

Приток воды к дрене. Наиболее напряженное время в работе дренажа, как правило, приходится на период от конца снеготаяния или схода паводковых вод до начала весенних полевых работ, так как за это время, равное 10–15 суткам, уровень грунтовых вод должен опускаться на глубину 50–60 см от поверхности почвы. При определении расстояния между дренами этот период принимают за расчетный.

Пример. Избыток воды в расчетном слое находим по формуле

$$m_c = H_b + \alpha \frac{\delta}{2} + O - e = 0,02 + 0,6 \times 0,08 = 0,068 \text{ м.}$$

Слой воды, оставшийся в микропонижениях, $H_b = 0,02$ м.

Коэффициент водоотдачи в осушаемом слое определяем по формуле

$$\delta = \Pi - \Pi \sqrt{1 - \frac{a}{H_k} \left[1 - \left(\frac{B3_c}{\Pi_c} \right)^2 \right]} = 0,65 - 0,65 \sqrt{1 - \frac{0,6}{1,2} \left[1 - \left(\frac{0,24}{0,65} \right)^2 \right]} = 0,16.$$

$$\frac{\delta}{2} = \frac{0,16}{2} = 0,08.$$

Сумма осадков и испарение за расчетный период приняты одинаковыми $O = e$.

Приток воды к дрене вычисляем по формуле:

$$q = \frac{m_c}{T} + K_{\phi} i = \frac{0,068}{10} + 0,1 \times 0,005 = 0,0073 \text{ м/сут.}$$

Расстояние между дренами. Основным периодом для расчета расстояния между дренами является время от конца схода паводковых вод до начала весенних полевых работ. Для этого необходимо знать отношение расстояния между дренами и от дрен до водоупора, коэффициент фильтрации водовмещающей толщи, напор над дренами и приток воды к ним.

Пример. Требуется определить расстояние между дренами, работающими в режиме осушения. Дано: в пойме р. Карповки водоупор находится на глубине 10 м от поверхности осушаемого участка; грунтовые воды не-

напорные; коэффициенты фильтрации суглинистого и подстилающего горизонтов примерно одинаковые – $K_f=0,1$ м/сут.

Расстояние между дренами приближенно принимаем равным 30 м. Так как отношение $B : S = 30 : 10 = 3$, то для расчета расстояния между дренами используем формулу:

$$B = 2H_d \sqrt{\frac{K_f}{\alpha} \left(1 + \frac{2S}{H_d}\right)} = 2 \times 0,74 \sqrt{\frac{0,1}{0,0073} \left(1 + \frac{2 \cdot 10}{0,74}\right)} \cdot 0,2 \approx 13 \text{ м.}$$

Принимаем $B = 15$ м.

Среднее превышение уровня грунтовых вод между дренами над уровнем воды в дрене определяем по формуле:

$$H_d = b - 0,6 \times a = 1,1 - 0,6 \times 0,6 = 0,74 \text{ м.}$$

Диаметры дрен и коллекторов. Диаметры дрен, работающих в режиме осушения, в практике принимают равными 5 см. Гидравлический расчет их проводят с целью проверки пропускной способности для принятых уклонов и расстояния между ними.

Чтобы определить расход, пропускаемый дренажной, на плане (рис. 13) определяют минимальный уклон дрены. Зная уклон и диаметр (прил. 5), находят расход дрены Q_d .

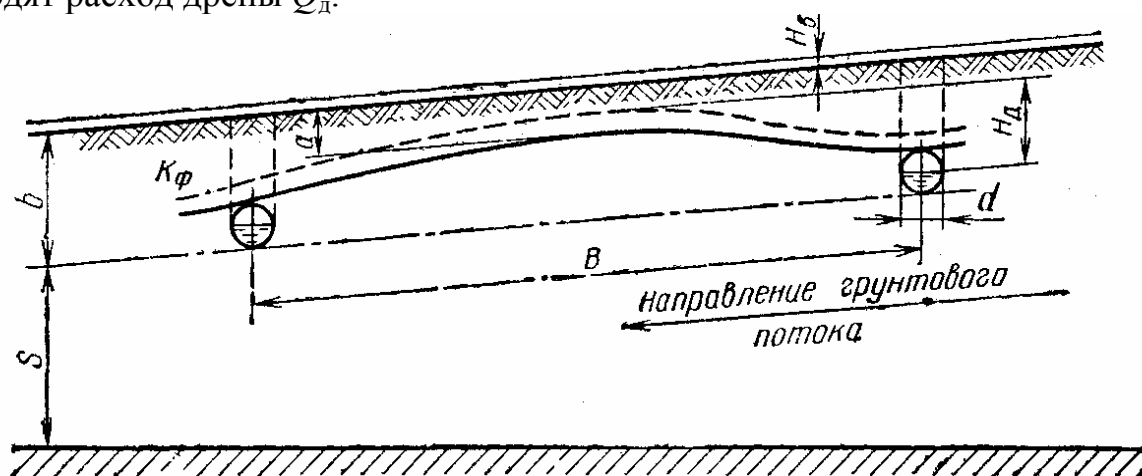


Рис. 13. Схема к расчету расстояния между дренами

Расход, поступающий из осушаемого слоя в дренаж, $Q_{д.п}$ (л/с), рассчитывают по формуле:

$$Q_{д.п} = q_{\max} \omega,$$

где $q_{\max}$ – максимальный модуль дренажного стока за расчетный период, л/с га.

$$q_{\max} = 116q,$$

где q – приток воды к дрене в весенний период, м/сут;

ω – площадь, осушаемая дренажем, га.

$$\omega = \frac{l_d B}{10000},$$

где l_d – длина дрены, м.

Если Q_d больше или равняется $Q_{дп}$, то принятые диаметр и расстояние между ними достаточны для своевременного отвода избыточных вод.

Пример. Определить приток воды к дрене и ее пропускную способность. Дано: $i=0,002$; $B=15$ м; $l_d = 150$ м, $q=0,0068$ м/сут.

При уклоне дрены $0,002$ и внутреннем диаметре ее 5 см по прил. 5 находим расход, который может пропустить дрена, $Q_d = 0,39$ л/с.

Площадь, осушаемую дрена, определяем по формуле:

$$\omega = \frac{150 \cdot 15}{10000} = 0,225 \text{ га.}$$

Максимальный модуль дренажного стока находим по выражению:

$$q_{\max} = 116 \times 1 \times 0,0068 = 0,79 \text{ л/с га.}$$

Приток воды к дрене или расход в ее устье вычисляем по формуле:

$$Q_{дп} = 0,79 \times 0,225 = 0,178 \text{ л/с.}$$

Диаметры керамических коллекторных труб имеют следующие стандартные размеры: 10 ; $12,5$; $15,0$; $17,5$; $20,0$ и $25,0$ см. Их подбирают, начиная от истока к устью с учетом указанных стандартных размеров.

Пример. Подобрать диаметры коллекторных труб (рис. 13).

Дано: уклон коллектора, имеющего наибольшую длину, $i=0,003$; $B=15$ м; $d_{\min}=10$ см; $Q_k=0,178$ л/с.

Пропускную способность коллекторной трубы диаметром 10 см с учетом заданного уклона $i=0,003$ определяем по прил. 5 – $Q_k=3,08$ л/с.

Длину коллектора диаметром 10 см найдем по формуле:

$$L_{k1} = \frac{3,08 \cdot 15}{0,178} = 259 \text{ м.}$$

Принимаем $L_{k1} = 260$ м.

Для второго участка коллектора (рис. 14), диаметр которого принят $12,5$ см, пропускная способность (прил. 5) равняется $Q_k=5,72$ л/с.

Длину коллектора от его истока до конца расчетного сечения находят по формуле:

$$L_{k2} = \frac{5,72 \cdot 15}{0,178} = 483 \text{ м.}$$

Принимаем $L_{k2}=480$ м.

Длину участка коллектора диаметром $12,5$ см вычисляем по формуле

$$l=480-260=220 \text{ м.}$$

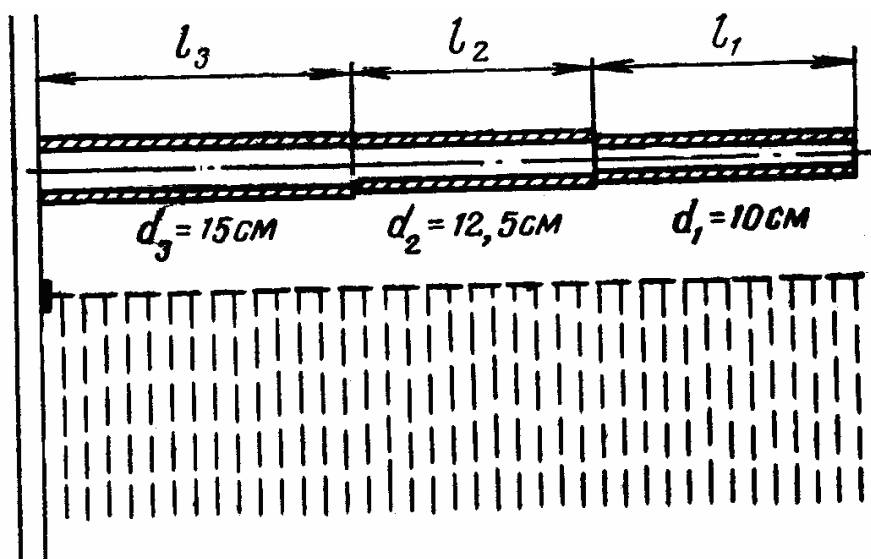


Рис. 14. Подбор диаметров коллектора

Расчет оросительной сети

Режим орошения сельскохозяйственных культур, выращиваемых на осушаемых землях.

Расчет проводят в следующей последовательности:

определяют количество осадков, температуру воздуха и режим грунтовых вод по декадам за период вегетации для расчетного года 75–90 %-ной обеспеченности;

рассчитывают ведомость водного режима для культур проектируемого севооборота;

составляют таблицу сроков и норм полива и сброса избыточных вод из расчетного слоя почвы;

разрабатывают оперативный план регулирования водного режима.

Определяют необходимое для полива проектируемой площади число дождевальных машин. Оно равняется числу одновременно работающих дождевальных машин в самый напряженный период полива, который соответствует самому продолжительному периоду без осадков в расчетном году. Он равняется 20–30 дням и соответствует времени, когда поливы проводят самыми большими нормами и одновременно поливают наибольшее число полей.

Организация полива на поле машиной ДДА-100МА. Дождевальный агрегат ДДА-100МА поливает культуры в движении, работает от открытого оросителя, в котором глубина воды должна быть не менее 30 см (прил. 4).

Для определения продолжительности полива поля одной дождевальной машиной ДДА-100МА необходимо знать время работы ее на одном оросителе и число оросителей в пределах поля. Для этого рассчитывают:

1. Время, необходимое для прохода ДДА-100МА с учетом разных скоростей движения ее вперед и назад:

$$T_{\text{от.т}} = \frac{l}{v_{\text{м}}}; \quad v_{\text{м}} = \frac{v_{\text{п}} + v_{\text{з}}}{2},$$

где $v_{\text{м}}$ – средняя скорость движения ДДА-100МА во время полива, км/ч;

$v_{\text{п}}, v_{\text{з}}$ – передняя и задняя скорости движения ДДА-100МА, км/ч;

l – расстояние между перемычками (прил. 4).

$$T_{\text{от.о}} = \frac{70}{13,3} = 5,26 \text{ мин}; \quad v_{\text{м}} = \frac{1,03 + 0,575}{2} = 0,8 \text{ км/ч},$$

или 13,3 м/мин, или 0,22 м/с.

2. Слой дождя за один осредненный проход дождевальнoй машины:

$$m_1 = \frac{Q_{\text{м}} T_{\text{от.о}}}{Bl} = \frac{Q_{\text{м}} l}{Bl v_{\text{м}}} = \frac{Q_{\text{м}}}{B v_{\text{м}}} = \frac{130}{120 \cdot 0,22} = 4,9 \text{ мм.}$$

Число проходов агрегата при поливе нормoй $m = 400 \text{ м}^3/\text{га}$ составит:

$$n_{\text{прох}} = \frac{m}{m_1} = \frac{40}{4,9} = 8.$$

3. Продолжительность работы ДДА-100МА

$$T_{\text{б}} = n_{\text{прох}} \times T_{\text{от.о}} = 8 \times 5,26 = 42 \text{ мин.}$$

4. Продолжительность работы ДДА-100МА на открытом оросителе при коэффициенте использования рабочего времени машиной $\beta_{\text{сут}} = 0,75$ составит:

$$T_{\text{о}} = \frac{T_{\text{б}} n_{\text{пер}}}{\beta_{\text{сут}}} = \frac{42 \cdot 10}{0,75} = 560 \text{ мин, или 9 ч 20 мин.}$$

5. Продолжительность полива поля, на котором нарезано семь открытых оросителей:

$$T_{\text{поля}} = T_{\text{о}} \times n_{\text{о}} = 560 \times 7 = 3920 \text{ мин, или 65 ч 20 мин.}$$

Таким образом, если машина ДДА-100МА работает 16 ч в сутки, то она одна польет поле за четыре дня.

Задание:

1. Рассчитать приток воды в дрeне

$H_{\text{в}} = 0,02 \text{ м}$, слой воды, оставшийся в понижениях после стока поверхностных вод.

$\Pi, \Pi_{\text{с}} = 0,7$ – пористость.

$a = 0,6$ – норма осушения, м.

$H_{\text{к}} = 1,2 \text{ м}$ – максимальная высота капиллярного поднятия, м.

$BZ_c = 0,25$ – влажность завядания в слое H_k .

2. Определить расстояния между дренами

$K_\phi = 0,1$.

$S = 10$ м.

$b = 1,28$ м.

$a = 0,6$ м.

$\alpha = 0,2$ коэффициент, учитывающий степень несовершенства дрены по отношению к фильтрационному потоку.

3. Определить диаметры дрен и коллекторов

$i = 0,003$.

$l_d = 150$ м, длина дрены.

$d = 7,5$ см.

$d_{min} = 10$ см.

$d_{max} = 12,5$ м.

4. Организовать полив машиной ДДА-100 МА

$l = 70$ м.

$Q_m = 120$ м³/с расход, потребляемый ДДА-100МА.

$B = 110$.

$m = 50$ мм/га.

n – 10 мин перерыв в работе.

$n_o = 9$.

КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Задачей культуртехнических работ является приведение поверхности осваиваемых земель в удобное для обработки состояние, ликвидация мелкоконтурности и улучшение организации территории.

К культуртехническим видам работ относятся: расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности и пней; удаление кочек и мохового очеса; уборка камней с поверхности почвы и пахотного слоя и др. По степени покрытия площадей кустарником различают редкую поросль – до 30 %, среднюю – 30–60 % и густую – 60 % и более площади занято кустарником.

Пнистость оценивается объемом извлеченной древесины из корнеобитаемого слоя (в % от объема слоя). При засорении до 0,5 % – малая пнистость; 0,5–1,0 % – средняя, 1–2 % – выше средней, 2,0–3,0 % – большая, более 3 % – очень большая пнистость.

Степень засоренности площади кочками подразделяется на слабую – 15–30 % площади занято кочками (менее 5 тыс. шт./га), среднюю – 31–60 % (5–15 тыс. шт./га), сильную – более 60 % (более 15 тыс. шт./га).

По количеству камней на сельскохозяйственном поле земли подразделяются на очень сильной засоренности с объемом камней 100 и более м³/га; сильной – 50–100; средней – 20–50; слабой – 5–20 и очень слабой – до 5 м³/га. Земли очень сильной засоренности камнями практически не пригодны для сельскохозяйственного использования.

По крупности камни подразделяются на очень крупные со средним диаметром 100 и более см, крупные – 60–100, средние – 30–60, небольшие – 10–30 и мелкие – 5–10 см.

Очистка площадей от древесно-кустарниковой растительности. Основное требование – максимальное удаление корневой массы и сохранение гумусового горизонта. Это значит, что участок должен быть очищен от наземной части древесной растительности, а пахотный слой – от корней, пней и погребенной древесины.

Перед началом корчевки кустарника участок разбивается на загоны шириной 10–15 м. Выкорчеванная растительность перемещается на 5–15 м (в зависимости от густоты кустарника) для просушивания. Независимо от конфигурации участка загоны должны быть направлены с востока на запад, чтобы корневую систему древесной растительности укладывать в южном направлении (наиболее благоприятные условия просушивания). Корчевка должна начинаться с северной стороны. После подсушивания в течение 10–15 дней производится сгребание в валы, отряхивание земли с корней. На легких минеральных почвах и на торфяниках корчевку можно производить корчевальными агрегатами К-15 в два следа взаимно поперечными проходами корчевальной бороны с разрывом в 5–7 дней. Особенно

это эффективно на площадях с куртинным и редким кустарником, что позволяет полностью сохранить гумусовый горизонт на месте. Валы выкорчеванного кустарника размещаются на участках, указанных на плане. Они должны быть прямолинейны и располагаться вдоль уклона поверхности, чтобы не препятствовать поверхностному стоку.

Отдельные деревья диаметром 12 см и более, растущие на закустаренных площадях, срезаются и удаляются не менее чем на 300 м, где разделяются и складываются (деревья и камни не должны находиться в валах). Не допускается одновременное корчевание, сгребание в валы древесно-кустарниковой растительности и камней.

После корчевки и сгребания древесно-кустарниковой массы на обрабатываемой площади не должно оставаться древесных остатков, препятствующих дальнейшей обработке почвы.

Удаление кустарника и мелкоколесья кусторезом. Перед началом работы участок осматривается и разбивается на загоны по одной из схем работы кусторезом: спирально-челночной, загонной и в свал. Пни старой рубки диаметром 15 см и более удаляются отдельно. Полосы разворота кусторезом следует очищать от древесной растительности. На зарослях с редким кустарником применение кусторезов нецелесообразно. Срезка лучше выполняется в условиях промерзания почв: минеральных – на 10–15 см, торфяно-болотных – на 20 см. Тонкоствольный, гибкий кустарник (ивняк) лучше срезать при наличии снежного покрова (30–50 см), обеспечивая этим сопротивление изгибу стволов.

При количестве поверхностных камней более 15 м³/га или пней старой рубки более 50 шт./га, а также при неровном рельефе для срезки необходимо применять бульдозеры. На участках с уклоном 8–12° срезку следует производить поперек склона. Кусторезы могут обеспечивать качественную работу только при хорошей заточке ножей 2–3 раза в смену на минеральных землях и один раз в 2–3 дня на торфяниках.

Срезку кустарника и мелкоколесья бульдозерами рекомендуется выполнять по челночной или радиальной схеме. Режущая кромка ножа бульдозера должна быть на уровне опорной поверхности гусениц и скользить по земле.

Для удаления кустарника, плохо поддающегося срезке, необходимо производить его предварительную приминку, т.е. валить поднятым на высоту снежного покрова отвалом бульдозера, затем срезать при движении агрегатом в поперечном направлении. После приминки ветви кустарника оказываются частично погруженными в снег и обеспечивают дополнительное сопротивление изгибу стволов, облегчая срезку. Сгребание производится параллельно со срезкой. Разрыв между операциями – не более 3 дней, чтобы не допускать заноса снегом срезанного кустарника или примерзания его к земле. Недопустимо сгребать срезанную древесную

растительность весной по оттаявшей земле, так как при этом в валы и кучи попадает большое количество земли, что не только осложняет последующее сжигание, но и снижает плодородие почвы. Для сгребания применяются кустарниковые грабли или корчеватели-собиратели с уширенными отвалами. Целесообразно эту работу выполнять 2–3 агрегатами, движущимися на расстоянии 0,5–0,8 м друг от друга, что повышает производительность машин за счет увеличения ширины захвата.

Очистка обрабатываемой площади от пней и корней, оставшихся после удаления наземной части древесной растительности, производится навесными корчевальными бородами в два перекрестных следа с разрывом 3–5 дней челночным или спирально-челночным способом. Сгребание выкорчеванных пней с перетряхиванием необходимо производить через 7–15 дней. Во всех случаях эти операции нельзя проводить в дождливую погоду, когда на корнях остается мокрая земля.

Фрезерование кустарника и погребенной древесины выполняется на торфяно-болотных почвах машинами типа МТП-42, которые фрезеруют верхний слой торфяной залежи вместе с кустарником, мелкими пнями, погребенной древесиной, кочками и моховым очесом. Работа этих машин заменяет срезку, корчевку, уборку кустарника и погребенной древесины, первичную обработку почвы, а также выравнивание поверхности.

Данный метод обеспечивает ввод неликвидной древесины в баланс органического вещества. Перед началом работ с участка необходимо удалить деревья диаметром 12 см и более, пни диаметром более 20 см. При покрытии участка густым кустарником и наличии погребенной древесины предварительно рекомендуется произвести его срезку и сгребание в валы, а затем глубокое фрезерование площади. Для качественного выполнения работ необходимо, чтобы зазор между кромкой отбойной плиты и ножами фрезы составлял не более 5 мм, а ножи были острыми. По мере затупления рабочей кромки ножей их следует повернуть на 120°. Фрезерование торфяников, заросших кустарником, лучше выполнять в зимнее время при промерзании торфа на глубину до 15 см. При покрытии площадей средним и редким кустарником и отсутствии в верхнем слое залежи погребенной древесины (менее 1 %) целесообразно проводить мелкое фрезерование на глубину 15–20 см в сочетании со вспашкой на глубину 30–35 см в летний период с последующим дискованием и прикатыванием. Обязательной операцией является прикатывание торфяников тяжелыми катками.

Очистка торфяной залежи от погребенной древесины. Помимо фрезерования удаление погребенной древесины из верхнего слоя торфяной залежи производится корчевкой. При пнистости до 0,5 % – корчевальной борой; от 0,5 до 1,5 % – роторным корчевателем в два следа; от 1,5 до 3 % – в три; от 3 до 5 % – в четыре следа.

Древесина, извлеченная на поверхность корчевальной бороной, сгребается в валы (до 50 м) для последующей вывозки к месту складирования, а извлеченная машиной МТП-81 поступает сразу в специальный бункер-накопитель с последующей разгрузкой на прицепы-самосвалы или в кучи для последующей вывозки к месту складирования.

Уничтожение кочек и мохового очеса. Кочки по происхождению и свойствам бывают растительные, земляные, приствольные, пневые, привалунные, а по высоте карликовые – до 15 см, низкие – 15–25, средние – 25–30 и высокие – более 30 см. Карликовые не препятствуют пахоте и специально не уничтожаются. Растительные высотой 15–25 см уничтожаются машиной ФБН-2 в один след с последующим прикатыванием, а земляные кочки – дискованием в два следа в перекрестном направлении также с последующим прикатыванием.

Учитывая, что глубина обработки фрезмашиной ФБН составляет 2–25 см, высокие кочки (30 см и более) предварительно необходимо прикатать водоналивными катками в два-три следа, а фрезерование выполнять в два следа. Ликвидировать кочки можно и путем срезки с последующей вывозкой их за пределы участка. Приствольные, пневые и привалунные кочки удаляются корчевателями в процессе корчевки пней и камней. Моховой очес мощностью до 15 см (в неосушенном состоянии) необходимо запахивать кустарниково-болотными плугами на глубину 45 см с извлечением на поверхность разложившегося торфа. За 2–3 года он разлагается и теряет свою волокнистость. Дальнейшая обработка аналогична обработке других торфяно-болотных почв. Моховой очес, мощность более 15 см, разрыхляется несколькими проходами рельсовой бороны или рыхлителя РЛД-2, после чего сгребается в валы или кучи бульдозерами или кустарниковыми граблями, а затем вывозится за пределы участка.

Очистка мелиорируемых земель от камней. До начала работ осматривается участок и разбивается на загоны с отметкой вешками малозаметных и полускрытых валунов, а также намечаются оптимальные маршруты вывозки камней к местам складирования, указанным в плане.

Основные требования к производству работ. Поверхностные, полускрытые и скрытые в верхнем слое (30 см) почвы камни диаметром более 5 см должны быть удалены. После завершения мероприятий на участках 10х10 м нельзя оставлять более 5 камней диаметром от 12 до 15 см.

Вычесывание скрытых крупных и средних камней возможно при влажности почвы не более 25 %, а мелких – не более 20 %; не допускается складирование камней в зоне полосы отчуждения линии электропередач и связи, железных и шоссейных дорог, на приканавных полосах (ближе 5 м от бровки) и ложбинах; площади должны быть осушены и очищены от древесно-кустарниковой растительности и пней; крупные камни диаметром более 2 м перед уборкой необходимо раскалывать с помощью гидромоло-

тов и электрогидравлических установок (К-32); камнеуборочные работы следует начинать с удаления камней, расположенных ближе к месту складирования; дальность транспортировки камней на самосвальных лыжах и пенах не должна превышать 0,5 км; складирование камней недопустимо в валах и кучах древесно-кустарниковой растительности.

Перед началом камнеуборочных работ производится извлечение скрытых в почве на глубине 0,5 м средних и крупных камней плоскорезом МП-9 (К-62). При работе плоскореза происходит интенсивное безотвальное рыхление почвы, способствующее сохранению ее естественного плодородия. Схема движения плоскореза – челночная с разворотом в конце гона. При каменистости более 50 м³/га вычесывание производится в два следа во взаимно перпендикулярных направлениях. Уборка извлеченных камней, находящихся на поверхности, может производиться двумя способами: сгребание корчевателями-собирающими средних и крупных (диаметром 30 см и более) камней в кучи с последующей погрузкой на лыжи и пены; уборка машиной УПК-0,6, если отсутствуют камни диаметром более 65 см, или ПСК-1,0 (МТК-2,5), которая убирает камни диаметром 0,3–1,0 м. Обе работают по спиральной схеме. Дальность вывозки машин ПСК-1 и УПК-0,6 – 10 см, ПСК-1 – 15 см на вновь осваиваемых и до 35 см на старопашотных землях. Производительность УПК-0,6 – 4,5, ПСК-1 – 10 м³/ч.

После уборки крупных и средних камней бульдозером засыпаются ямы и выполняется планировка площадей, если она предусмотрена проектом. Перед очисткой почвы от мелких камней участок в обрабатываемом слое должен быть освобожден от камней диаметром более 30 см, вспахан и продискован. От мелких камней (диаметром от 5 до 30 см) на глубину до 25 см при влажности почвы до 20 % он очищается машиной МКП-1,5А. Производительность 0,11 га/ч (с трактором класса 6 т). Возможна уборка машиной УПК-0,6. Отличие последней от МКП-1,5А состоит в том, что она убирает камни диаметром 12–65 см с прочесыванием почвы на глубину 10 см. Камни диаметром 6–40 см убираются с поверхности и пахотного горизонта машинами КУМ-1,2.

Первичная вспашка. При выполнении этой операции требуется полная заделка дернины, древесных остатков, кочек и крупных болотных трав на заданную глубину. На поверхности пашни и в местах стыка пластов не должно оставаться травянистой или древесной растительности, способной к отрастанию. Дернина под свальными гребнями пропахивается. Глубина вспашки на осваиваемом участке равна заданной глубине (отклонение + 6 см) на мощность гумусового горизонта.

При пропашке на поверхность подзолистого горизонта обязательно необходимо вносить органические удобрения.

Оборот пласта характеризуется наклоном его к горизонту. Полный оборот соответствует 180°. Пласты с наклоном к горизонту менее 145° счита-

ются недоваленными, что недопустимо. Хороший (требуемый) оборот пласта, особенно на задернелых площадях, может быть обеспечен лишь при условии, если на плуг установить удлинитель отвала. Если пласт недовален, при дисковании вся дернина окажется на поверхности и ничем ее заделать невозможно. Вспашка должна быть прямолинейной, без огрехов и недорезов отваливаемых пластов. Требуемое качество вспашки невозможно обеспечить, если плуг не оборудован соответствующими ножами. Дисковый нож устанавливается при работе на торфяниках с дерновым и моховым покровом при наличии крупных древесных остатков. Черенковый нож применяется на минеральных почвах. По техническим требованиям нож плуга должен не разрывать, а хорошо разрезать дернину, кочки, моховый очес и все корни диаметром до 10–12 см. Для обеспечения высокого качества вспашки обязательным приемом является предварительная разделка дернины болотной фрезой ФБН-2 в один след, а на каменистых площадях – дискование в два следа боронами БДТ-3, БДТ-7. После вспашки земель, расчищенных от древесно-кустарниковой растительности, предусматривается подбор древесных остатков. При этом количество остатков древесины длиной от 20 до 30 см и диаметром от 4 до 7 см на участке 5×5 м не должно превышать 8 шт. Наиболее благоприятна влажность почвы при обработке не более 60–65 % полной влагоемкости.

Основные способы первичной обработки вновь осваиваемых земель – вспашка плугом с оборотом пласта и безотвальное рыхление. На минеральных почвах с мощностью гумусового горизонта менее 18 см следует производить безотвальную обработку по схеме: фрезерование (дискование в два следа); планировка в один след, дискование в один след, уборка мелких камней, планировка в один след, прикатывание. Глубина безотвального рыхления устанавливается с учетом мощности гумусового горизонта и проводится глубже его: для супесчаных почв – на 6–7, суглинистых – на 5–6 и глинистых – на 4–5 см.

Вместо плугов применяют дискование боронами БДМ-2,5, поскольку они могут работать беспрепятственно на почвах, засоренных камнями и мелкими древесными остатками, что не влияет на производительность. Бороны измельчают древесные остатки диаметром до 10 см, обеспечивают обработку почвы до 30 см и оборот пласта на 100–130 °. При этом улучшается качество и сохраняется естественное плодородие, так как гумусовый горизонт при дальнейшей обработке равномерно распределяется в верхнем слое, в 1,5–3 раза повышается производительность, сокращаются трудовые затраты и расход горючесмазочных материалов.

Разделка пласта. Для создания на вспаханной поверхности рыхлого слоя достаточной мощности и выравнивания поверхности поля необходима разделка пласта дисковыми боронами. Глубина разделки пласта должна составлять 1/2–1/3 его мощности и превышать 16–18 см. Разделять пласт

необходимо при оптимальной влажности слоя вслед за вспашкой на минеральных землях и через несколько дней (3–5) после вспашки на торфяниках. Увеличение разрыва между вспашкой и дискованием ведет к уменьшению степени крошения почвы. Во избежание огрехов разделка пласта выполняется с перекрытием смежных проходов на 10 % конструктивной ширины захвата дисковых борон. На дисковых батареях должны быть установлены почвоочистители, а лезвия дисков заточены. Для разделки пластов рационален диагонально-перекрестный способ движения, когда достигаются лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. На участках, где заделка дернины мелкая, дисковать в один-два следа необходимо вдоль пласта, чтобы исключить вынос дернины на поверхность, затем следует сделать один-два прохода под углом до 30° к основному направлению пласта. Лучшее качество обеспечивают навесные дисковые бороны. Если вспашка глубокая, разделку пласта следует проводить под углом более 40° к направлению вспашки, а иногда и поперек пласта диагональным и диагонально-перекрестным способом, что обеспечивает лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. Повышение качества разделки пласта обеспечивает не только направление дискования к пахоте, но и правильная установка угла атаки дисковых батарей (на минеральных землях – 13–14°, на торфяных – 8–11°).

После дискования поверхность почвы должна быть ровной, а верхний слой ее хорошо раскрошен. На обработанном участке не допускаются огрехи и пропуски, разъемные борозды должны быть заделаны, а поворотные полосы обработаны.

Планировка поверхности мелиорируемых земель производится после осушения и вспашки в сочетании с дискованием почв. Планировочные работы включают: засыпку понижений глубиной до 25 см и шириной 20–30 м; ликвидацию микропонижений, возникающих при обработке почвы; качественное выравнивание поверхности. При этом неровности после работы длиннобазовых планировщиков должны быть в пределах ± 7 см от горизонтали. Влажность почвы для производства работ в % от абсолютно сухой рекомендуется в пределах 20–28 (для глинистых), 13–25 (суглинистых), 12–17 (супесчаных), 10–15 (песчаных), 50–70 (торфяных).

Максимальная срезка-насыпка грунта не должна превышать 4 см за один проход. Количество следов прохода планировщика зависит от механического состава почв, мощности гумусового горизонта, степени развития микрорельефа и составляет два следа для слабого микрорельефа (более 20 понижений на 100 га площади). Наиболее эффективно применяются в организациях длиннобазовые планировщики ПЛМ-4,6, которыми можно производить послойное срезание грунта тонкими стружками с дополнительным его рыхлением, заделку дернины, срезку корней растительности, транспортировку грунта с отсыпкой в понижения.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С ВОДНОЙ ЭРОЗИЕЙ ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Смыв, размыв, образование оврагов вследствие нерегулированного поверхностного стока талой, дождевой и ливневой водой называется *водной эрозией* почв.

Эродированные земли, как правило, являются малогумусными и малоплодородными за счет смыва питательных веществ и гумуса водой. Из первоначальной стадии начала образования эрозии почв на склоновых участках она постепенно распространяется на обширные территории с образованием оврагов, балок, ложбин, лощин и пр. Последние являются помехой для обработки почвы, значительная часть площади выбывает из сельскохозяйственного освоения.

По отношению к поверхности почвы различают два вида водной эрозии – *плоскостную* и *линейную* (струйчатую, овражную).

Зона овражно-балочных образований и прилегающих к ним территорий, подвергаемых водным эрозионным процессам, составляет овражно-балочную систему.

Противоэрозионные мелиоративные мероприятия выполняют в пределах овражно-балочной системы (ОБС) комплексно в тесной увязке с противоэрозионными мероприятиями, проводимыми на водосборном бассейне, что позволяет вовлечь сильноэродированные земли в интенсивное использование и одновременно защитить сельскохозяйственные угодья от дальнейшей эрозии.

Мелиоративно-хозяйственные мероприятия на ОБС включают следующие виды работ: заравнивание промоин, неровностей и мелких оврагов глубиной до 1,5–2 м с последующим залужением; выполаживание оврагов с устройством ГТС (лотков, быстротоков, водосбросов, перепадов и др.), предотвращающих новые размывы; устройство распылителей стока; водозадерживающих и водоотводящих валов, дамб-перемычек, донных запруд и др.; отсыпку несформированных (неустойчивых) откосов; создание берегоукрепительных лесных полос, залужение берегов и донных участков балок.

На обрабатываемых склоновых участках ОБС и водосборного бассейна необходимо также предусматривать агромелиоративные противоэрозионные приемы и технологии возделывания культур. К ним относятся:

- выращивание многолетних трав и однолетних культур для защиты почвы от эрозии, восстановления ее плодородия;
- глубокая и поперечная вспашка на склонах, щелевание, кротование, глубокое рыхление и др.;
- снегозадержание (валкование и укатывание снега) полосами, установка снегозадерживающих щитов и др.);

– внесение повышенных доз удобрений, известкование кислых и гипсование засоленных смытых почв.

Водозадерживающие валы перехватывают поток воды и отводят его к водозадерживающим, водосбросным и сопрягающим сооружениям (дамбам, водосбросам, быстротокам, нагорным каналам и др.

Водозадерживающие валы предназначены для задержания дождевого и частично весеннего стоков. Их размещают на пологих приовражных склонах крутизной до $6,0^\circ$ (уклоне до 0,12). При возведении вала грунт берется со стороны склона. На месте вынутого грунта образуется прудок, который вмещает часть поверхностного стока. На крутых склонах применение их нецелесообразно (экономически невыгодно из-за частоты устройства валов и интенсивности заиления). Водозадерживающие валы устраиваются при водосборной площади от 3 до 10 га на приовражных склонах, малощенных межовражных бросовых землях. Расчет производится на задержание стока 10 % обеспеченности (весеннего и дождевых паводков). Если размещение валов ниже вершин оврагов не удастся, их проектируют выше планируемой или существующей приовражной лесной полосы на расстоянии $L > H + B$ от вершины оврага, где H – высота перепада у вершины; B – ширина лесной полосы (15–20 м).

Тема 8. Борьба с водной эрозией почвы

Характеристика участка, подверженного водной эрозии почвы

На пологих склонах с уклоном поверхности от 0,02 до 0,12, с легко или среднепроницаемой почвой и в районах с небольшими паводками строят гребневые террасы с горизонтальным валом. Вал проектируют параллельно горизонталям местности. Высота вала находится в пределах от 0,25 до 0,4 м, заложение откосов 3–4, ширина основания 2–4 м. Валы получаются низкие, широкие и пологие. Они не препятствуют движению сельскохозяйственных машин и не повреждаются стекающей водой.

На тяжелых почвах, характеризующихся низкой водопроницаемостью, а, следовательно, и большим коэффициентом поверхностного стока, вода скапливается у нижнего вала и может вызвать заболачивание почвы при больших паводках. Поэтому возникает необходимость придать ему небольшой уклон – до 0,005 для стока воды с террасы, то есть в этом случае строят гребневые террасы с наклонным валом. Ширину террасы устанавливают из расчета, чтобы вся вода могла стечь с нее до прекращения ливня, не переливаясь через валик и не размывая своего русла. Ширина таких террас колеблется от 18 до 38 м для суглинков и от 22 до 50 м для супесчаных почв. На склонах с уклоном от 0,12 до 0,25 проектируют ступенчатые террасы, на которых, кроме устройства оградительных валиков, проводят уменьшение уклона на самой террасе, срезая почву в верхней половине

террасы и насыпая ее на нижнюю. Уклон поверхности террасы уменьшают до величины, безопасной в отношении смыва почвы. Предельную величину срезки почвы устанавливают с таким расчетом, чтобы мощность гумусового слоя после срезки была не менее 10–15 см. Валики на этих террасах выше и круче, с заложением откосов от 0,25 до 0,75. Если почвенный слой большой, то уклон поверхности внутри террасы может быть нулевым. Такие террасы называют ступенчатыми горизонтальными. Если уклон поверхности террасы колеблется от 0 до 0,12, то такие террасы называют ступенчатыми наклонными.

На склонах с уклоном более 0,25 для использования их под сады устраивают траншейные террасы. Для этого в направлении горизонталей местности на расстоянии, равном междурядью деревьев, отрывают траншеи, причем верхний гумусовый слой укладывают на верховую, а подпочвенный на низовую сторону траншеи, формируя из него оградительный вал. Слой почвы, уложенным с верховой стороны и срезанным с поверхности террасы, засыпают траншею и высаживают в нее деревья. Таким образом, весь гумусовый слой почвы полезно используется культурой.

Основные показатели различного типа террас представлены в табл. 14.

На участке, план которого приведен на рис. 15, поверхность склона покрыта суглинистой почвой, подстилаемой хорошо водопроницаемой подпочвой. Рельеф участка спокойный. В данном районе интенсивность ливневых дождей $I = 30$ мм/ч, максимальная продолжительность ливня $T=1$ ч. Для сельскохозяйственного освоения и использования склона необходимо запроектировать террасы и разместить их на склоне оврага, подобрать соответствующие культуры для выращивания на этих, террасах.

Таблица 14

Предельные значения элементов террасы

Тип террасы	Уклон местности i	Высота вала h , м	Ширина основания вала b , м	Коэффициенты заложения откосов валов φ	Высота террасы H , м
Гребенчатая с горизонтальным валом	0,03–0,12	0,24–0,42	2–4	3–4	0,8–1,5
Гребенчатая с наклонным валом	0,05–0,18	0,15–0,30	6–9	3–4	0,9–2,4
Ступенчатая горизонтальная	0,12–0,20	0,15–0,30	0,6	0,2–0,5	0,9–1,8
Ступенчатая наклонная	0,15–0,25	0,30–0,50	0,9–1	0,2–0,5	1–3

Выбор типа террас

С учетом смыва почвы намечают границы участков склона с различными уклонами – на первом участке (рис. 15) *ab* с длиной склона 225 м $i=0,16$, на втором *bc* с длиной склона 900 м $i=0,04$.

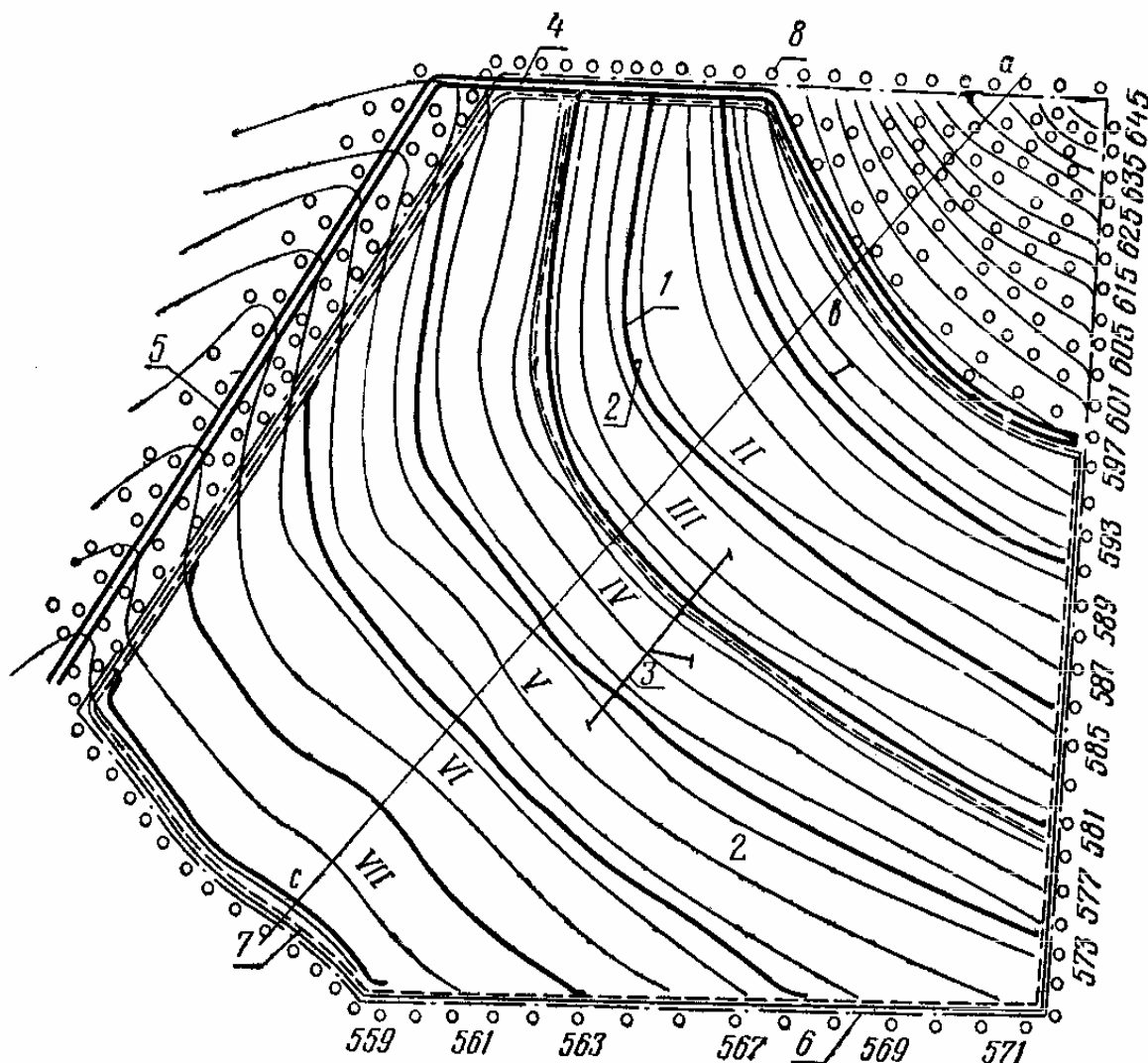


Рис. 15. План террасированного склона:

1 – вал гребенчатой террасы; 2 – шпора; 3 – терраса; 4 – нагорный канал;
5 – ливнесброс, 6 – граница участка; 7 – дорога, 8 – лесная полоса

На участке *ab* можно построить ступенчатые террасы, но участок неудобен по форме и очень мал по площади – 5 га. Поэтому отделяем его от участка *bc* нагорным каналом, который в пределах участка имеет длину 1600 м, а общая его длина до оврага 1800 м. По дну оврага проектируют ливнесброс. На откосах оврага и на участке *ab* сажают лесозащитную полосу.

Уклон участка *bc* площадью 80 га не превышает 0,12, почва средней, а подпочва хорошей водопроницаемости, рельеф спокойный, поэтому стро-

им гребневые террасы с валом параллельно горизонталям местности и без канав (см. табл. 14).

Расчет параметров террасы

Земляные валы, ограждающие террасу, в сечении имеют форму равнобедренного треугольника. Опытным путем установлены наиболее рациональные размеры валов: высота общая $h_0 = 0,4\text{--}0,5$ м, рабочая $h = 0,3\text{--}0,5$ м; ширина подошвы вала $b = (8\text{--}10)h_0$; коэффициент заложения откосов $\varphi = 3\text{--}4$. Так как уклон местности участка находится в оптимальных пределах, то принимаем $h_0 = 0,4$ м, $\varphi = 4$, $b = 3,2$ м (см. рис. 15), $h_{\text{ст}} = 0,03$ м.

Ширину террасы l_T (м) рассчитывают по формуле:

$$l_T = \frac{h_0}{2\sigma h_{\text{ст}}} \left(\frac{b}{2} + \frac{h_0}{i} \right),$$

где h_0 – высота вала, м;

σ – коэффициент поверхностного стока;

$h_{\text{ст}}$ – слой стока, м;

i – уклон склона.

По прил. 6 для $i = 0,04$ коэффициент поверхностного стока σ для суглинистой почвы, подстилаемой хорошо водопроницаемым грунтом, будет равен 64 %. Так как склон после террасирования будет распахан, то коэффициент стока его существенно уменьшится за счет увеличения поглощения воды почвой. При глубокой вспашке σ рекомендуют уменьшать на 5–10 %. Расчетный коэффициент $\sigma = 0,58$. Подставляя цифровые значения величин в формулу, получим:

$$l_T = \frac{0,4}{2 \cdot 0,58 \cdot 0,03} \left(\frac{3,2}{2} + \frac{0,4}{0,04} \right) = 133 \text{ м.}$$

Зная длину террасируемого склона $l_{\text{вс}}$ (см. рис. 15) и ширину одиночной террасы l_T , можно легко установить число террас n_T :

$$n_T = \frac{l_{\text{вс}}}{l_T} = \frac{900}{133} = 6,7.$$

Принимаем $n_T = 7$ и уточняем ширину террасы склона:

$$l_T = \frac{900}{7} = 128 \text{ м.}$$

Расположение террас на плане

Земляные валы гребенчатых террас с горизонтальным валом на план наносят ломаными линиями приблизительно параллельно горизонталям местности. Длину террас берут во всю ширину участка (рис. 16).

Первый вал самой нижней террасы наносят цветной тушью или цветным карандашом приблизительно параллельно горизонтами 559 у границ участка вал оканчивается шпорой (см. рис. 16). По линии abc через 128 м

(в масштабе 1:5000 через 2,56 см) также параллельно горизонталям местности наносят остальные шесть валов. Каждый вал по границам участка заканчивают шпорой, (концевой шпорой). Для продолжения срока службы валов и предохранения их от разрушения при сильных (хотя и очень редких) ливнях террасу обычно делят на отдельные участки разделительными шпорами (валами). Конструкция шпор такая же, как и валов. Длина шпоры равна длине прудка воды у вала:

$$l_{\text{ш}} = \frac{b}{2} + \frac{h_o}{i} = \frac{3,2}{2} + \frac{0,4}{0,04} = 11,6 \text{ м.}$$

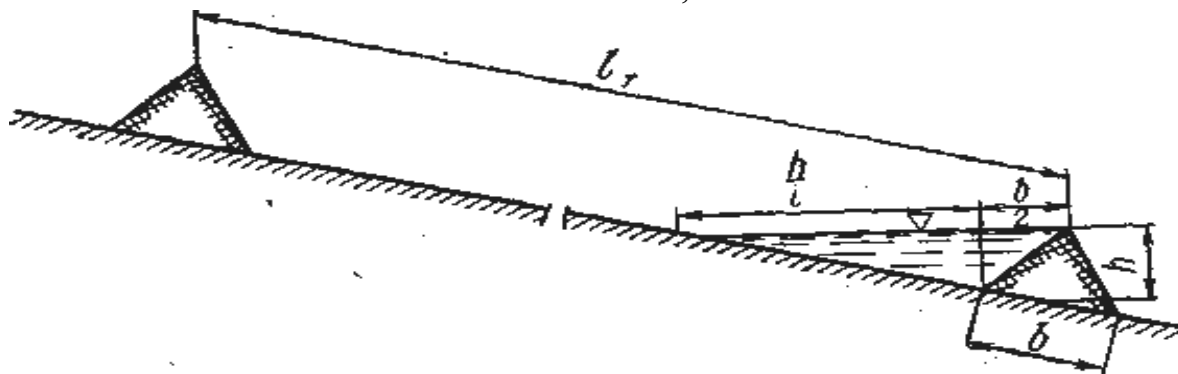


Рис. 16. Схема для определения длины террасы

Разделительные шпory устраивают через 200–400 м, в зависимости от длины террасы l . Суммарную длину валов определяют по плану, $\Sigma l = 5400$ м. Зная длину одной шпоры $l_{\text{ш}}$ (м) и число шпор $n_{\text{ш}}$, можно определить длину всех шпор:

$$\Sigma l_{\text{ш}} = n_{\text{ш}} l_{\text{ш}} = 33 \times 11,6 = 383 \text{ м.}$$

Сельскохозяйственное использование террасируемой площади

После строительства террас, эродированные склоновые земли подлежат окультуриванию, улучшению водно-физических и химических свойств и повышению плодородия. Этого можно достигнуть хорошей обработкой почвы, внесением повышенных в 1,5–2 раза против обычных доз органических и минеральных, преимущественно азотных удобрений, особенно в местах с малой мощностью почвы и при посеве многолетних трав. Вновь вводимые в интенсивный сельскохозяйственный оборот склоновые земли должны использоваться, как правило, в почвозащитном севообороте, где многолетние травы будут занимать больше половины всей площади. Некоторые участки можно отводить под полевой севооборот, а наиболее крутые части склона – под постоянное и периодическое залужение (улучшенные сенокосы и пастбища). На склонах, где проводят травосеяние и посадку лесных полос, целесообразно устраивать пастбищные уголья с регулируемым выпасом скота.

Небольшие участки склонов при малом расстоянии между валами лучше использовать под сады. Междурядья в садах рекомендуется занимать сидератами, травами или овощными культурами. При наличии поблизости водоемов на таких участках целесообразно применять полив по террасам, что намного увеличит продуктивность этих земель, так как хорошее увлажнение почвы способствует лучшему развитию корневой системы, повышает эффективность использования удобрений и тем самым повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Тема 9. Проектирование водосборных канав-валов

Водосборные канавы-валы (рис. 17) строят для того, чтобы задержать всю или часть стекающей с водосбора воды. Их размещают выше вершины оврага по горизонталям местности. Вынутую из канавы землю насыпают в вал с горизонтальным гребнем. Между канавой и валом оставляют берму шириной 0,5–1,0 м. Первый вал делают на расстоянии 10–15 м от бровки оврага, чтобы фильтрационный ток из канавы не вызвал оползания склонов оврага.

Ряды валов с канавами располагают один от другого на расстоянии, несколько превышающем длину прудка, так как в противном случае может произойти подмыв вышележащего вала. Расстояние (L) между соседними валами определяется из следующего соотношения: $L = \frac{h}{i}$, где h – высота вала и i – наибольший уклон местности перед оврагом.

Вода, притекающая с водосбора, наполняет канал и образует стоячий прудик за валом. Для предохранения валов от размыва в них через 10–20 м делают одернованные водосливы шириной 2 м и на 0,15–0,25 м ниже гребня вала для стока излишней воды. Канавы с валами делают прерывистыми, длиной 6–8 м, с такими же промежутками между ними расположенными в шахматном порядке. Разбивку валов начинают с нивелировки средних точек профиля канавы. После разбивки первой линии канав с валами проектируют вторую линию, переставив рейку на такое расстояние, чтобы новый отсчет на ней дал превышение, равное полной высоте вала. Аналогично разбивают последующие линии. После разбивки канав приступают к их спрямлению, так как вследствие неровностей рельефа образуются извилистые линии. В понижениях общая высота вала будет несколько больше за проектированной, а на повышениях – меньше.

После спрямления протрассированной на местности линии отмечают ось канавы и вала и приступают к земляным работам, предварительно убрав растительный слой в основании вала. Для задержания воды концы вала отводят вверх под углом 30–40° на расстояние, равное длине прудка.



Условные обозначения

	Канавы		Водослив в валу и перемычка в канаве
	Вал		
	Водораздельная линия		

Рис. 17. Схема расположения водосборных канав с валами

После окончания земляных работ тщательно одерновывают водосливы и наружные откосы вала против них для предупреждения от размыва.

Для предотвращения глубинной эрозии при сбросе излишней воды дно оврага обычно укрепляют запрудами-плетнями из живых ивовых кольев, которые при прорастании способствуют быстрому отложению ила по его дну.

Рекомендуется принимать следующие размеры водосборных канав с валами (в м):

глубина канавы	$h = 1,0$
ширина по дну	$b = 0,5$
коэффициент заложения откоса, который принимается в зависимости от характера грунта	$m = 1-2$
общая высота вала	$h_1 = 1,0$
рабочая высота вала в месте устройства водосливов	$h_2 = h_1 - (0,15-0,25) \quad h_2 = 0,85-0,75$
ширина вала поверху	$b_1 = 0,5$
коэффициент заложения наружного (сухого) откоса вала	$m_1 = 1,0-1,5$
коэффициент заложения внутреннего (мокрого) откоса вала	$m_2 = 1,5-2,0$
ширина бермы	$c = 0,75$

Для установления протяженности водосборных каналов-валов необходимо определить максимальный объем стока на водосборе и количество воды, задерживаемой 1 пог. м канавы с валом:

$$W=W_1+W_2,$$

где W – объем воды, задерживаемой 1 пог. м канавы, м^3 .

Для определения объема задерживаемой воды вычисляем суммарную площадь поперечного сечения, образующуюся прудком (рис. 18):

$$f=f_1+f_2,$$

где f – суммарная площадь поперечного сечения, состоящая из треугольника *tnp* и трапеции *скор*, м^2 .

f_1 – площадь поперечного сечения трапеции *скор*, м^2 ;

f_2 – площадь поперечного сечения треугольника *tnp*.

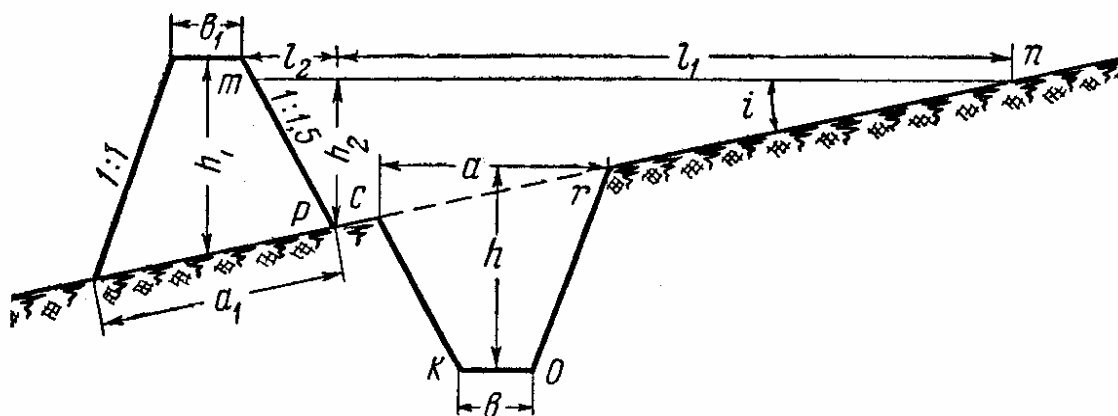


Рис. 18. Поперечный профиль водосборной канавы с валом

Объем воды (в м^3), задерживаемой 1 пог. м канавы с валом, может быть определен из выражения:

$$W=f \times 1 = \frac{1}{2} \left[(a+b)h + \frac{h_2^2}{i} + m_2 h_2^2 \right] \cdot 1.$$

Разделив максимальный объем воды $W_{\text{в.с}}$ или $W_{\text{л.с}}$, стекающей с водосбора, на количество воды, задерживаемой 1 пог. м водосборной канавы с валом W , определяем необходимую протяженность канав с валами L , м, чтобы задержать всю стекающую с водосбора воду:

$$L_1 = \frac{W_{\text{в.с}}}{W} \text{ или } L_2 = \frac{W_{\text{л.с}}}{W}.$$

Полученные длины L_1 и L_2 необходимо увеличить на длину всех перемычек. Учитывая приближенную точность определения величин $W_{\text{в.с}}$, $W_{\text{л.с}}$ и W , такое увеличение L_1 и L_2 вполне допустимо и обеспечивает известный запас ем-

кости W . Определим, насколько необходимо увеличить значения L_1 или L_2 , чтобы обеспечить задержание всего стока с водосбора.

Т а б л и ц а 15

Коэффициент весеннего стока σ_1

Почвогрунты водосборной площади	Уклоны водосборной площади		
	<0,01	0,01–0,05	>0,05
Хорошо водопроницаемые	0,10–0,20	0,15–0,25	0,20–0,30
Средние водопроницаемые	0,15–0,25	0,20–0,30	0,25–0,40
Ниже средней водопроницаемости	0,20–0,30	0,25–0,45	0,35–0,60
Слабо водопроницаемые	0,25–0,40	0,30–0,60	0,50–0,75
Мерзлые	0,35–0,60	0,40–0,75	0,80–0,95

Допустим, что на всей длине валов с прерывистым водосборными канавами L запроектировано n перемычек длиной по s каждая, тогда общая длина водосборных канав будет равна $L - ns$ и объем задержание воды уменьшится на $W_1 = f_1 ns$.

Расчет ширины порога водосливов b , м, для сброса излишней воды, образующейся за валами, ведется на пропуск максимального секундного расхода весеннего или летнего стока по формуле:

$$b = 0,65 \sqrt{\frac{Q^2}{H^3}},$$

где Q – максимальный секундный расход, сбрасываемый через водослив, м³/с;

H – напор на пороге водослива (в м), который находится из зависимости:

$$H = 0,42 \times v^2,$$

здесь v – допускаемая скорость воды на водосливе (табл. 16).

Т а б л и ц а 16

Допускаемые максимальные скорости

(при средних глубинах потока до 0,4 м) для грунтов и креплений

Категория поверхности	Скорость, м/с
Песок мелкий	0,17–0,27
средний	0,27–0,47
крупный	0,47–0,53
Галька мелкая	0,95–1,20
Глина	0,33
Растительный грунт	0,12–0,17
Дерн свежий плашмя	0,66
в стенку	1,50
Одиночная мостовая	2,50–2,90
Хворостяные крепления	1,80
Бетон	4,20–7,50

Пример расчета. Требуется определить необходимую длину водосборных канав с валами для предотвращения роста оврага в КХ «Октябрь» Курской области (рис. 17). Водосборная площадь $F=0,5 \text{ км}^2$, средний уклон водосбора у вершины оврага $i=0,013$, почвогрунты–хорошо водопроницаемая супесь.

1. Определение объемов стока и секундных расходов весеннего и ливневого паводков.

Объем весеннего стока находим по формуле

$$W_{в.с} = 1000 \sigma_1 HF,$$

где $\sigma_1=0,25$ по табл. 15;

$H=80 \text{ мм}$;

$$W_{в.с} = 1000 \times 0,25 \times 80 \times 0,5 = 10\,000 \text{ м}^3.$$

Средний расход весеннего паводка:

$$Q_{ср.в.} = \frac{0,2HF}{\sqrt[4]{F+10}} = \frac{0,02 \cdot 80 \cdot 0,5}{\sqrt[4]{0,5+10}} = 0,45 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расход весеннего паводка 10 % обеспеченности:

$$Q_{в. 10 \%} = Q_{ср.в.} \times K_{10 \%} = 0,45 \times 1,74 = 0,78 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $K_{10 \%}$ – коэффициент, найденный для $C_v = a - 0,05$; $C_v = 0,6 - 0,05 = 0,55$ по табл. 17. Значение $a \approx 0,6$ взято для Курской области из справочника.

Объем ливневого стока определяем по формуле.

$$W_{л.с} = 1000 \times \sigma_2 \times H \times F,$$

где $\sigma_2 = 0,1$ по табл. 18; при $S=8,5 \text{ мм/мин}$ по табл. 19 и продолжительности осадков $(t-1)$ ч из графика (рис. 19) находим

$$H = S \sqrt[3]{60 \cdot t} = 8,5 \sqrt[3]{60 \cdot 1} = 34 \text{ мм}.$$

$$W_{л.с. 10 \%} = 1000 \times 0,1 \times 34 \times 0,5 = 1700 \text{ м}^3.$$

Т а б л и ц а 17

Значения коэффициентов $K_p \%$

C_v	Обеспеченность $p, \%$					
	1	10	25	50	75	100
0,40	2,16	1,54	1,23	0,95	0,71	0,66
0,45	2,33	1,60	1,25	0,93	0,67	0,62
0,50	2,51	1,67	1,28	0,92	0,63	0,51
0,55	2,70	1,74	1,29	0,90	0,59	0,53
0,60	2,89	1,80	1,31	0,88	0,56	0,50
0,65	3,09	1,87	1,33	0,87	0,52	0,46
0,70	3,29	1,94	1,34	0,85	0,49	0,42
0,75	3,50	2,00	1,36	0,82	0,45	0,39
0,80	3,71	2,06	1,37	0,80	0,42	0,35
0,85	3,93	2,13	1,37	0,77	0,38	0,32
0,90	4,15	2,19	1,38	0,75	0,35	0,28

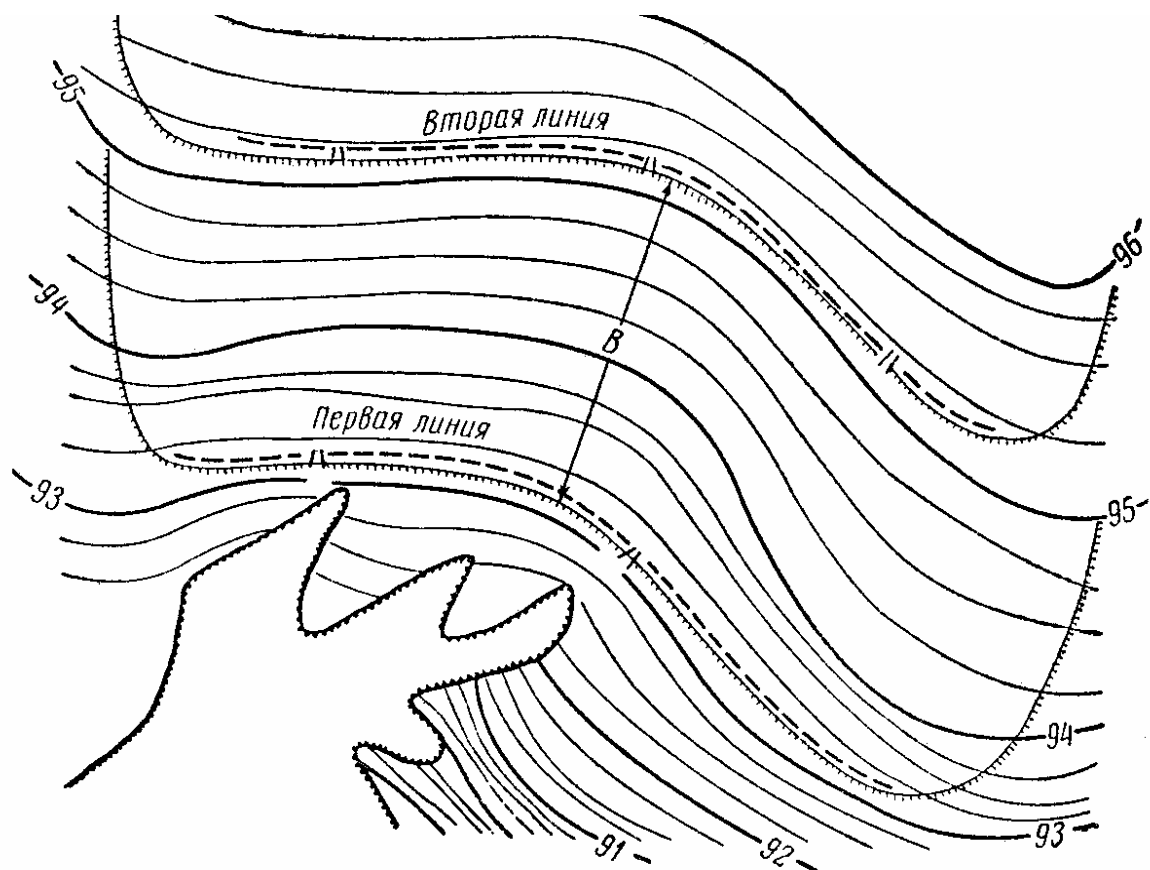


Рис. 19

Максимальный секундный расход при ливне продолжительностью $t = l$ час будет равен:

$$Q_{\text{л. с } 10\%} = \frac{0,28\sigma_2 HF}{t} = \frac{0,28 \cdot 0,1 \cdot 34 \cdot 0,5}{t} = 0,47 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Т а б л и ц а 18

Приближенные значения коэффициента стока σ_2
при дождевых паводках разной обеспеченности

Географические зоны	Обеспеченность p , %			
	1	5	10	50
Лесная	0,20	0,09	0,07	0,04
Лесостепная	0,25	0,12	0,10	0,07
Степная	0,30	0,17	0,15	0,10
Полупустынная и пустынная	0,35	0,27	0,20	0,10

2. Определение длины канав с валами. Приняв размеры канав с валами по рис. 18, вычисляем объем воды, задерживаемой 1 пог. м:

$$W = \frac{1}{2} \left[(a + b) \cdot h + \frac{h_2^2}{i} + m_2 h_2^2 \right] \cdot 1 = \frac{1}{2} \left[(3 + 0,5) \cdot 1 + \frac{0,75^2}{0,013} + 1,5 \cdot 0,75^2 \right] = 23,8 \text{ м}^3.$$

Поскольку объем весеннего стока больше объема ливневого стока, требуемую длину водосборных канав с валами находим по формуле:

$$L_1 = \frac{W_{\text{в.с.}}}{W} = \frac{10000}{23,8} \cong 420 \text{ м.}$$

Из рис. 19 видно, что расстояние между водораздельными линиями примерно равно 220 м, поэтому принимаем две линии канав с валами длиной по 210 м каждая.

Первую линию канав с валами проектируем на расстоянии 10 м от вершины оврага. Расстояние между первой и второй линией валов находим по формуле

$$B = \frac{h_1}{i} = \frac{1,0}{0,013} \cong 80 \text{ м.}$$

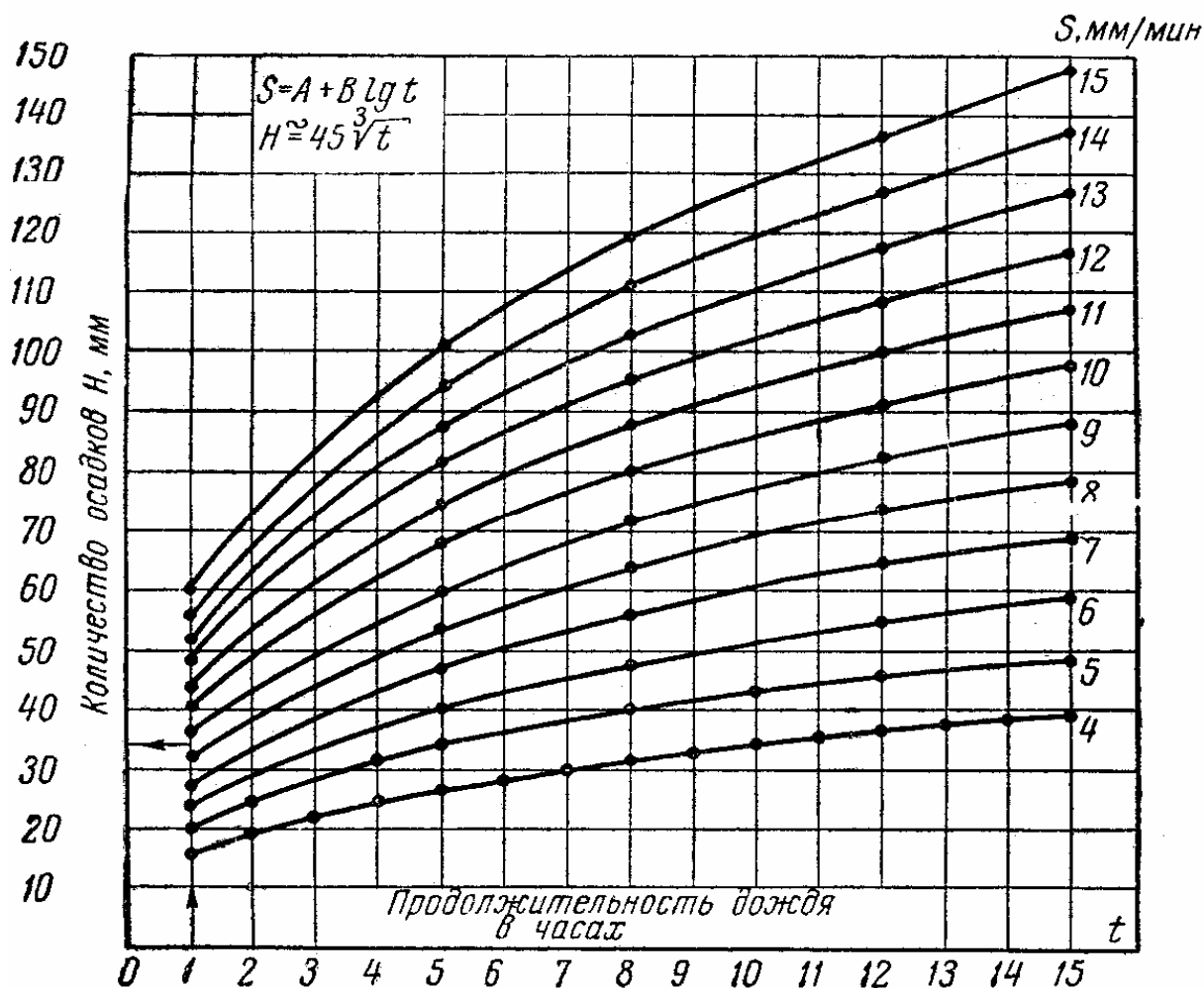


Рис. 20

Объем воды, задерживаемой между первой и второй линией канав с валами, составит:

$$W = 210 \times 23,8 = 5000 \text{ м}^3.$$

Этот объем воды должен быть сброшен через водосливы, запроектированные во второй линии валов.

Для пропуска весеннего расхода 10 % обеспеченности во второй линии валов запроектированы три водослива. Расход каждого водослива соответственно будет равен $\frac{0,78}{3} = 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$.

Напор на пороге водослива находим по формуле

$$H = 0,42 \times v^2,$$

где v – скорость на пороге водослива, укрепленного свежим дерном плашмя.

$$v = 0,66 \text{ м/с}.$$

$$H = 0,42 \times (0,66)^2 \cong 0,19,$$

Ширина порога водослива соответственно будет равна:

$$b = 0,65 \sqrt{\frac{Q^2}{H^3}} = 0,65 \sqrt{\frac{(0,26)^2}{(0,19)^3}} = 2 \text{ м}.$$

Т а б л и ц а 19

Значения мгновенной интенсивности ливня S
при 1 и 10 % обеспеченности для некоторых пунктов

Название пункта	Мгновенная интенсивность ливня S мм/мин при обеспеченности	
	1 %	10 %
Вологда	9,1	6,2
Воронеж	14,7	9,8
Нижний Новгород	11,7	7,9
Иркутск	8,2	5,3
Киров	10,8	7,3
Курск	13,0	8,5
Москва	12,2	8,4
Новосибирск	8,0	5,6
Екатеринбург	9,4	6,3

В первой линии валов запроектированы также два запасных водослива на случай, если весенний или ливневый сток окажется больше расчетных. На склоне оврага ниже этих водосливов и в его вершинах должны быть устроены плетневые крепления для предупреждения размыва.

Уточняем, насколько сократится длина водосборных канав, если в них будет сделано 36 перемычек длиной по 6 м каждая, и определяем, насколько при этом уменьшится объем задержанной воды:

$$W_1 = \left(\frac{a+b}{2}\right)hcn = \left(\frac{3+0,5}{2}\right) \times 1 \times 6 \times 36 = 380 \text{ м}^3.$$

Следовательно, при устройстве перемычек в канавах будет фактически задержано не 10 000 м³, а 9620 м³ воды и рабочая длина канав с валами будет равна:

$$L = \frac{9620}{23,8} = 405 \text{ м.}$$

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

В результате добычи полезных ископаемых и торфа открытым способом и складирования отходов промышленного производства значительные площади сельскохозяйственных и лесных угодий изымаются из хозяйственного использования. Эти земли пустуют, зарастают сорняками, служат источником загрязнения воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод. Одним из средств восстановления ландшафтов, нарушенных добычей нерудных ископаемых и выработанных торфяных месторождений, а также улучшения санитарно-гигиенических условий природной среды являются рекультивационные мероприятия.

Рекультивируемые земли могут быть использованы для создания продуктивных сельскохозяйственных угодий, лесов, водоемов различного назначения, объектов отдыха и санитарных зон, мест застройки, а также использованы как консерванты нарушенных земель, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду.

Работы по рекультивации земель, как правило, выполняются последовательно в два этапа:

- а) техническая рекультивация;
- б) биологическая рекультивация.

Целью технической рекультивации является подготовка нарушенной поверхности для последующей биологической рекультивации.

Биологическая рекультивация включает мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель, прошедших техническую рекультивацию, для последующего использования: а) в сельском хозяйстве; б) в лесном хозяйстве; в) в рыбном хозяйстве. В данном упражнении рассматривается вариант использования рекультивируемых земель для сельскохозяйственных целей.

Земельные участки, рекультивируемые для использования в сельском хозяйстве, должны быть спланированы, покрыты плодородным слоем почвы, но мощностью не менее чем на смежных площадях аналогичных видов угодий, быть удобными для выполнения сельскохозяйственных работ с применением современных машин, иметь уровень грунтовых вод, обеспечивающий оптимальные условия для произрастания растений.

Рекультивация земель для использования в лесном хозяйстве производится на малопродуктивных землях, в основном песчаных и супесчаных, когда на породу по тем или иным причинам не наносится перегнойный гумусовый горизонт, а также на территориях, где тщательное выравнивание и планировка являются экономически нецелесообразными.

Для рыбного хозяйства в основном используются глубокие карьеры изпод глин и суглинков, а также, в случае необходимости, как водоемы для хозяйственных целей.

Выполнение работ по рекультивации осуществляется в соответствии с утвержденными проектами. При этом устанавливается следующая очередность:

- а) подготовительные и полевые работы;
- б) топографические и почвенно-обследовательские работы;
- в) проектные работы и изготовление документов.

По результатам изысканий составляется акт (прил. 8) и дается характеристика нарушенных земель (прил. 9).

На основании материалов изысканий разрабатывается задание на проектирование (прил. 10), которое утверждается руководителем.

Топографические и почвенно-обследовательские работы выполняются с целью получения на участки нарушенных и примыкающих к ним земель доброкачественной топографической основы, а также для материалов почвенно-грунтового обследования.

В заключении по этим видам работ указываются местоположение и площадь объекта обследования, природные особенности территории, определяющие условия рекультивации земель, дается характеристика морфологических, физико-химических свойств почв, пород, их смесей и рекомендации по приведению нарушенной территории в состояние, пригодное для их дальнейшего использования.

В рекомендациях отражаются целесообразность нанесения плодородного слоя почв или потенциально плодородных пород на поверхность нарушенных земель с учетом их дальнейшего хозяйственного использования, виды основных сельскохозяйственных культур, агротехника возделывания в период биологической рекультивации и хозяйственное использование рекультивируемых земель, прогноз уровня их продуктивности.

В состав проектных работ входят:

- а) разработка технологии работ по рекультивации нарушенных земель;
- б) определение объемов работ;
- в) составление сметной документации.

В соответствии с заданием на проектирование, с учетом материалов изысканий и обследований, наличия машин и механизмов у строительной организации и т.д., разрабатывается технология работ (прил. 11).

При вовлечении рекультивируемых карьеров в сельскохозяйственное использование их откосы выполаживают. Обычно ставится требование, чтобы уклон спланированной поверхности не превышал 4° и не было замкнутых понижений при засыпке карьера, иначе будет застаиваться вода. Перед засыпкой карьера с прилегающих площадей сдвигается пахотный слой и складывается вне зоны работ. Затем бульдозером срезают грунт, перемещают его в карьер с последующим разравниванием и уплотнением. После этого перевозят снятый плодородный слой в карьер и разравнивают его. Если перед вскрытием карье-

ра плодородный слой не был сохранен, то его привозят с других участков или заменяют торфом с ближайших торфоучастков.

При использовании рекультивируемых земель в лесном хозяйстве необходимо выполнить следующие виды работ: подготовку поверхности (снятие плодородного слоя на прилегающей территории); организацию рельефа дна и откосов (создание бортов карьера с уклоном на круге 1:10) с целью обеспечения стока талых и ливневых вод в пониженное место с выходом на существующий рельеф; планировку всей рекультивируемой площади; покрытие спланированной площади плодородным слоем (20–30 см), сохраняемым во внешних отвалах.

При рыбохозяйственном использовании рекультивируемых земель после планировки ложе водоема рыхлят на глубину 5–7 см и вносят 1–3 ц/га перегноя или навоза. Кислые почвы одновременно известкуют (до $\text{pH} > 7$). Вода должна быть пригодной для жизни рыб. Фосфорные и азотные удобрения вносят как по сухому ложу, так и по воде. Норма минеральных удобрений за сезон составляет: аммиачной селитры – 2–5, суперфосфата – 1–2,5 ц/га. Аммиачную воду вносят за 7 дней до затопления пруда.

В зависимости от вида нарушения почвенного покрова и намечаемых мероприятий по приведению нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве, подбирают метод определения объемов работ по рекультивации. Так, при значительном преобразовании естественных форм рельефа на больших площадях разрабатывается проект вертикальной планировки. Основой для разработки вертикальной планировки служат топографические планы масштабов 1:5000–1:500. Проект вертикальной планировки предусматривает изменением форм и уклонов естественной поверхности земли, что отображается на карте проектными горизонталями. Масштаб топографической карты, степень точности и подробности изображения на карте естественного рельефа должны позволять выбрать на ней с достаточной точностью наиболее целесообразное положение проектных поверхностей в отношении как уклонов, так и объема земляных работ, связанных с вертикальной планировкой.

При составлении проекта вертикальной планировки естественную поверхность называют *фактической*, а преобразованную – *проектной*, которые характеризуются соответственно фактическими и проектными отметками. Разность между проектной и фактической отметкой называется *рабочей отметкой*. Положительные рабочие отметки характеризуют высоту насыпи, а отрицательные – глубину выемки. Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется *точкой нулевых работ*. Геометрическое место этих точек образует линию нулевых работ. Фактическая поверхность показывается черными горизонталями, проектная – красными, линия нулевых работ – синим цветом. Насыпи обычно закрашиваются красным цветом, выемки – желтым со штриховкой.

Основное содержание вертикальной планировки заключается в преобразовании существующей топографической поверхности в другую. Проектирование вертикальной планировки осуществляется различными методами. По способам расчета проектных отметок различают аналитический, графический и графоаналитический способы. По способу изображения преобразованного рельефа различают способ профилей (для небольших карьеров простой конфигурации), проектных горизонталей и отметок (при значительных размерах и сложной конфигурации карьеров). Приведем сущность первого способа и методику его проектирования.

1. С плана-оригинала снимается копия на кальку черной тушью (рис. 21). Калька накладывается на миллиметровку и ориентируется так, чтобы направление линий располагалось вдоль и поперек карьера, после чего на кальку переносится сетка квадратов (в карандаше) со стороной 20–40 м в натуре.

2. Строятся характерные профили по линиям сетки, расположенным вдоль карьера, и все поперечные профили. Для построения профилей используются отметки горизонталей. Горизонтальный масштаб профиля принимается равным масштабу плана, а вертикальный – в 5–10 раз крупнее. Профили вычерчиваются тушью. В рассматриваемом примере ограничилось одним продольным (рис. 24) и девятью поперечными профилями.

3. На поперечном профиле, расположенном примерно посередине карьера (рис. 24), намечается предварительно проектная линия с условием минимума и баланса земляных масс. Для этого откосы проектируются с максимально допустимыми уклонами (не более 4°). Чтобы ускорить работу, целесообразно заготовить шаблон, построив на прозрачной основе линии с максимально допустимыми уклонами. Для соблюдения баланса земляных масс сравниваются площади сечений срезов и подсыпок. Площади можно вычислять планиметром, палетками или другими способами. В данном случае удобен способ точечной палетки. При построении профилей в крупном масштабе в качестве точек можно использовать вершины квадратов миллиметровки со стороной 5 мм. На профиле можно выписывать площади сечений или сразу объемы земляных масс. Последние найдутся из соотношения

$$V = \frac{M_{\Gamma} M_{\text{В}} l \cdot S}{10000},$$

где M_{Γ} , $M_{\text{В}}$ – знаменатели горизонтального и вертикального масштабов профиля;

l – расстояние между профилями в натуре, м;

S – площадь сечения насыпи или выемки на профиле, см^2 .

При определении площадей точечной палеткой с ценой точки $0,25 \text{ см}^2$ для $M_{\Gamma} = 5000$, $M_{\text{В}} = 100$ и $l = 20$ м получим рабочую формулу

$$V = 25 \times n,$$

где n – число точек на профиле в насыпи или выемке.

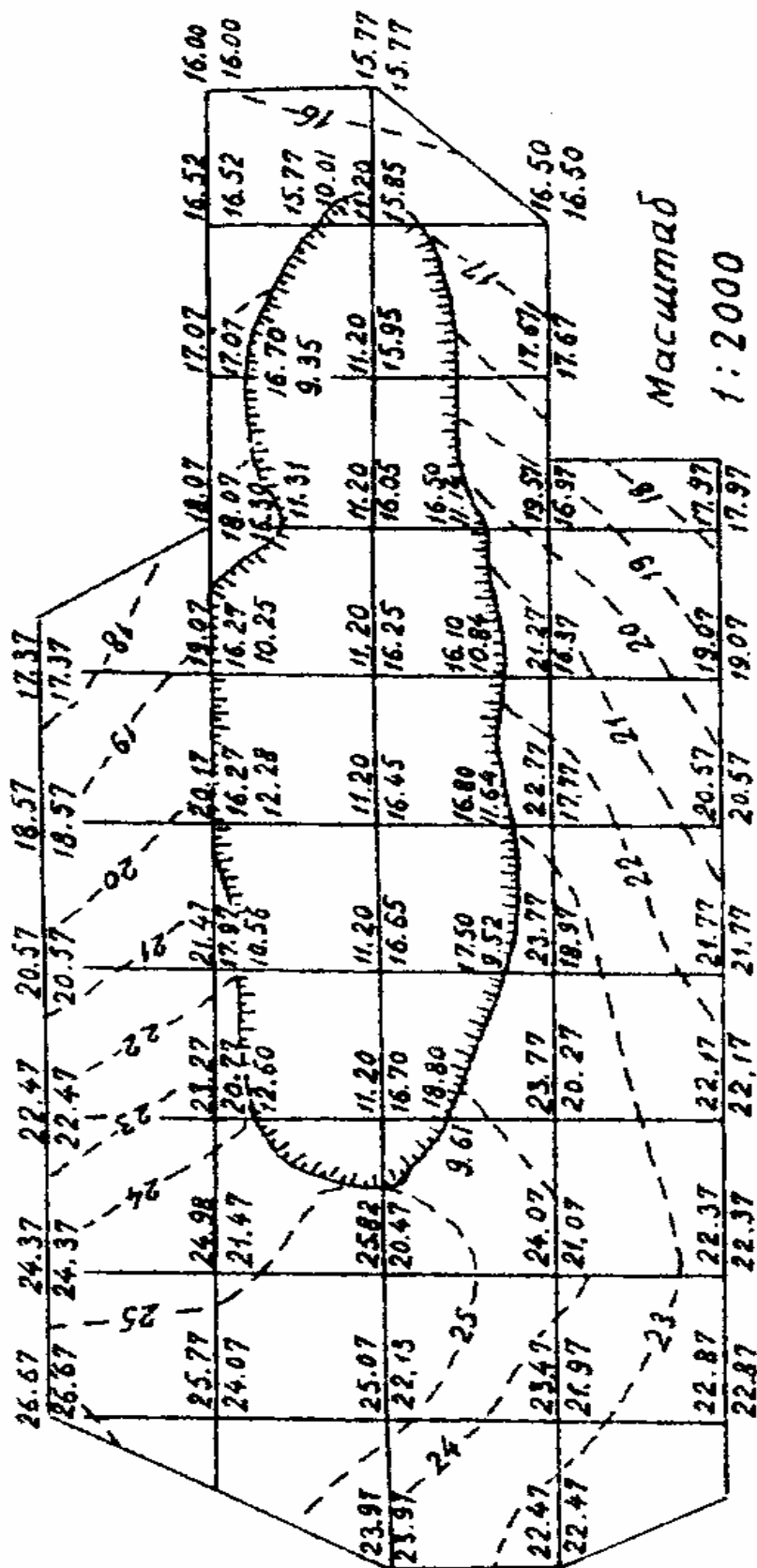


Рис. 21. План карьера

В результате будут найдены объемы земляных тел, расположенных симметрично относительно поперечного профиля, т.е. профиль будет обслуживать полосу по 10 м в ту и другую сторону.

В рассматриваемом примере $M_T = 2000$, $M_B = 200$, $l = 40$ м. Поэтому рабочая формула для определения объемов земляных масс будет иметь вид

$$V = 1600 \times S, \text{ м}^3.$$

4. Наносится предварительная проектная линия на характерном продольном профиле с учетом соблюдения максимальных и минимальных уклонов, минимума земляных масс в срезке, а также проектной отметки, которая уже получена на среднем поперечном профиле (рис. 22).

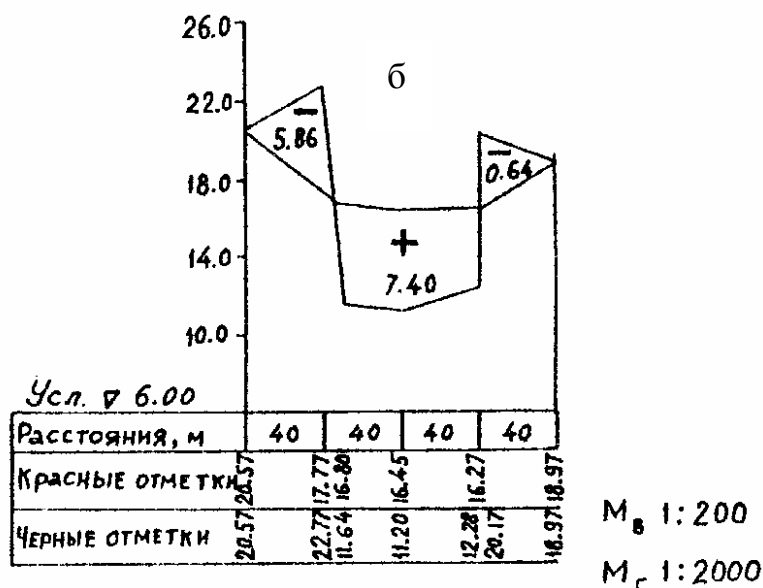
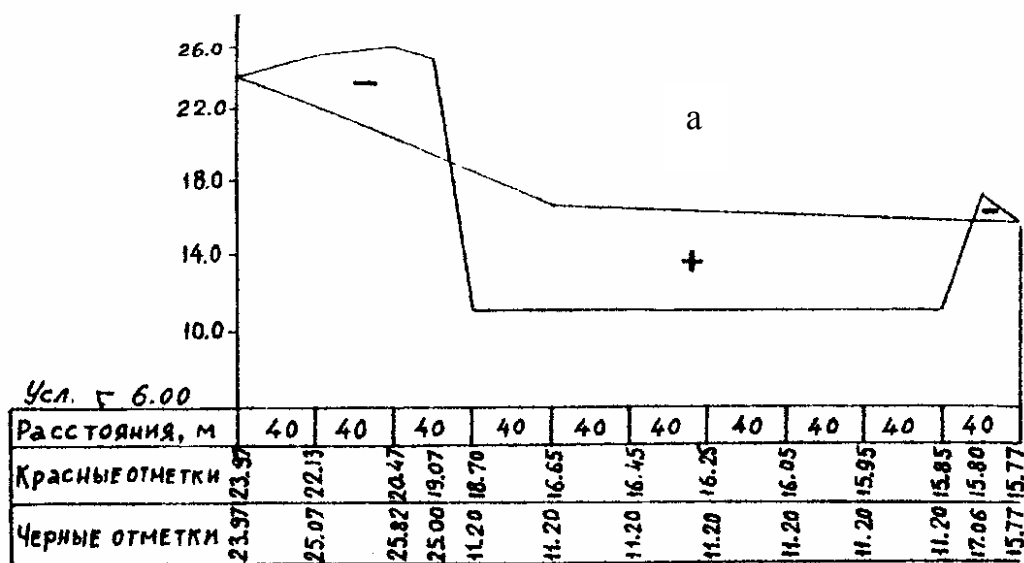


Рис. 22. Продольный а и поперечный б профили карьера

5. Наносятся проектные линии на всех поперечных профилях с соблюдением предельных уклонов и с учетом проектных отметок на продольном профиле. Начинают проектирование от среднего поперечного профиля к краям, нанося проектную линию с соблюдением баланса масс (засыпка карьера предусматривается только с боков). Затем переходят на крайние профили и продвигаются к середине. На самых крайних профилях, как правило, будет срезка. Для соблюдения общего баланса этот объем срезки необходимо учитывать при проектировании следующих профилей, увеличивая соответственно объем насыпей.

6. Производится окончательное сравнение суммарных площадей сечений или объемов срезов и насыпей. При необходимости вносятся изменения в проект.

7. Отмечается на профилях положение проектных горизонталей, переносится на топографический план (кальку) и по этим точкам проводятся проектные горизонталы (рис. 23).

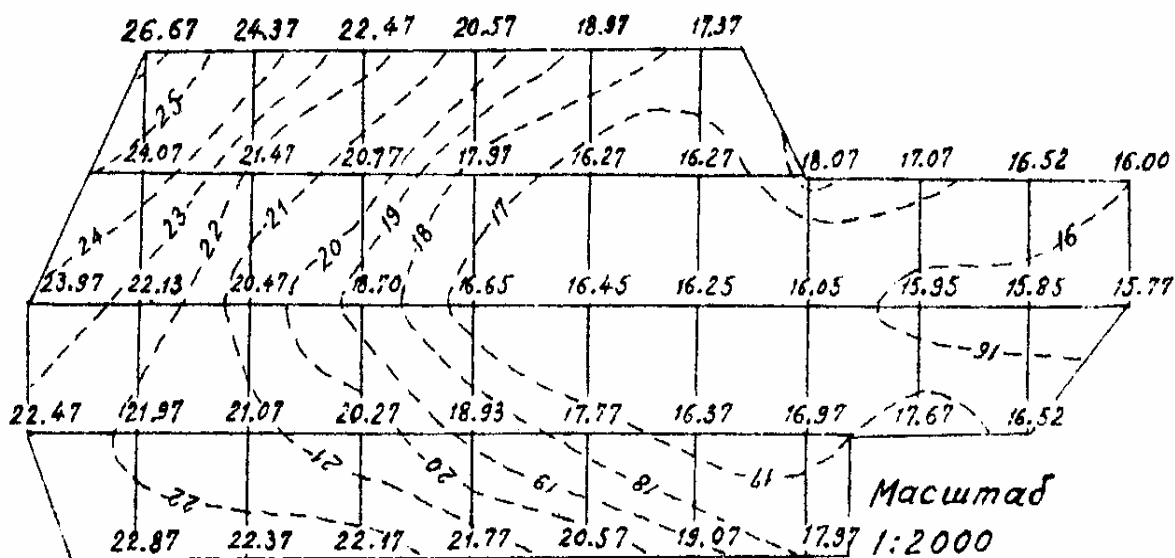


Рис. 23. План организации рельефа

8. На основании полученных данных строится картограмма земляных масс (рис. 24) и составляется проект технической рекультивации карьера (рис. 25). На картограмме показываются границы срезов и насыпей в пределах отдельных 20-метровых полос, объемы срезов или насыпей в каждой зоне, направление и объемы перемещения грунта. Объемы земляных работ записываются в кружках, центры которых совпадают с центрами тяжести зон. Чертеж составляется в масштабе проектного плана, что позволяет определить расстояние перемещения грунта графически. Здесь целесообразно показать площади зон срезов, с которых будет предварительно сдвигаться пахотный слой.

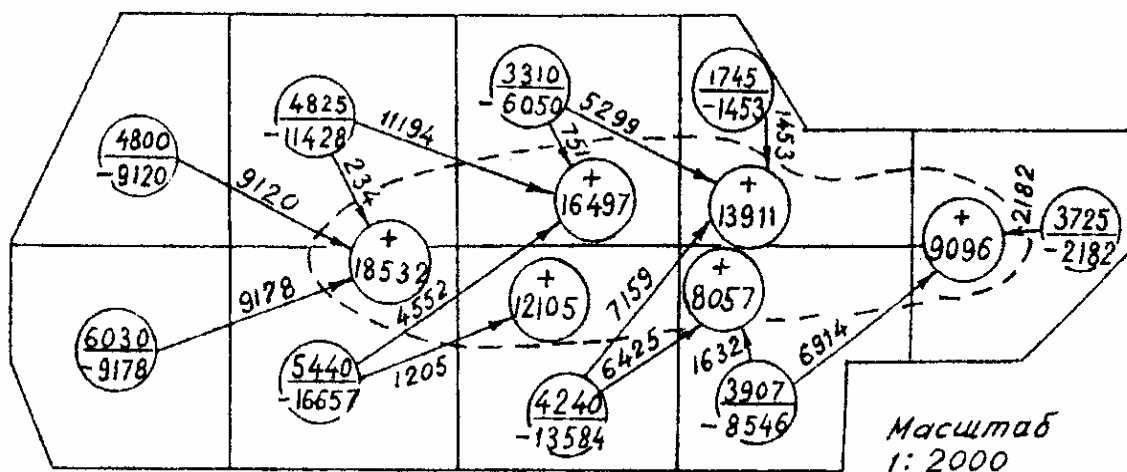


Рис. 24. Картограмма земляных работ

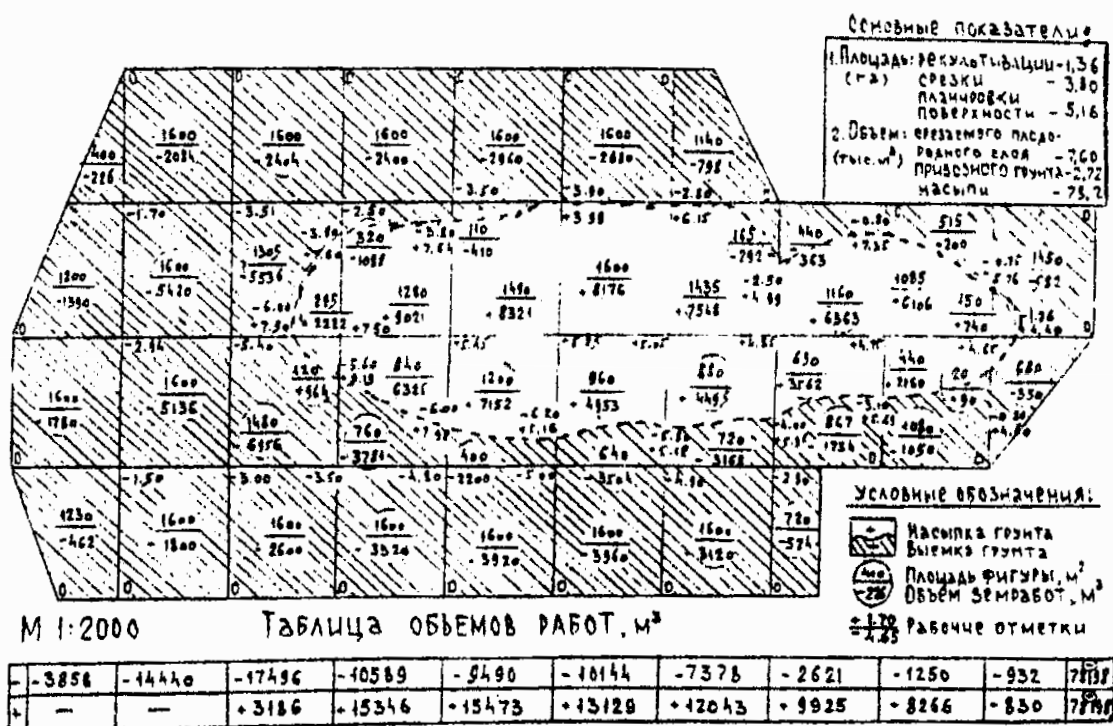


Рис. 25. Проект рекультивации карьера

Перед началом строительных работ проекты рекультивации выносят в натуру, а в целях контроля за правильностью их осуществления делают исполнительные съемки.

Вынос в натуру сетки квадратов и проектных отметок производится от точек геодезического обоснования. Для этих целей составляется разбивочный план с фактическими, проектными и рабочими отметками вершин

квадратов, а также положением линий нулевых работ. На нем же показываются геодезические данные для выноса в натуру сетки квадратов.

Земли, прошедшие техническую рекультивацию, возвращаются прежним пользователям или другим хозяйствам для выполнения комплекса работ по первичному освоению и биологической рекультивации.

Примерные схемы первичного освоения выработанных торфяников, рекультивируемых для сельскохозяйственного использования (лугов, пастбищ), включают: на низинных торфяниках, покрытых травянистой растительностью с хорошо разложившимся торфом – дискование, вспашка на глубину 30–35 см, дискование, планировка поверхности; на покрытых мелким кустарником – предварительное удаление растительности и дернины машинами глубокого фрезерования торфа, внесение извести и органических удобрений, отвальная вспашка на глубину 30–35 см, дискование и планировка.

Имеющийся опыт показывает, что для восстановления плодородия рекультивируемых земель при их дальнейшем использовании в сельском хозяйстве необходимо предусматривать следующую продолжительность биологической рекультивации:

- на рекультивируемых землях с нанесенным плодородным слоем почвы – 4–6 лет;
- на рекультивируемых землях, сложенных потенциально плодородными породами без нанесенного плодородного слоя почвы – 8–10 лет;
- на малопродуктивных угодьях с нанесенным плодородным слоем почвы – 2–3 года.

В ассортимент сельскохозяйственных культур, возделываемых в период биологической рекультивации, необходимо включать культуры, способствующие интенсивному окультуриванию земель: клевер, люцерну, люпин и т.д.

Выращивание пропашных культур и особенно корнеплодов в период освоения не допускается в связи с опасностью эрозии почв и относительно большим выносом питательных веществ.

Посевы зерновых культур на землях с нанесенным плодородным слоем почвы следует производить только после 3–4-летнего возделывания злаково-бобовых травосмесей.

Для восстановления плодородия нарушенных земель и стимулирования роста лесных культур рекультивируемую площадь в первый год засевают люпином однолетним (70 кг/га), а затем по междурядьям – люпином многолетним (20 кг/га).

Для посадки рекомендуются двухлетние хорошо развитые саженцы лесных культур 6670 шт./га (по схеме 1,0×1,5) из расчета 80 % хвойные породы (сосна, ель) и 20 % береза. Посадку культур рекомендуется производить ранней весной вслед за снеготаянием лесопосадочной машиной СБН-1А.

В процессе биологической рекультивации восстановление плодородия нарушенных земель до уровня не ниже среднего в зависимости от их характеристики (приложение 10) выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе «Культуртехнические работы».

Целесообразность осуществления мероприятий по освоению нарушенных земель и сельскохозяйственного их использования устанавливают на основе определения общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений в рекультивацию и освоение земель:

$$\Xi = \frac{\Pi - I_{\text{сх}} - I_{\text{м}}}{K_{\text{с}}},$$

где Ξ – коэффициент экономической эффективности;

Π – стоимость сельскохозяйственной продукции, получаемой с рекультивируемых земель на расчетный год, руб.;

$I_{\text{сх}}$ – сельскохозяйственные издержки на производство продукции, руб.;

$I_{\text{м}}$ – мелиоративные затраты на содержание и ремонт мелиоративных систем, руб.;

$K_{\text{с}}$ – совокупные капитальные вложения в мелиорацию, освоение рекультивируемых площадей и основные фонды растениеводства в расчете на вовлекаемые в сельскохозяйственный оборот площади.

Величина, обратная коэффициенту эффективности, представляет собой срок окупаемости совокупных капитальных вложений.

Капитальные вложения в рекультивацию нарушенных земель для сельскохозяйственного использования экономически оправданы, если коэффициент эффективности выше или равен, а срок окупаемости вкладываемых средств в рекультивацию ниже установленных по нормативам. Варианты технических решений и первоочередные, наиболее эффективные объекты рекультивации выбирают по минимуму приведенных затрат.

Расчеты включают определение проектного уровня урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности сельскохозяйственных угодий, проектной себестоимости продукции мелиоративного земледелия с рекультивируемых земель, стоимости продукции.

Проектный уровень урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивность сельскохозяйственных угодий можно определять, исходя из возможных запасов продуктивной влаги в почве или из конкретных почвенных условий объекта, естественного плодородия почв, их агрохимических свойств и планируемых доз внесения органических и минеральных удобрений, по формуле

$$Y_{\text{п}} = 0,01(B_{\text{п}} \times \Pi_{\text{б}} + D_{\text{NPK}} \times O_{\text{NPK}} + D_{\text{oy}} \times O_{\text{oy}}),$$

где $Y_{\text{п}}$ – прогнозируемый урожай, ц/га;

B_n – балл пашни;
 C_6 – цена балла пашни, кг/га;
 D_{NPK} – доза минеральных удобрений в действующем веществе, кг/га;
 O_{NPK} – оплата минеральных удобрений, кг/га;
 D_{oy} – доза органических удобрений, т/га;
 O_{oy} – оплата органических удобрений, кг/т.

П р и м е ч а н и е . В приближенных расчетах 1 т органических удобрений приравнивается к 6 кг NPK.

Проектную себестоимость продукции земледелия рассчитывают на основании разрабатываемых технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур с учетом средних нормативов затрат труда, материально-технических средств и мелиоративных издержек.

Затраты на эксплуатационную планировку и другие агрономелиоративные мероприятия распределяют равномерно по годам с учетом эффективного действия каждого мероприятия.

Стоимость продукции земледелия с рекультивируемых земель рассчитывают исходя из общего объема ее производства в кормовых единицах и закупочной цены овса.

Фактическую экономическую эффективность рекультивируемых земель определяют на основании фактически сложившихся на объекте затрат, урожайности сельскохозяйственных культур, производственных затрат на их возделывание, а также мелиоративных издержек.

Стоимость основных производственных фондов растениеводства принимают как среднюю по хозяйству или группе хозяйств в расчете на вовлекаемые в сельскохозяйственный оборот площади. В связи с неустойчивой по отдельным годам урожайностью на рекультивируемых землях показатели эффективности определяют по результатам сельскохозяйственного производства на этих землях в среднем за 3 года.

ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА НА ТЕМУ: «МЕЛИОРИТИВНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ

РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

название хозяйства название района

Курсовой проект состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (прил. 14);
2. Расчетно-графический материал;
3. Пояснительная записка объемом 40-50 стр.;
4. План размещения пруда в масштабе 1:5000 с сечением рельефа 1 м;
5. План размещения оросительной системы в масштабе 1:10000;
6. План размещения системы лесозащитных насаждений на территории в масштабе 1:10000.

Задание для выполнения курсового проекта принимается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента (прил. 15).

Раздел 1. Мелиоративное обустройство территории

1.1. Природно-хозяйственные условия территории

1.1.1. Климатическая характеристика территории

Указывается местонахождение рассматриваемой территории хозяйства, целесообразность орошения, целевое назначение проектируемого орошаемого участка. Характеризуются климатические условия (температура воздуха, осадки, дефицит влажности воздуха) по каждой декаде месяца вегетационного периода, испаряемость, снеговой покров и даты наступления заморозков и перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 и 10 °С и сумма активных температур воздуха за вегетационный период, используя агроклиматический справочник и приложения 1 и 16 по следующей форме (табл. 20).

Т а б л и ц а 20

Климатические условия территории хозяйства по метеостанции

Метеоэлементы	Месяцы						Сумма
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Среднесуточная температура воздуха, °С							
Осадки, мм							
Дефицит влажности воздуха, мб							
Испаряемость, мм							

1.1.2. Почвенно-гидрологические условия

Проводится описание преобладающего типа почвы на территории хозяйства, района, используя справочник по почвам и приложение 16. Характеризуются степень гумусированности, содержание доступных элементов питания, гранулометрический состав, глубина залегания грунтовых вод и их минерализация и водно-физические свойства почвы по следующей форме (табл. 21-22).

Т а б л и ц а 21

Агрохимические свойства почвы

Слой почвы, м	Содержание гумуса, %	Мощность гумусового горизонта, м	Содержание, мг/кг			Гранулометрический состав, <0,01 мм, %
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-0,1						
0,1-0,2						
0,2-0,3						
0-0,3						

Т а б л и ц а 22

Водно-физические свойства почвы

Слой почвы, м	Плотность почвы, т/м ³	Удельная масса, т/м ³	Наименьшая влагоемкость (НВ)		Водопроницаемость, мм/мин	Пористость, % к объему	Влажность ВУЗ, % НВ
			% от массы сухой почвы	м ³ /га			
0-0,3							
0-0,5							
0,5-1,0							
0-1,0							

1.2. Источник орошения и размещение орошаемого участка на территории

Источниками воды для орошения и обводнения служат: реки в естественном и зарегулированном состоянии; подземные пресные воды; водохранилища объемом воды более 4 млн м³ воды с многолетним регулированием поверхностного местного стока и пруды объемом воды до 4 млн м³ воды с годичным (сезонным) регулированием весеннего местного стока.

1.2.1. Водохозяйственные расчеты при проектировании пруда и регулирование местного стока для орошения

1.2.1.1. Требования при проектировании пруда

Проектирование пруда проводится хозяйственно-экономической целесообразностью рационального использования водных и земельных ресурсов территории хозяйства с учетом топографических, геологических, гидрологических и гидрогеологических условий местности, а также санитарных и природоохранных требований.

При этом используются следующие показатели:

1. Назначение пруда: для орошения сельскохозяйственных культур на площади 200–600 га с расчетным объемом воды; водоснабжения поселка и отрасли животноводства, рыборазведения или разведения водоплавающей птицы;
2. План балки для устройства пруда и плотины и прилегающей к ней территории для орошения в масштабе 1:2000 или 1:5000 с сечением горизонталей 0,5–1,0 м;
3. План водосборной площади балки, пруда в масштабе 1:25000 или 1:50000;
4. Среднемноголетняя величина поверхностного местного стока с расчетной 75 % вероятностью превышения стока, а при хорошей изученности территории, этот показатель снижается до 50 %. Это значит, что 75 или 50 лет из 100 сток талых вод равен расчетному значению или больше его и обеспечит полное заполнение пруда водой;
5. Глубина русла балки под пруд должна быть от 6 до 12 м, так как при меньшей величине происходит быстрое заиливание, прогревание воды солнечными лучами и зарастание болотной растительностью;
6. Продольный уклон для балки для устройства пруда должен быть в пределах 0,005–0,006;
7. Дно и откосы балки должны быть сложены маловодопроницаемыми глинистыми, тяжелосуглинистыми или суглинистыми грунтами;
8. Створ плотины располагается в наиболее узком месте балки перпендикулярно к горизонталям (берегам), что обеспечит наименьший объем земляных работ при строительстве плотины;
9. Створ плотины должен быть чуть ниже выхода при наличии родников в целях предупреждения размыва тела плотины;
10. Обеспечение максимальной емкости пруда при наименьшем зеркале воды и минимальных показателях земляных работ и экономических затратах на 1 м³ воды. Считается экономически эффективным, если на 1 м³ земляных работ по устройству плотины приходится более 15–20 м³ воды;
11. При размещении пруда на местности необходимо предусмотреть избежание загрязнения воды от ближайших животноводческих ферм, ком-

плексов хранилищ минеральных удобрений, пестицидов, а также подтопления, в связи с поднятием уровня грунтовых вод, населенных пунктов.

1.2.1.2. Гидрологические расчеты

Водосборная площадь – эта часть территории, поверхностный местный сток с которой поступает в проектируемый водоем выше створа плотины. Она ограничивается водораздельной линией от оси плотины, намеченной на плане под прямым углом к горизонталям. Эта линия представляет собой водораздел, а внутри нее и заключается водосборная площадь, которую определяют, выражая в квадратных километрах (рис. 26).

Гидрологическим расчетом определяют объем стока талых вод с водосборной площади пруда. Учитывая среднегодовую норму весеннего стока для рассматриваемого района области, а также коэффициент изменчивости (вариации) этой величины (для Правобережья 0,6-0,7) и модульный коэффициент при определенном коэффициенте вариации весеннего стока (прил. 18), рассчитывают слой весеннего стока и объем весеннего стока данной вероятности превышения (табл. 23).

Объем воды, поступающей в пруд с водосборной площади при расчетной вероятности превышения слоя весеннего стока рассчитывается по формуле:

$$W=1000 \cdot F \cdot h_p; \quad (1)$$

где W – объем воды, м³;

1000 – коэффициент перевода;

F – площадь водосбора, км²;

h_p – слой весеннего стока данной вероятности превышения, мм.

Пример. Слой весеннего стока на территории рассматриваемого хозяйства районе исходя из среднегодовой его величины 35 мм при 50 и 75 % вероятности превышения (обеспеченности стока) соответственно составит:

при h_p 50 % = $K_p \cdot h_{cp} = 0,80 \cdot 35 = 28$ мм;

при h_p 75 % = $K_p \cdot h_{cp} = 0,42 \cdot 35 = 15$ мм.

Определяем объем стока с водосборной площади 82 км²:

при 50 % вероятности превышения

W_p 50 % = $1000 \cdot 82 \cdot (0,80 \cdot 35) = 2296000$ м³;

при 75 % вероятности превышения

W_p 75 % = $1000 \cdot 82 \cdot (0,42 \cdot 35) = 1205400$ м³.

Т а б л и ц а 23

Величина и объем весеннего стока, поступающего в пруд при его водосборной площади 82 км² (пример)

Вероятность превышения P , %	Модульный коэффициент K_p при $C_v=0,8$	Слой весеннего стока данной вероятности превышения h_p , мм	Объем весеннего стока данной вероятности превышения W_p , тыс. м ³
0,1	5,30	185	15170
0,5	4,19	146	11972
1	3,71	129	10578
3	2,94	103	8446
5	2,57	90	7380
10	2,06	72	5904
25	1,37	48	3936
50	0,80	28	2296
75	0,42	15	1205
80	0,35	12,3	1008
90	0,21	7,3	598
95	0,13	4,5	369
99	0,04	1,4	115

1.2.1.3. Водохозяйственные расчеты

Проведением водохозяйственных расчетов устанавливают характерные уровни и объемы воды при проектировании пруда.

Уровень мертвого объема (УМО) представляет неиспользуемый объем воды в пруду и служит для отложения наносов в течение 30-50 лет и зимовки рыбы. Глубина мертвого объема воды принимается не менее 2-3 м по сравнению с отметкой дна и пруда у плотины.

Для установления точного допустимого срока очистки пруда от заиления, необходимо подсчитать ежегодный объем заиления по формуле:

$$V_o = V_{x\%} \cdot v \cdot \alpha; \quad (2)$$

где V_o – ежегодный объем заиления, кг;

$V_{x\%}$ – ежегодный приток воды расчетной вероятности превышения (обеспеченности стока), м³;

v – количество взвешенных наносов в 1 м³ воды, кг (0,5-1,0);

α – коэффициент пористости наносов (1,1-1,5).

Нормальный подпорный уровень (НПУ) – это уровень воды при полном нормальном заполнении пруда и располагается на отметке нижней части сливной призмы. Высота сливной призмы, то есть расчетного слоя воды, допускаемого выше отметки (НПУ) – это уровень воды при полном нормальном заполнении пруда и располагается на отметке нижней части сливной призмы. Высота сливной призмы, то есть расчетного слоя воды,

допускаемого выше отметки НПУ для сброса воды при половодье, равна 1,0-1,5 м.

Форсированный (максимальный) подпорный уровень воды (ФПУ) – это уровень, который наблюдается во время пропуска расчетного половодья или паводка через пруд. Его отметка располагается с учетом набегающей волны на 1 м ниже гребня плотины, на уровне высоты сливной призмы, то есть на 1,0-1,5 м выше (НПУ) нормального подпорного уровня (рис. 26).

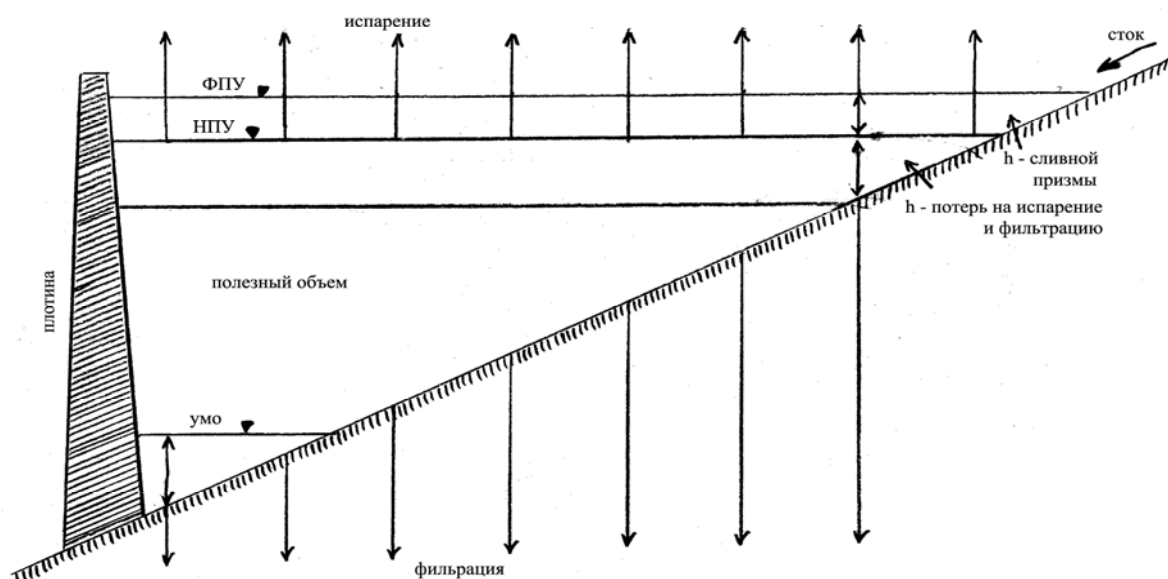
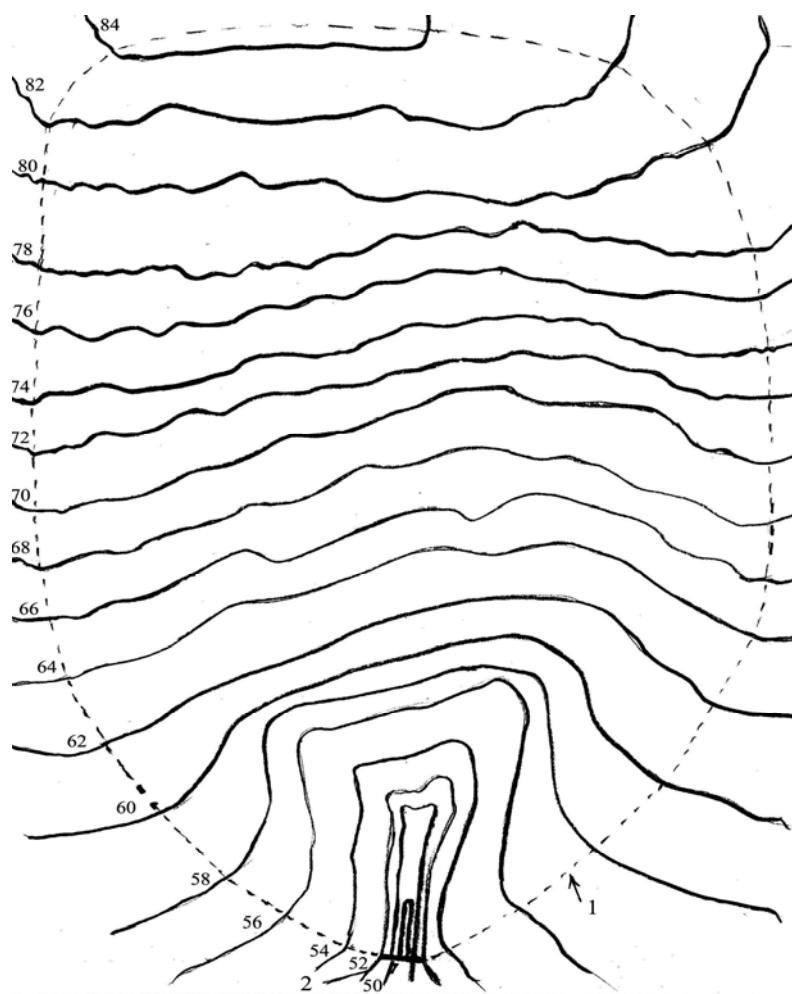


Рис. 26. Характерные уровни воды пруда, водохранилища

При топографической характеристики пруда, водохранилища проводится графическое изображение площадей водного зеркала пруда $S=f(H)$ и объемов воды $W=f(H)$ в зависимости от наполнения пруда от нижней горизонтали до горизонтали, соответствующей нормальному подпорному уровню (НПУ). Для этого на плане пруда (рис. 27) определяют площадь, ограниченную горизонталями и створом плотины. Установление топографических кривых пруда дает возможность как для проведения гидрологических расчетов, так и для использования в последующей эксплуатации пруда, так как по глубине воды можно определить объем воды в пруду и площадь водного зеркала (табл. 24).

Используя эти расчеты, вычерчивают на графике топографические кривые пруда, водохранилища. Для этого по оси ординат откладывают отметки горизонталей, а по оси абсцисс площади водного зеркала для определения кривой площади водоема в зависимости от глубины его наполнения $S=f(H)$. Построение второй топографической кривой зависимости объема воды от глубины пруда, водохранилища проводится аналогичным образом (рис.28).



Масштаб 1:25 000

1 – водораздел; 2 – ось плотины

Рис. 27. План водосборной площади пруда

Таблица 24

Расчеты к построению топографических кривых пруда, водохранилища

Отметки горизонталей	Глубина воды у плотины (H), м	Площадь водного зеркала, га		Разность отметок между горизонталями, м	Приращение объема воды, тыс.м ³	Объем воды до данной горизонтали тыс.м ³
		по горизонтали	средняя между горизонталями			
41,5	0	0	0,20	0,5	1,01	0
42,0	0,5	0,40	1,05	1,0	10,57	1,01
43,0	1,5	1,71	2,87	1,0	28,70	11,58
44,0	2,5	4,03	5,30	1,0	53,05	40,28
45,0	3,5	6,58	7,83	1,0	78,35	93,33
46,0	4,5	9,09	11,07	1,0	110,75	171,68
47,0	5,5	13,06	15,06	1,0	150,60	282,44
48,0	6,5	17,06	19,57	1,0	195,75	433,04
49,0	7,5	22,09	24,57	1,0	245,70	628,79
50,0	8,5	27,05	29,54	1,0	295,45	874,49
51,0	9,5	32,04	35,06	1,0	350,60	1169,94
52,0	10,5	38,08	35,06	1,0	350,60	1520,54

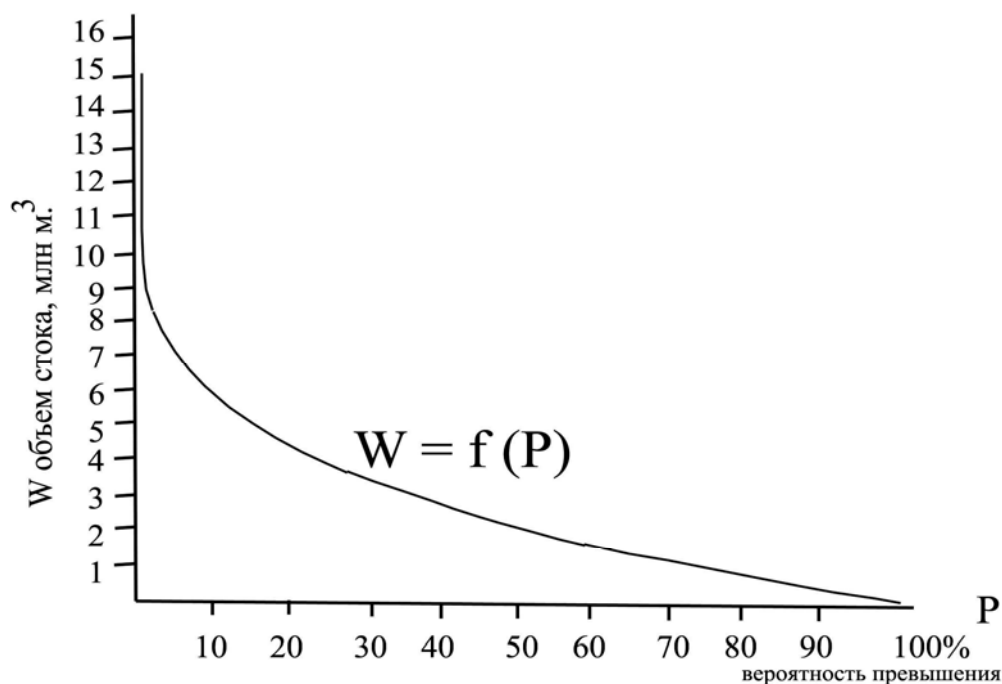


Рис. 28. Объемы весеннего стока с водосборной площади в зависимости от вероятности превышения

Следовательно, согласно построенным топографическим кривым уровню мертвого объема (УМО) воды в пруду соответствует отметка горизонтали 43,5 м с глубиной воды у плотины 2 м. При этом, площадь водного зеркала составляет 2,87 га с объемом воды 28,7 тыс. м³. Форсированный (максимальный) подпорный уровень (ФПУ) воды размещается на 1 м ниже гребня плотины, то есть на отметке горизонтали 51,0 с площадью водного зеркала 35,06 га и объемом воды 1170 тыс. м³.

Нормальный подпорный уровень (НПУ), то есть полный расчетный объем пруда размещается на 1 м ниже МПУ, то есть на отметке горизонтали 50,0, что соответствует образованию площади зеркала водоема 27,05 га с объемом воды 874,5 тыс. м³.

При расчете различных статей расхода воды учитывается, что полный расчетный объем пруда складывается из: 1 – полезного объема воды ($W_{\text{полезн}}$) для орошения и водоснабжения; 2 – мертвого объема воды ($W_{\text{УМО}}$); 3 – объема потерь воды на испарение и фильтрацию ($W_{\text{потерь}}$):

$$W_{\text{НПУ}} = W_{\text{полезн}} + W_{\text{УМО}} + W_{\text{потерь}}. \quad (3)$$

При строительстве пруда для орошения земель расход на водоснабжение поселка и животноводческого комплекса ($W_{\text{вод}}$) ориентировочно принимается равным 10 % от полного расчетного объема пруда ($W_{\text{НПУ}}$).

Потери воды на испарение и фильтрацию определяются по формуле

$$W_{(\text{потерь})} = (h_{\text{филт}} + h_{\text{исп}}) \cdot S_{\text{ср}} \quad (\text{м}^2), \quad (4)$$

где $h_{\text{филт}}$ – слой потерь воды на фильтрацию за год, м. Эта величина зависит от водопроницаемости почвогрунтов: для глинистых и тяжелосуглинистых почв 0,5 и 0,7 м, для среднесуглинистых – 1,0 м и для песчаных и супесчаных почв 1,5-2,0 м;

$h_{\text{исп}}$ – слой потерь воды на испарение, м. Эта величина принимается равной испаряемости по данной зоне (для лесостепи 0,6-0,7 м).

Средняя площадь водного зеркала пруда ($S_{\text{ср}}$) определяется по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{НПУ}} + S_{\text{УМО}}}{2}. \quad (5)$$

Количество воды, которое возможно использовать для орошения земель ($W_{\text{ОР}}$), определяется по формуле

$$W_{\text{ОР}} = W_{\text{НПУ}} - (W_{\text{УМО}} + W_{\text{потерь}} + W_{\text{вод}}), \text{ м}^3 \quad (6)$$

Предполагаемая площадь орошаемых земель ($S_{\text{ср}}$) устанавливается следующим образом:

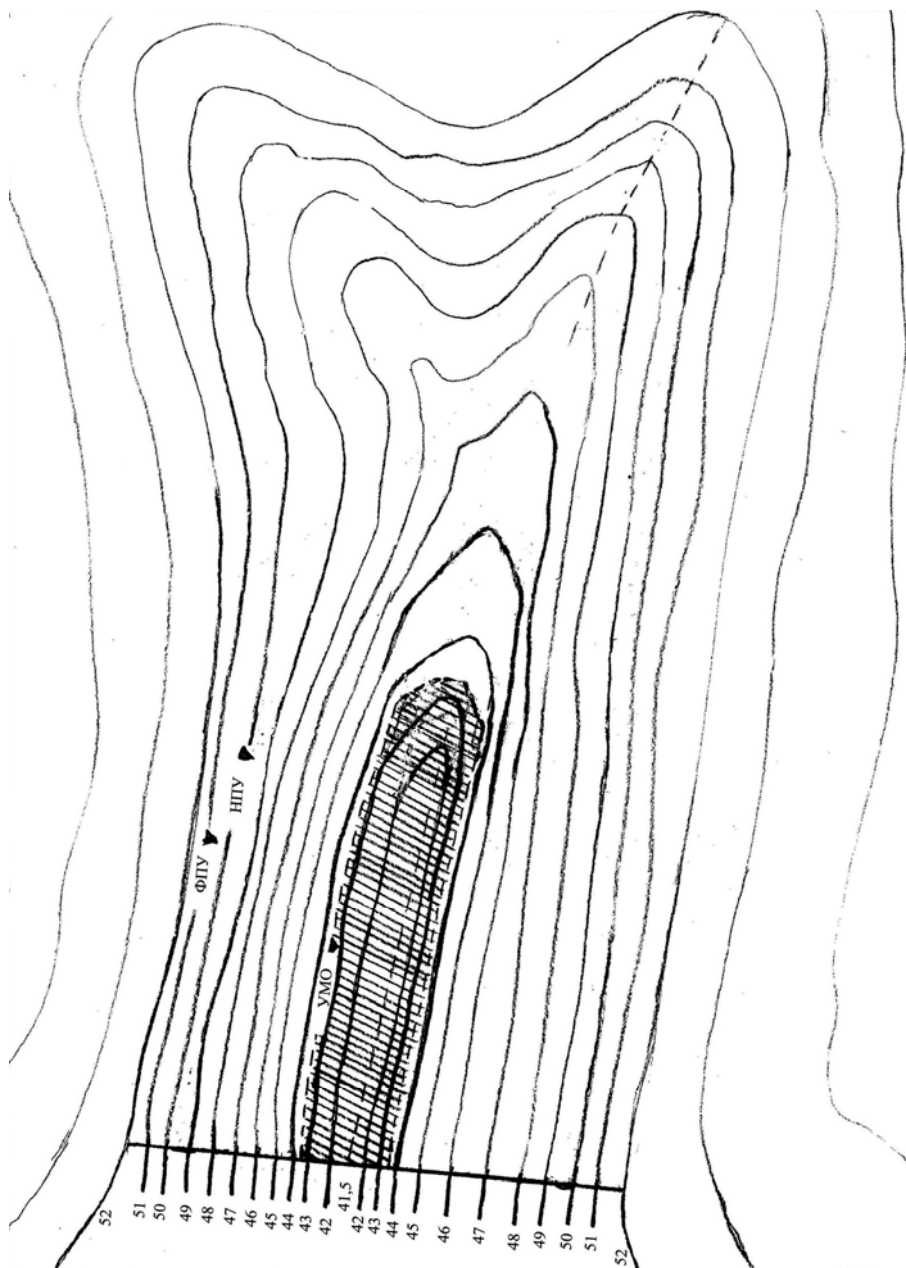
$$S_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{ОР}}}{W_{\text{БР}}}, \text{ га}, \quad (7)$$

где $M_{\text{бр.}}$ – средневзвешенная оросительная норма брутто для сельскохозяйственных культур в севообороте с учетом потерь воды в каналах, трубопроводах, $\text{м}^3/\text{га}$,

$$M_{\text{бр}} = \frac{M_{\text{нетто}}}{\eta}, \text{ м}^3/\text{га}; \quad (8)$$

здесь $M_{\text{нетто}}$ – средневзвешенная оросительная норма нетто для сельскохозяйственных культур в севообороте, подаваемая на орошаемых поля без учета потерь, $\text{м}^3/\text{га}$. Эта величина зависит от типа, вида севооборотов и степени засушливости зоны. Для условий лесостепи 1500-1800 $\text{м}^3/\text{га}$, черноземной степи 1800-2000 $\text{м}^3/\text{га}$, сухой каштановой степи 2200-2500 $\text{м}^3/\text{га}$ и полупустыни 2500-2800 $\text{м}^3/\text{га}$;

η – коэффициент полезного действия оросительной системы. Принимается при орошении поверхностным способом на открытой оросительной системе 0,6-0,7 и при дождевании на закрытой оросительной системе 0,8-0,9.



Масштаб 1:10 000

Масштаб по оси плотины 1:2 000

Рис. 29. Топографический план балки (пруда)

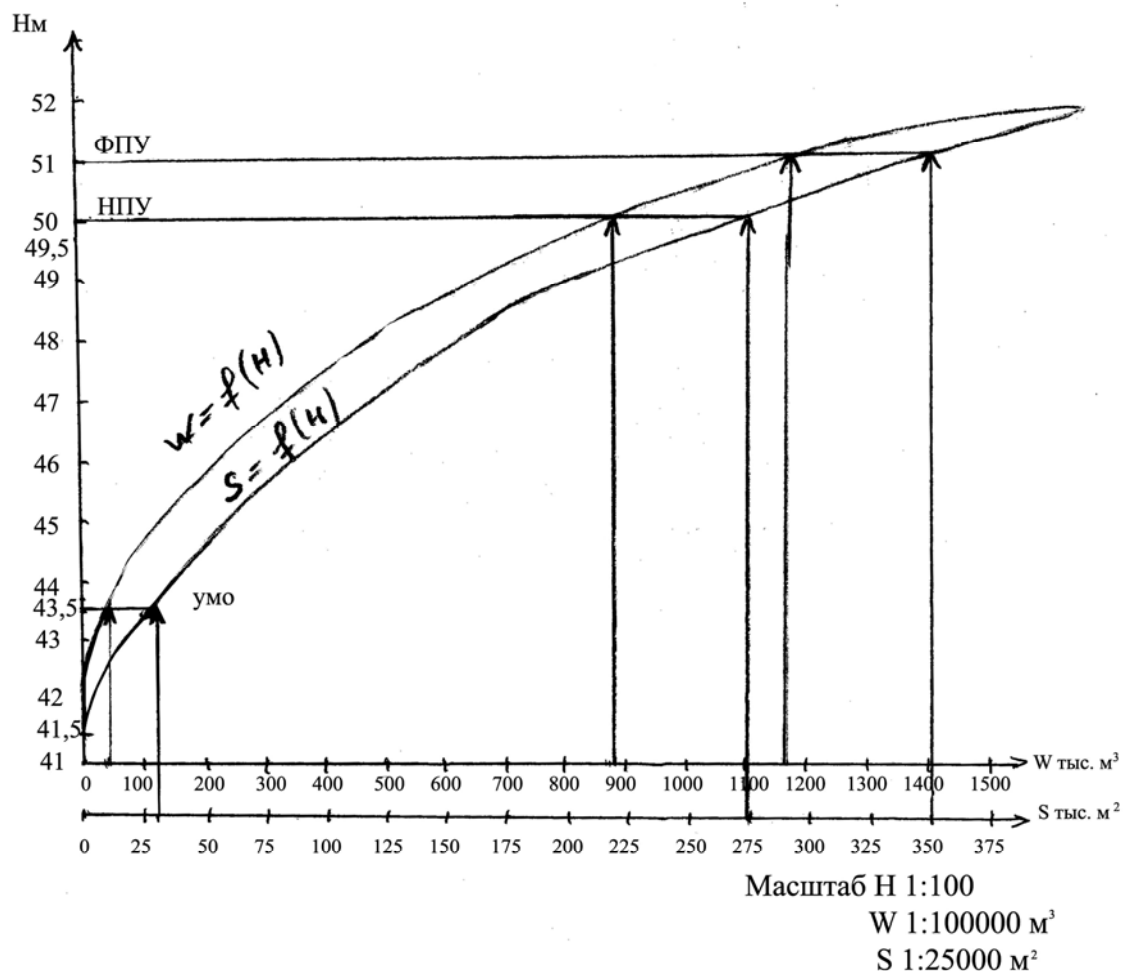


Рис. 30. Топографическая характеристика пруда, водохранилища

Пример водохозяйственного расчета. Объем воды, используемое из пруда СПК «Прогресс» Пензенского района для орошения земель рассчитываем согласно формуле (6):

$$W_{OP} = W_{НПУ} - (W_{УМО} + W_{потерь} + W_{вод.}).$$

По материалам таблицы находим, что объем воды в пруду при нормальном подпорном уровне (НПУ) равен 874,5 тыс. м³, а при уровне мертвого объема (УМО) 28,7 тыс. м³.

При определении объема потерь на испарение и фильтрацию учитываем, что испаряемость 0,9 м, а слой потерь воды на фильтрацию тяжелосуглинистых почв 0,7 м. А средняя площадь водного зеркала пруда составит:

$$S_{cp} = \frac{S_{НПУ} + S_{УМО}}{2} = \frac{27,05 + 2,87}{2} = 14,96 \text{ га.}$$

Следовательно, объем потерь воды равен:

$$W_{потерь} = (0,9 \text{ м} + 0,7 \text{ м}) \cdot 149600 \text{ м}^2 = 23936 \text{ м}^3.$$

Расход на водоснабжение принимается в расчете около 10 % от объема воды при нормально подпертом уровне (НПУ) в пруду.

$$W_{\text{вод.}} = 874500 \cdot 0,1 = 87450 \text{ м}^3.$$

Подставляя значения в формуле (6), находим объем воды для орошения земель:

$$W_{\text{ор}} = 874500 - (28700 + 239360 + 87450) = 518990 \text{ м}^3.$$

При средневзвешенной оросительной норме нетто 2350 м³/га и коэффициенте полезного действия оросительной сети 0,8 средневзвешенная оросительная норма брутто составит:

$$M_{\text{бр}} = \frac{M_{\text{нетто}}}{\eta} = \frac{2350}{0,8} = 2937,5 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Поэтому, исходя из объема воды, предназначенной для орошения земель, площадь орошаемого участка будет равной:

$$S_{\text{ор.}} = W_{\text{ор}} / M_{\text{бр}} = 518990 / 2937,5 = 176,6 \text{ га}.$$

Результаты водохозяйственных расчетов записываются в сводную ведомость (табл. 25).

Т а б л и ц а 25

Сводная ведомость водохозяйственных расчетов
при проектировании пруда в СПК «Прогресс» Пензенского района

Характерные объемы пруда		Уровень воды, м	Площадь водного зеркала, га
наименование	величина, тыс. м ³		
Мертвый	28,70	УМО=43,5	2,87
Полный	874,49	НПУ=50,0	27,05
Рабочий	845,79	НПУ...УМО=50,0-43,5	—
Потери	239,36	—	—
Полезный	606,43	—	—
Сливная призма	295,45	ФПУ...НПУ=51,0-49,5	—

1.2.2. Определение типа, отметки гребня и высоты плотины

Земляная плотина, перегораживающая русло временного водотока, является основным сооружением, с помощью которого устраивают пруд.

1.2.2.1. Расчет и проектирование плотины

При правильном выборе типа плотины, высоком качестве производства работ по ее устройству и соответствующей эксплуатации срок службы земляной плотины очень длительный.

При проектировании плотины решаются следующие задачи:

1. Выбор типа плотины.
2. Определение отметки гребня и высоты плотины.
3. Определение размеров и типа крепления гребня.
4. Установление величины заложения откосов и типов их крепления.
5. Установление поперечных размеров плотины для предупреждения фильтрации воды через нее.
6. Подготовка схем поперечного и продольного профилей плотины, и ее плана.
7. Определение объема земляных работ и экономических затрат.

При строительстве простейшей грунтовой плотины используют форму трапецеидального поперечного сечения и возводят ее по указанному створу в балке. Применяют однородные грунты из плотных суглинков, а в плотинах из супесчаного грунта предусматривают устройство маловодопроницаемого глинистого ядра. При насыпке тела плотины используют грунт, изымаемый при устройстве водосборного канала. Для лучшего сопряжения тела плотины с основанием на глубине до 2–3 м и шириной 2,5–5,0 м по длине оси плотины строят замок, используя глину. Заглубление замка в водоупорный слой должно быть не менее 0,5 м. При отсыпке тела плотины по всей ее длине и ширине сначала срезают верхний плодородный растительный слой толщиной 0,3 м.

Для промывки наносов, опорожнения водохранилища и использования воды для водоснабжения и орошения самотечным способом по тальвегу на материковом грунте располагают трубчатый водовыпуск диаметром 0,3–1,0 м.

Высота (гребень) плотины $H_{пл}$ вычисляется по формуле

$$H_{пл.} = \text{ФПУ} + d, \quad (9)$$

где ФПУ – глубина слоя воды перед плотинной при сформированном подпорном уровне, м;

d – величина, учитывающая высоту набегающей волны, ее накат по откосу и некоторый конструктивный запас, м.

При длине разгона волны от противоположного берега, начала пруда до оси плотины 2 км превышение гребня плотины над ФПУ принимается равным 0,6 м, а конструктивный запас 0,3–0,4 м. При длине разгона волны до 6 км эти показатели соответственно составляют 1,0 и 0,5 м.

Строительная высота плотины с учетом ее последующей осадки принимается на 5–10 % более проектной.

Ширина гребня плотины зависит от ее высоты и категории дороги, проходящей по гребню. При высоте плотины 6–10 м и 5 категории дороги ширина гребня принимается равной 8 м с шириной проезжей части дороги 4,5 м. При высоте плотины более 10 м и 4 категории дороги ширина по гребню достигает 10 м, а ширина проезжей части дороги 6,0 м.

1.2.2.2. Проектирование поперечного профиля плотины

Заложение откосов плотины зависит от ее высоты и типа грунтов. Верховой или мокрый откос (m_1), который находится со стороны пруда, постоянно находится под действием воды, волнобоя. Низовой или сухой откос (m_2) находится с противоположной стороны. Поэтому, верховой откос устраивают чуть положе, чем низовой и во избежание оползновения и подмыва его укрепляют каменной отмосткой, бетонными плитами и древесной растительностью. Низовой откос крепится дерном или засевают многолетними травами (табл. 26).

Т а б л и ц а 26

Коэффициенты заложения откосов грунтовых насыпных плотин

Высота плотины, м	Грунты			
	глины, суглинки		супеси	
	верховой	низовой	верховой	низовой
До 6	2-2,55	1,75-2	2,55-3,0	2,0-2,5
6-10	2,25-2,5	2-2,25	3-3,5	2,5-2,75
более 10	2,5-3,0	2,25-2,5	3,5-4,0	2,75-3,0

Установив проектную высоту плотины и определив коэффициенты заложения откосов можно определить ширину плотины в основании, используя следующую формулу:

$$B = v + (m_1 + m_2) \cdot H_{\text{пл}}, \quad (10)$$

где B – ширина плотины в основании, м;

v – ширина плотины по гребню, м;

m_1 – коэффициент заложения верхового откоса;

m_2 – коэффициент заложения низового откоса;

$H_{\text{пл}}$ – проектная высота плотины, м.

По показателям расчетов вычерчивается поперечный профиль плотины (рис. 31). Поперечное сечение может быть проверено путем построения фильтрационной кривой, то есть кривой депрессии. Она представляет собой верхнюю границу фильтрационного тока воды, проходящего через тело плотины. При этом необходимо, чтобы фильтрационная кривая, проводимая от точки пересечения НПУ с верховым откосом, не выходила бы на низовой откос, а пересекала бы основание плотины на расстоянии не менее 4,0 м от подошвы низового откоса. В условиях меньших показателей увеличивают заложение низового откоса путем устройства дренажной призмы из гравия, мелкого камня, щебня или земляной бермы или банкета (насыпи) из растительного грунта. Фильтрационная кривая строится в виде прямой линии со следующим уклоном для легких суглинистых грунтов 1:4, средних – 1:3,5 и тяжелых – 1:3.

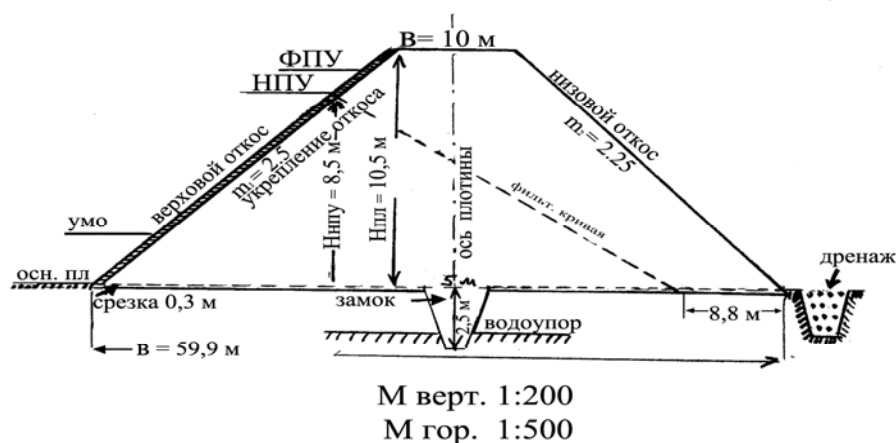


Рис. 31. Поперечный профиль плотины

1.2.2.3. Построение продольного профиля и плана плотины

Продольный профиль плотины строится в масштаба: вертикальном – 1:100–200; горизонтальном – 1:1000–2000 (рис. 32). При построении используется план балки в месте устройства плотины.

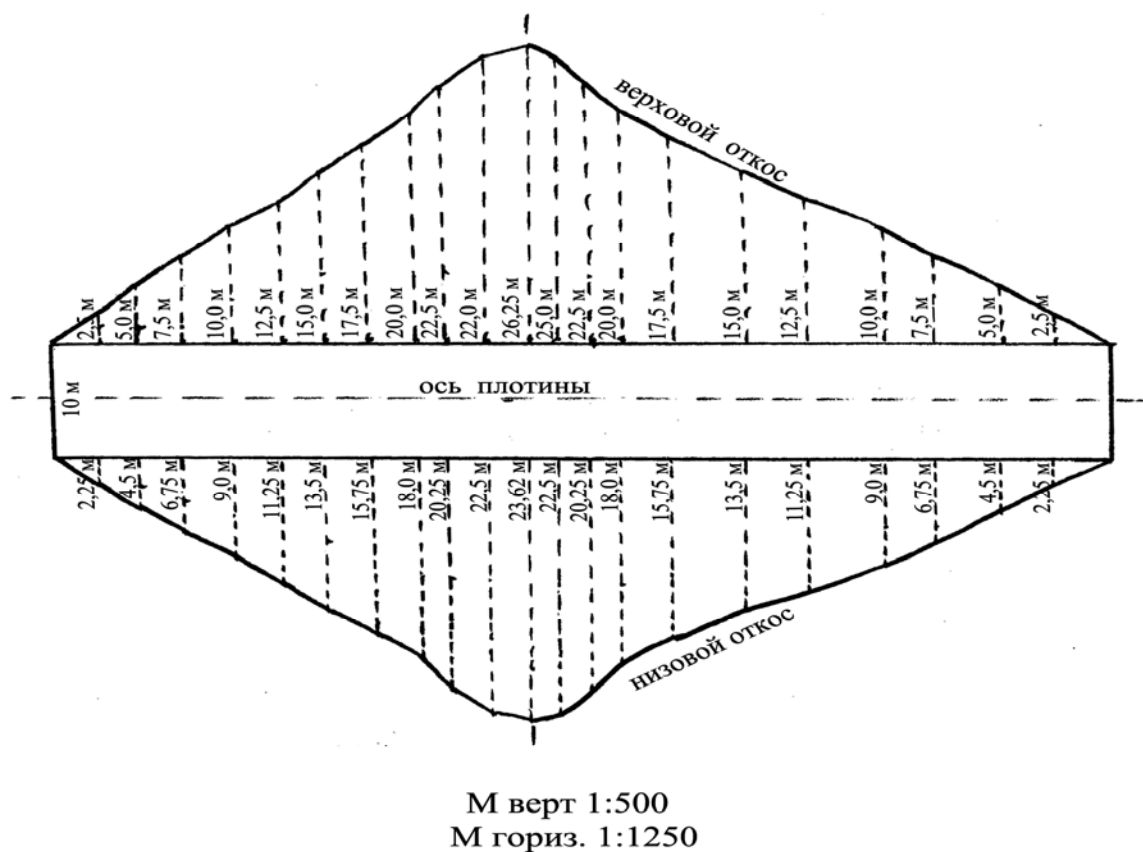
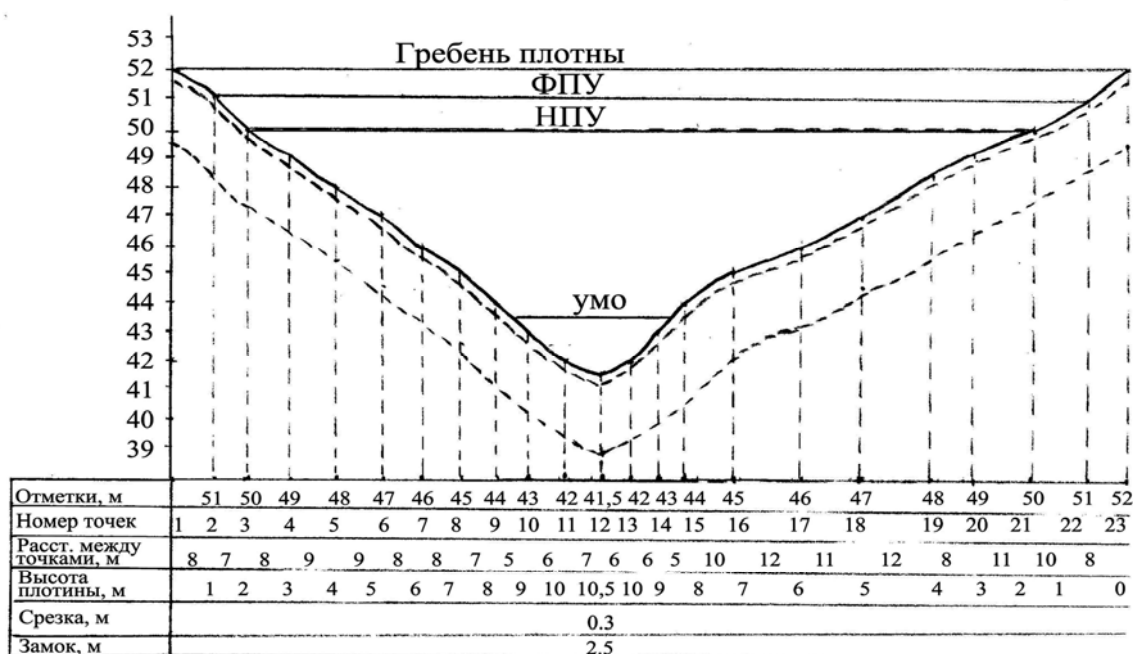


Рис. 32. Продольный профиль плотины

Построение чертежа начинается с вычерчивания вертикальной шкалы отметок, охватывающих диапазон от 1–2 метров ниже дна замковой траншеи в ее наинизшей точке и до 1–2 метров выше гребня плотины.

Вначале строят вертикальную шкалу отметок, а затем по горизонтали переносятся ось плотины с указанием расстояния между горизонталями местности с учетом масштаба плана пруда. Выписывается высота плотины. Далее по вертикали откладываются отметки точек местности. Соединив эти точки, получают продольный профиль плотины в виде ломаной линии.

План плотины вычерчивается после выполнения продольного профиля по оси плотины с соблюдением ранее принятого горизонтального масштаба. Вертикальный масштаб принимается 1:500. Сначала проводится осевая линия с соответствующей шириной гребня плотины, а затем на нее проектируются все характерные точки продольного профиля. Вверх от гребня откладываются заложения верхового откоса, соответственно высоте плотины и каждой горизонтали, а вниз – низового откоса. Соединяя концевые точки, получают план плотины (рис. 33).



М верт. 1:200
М гориз. 1:500

Рис. 33. План плотины

1.2.2.4. Расчет водосборного канала

В годы с высокой вероятностью превышения стока уровень воды в пруду, водохранилище повышается сверх НПУ и происходит сброс воды за пределы водоема. Поэтому, для пропуска весенних паводков сбоку не ближе 15 м от плотины для предупреждения ее от размыва устраивается водосбросное сооружение в виде трапецеидального канала или водослива практического профиля.

Сначала определяется максимальный расход воды весеннего снеготаяния 1 % или 5 % вероятности превышения стока по формуле:

$$Q_{5\%} = g \cdot F \text{ (м}^3/\text{с)}, \quad (11)$$

где F – площадь водосбора, км²;

g – модуль весеннего стока, м³/(с.км²).

Модуль весеннего стока определяется:

$$g = \frac{K_0 \cdot h_o \cdot \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_2}{(F + 1)^n}, \quad (12)$$

где K_0 – параметр, характеризующий интенсивность весеннего снеготаяния (для Пензенской области может быть принят равным 0,017);

h_o – слой весеннего стока данной вероятности превышения. мм;

$\bar{b}_1$ – коэффициент, учитывающий снижение стока за счет озер, который в Пензенской области принимают 1;

$\bar{b}_2$ – коэффициент, учитывающий снижение стока за счет леса и болот (0,88);

n – параметр редукции для зоны засушливой степи 0,35 и для лесостепной зоны 0,25.

Пример. Максимальный модуль весеннего стока 5 % вероятности превышения для рассматриваемого хозяйства составит:

$$g = \frac{K_0 \cdot h_o \cdot \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_2}{(F + 1)^n} = \frac{0,017 \cdot 90 \cdot 1 \cdot 1}{(82 + 1)^{0,35}} = \frac{1,53}{83^{0,35}} = \frac{1,53}{4,69} = 0,21 \text{ м}^3/\text{с км}^2.$$

Тогда максимальный расчетный расход воды весеннего снеготаяния при 5 % вероятности превышения:

$$Q_{5\%} = g_{5\%} \cdot F = 0,21 \cdot 82 = 17,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчетный расход водосбора находят по формуле:

$$Q_{\text{в}} = K \cdot Q_{5\%} \text{ (м}^3/\text{с)}, \quad (13)$$

где K – понижающий коэффициент в связи с регулирующим влиянием пруда, водохранилища;

$$K = 1 - \frac{W_{\text{СП}} + W_{\text{РАБ}}}{W_{5\%}}, \quad (14)$$

где $W_{\text{СП}}$ – объем воды сливной призмы, м³;

$W_{\text{РАБ.}}$ – рабочий объем воды пруда, м³;

$W_{5\%}$ – объем весеннего стока 5 % ежегодной вероятности превышения, м³.

$$K = 1 - \frac{295450 + 845790}{7380000} = 0,85.$$

Тогда расчетный расход водосбора:

$$Q_B = K \cdot Q_5 \% = 0,85 \cdot 17,2 = 14,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При устройстве автоматического водосброса около плотины в виде водослива практического профиля ширину водослива рассчитывают:

$$Q_B = m \cdot b \sqrt{2 \cdot g \cdot H_2^3} \text{ (м}^3/\text{с);} \quad (15)$$

где Q – расчетный расход водосброса, $\text{м}^3/\text{с}$;

b – ширина водослива, м;

2 – коэффициент;

g – ускорение свободного падения ($9,81 \text{ м/с}^2$);

H – высота сливной призмы, м;

m – коэффициент расхода для водосливов практического профиля ($m=0,42$).

Из этой формулы находим ширину водослива

$$B = \frac{Q_B}{\sqrt{2 \cdot g \cdot H_2^3}} = \frac{14,6}{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1_2^3}} = \frac{14,6}{\sqrt{86,9}} = 3,73 \text{ м}$$

1.2.2.5. Подсчет объема земляных работ

Объем земляных работ подсчитывается после построения продольного профиля и плана плотины. К суммарному их объему относятся:

1. Снятие растительного грунта на глубину 0,3 м по всей площади тела плотины. При этом объем земляных работ вычисляется по формуле:

$$W_{\text{ср}} = h_{\text{ср}} \cdot L \cdot \frac{\sum B}{n} \text{ (м}^3\text{);} \quad (16)$$

где $W_{\text{ср}}$ – объем земляных работ при срезке, м^3 ;

$h_{\text{ср}}$ – глубина срезки (0,3 м);

L – длина плотины по гребню, м;

B – ширина основания плотины по каждой горизонтали, м;

n – число сечений (горизонталей по длине плотины).

Согласно показателям рассматриваемой плотины находим:

$$W_{\text{ср}} = 0,3 \cdot 183 \cdot \frac{823,37}{23} = 1965 \text{ м}^3$$

2. Объем земляных работ по устройству замка рассчитывается по формуле

$$W_{\text{зам}} = \omega_{\text{зам}} \cdot L_{\text{зам}} \text{ (м}^3\text{);} \quad (17)$$

где $W_{\text{зам}}$ – объем земляных работ, м^3 ;

$\omega_{\text{зам}}$ – площадь поперечного сечения замка, м^2 ;

$L_{\text{зам}}$ – длина замка, м.

Площадь поперечного сечения замка определяется по формуле

$$\varpi_{\text{зам.}} = (e + m \cdot h_{\text{зам.}}) \cdot h_{\text{зам.}} \text{ (м}^2\text{)}; \quad (18)$$

где e – ширина замковой траншеи по дну (2,5 м);

m – коэффициент заложения откосов замковой траншеи (1:0,6);

$h_{\text{зам.}}$ – глубина замковой траншеи (2,5 м).

$$\varpi_{\text{зам.}} = (2 + 0,6 \cdot 2,5) \cdot 2,5 = 8,75 \text{ м}^2,$$

$$W_{\text{зам.}} = \varpi_{\text{зам.}} \cdot L_{\text{зам.}} = 8,75 \cdot 183 = 1601,2 \text{ м}^3.$$

3. Насыпка тела плотины с послойным уплотнением грунта. Объем земляных работ можно подсчитать по упрощенной формуле:

$$W_{\text{пл.}} = 0,2 \cdot H \cdot L_{\text{пл.}} \cdot (e + B) \text{ (м}^3\text{)}; \quad (19)$$

где $W_{\text{пл.}}$ – объем земляных работ тела плотины, м^3 ;

H – наибольшая высота плотины, м;

$L_{\text{пл.}}$ – длина плотины по гребню, м;

e – ширина гребня плотины, м;

B – наибольшая ширина основания плотины, м.

$$W_{\text{пл.}} = 0,2 \cdot 10,5 \cdot 183 \cdot (10 + 59,87) = 26851 \text{ м}^3$$

Строительный объем земляных работ по насыпке тела плотины принимается на 10 % больше расчетного объема.

$$W_{\text{пл. стр.}} = 1,1 \cdot 26851 = 29536 \text{ м}^3$$

Итак, сумма объемов всех земляных работ по устройству плотины рассчитывается:

$$W_{\text{сумма}} = W_{\text{ср.}} + W_{\text{зам.}} + W_{\text{пл. стр.}}, \quad (20)$$

$$W_{\text{сумма}} = 1965 + 1601 + 29536 = 33102 \text{ м}^3$$

1.2.2.6. Техничко-экономические показатели пруда

Эффективность проектирования пруда определяется по такому показателю, как, сколько полезного объема воды пруда приходится на 1 м^3 земляных работ по устройству плотины.

$$K_{\text{эф}} = \frac{W_{\text{полезн.}}}{W_{\text{с.з.р.}}}, \quad (21)$$

где $K_{\text{эф}}$ – коэффициент эффективности использования воды пруда, $(\text{м}^3/\text{м}^3)$;

$W_{\text{полезн.}}$ – рабочий объем воды для орошения и водоснабжения, м^3 ;

$W_{\text{с.з.р.}}$ – сумма объемов земляных работ по устройству плотины, м^3 .

$$K_{\text{эф}} = \frac{518990 + 87450}{33102} = 18,3 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Такой коэффициент использования воды запроектированного пруда считается на высоком уровне ($K_{\text{выс.эф.}} > 15-20$).

Коэффициент полезного использования воды ($K_{\text{и.в.}}$) представляет собой отношение полезного объема пруда к рабочему:

$$K_{\text{эф}} = \frac{W_{\text{полезн}}}{W_{\text{с.з.р}}} = \frac{606440}{845790} = 0,72 \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (22)$$

Этот коэффициент показывает, что из пруда теряется на испарение и фильтрацию 28 % регулируемого объема стока.

Отношение мертвого объема пруда к полному:

$$K_{\text{умо}} = \frac{W_{\text{умо}}}{W_{\text{полн}}} = \frac{28700}{874490} = 0,033 \quad (23)$$

показывает, что мертвый объем составляет около 3,3 % полного объема пруда, что вполне приемлемо ($K_{\text{умо}} < 0,25$).

Экономическая эффективность водохозяйственных мероприятий проводится для определения объема капитальных вложений в строительство пруда и орошаемого участка, а также для определения стоимости 1 м³ полезного объема воды, идущей на орошение и водоснабжение.

Объем затрат на строительство пруда в ценах 2004 г. состоят:

1. Подготовка ложа пруда от кустарников и других. При этом, площадь ложа пруда принимается равной площади водного зеркала на НПУ, а затраты на 1 га около 200 руб.

2. Строительство плотины, где по укрупненным показателям стоимость земляных работ в расчете на 1 м³ грунта составляет около 12 руб.

3. Устройство водосборного канала. При пропускной способности до 10 м³/с стоимость автоматического водосброса в расчете на 1 м³/с 10 тыс. руб. и расходе воды более 10 м³/с – 8-9 тыс. руб.

4. Устройство водовыпуска и донного водоспуска стоимостью около 20 тыс. руб.

5. Посадка лесных насаждений вокруг пруда. Ширину посадки лесополос вокруг пруда можно принять равной 24 м, а длину определяют по урезу НПУ на плане ложе пруда с последующим пересчетом на площадь занятую под лесополосами со стоимостью работ на 1 га 2000 руб.

6. Залужение прилегающего склона вдоль НПУ пруда шириной экологической зоны 150-200 м. Затраты на залужение 1 га можно принимать около 3500 руб.

Стоимость 1 м³ полезно используемой воды из пруда определяется по формуле

$$\Pi = \frac{C \cdot K_3}{T \cdot W_{\text{полезн}}}, \quad (24)$$

где Π – стоимость 1 м³ воды, руб./ м³;

C – стоимость строительства пруда, руб.;

K_3 – коэффициент, учитывающий эксплуатационные затраты ($K=1,5$);

T – срок службы пруда ($T=50$ лет);

$W_{\text{полезн}}$ – полезный объем воды пруда, м³.

$$\Pi = \frac{750600 \cdot 1,5}{50 \cdot 606440} = 0,04 \text{ руб./ м}^3.$$

Т а б л и ц а 27

Объем капитальных вложений в строительство пруда (пример)

№ п/п	Наименование работ	Единица измерений	Количество единиц	Цена единицы, руб.	Стоимость, тыс. руб.
1	Подготовка ложа пруда	га	27,05	200	5,4
2	Строительство плотины	м ³	33102	12	397,2
3	Устройство водосборного канала	м ³ /с	14,6	9000	131,4
4	Устройство водовыпуска и донного водоспуска	–	–	–	20,0
5	Посадка лесных насаждений вокруг пруда	га	11,2	2000	22,4
6	Залужение прилегающего склона	га	69,7	2500	174,2
	Итого				750,6

Ежегодные затраты средств в расчете на 1 га орошаемого участка при строительстве пруда и его эксплуатации в течение 50 лет определяются по формуле

$$З = \frac{C \cdot K_3}{T \cdot S}, \quad (25)$$

где $З$ – ежегодные затраты средств на 1 га орошаемого участка при строительстве пруда, руб./га;

C – стоимость строительства пруда, руб.;

K_3 – коэффициент, учитывающий эксплуатационные затраты ($K=1,5$);

T – срок службы пруда ($T=50$ лет).

$$З = \frac{750600 \cdot 1,5}{50 \cdot 176} = 296,2 \text{ руб./га.}$$

1.3. Проектирование системы земледелия и схем севооборотов на орошаемом участке

1.3.1. Выбор системы орошаемого земледелия

В различных зонах орошения РФ с учетом почвенно-климатических и экономических условий разрабатываются и внедряются зональные системы орошаемого земледелия, в основу которых входят: состав адаптивных высокопродуктивных культур и севооборотов, агротехнические и агрохимические мероприятия, система орошения и мероприятия по защите почвы от засоления и водной эрозии. Ведущим звеном системы земледелия являются севооборот, так как только через него происходит проведение остальных приемов и управление плодородием почвы.

На орошаемых землях исходя из концентрации их в хозяйствах и потребностей в том или ином виде растениеводческой продукции применяют различные системы орошаемого земледелия. При зернотравяной системе плодородия почвы поддерживается посевом многолетних трав – люцерны, козлятника восточного, костреца безостого или травосмеси с последующим возделыванием ведущих культур – зерновых (яровой и озимой пшеницы, кукурузы на зерно). При зерно-травяно-пропашной (плодосменной) системе максимальный выход продукции и повышения плодородия почвы обеспечивается чередованием в севообороте зерновых, пропашных и многолетних бобовых или бобово-злаковых трав. Эти системы земледелия применяются в районах и хозяйствах с высокой концентрацией орошаемых земель.

В травяно-пропашной системе земледелия многолетние травы чередуются с выращиванием пропашных культур (кукуруза на зерно и силос, подсолнечника, кормовой и сахарной свеклы, сои), а также овощных культур. Такая система земледелия применяется в тех районах и хозяйствах, где концентрация орошения менее выражена, а средний размер орошаемых земель в хозяйстве не более 1-1,5 тыс. га и выращиваются кормовые или и овощные культуры.

Травяная система земледелия, где в составе севооборота однолетние и более 50 % площади многолетние травы применяется на небольших орошаемых участках (200-500 га) для производства кормов.

1.3.2. Составление схем орошаемых севооборотов и определение их продуктивности

Состав сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах значительно может изменяться в зависимости от направления использования орошаемых земель в данном хозяйстве; как зерно-кормовое, кормовое или овощное. В среднем по структуре посевов на орошаемых землях Саратовской области преимущество отдается кормовым культурам – 64 %, зерновым культурам значительно меньше – 26 %, овощи 50 %, технические культуры – 2,5 %, и картофель, бахчевые – 2,5 %.

Севооборот – это научно-обоснованное чередование культур в пространстве и во времени (по полям и годам), обеспечивающее накопление и восстановление плодородия почвы и повышение урожаев сельскохозяйственных культур. Основная задача орошаемого севооборота сводится:

- 1) к регулированию почвенно-мелиоративных условий;
- 2) устранению биологических причин снижения урожайности сельскохозяйственных культур. В условиях орошения, когда регулируются водный и пищевой режимы почвы первостепенное значение уделяется повышению плодородия почвы и фитосанитарной роли севооборотов для подавления сорняков, вредителей и болезней.

Основными особенностями в построении севооборотов в условиях орошения являются:

- 1) отсутствие черных паров, в отличие от богарного земледелия, которые при орошении утрачивают свою роль в накоплении влаги и питательных веществ, но вызывают сильное испарение влаги, поднятие солей и накопление их в пахотных слоях почвы и ухудшение мелиоративного состояния почв. Кроме того, включение чистого пара в севооборот экономически невыгодно из-за больших капиталовложений на строительство орошаемых участков;
- 2) предъявляются повышенные требования к плодородию почвы и фитосанитарному состоянию поля;
- 3) допускается насыщение севооборота ведущими – основными культурами и их повторный посев, но до снижения продуктивности за счет распространения сорняков, вредителей и болезней : размещение пшеницы и кукурузы на зерно до 2-х лет, многолетних трав 2–4 лет и кукурузы на силос до 4–5 лет;
- 4) для эффективного использования орошаемых земель и получения двух-трех урожаев зерновых и кормовых культур в год с одной площади поля в севооборот включают повторные посевы.

Составу культур в севообороте придается большое значение в целях регулирования и улучшения физических свойств почвы и накопления органического вещества и повышения содержания гумуса в почве. В условиях орошения интенсивно происходят процессы минерализация органического

вещества, а также при возделывании сельскохозяйственных культур наблюдается неодинаковое накопление пожнивно-корневых остатков в почве и разложение органического вещества. Поэтому, по влиянию различных культур на динамику гумуса в почве их можно разделить на три группы:

1) улучшители плодородия почвы – многолетние травы и однолетние бобовые культуры;

2) ухудшители плодородия почвы – кукуруза и другие пропашные культуры; 3-уровнители плодородия почвы – яровая и озимая пшеница, однолетние злаковые травы. Подбирая в севообороте определенное сочетание культур, можно тем самым регулировать поддержание плодородия почвы на уровне оптимальных показателей.

По классификации и хозяйственному назначению применяют различные *типы севооборотов*:

1 – полевые, когда выращиваются зерновые колосовые, пропашные, зернобобовые;

2 – кормовые при производстве кормов для производства;

3 – специальные, где выращиваются специфическими условиями культуры, высокая концентрация которых в севообороте необходима: рис, овощи, хлопчатник.

Виды севооборотов могут различаться по соотношению групп культур: зернопропашной, зернотравяной, зернотравяно-пропашной (плодосменный), травяной, пропашной, сидеральный и др.

Примерные схемы севооборотов

Зернотравяной:

1. Яровая пшеница с подсевом многолетних трав (бобово-злаковой смеси).
2. Многолетние травы.
3. Многолетние травы.
4. Многолетние травы.
5. Яровая пшеница.
6. Озимая пшеница.
7. Кукуруза на зерно.

Зернотравяно-пропашной:

1. Яровая пшеница с подсевом многолетних трав (бобово-злаковой смеси).
2. Многолетние травы.
3. Многолетние травы.
4. Многолетние травы.
5. Яровая пшеница.
6. Озимая пшеница.
7. Кормовая свекла.
8. Кукуруза на силос.

Травяно-пропашной:

1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав (бобово-злаковой смеси).
2. Многолетние травы.
3. Многолетние травы.
4. Многолетние травы.
5. Кукуруза на зерно.
6. Однолетние травы.
7. Кукуруза на силос.

Травяной:

1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав (бобово-злаковой смеси).
2. Многолетние травы.
3. Многолетние травы.
4. Многолетние травы.
5. Суданская трава.
6. Смешанные посевы кормовых культур.

Овощной:

1. Капуста ранняя+поздний посев люцерны.
2. Люцерна.
3. Люцерна.
4. Капуста поздняя.
5. Томаты, огурцы.
6. Лук, морковь, столовая свекла.
7. Картофель.

После выбора для данного хозяйства района эффективной системы орошаемого земледелия, в соответствии с почвенно-климатическими, организационно-хозяйственными и экономическими особенностями зоны расположения рассматриваемой территории, составляют рациональную схему орошаемого севооборота и проводят оценку продуктивности принятого в хозяйстве севооборота по выходу кормовых и зерновых единиц с каждого поля и в среднем на 1 га севооборотного поля (табл. 28), используя коэффициенты перевода по прил. 19.

Т а б л и ц а 28

Продуктивность принятого в хозяйстве орошаемого севооборота

Схема севооборота	Вид урожая	Урожайность, т/га	Продуктивность, т/га	
			кормовых единиц	зерновых единиц
1	2	3	4	
1. Однолетние травы с подсевом мн. трав	сено	2		
2. Мног. травы	сено	10		

1	2	3	4	
3. Мног. травы	зеленая масса	45		
4. Мног. травы	сено	8		
5. Кукуруза на зерно	зерно	6		
6. Суданская трава	сено	10		
7. Кукуруза на силос	зеленая масса	45		
Среднее на 1 га				

1.4. Водный режим почвы и режим орошения сельскохозяйственных культур в севообороте

Одним из важнейших почвенных факторов жизни растений является влага. В условиях естественного недостатка влаги получить высокий урожай сельскохозяйственных культур можно только при орошении.

На водный режим почвы оказывают существенное влияние климатические условия данной территории и водно-физические свойства почвы. Водный режим – это периодическое изменение влажности почвы (в течение суток, декады, месяца, сезона, года и т.д.) под действием прихода и расхода почвенной влаги. Приход почвенной влаги наблюдается под действием осадков, конденсации паров, талых вод, грунтовых вод, орошения. Расход влаги идет на транспирацию растений и на потери – испарение с поверхности почвы, фильтрацию, сток с поверхности почвы и т.д.

Степень обеспеченности территории влагой характеризуется по трем методам: 1) по коэффициенту увлажнения K_y ; 2) гидротермическому коэффициенту ГТК и 3) по коэффициенту обеспеченности растений влагой.

Коэффициент увлажнения по акад. А.Н. Костякову – это отношение выпавших за год осадков к испаряемости:

$$K_y = \frac{A}{E}, \quad (26)$$

где K_y – коэффициент увлажнения (вагообеспеченности);

A – годовое количество осадков, мм;

E – испаряемость с открытой водной поверхности, мм.

Территория Российской Федерации по коэффициенту увлажнения делится на 3 зоны:

1. Зона избыточного увлажнения, где $K_y > 1$, то есть количество осадков больше испаряемости ($A > E$). Сюда относится северная часть (лесная зона, болота) территории страны. В этой зоне осадков выпадает более 700 мм в год, а испаряемость менее 400 мм.

2. Зона неустойчивого увлажнения, где $K_y = 1$. Сюда относятся лесостепные области территории РФ. Годовое количество осадков в этой зоне колеблется 400-700 мм, которое приблизительно равно испаряемости (400-700 мм) ($A \approx E$).

3. Зона недостаточного увлажнения, где $K_y < 1$, то есть годовое количество осадков (< 400 мм) меньше испаряемости (> 700 мм) ($A < E$). К этой зоне относится засушливая территория страны (сухая степь, полупустыня).

Гидротермический коэффициент по В.Т.Селянинову – это отношение суммы осадков за период вегетации сельскохозяйственных культур (мм) к сумме среднесуточных температур воздуха за этот же период ($^{\circ}\text{C}$):

$$\text{ГТК} = \frac{A}{\sum t^{\circ}\text{C}} 10, \quad (27)$$

где ГТК – гидротермический коэффициент;

A – сумма осадков за период вегетации, мм;

$\sum t^{\circ}\text{C}$ – сумма среднесуточных температур воздуха за тот же период, $^{\circ}\text{C}$.

Гидротермический коэффициент в зависимости от степени увлажнения имеет следующие значения: сухо $< 0,5$; засушливо – $0,6-1$; влажно – $1,1-1,5$, избыточно влажно – $1,6-2,0$.

Коэффициент обеспеченности растений влагой по Д.И. Шашко рассматривается как соотношение суммы осадков за период вегетации к суммарному дефициту влажности воздуха за тот же период:

$$K = \frac{A}{\sum d \cdot f}, \quad (28)$$

где K – коэффициент обеспеченности растений влагой;

A – сумма осадков за период вегетации сельскохозяйственных культур, мм;

$\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за тот же период, мб;

f – биологический коэффициент, равный $0,45$, показывающий расход влаги в мм на 1 мб.

Показатели увлажнения K имеют следующие значения в зависимости от зоны: избыточно влажная $> 0,6$; влажная – $0,45-0,6$; слабозасушливая – $0,25-0,45$; засушливая – $0,15-0,25$; сухая $< 0,15$.

Состояние влаги в почве. Влага в почве под влиянием различных сил находится в неодинаковом состоянии. Эти физические силы (сорбционные, осмотические, менисковые, гравитационные, пневматические (воздушно-газовое давление) в совокупности определяют термодинамический потенциал почвенной влаги. Количество связанной влаги в почве зависит от капиллярно-сорбционного потенциала. При полном насыщении почвы влагой и при отсутствии в водном растворе солей, потенциал почвенной влаги снижается до нуля.

Почва – гетерогенная система. В ней вода может находиться в трех состояниях – твердом, жидком и газообразном. Наибольшее значение имеет

жидкая влага, которая оказывает влияние на почвообразовательные процессы и на влагообеспеченность растений и почвенной биоты.

В зависимости от степени использования вода находится в свободном, доступном или связанном, недоступном состоянии для жизнедеятельности растений.

Свободная, доступная вода подразделяется:

1) капиллярно-подвешенная, которая удерживается в тонких порах почвы шириной менее 60 мкм капиллярными и сорбционными силами;

2) капиллярно-гравитационная, которая не связана с почвой и быстро стекает вниз по крупным порам шириной свыше 60 мкм под действием силы тяжести;

3) капиллярно-подпертая, которая проявляется в условиях близкого залегания грунтовых вод, где наблюдается капиллярный подъем воды по тонким и крупным порам почвы.

В *связанном, недоступном* состоянии для растений вода в почве находится:

1. Химически связанная вода входит в состав химических соединений, как компонент почвенных минералов и удерживается силами в несколько десятков, сотен и тысяч атмосфер.

2. Прочносвязанная вода, представляющая водную пленку на поверхности почвенных частиц, слоем около 2–3 диаметров молекул воды в результате сорбции жидкой или парообразной влаги.

3. Рыхлосвязанная вода представляет собой периферийные слои водной пленки вокруг почвенных частиц, но удерживаемые уже меньшими силами. Эта пленочная вода может переходить от толстых слоев к тонким и от одних слоев к другим за счет разности температур.

4. Парообразная вода находится в почвенном воздухе в виде водяного пара и может переходить в жидкую форму путем конденсации при максимальном насыщении воздуха парами. Парообразная вода недоступна для растений, но имеет большое значение для жизнедеятельности корней и микроорганизмов. Конденсация влаги наблюдается в условиях резкого перехода температуры воздуха и почвы днем и ночью, что приводит к улучшению водообеспеченности растений.

Способность почвы поглощать парообразную воду называют ее гигроскопичностью, а поглощенную воду (МГ) – гигроскопичной. Максимальная гигроскопичность (МГ) – наибольшее количество воды, которое поглощает почва из воздуха при максимальном его насыщении водяными парами.

Все категории воды составляют запас, который соответствует влагоемкости почвы. Влагоемкость – это способность вмещать и удерживать при определенных условиях некоторое количество воды. Исходя из содержа-

ния в почве различных видов влаги различают следующие виды влагоемкости почвы:

Полная влагоемкость (ПВ) – наибольшее количество воды в почве при полном заполнении всех ее пор водой. При этом в почве присутствуют гравитационная, капиллярная и связанная вода.

Наименьшая влагоемкость (НВ) – это наибольшее количество воды, удерживаемое в почве в капиллярно-подвешенном состоянии. Такие условия создаются после свободного стекания гравитационной воды и в почве остается капиллярно подвешенная и связанная вода.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – создается в условиях близкого залегания грунтовых вод, когда в почве наряду с капиллярно-подвешенной и связанной воды в крупных порах находится часть капиллярно-подпертой грунтовой воды.

Чем ближе грунтовые воды к поверхности, тем выше значение капиллярной влагоемкости по сравнению с наименьшей влагоемкостью.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) или влажность торможения роста, как процесс наблюдается при уменьшении в почве количества капиллярно-подвешенной влаги, когда происходит разрыв и прекращение передвижения влаги по капиллярам. Такая влажность на тяжелых по гранулометрическому составу почвах соответствует 65–70 % от наименьшей влагоемкости, при которой идет замедление роста растений и необходимо проведение очередного полива.

Влажность устойчивого завядания (ВУЗ) растений соответствует тем запасам влаги в почве, которые недоступны для растений и включают в себя связанную и парообразную воду. Показатель влажности устойчивого завядания растений соответствует 1,5 максимальной гигроскопичности почвы.

Влажность почвы – это содержание влаги в почве, выраженное в процентах от массы сухой почвы или в процентах от наименьшей влагоемкости почвы, которую принимают верхним пределом увлажнения почвы при проведении поливов. При превышении влажности НВ происходит вытеснение воздуха из крупных пор почвы, ухудшение аэробного процесса и потеря воды в глубокие слои почвы.

Режим орошения – это совокупность норм, сроков и числа поливов сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическими особенностями и природными условиями зоны возделывания. В зависимости от поставленных задач применяют различные режимы орошения:

Проектный режим орошения разрабатывается на стадии проектирования оросительной системы для выполнения водохозяйственных расчетов и установления расходных характеристик оросительной сети в расчете на среднесухой год.

Эксплуатационный режим орошения разрабатывается ежегодно с учетом изменения почвенно-мелиоративных, погодных, организационно-хозяйственных и экономических условий для планирования внутрихозяйственного водопользования на протяжении поливного сезона.

Эксплуатационный режим орошения может изменяться исходя из создающихся условий на оросительной системе.

Интенсивный режим орошения с поддержанием высокого уровня влажности почвы, направленный на получение максимальных урожаев выращиваемых культур. Такой режим орошения имеет недостаток, заключающийся в нерациональном использовании оросительной воды, ее фильтрации и поднятии уровня грунтовых вод и ухудшении эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель.

Умеренный режим орошения с поддержанием невысокого уровня влажности почвы направлен на получение только оптимальной величины урожая выращиваемых культур при эффективном расходовании оросительной воды на создание единицы урожая. При соблюдении такого режима орошения происходит сохранение и улучшение эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель.

Дифференцированный режим орошения с поддержанием различного уровня влажности почвы с учетом требований во влаге в основные фазы развития растений. В этом случае, в начальный и завершающий периоды развития растений применяют невысокий уровень увлажнения почвы, а в основной – критический период развития растений – высокий уровень предполивной влажности почвы. Использование такого режима орошения способствует получению высоких урожаев выращиваемых культур и рациональному расходованию оросительной воды.

1.4.1. Расчет запасов влаги в почве

Запасы влаги в почве определяют обеспеченность растений во влаге и их интенсивность роста и развития и накопление урожая.

Наличие запасов влаги ко времени посева сельскохозяйственных культур зависит от зоны расположения рассматриваемой территории хозяйства, осеннее-зимних осадков и категории землепользования, что оказывает влияние на накопление влаги и уровень увлажнения почвы.

Общие запасы влаги в почве, где в составе их находится свободная связанная и парообразная вода, следует рассчитывать по формуле:

$$m=100 \cdot h \cdot \nu \cdot \gamma_{\text{пос}}, \quad (29)$$

где 100 – коэффициент перевода влажности почвы (%) в запасы влаги ($\text{м}^3/\text{га}$);

h – глубина расчетного слоя почвы, м;

ν – плотность расчетного слоя почвы, $\text{т}/\text{м}^3$;

$\gamma_{\text{пос}}$ – влажность расчетного слоя почвы ко времени посева, % от абсолютно-сухой почвы.

Задание. Рассчитать количество используемого продуктивного запаса почвенной влаги для формирования урожая сельскохозяйственных культур принятого севооборота, на черноземе выщелоченном, используя формулу:

$$m_{\text{прод}} = 100 \cdot h \cdot \rho \cdot (\gamma_{\text{пос}} - \gamma_{\text{у}}); \quad (30)$$

где 100 – коэффициент перевода;

h – глубина расчетного слоя почвы для полевых культур 1 м и овощных 0,5 м;

ρ – плотность расчетного слоя почвы, т/м³;

$\gamma_{\text{пос}}$ – влажность расчетного слоя почвы при посеве или отрастании трав и озимых культур, % от абсолютно-сухой почвы;

$\gamma_{\text{у}}$ – влажность почвы при уборке культур, % от абсолютно-сухой почвы равной 65 % НВ или в долях 0,65 НВ).

Весенняя влажность расчетного слоя почвы различается в зависимости от биологических особенностей выращиваемых культур, их сроков посева и периода отрастания многолетних трав и озимых зерновых.

1) $\gamma_{\text{пос}}$ принимается 95 % НВ или в долях 0,95 НВ для многолетних трав и озимых культур с ранним сроком отрастания;

2) $\gamma_{\text{пос}} = 0,90$ НВ для яровых культур раннего срока посева (яровая пшеница, сахарная и кормовая свекла, подсолнечник, вико-овес, горох);

3) $\gamma_{\text{пос}} = 0,85$ НВ для яровых культур позднего срока посева (кукуруза, просо, соя, просо, суданская трава).

Т а б л и ц а 29

Количество используемого продуктивного запаса почвенной влаги для формирования урожая сельскохозяйственных культур севооборота

Культуры и поля севооборота	h	α	Влажность почвы		Запасы влаги		$m_{\text{прод}}$
			$\gamma_{\text{пос}}$	$\gamma_{\text{у}}$	$W_{\text{пос}}$	$W_{\text{у}}$	

1.4.2. Определение оросительной нормы

Оросительная норма – количество воды, подаваемое за все поливы на 1 га в дополнение к естественной влаге в течение вегетации для получения запланированной урожайности сельскохозяйственной культуры.

Эту величину определяют по методу водного баланса акад. А.Н. Костякова как разность между суммарным водопотреблением и естественными ресурсами влаги:

$$M_{\text{ор}} = E - 10 \cdot A \cdot \alpha - (W_{\text{пос}} - W_{\text{у}}) - W_{\text{гр}}; \quad (31)$$

где E – суммарное испарение (водопотребление) за период вегетации, м³/га;
 A – сумма осадков за период вегетации (от посева до уборки), мм;
 α – коэффициент использования осадков, который берется 0,7 для лесостепи;
 10 – коэффициент перевода мм в м³/га;
 $(W_{\text{пос}} - W_{\text{у}})$ – количество используемой почвенной влаги, как разность запаса влаги весной во время посева и во время уборки, м³/га;
 $W_{\text{гр}}$ – количество используемой растениями грунтовой воды при залегании ее выше 3 м, м³/га.

Суммарное испарение (водопотребление) вычисляется по формуле

$$E = Y \cdot K,$$

где Y – планируемая урожайность культуры, т/га;
 K – коэффициент водопотребления, показывающий затраты воды на создание единицы урожая, м³/т (прил. 20).

Окончательно формула расчета оросительной нормы принимает вид:

$$M_{\text{ор}} = Y \cdot K - 10 \cdot A \cdot \alpha - (W_{\text{пос}} - W_{\text{у}}) - W_{\text{гр}}. \quad (32)$$

Оросительные нормы обеспечивают поддержание в корнеобитаемом слое почвы оптимальной для роста и развития растений влажности и формирования планируемого урожая орошаемых культур. Величина оросительной нормы, являясь производной почвенных погодно-климатических условий и биологических свойств возделываемых культур, в зависимости от тепло- и влагообеспеченности территории существенно изменяется территориально и по годам. С уменьшением коэффициента увлажнения территории, а также при пересчете их показателей со среднемноголетнего года (50 % вероятностью) на среднесухой (75 %) и сухой (95 %) годы значительно возрастает оросительная норма.

Существующие связи между урожайностью и водообеспеченностью сельскохозяйственных культур позволяют изменить предложенные оросительные нормы применительно к промежуточным значениям урожайности. На основе технико-экономических расчетов возможно установление экономически целесообразных оросительных норм, которые значительно меньше оптимальных биоклиматических и обеспечивают получение продукции с минимальной себестоимостью.

Т а б л и ц а 30

Оросительные нормы основных сельскохозяйственных культур
в разные по увлажненности годы, мм

Культура	Степень увлажненности года		
	средний (50 %)	среднесухой (75 %)	сухой (95 %)
Яровая пшеница	130	180	250
Озимая пшеница	158	210	277
Кукуруза на силос	214	287	373
Многолетние травы	303	408	556
Яровая пшеница	170	220	290
Озимая пшеница	195	245	292
Кукуруза на силос	289	355	419
Многолетние травы	439	557	624
Яровая пшеница	210	260	300
Озимая пшеница	214	258	318
Кукуруза на силос	340	397	463
Многолетние травы	585	694	845

Задание. Рассчитать оросительные нормы сельскохозяйственных культур принятого севооборота и записать в табл. 31. При проведении расчетов показатели по планируемому урожаю, коэффициентам водопотребления и периодам вегетации сельскохозяйственных культур используются из прил. 20, суммы осадков за периоды вегетации сельскохозяйственных культур из прил. 1, а количество используемых растениями грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания определяется, согласно прил. 21.

Т а б л и ц а 31

Оросительные нормы сельскохозяйственных культур севооборота

Культуры и поля севооборота	У	К	$10A\alpha$	$W_{\text{пос}}$	W_y	$M_{\text{пос}}$	$W_{\text{гр}}$	$M_{\text{ор}}$

Средняя $M_{\text{ор}}$ на 1 га севооборота

Влияние грунтовых вод в обеспечении растений влагой зависит от глубины их залегания, мощности корневой системы растений, литологического строения зоны аэрации, а также частоты увлажнения поверхности почвы при выпадении атмосферных осадков и поливах. Капиллярное использование грунтовых вод учитывается по зависимости

$$W_{\text{гр}} = Y \cdot K \cdot K_{\text{гр}}, \quad (33)$$

где $W_{\text{гр}}$ – объем используемых грунтовых вод, м³/га;

$Y \cdot K$ – суммарное водопотребление за расчетный период, м³/га;

$K_{\text{гр}}$ – коэффициент использования грунтовых вод, в долях от суммарного водопотребления (пресных грунтовых вод в 2,5 раза выше, чем засоленных) (прил. 21).

1.4.3. Определение нормы вегетационных поливов

Поливная норма – количество воды, подаваемое для увлажнения 1 га орошаемой площади за 1 полив в соответствии с биологическими особенностями культур и почвенными условиями. Расчетная поливная норма определяется по формуле, предложенной акад. А.Н. Костяковым:

$$m = 100 \cdot h \cdot \epsilon \cdot (\gamma_{\text{нв}} - \gamma_{\text{нпв}}); \quad (34)$$

где m – расчетная поливная норма, м³/га;

100 – коэффициент перевода влажности почвы (%) в запасы влаги (м³/га);

h – глубина увлажняемого слоя почвы, м;

ϵ – плотность увлажняемого слоя почвы, т/м³;

$\gamma_{\text{нв}}$ – влажность расчетного слоя почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости, % от абсолютно-сухой почвы;

$\gamma_{\text{нпв}}$ – влажность расчетного слоя почвы перед поливом, соответствующая нижнему порогу влажности, % от абсолютно-сухой почвы.

Поливная норма устанавливается исходя из условия доведения влажности в расчетном слое почвы до наименьшей влагоемкости, выше которой происходит фильтрация, и потеря воды в глубокие слои почвы. Глубина увлажнения при поливе зависит от биологических особенностей культуры, то есть развития основной массы корневой системы. При этом, в начале она меньше и увеличивается к середине и концу вегетации культуры. Глубина увлажняемого слоя почвы при дождевании меньше, чем при поверхностном способе полива и составляет для овощных культур 0,3-0,4 м, зерновых и однолетних трав – 0,5-0,6 м, кукурузы – 0,6-0,7 м и многолетних трав – 0,7-0,8 м (прил. 22).

Влажность перед поливом зависит от отзывчивости и требований культуры во влаге при создании определенного вида урожая. Она для зерновых культур с генеративным процессом формирования урожая составляет 70 %

или 0,70 доли от наименьшей влагоемкости, кормовых культур – 0,75 и овощных культур – 0,8-0,85 (прил. 23).

Задание. Рассчитать поливные нормы сельскохозяйственных культур севооборота, результаты записать в табл. 32, используя показатели вышеуказанных приложений.

Влагозарядковые поливы проводятся до начала вегетации сельскохозяйственных культур с целью создания необходимых запасов влаги в глубоких слоях почвы при недостаточном увлажнении в засушливой зоне.

Исходя из биологических особенностей сельскохозяйственных культур влагозарядковые поливы проводятся, как осенью под озимые зерновые, многолетние травы. Сады и яровые ранние культуры с глубококорневитой корневой системой – подсолнечник, сахарная и кормовая свекла, так и весной под яровые поздние культуры – кукуруза, сорго, просо, соя, суданская трава.

Т а б л и ц а 3 2

Поливные нормы сельскохозяйственных культур принятого севооборота

Культуры и поля севооборота	h	ϵ	$\gamma_{\text{НВ}}$	$\gamma_{\text{НПВ}}$	$\gamma_{\text{НПВ}}, \% \text{ от НВ}$	m расчетная	m технологическая

1.4.4. Определение норм влагозарядковых поливов

Оптимальными сроками проведения осенних влагозарядковых поливов являются для озимых культур – 20-25 августа, многолетних трав и других культур – 20-25 сентября, а весенних влагозарядковых поливов – 1-5 мая.

Норма осеннего влагозарядкового полива ($\text{м}^3/\text{га}$) рассчитывается по формуле

$$m_{\text{вл}} = 100 \cdot h \cdot \epsilon \cdot (\gamma_{\text{НВ}} - \gamma_{\text{Ф}}) + 10 \cdot Z - 10 \cdot A \cdot \alpha; \quad (35)$$

где h – глубина увлажняемого слоя почвы, м (прил. 22);

ϵ – плотность расчетного слоя почвы, $\text{т}/\text{м}^3$ (прил. 17);

$\gamma_{\text{НВ}}$ – наименьшая влагоемкость расчетного слоя почвы, % от массы абсолютно-сухой почвы (прил. 17);

$\gamma_{\text{Ф}}$ – фактическая влажность расчетного слоя почвы, % от массы абсолютно-сухой почвы (прил. 25);

$10 \cdot Z$ – потери воды на испарение за период от начала проведения влагозарядкового полива до наступления холодных дней (10-15 октября), $\text{м}^3/\text{га}$;

A – среднемноголетнее количество осадков от времени проведения влагозарядки до наступления теплых дней в весенний период (15–20 апреля), мм;

α – коэффициент использования осеннее-зимних осадков принимает-ся равным 0,5.

Расчет испарения воды в осенний период производится по формуле

$$Z=0,2 \cdot \sum d; \quad (36)$$

где Z – потеря воды на испарение, мм;

0,2 – биоклиматический коэффициент, учитывающий потерю воды в мм на 1 мб;

$\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за период от начала проведения влагозарядкового полива до наступления холодных дней, мб (прил. 1).

$$m_{\text{вп}}=100 \cdot h \cdot v \cdot (\gamma_{\text{нв}} - \gamma_{\text{ф}}), \quad (37)$$

где $\gamma_{\text{ф}}$ – фактическая влажность расчетного слоя почвы ко времени проведения влагозарядкового полива, % от массы абсолютно-сухой почвы (прил. 25).

Задание. Рассчитать нормы влагозарядковых поливов сельскохозяйственных культур в принятом севообороте и результаты записать в табл. 33, используя показатели вышеприведенных приложений.

Т а б л и ц а 33

Нормы влагозарядковых поливов
сельскохозяйственных культур севооборота

Культуры и поля севооборота	h	v	$\gamma_{\text{нв}}$	$\gamma_{\text{ф}}$	$10Z$	$10A\alpha$	$m_{\text{вп}}$	
							расчет- ная	техно- логи- ческая

1.4.5. Составление внутрихозяйственного плана водопользования

Водопользование является составной частью технологического процесса производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях. Основная задача планирования водопользования состоит в своевременном и высококачественном проведении поливов всех культур севооборота с целью получения высоких урожаев при наименьших затратах воды

на единицу продукции, а также в сохранении и улучшении эколого-мелиоративного состояния орошаемых почв и природной среды.

При составлении системы водопользования предусматривается выполнение всех видов работ по управлению водой на орошаемом участке от забора ее из источника орошения или магистрального распределителя до подачи на поля для проведения поливов. Водопользователями являются сельскохозяйственные предприятия и крестьянско-фермерские хозяйства, получавшие воду из оросительных систем.

Особенностью плана водопользования является рациональное распределение подаваемой воды, исходя из обеспеченности оросительной системы, погодно-климатических условий года, биологических особенностей и плановых режимов орошения возделываемых культур в севообороте.

Оптимальное водораспределение на орошаемых участках планируется исходя из требований интенсивной технологии выращивания сельскохозяйственных культур. При этом значительная роль отводится внедрению нормированного режима орошения и способов влагосбережения.

План водопользования составляется на принятую структуру посевных площадей орошаемых культур в севообороте в условиях средненоголетнего засушливого года. Однако разработанный план поливов ежегодно в процессе вегетации орошаемых культур может корректироваться в связи с изменением состава и площади возделываемых культур, погодных условий года и водообеспеченности оросительной системы или орошаемого участка. При корректировке и оптимизации водораспределения на оросительной системе, орошаемого севообороте эффективно использование компьютерных технологий и внедрение АСУ, что обеспечивает рациональное потребление оросительной воды в условиях дефицита водных ресурсов.

План водопользования включает в себя четыре части:

1. Ведомость полива (режим орошения) сельскохозяйственных культур.
2. График полива (неукомплектованный и укомплектованный).
3. Сводный (календарный) план проведения поливов.

4. План-заявку на подачу воды в вегетативный период. При составлении плана водопользования используются следующие материалы:

– план орошаемого участка в горизонталях с границами полей, сетью оросительных и водосбросных каналов, напорных трубопроводов и дождевальных машин;

– принятый севооборот, размещение культур по полям, их площади и разработанный по каждой культуре оптимальный режим орошения;

– количество подаваемой на участок воды в л/с и коэффициент полезного действия (КПД) оросительной системы.

1.4.6. Расчет суммарного испарения и сроков поливов сельскохозяйственных культур в севообороте

Для установления сроков поливов необходимо знать изменение запасов влаги по времени. Влага, введенная в почву во время полива, расходуется в межполивной период. Продолжительность его зависит от интенсивности транспирации и испарения с поверхности почвы.

Суммарное испарение – это суммарная величина транспирации и испарения с поверхности почвы. Эта величина изменяется в большом интервале и зависит от культуры, фаз ее развития и климатических условий вегетационного периода.

Поливом влажность почвы в расчетном слое доводится до наименьшей влагоемкости (НВ) – верхнего оптимума влаги. По мере испарения запасы влаги уменьшаются до определенного допустимого предела – нижнего порога влажности (НПВ) – нижнего предела оптимума влаги, который индивидуален для каждой культуры. Очередной полив должен быть проведен не позднее наступления этого срока.

При определении даты полива необходимо обращать внимание на сроки наступления фаз развития сельскохозяйственных культур (прил. 28).

Существует несколько способов определения сроков поливов, одним из которых является способ по эмпирической формуле С.М. Алпатьева, которая отображает зависимость суммарного испарения от дефицита влажности воздуха с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Формула имеет вид:

$$E=K \cdot \Sigma d, \quad (38)$$

где E – суммарное испарение, мм/га;

d – среднесуточный дефицит влажности воздуха, мб;

K – биоклиматический коэффициент (коэффициент суммарного испарения), мм/мб.

Слой воды в одном миллиметре расходуемый на испарение и транспирацию растениями при дефиците влажности воздуха в один миллибар называется биоклиматическим коэффициентом (K). Его величина зависит от биологических особенностей растений, фаз развития и климатических условий природных зон.

Кузник И.А. в результате наблюдений установил, что биоклиматический коэффициент K не является постоянной величиной для данной фазы, как не постоянны и метеорологические условия в одну и ту же фазу разных лет. Так же на суммарное испарение в ту или иную фазу развития растений влияет неоднородность влажности почвы. Поэтому И.А. Кузником предложено значение коэффициента K устанавливать по среднелетним данным. Значения биоклиматического коэффициента K , необходимые для расчетов указаны в прил. 27. Для расчета суммарного испарения

по формуле (38) дефицит влажности воздуха берется из данных наблюдений метеостанции (прил. 1).

Дефицит влажности воздуха представляет разность между упругостью насыщенного пара при данной температуре и упругостью фактически содержащегося в воздухе водяного пара. Упругость измеряется в воздухе водяного пара в миллибарах (мб). Один миллибар соответствует давлению равному 0,75 мм ртутного столба.

В настоящее время наиболее эффективно применение биологического способа определения сроков поливов – т.е. по наступлению основных фаз развития растений.

При определении сроков поливов по биологическому способу данные по всем культурам севооборота берутся из прил. 28 и вносятся в табл. 35, где рассчитывается поливной и межполивной периоды.

Поливной период – это количество дней, за которые дается один полив. Его длительность составляет 3-9 дней.

Расчет поливного периода производится по следующей формуле:

$$t = \frac{m \cdot S}{3,6 \cdot Q \cdot T \cdot K_{\text{исп}} \cdot K_{\text{мет}} \cdot K_{\text{сут}}}, \quad (39)$$

где m – поливная норма;

S – площадь поля;

3,6 – коэффициент перевода из м/с;

Q – расход воды дождевальная машиной, л/с;

$K_{\text{исп}}$ – коэффициент испарения (прил. 29);

$K_{\text{мст}}$ – потеря времени по метеоусловиям (0,94) (прил. 30);

$K_{\text{сут}}$ – эффективность работы дождевальной машины (0,83) (прил. 31);

T – число часов полива в сутки (20-24).

Межполивной период – время от начала одного до начала следующего полива. Его длительность 10-17 дней.

Межполивной период рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{T_H - T_K}{n - 1}, \quad (40)$$

где T_H – дата начала проведения первого полива;

T_K – дата начала проведения последнего полива;

n – число поливов.

Поливной и межполивной периоды рассчитываются для каждой культуры севооборота и результаты сводятся в табл. 35.

1.4.7. Построение и укомплектование графика поливов

Оросительная система должна обеспечивать своевременную и достаточную подачу воды для полива всех сельскохозяйственных культур

севооборота в соответствии с их проектным режимом орошения. Для этого необходимо, чтобы все элементы оросительной системы были рассчитаны на пропуск соответствующих расчетных расходов воды.

При составлении графика поливов в каждый прямоугольник выписывается номер поля данного севооборота и номер машины, если она работает на двух позициях.

Неукомплектованный график поливов необходимо укомплектовать с целью выравнивания поливных расходов.

Укомплектованный результирующий график поливов строится таким образом, чтобы расход воды на весь севооборотный участок не превышал ее количество согласно гидромодулю принято орошаемого севооборота.

Для определения максимального количества воды, которое необходимо подать на орошаемую площадь севооборотного участка в самый напряженный период используется следующая формула:

$$Q_{\text{макс.}} = \text{гидромодуль} \cdot S, \quad (41)$$

где $Q_{\text{макс.}}$ – расход в напряженный период полива, л/с,

гидромодуль – удельный расход воды, л/с/га (для зернового севооборота и зернокармового 0,55-0,65 л/с/га; кармового 0,65-0,75 л/с/га; овощного 0,85-1,0 л/с/га);

S – общая площадь нетто орошаемого участка, га.

Например, для шестипольного овощного севооборота, полив которого производится дождевальной машиной «Фрегат» и площадью одного поля 72 га.

$$Q_{\text{макс.}} = 1 \cdot 432 = 432 \text{ л/с} = 500 \text{ л/с.}$$

При укомплектовании графика выдерживают следующие условия:

- 1) величину поливных норм не изменяют;
- 2) смещают сроки поливов влево до 3-5 дней и как исключение на 2-3 дня вправо, если поливная норма принята меньше расчетной на 10-20 %;
- 3) продолжительность полива зависит от поливной нормы, дождевальной техники, площади поля и составляет для зерновых – 5–7 дней, для многолетних трав 6-9 и овощных – 3-5 дней.

Укомплектованный график полива позволяет:

1. Установить, сможет ли подаваемое количество воды обеспечить поливами все культуры в данном году.
2. Запланировать согласно расходу воды и поливному режиму проведение поливов сельскохозяйственных культур.

После укомплектования графика поливов показатели вносятся в календарный план проведения поливов (табл. 36), который является итоговым документом для поливов, а также для проведения планового водопользования в хозяйстве.

1.4.8. Составление плана-заявки на подачу воды в вегетационный период

План-заявку на воду составляются исходя из данных укомплектованного графика полива или календарного плана проведения поливов. Расчеты выполняют для каждого внутрихозяйственного канала с последующим суммированием объемов воды каждого водовыдела и хозяйства в целом.

Объем подаваемой воды рассчитывается по формуле (42) и результаты записываются в табл. 34.

$$M=3,6 \cdot Q \cdot T \cdot t, \quad (42)$$

где M – объем подаваемой воды, м³/га;

3,6 – коэффициент перевода расхода из л/с в м³/га;

Q – расход воды, л/с;

T – число часов подачи воды в сутки;

t – продолжительность полива в сутках.

Например, для дождевальная машины «Фрегат» из укомплектованного графика при расходе воды в 300 л/с, 24-х часовой подаче воды и продолжительности полива 10 сут.

$$M=3,6 \cdot 300 \cdot 24 \cdot 10=259200 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Т а б л и ц а 34

План-заявка на подачу воды

Месяц	Декада	Расход воды	
		л/с	всего на период, тыс.м ³
Апрель	2	–	–
	3	–	–
Май	1	–	–
	2	300	207,4
	3	300	259,2
Июнь	1	400	241,2
	1	300	103,7
	2	300	238,3
	3	400	264,1
Июль	1	300	235,8
	2	300	259,2
	3	300	259,2
Август	1	300	259,2
	2	400	271,4
	3	300	238,3
Сентябрь	1	400	264,1
	2	300	209,2
	3	200	172,8
Итого за год			3268,85

Поливной режим сельскохозяйственных культур в севообороте (пример)

Культуры и поля севооборота	Оросительная норма, м ³ /га	Полевая норма, м ³ /га	Число поливов	Сроки поливов												
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Яровая пш.+ мн. Травы	2000	500	4		$\frac{12-18}{V}$	$\frac{1-6}{VI}$	$\frac{20-26}{VI}$	$\frac{1-6}{VII}$	$\frac{1-5}{VIII}$	$\frac{15-21}{VIII}$						
2-3. Мн. Травы	5400	600	9	$\frac{20-25}{IX}$	$\frac{26-2}{V}$	$\frac{13-19}{V}$	$\frac{1-7}{VI}$	$\frac{16-22}{VII}$	$\frac{1-7}{VII}$	$\frac{16-22}{VII}$	$\frac{1-7}{VIII}$	$\frac{16-27}{VIII}$	$\frac{30-6}{IX}$			
4.Озимая пшеница	1650	550	3	$\frac{20-26}{VIII}$	$\frac{1-6}{V}$	$\frac{25-30}{V}$	$\frac{20-26}{VI}$									
+. Кукуруза на силос пожнивню	1200	500	2					$\frac{2-6}{VIII}$	$\frac{19-23}{VIII}$							
5. Подсолнечник	3000	500	6	$\frac{22-28}{IX}$	$\frac{8-12}{VI}$	$\frac{20-25}{VI}$	$\frac{12-16}{VII}$	$\frac{24-28}{VII}$	$\frac{5-9}{VII}$	$\frac{17-21}{VIII}$						
6. Кукуруза на силос	3600	600	6	$\frac{28-2}{V}$	$\frac{3-9}{VI}$	$\frac{15-21}{VI}$	$\frac{28-3}{VII}$	$\frac{11-17}{VII}$	$\frac{23-29}{VII}$	$\frac{6-12}{VIII}$						

Т а б л и ц а 36

Календарный план проведения поливов сельскохозяйственных культур в севообороте

Культуры и поля севооборота	Ороситель- ная норма, м ³ /га	Полив- ная норма, м ³ /га	Количе- ство по- ливов	Неукомплектованный график поливов				Укомплектованный график поливов			
				на- чало по- лива	конец по- лива	по- лив- ной пе- риод	меж- по- лив- ной пе- риод	на- чало по- лива	конец по- лива	по- лив- ной пе- риод	меж- по- лив- ной пе- риод

1.5. Проектирование оросительной системы

1.5.1. Организация орошаемой территории при использовании различных способов орошения и типов дождевальных машин, агрегатов

Способ орошения – комплекс мер и приемов распределения воды на поливном участке и превращение водного потока в почвенную и атмосферную влагу. Способы орошения подразделяются на поверхностное, дождевание, аэрозольное, внутрипочвенное и капельное.

При проектировании оросительной системы необходимо выбрать тот способ орошения, который в установленные сроки обеспечит равномерное увлажнение почвы орошаемого участка.

Полив – это однократное искусственное увлажнение почвы и приземного слоя атмосферы.

Техника полива – параметры технологии проведения полива (длина полос, борозд, расходы, дальность полета дождевальной струи, расстояние между увлажнителями и т.д.).

Поливная техника – технические средства (машины, механизмы и орудия) для проведения полива. Техническая характеристика дождевальных машин показана в прил. 32.

Оросительную сеть располагают в плане, увязывая ее с рельефом местности, севооборотными участками, полями севооборота, почвенно-мелиоративными условиями, с инженерными коммуникациями и др.

В разрабатываемом проекте оросительная сеть проектируется для одного орошаемого севооборотного участка. Площади полей севооборота должны быть равновелики, допускаются отклонения не более 10-15 %. Размеры полей следует увязать с техническими характеристиками дождевальных машин и агрегатов (прил. 32). Орошаемое поле должно иметь удобную форму и достаточные размеры для работы сельскохозяйственных машин и дождевальных машин.

Ширину поля следует принимать кратной ширине захвата дождевальной машиной, агрегатом или кратной их длине. Длина поля должна быть кратной расстоянию между гидрантами на поливном трубопроводе или смежными позициями на временном оросителе, а также должна соответствовать нагрузке поливной площади дождевальной машины или дождевальному агрегату.

Соотношение сторон поля может быть 1:1 или 1:2, допускается 1:3.

Поле должно быть однородным по рельефу, почвенным, гидрологическим и агрономическим условиям.

При составлении технологической схемы полива для агрегатов марки ДДН-70 (ДДН-100) ширину захвата при поливе по кругу следует принимать равной 100 м (120 м), а расстояние между гидрантами или смежными позициями – 110 м (145 м). При поливе по сектору ширина захвата так же равна 100 м (120 м), а расстояние между гидрантами – 55 м (75 м).

На орошаемом участке, где полив будет производиться дождевальными агрегатами ДДА-100 м и ДДА-100 МА проектируется комбинированная оросительная сеть (сочетание открытой и закрытой оросительной сети). Для агрегатов типа ДДН-70 и ДДН-100 можно проектировать как комбинированную, так и закрытую оросительную сеть. Для машин марок «Фрегат», «Днепр», «Волжанка» и «Кубань» проектировать закрытую оросительную сеть.

На плане орошаемый севооборотный участок располагается около водоисточника, оставляя экологическую зону шириной 200-300 м, занятой естественной растительностью или многолетними травами. На топографический план границы орошаемого севооборотного участка и полей севооборота наносить условными знаками в установленной последовательности (прил. 33).

Поля на плане следует размещать так, чтобы между всеми границами полей оставалась полоса отчуждений, на которой проектируются каналы, дороги, напорные трубопроводы, лесные полосы и т.д.

Закончив разбивку на плане трасс подводящего и распределительного трубопроводов, распределительных каналов, приступают к проектированию водосборной и дорожной сети, а так же сети лесных полос.

Водосборная сеть служит для сбора с поливаемой площади излишней воды, образующейся после полива в каналах и трубопроводах, для отвода ливневых и талых вод, аварийного сброса воды.

Все распределительные каналы должны соединяться с водосборными каналами через специальные сбросные сооружения – в виде конечного сброса. Концевые сбросы устраивают также и на временных оросителях. В их задачу входят отвод воды в полевые сбросные каналы.

Рассмотрим план организации территорий орошаемых севооборотов для дождевальных машин – Фрегат ДМ-454, Днепр ДФ-100, Волжанка ДКШ-64, ДДА-100 МА и Кубань.

1.5.2. Проектирование регулирующей оросительной сети, дорог и лесополос. Определение КПД и КЗИ оросительной системы

К регулирующей сети на открытых оросительных системах относятся: временные оросители (ВО), выводные борозды (ВБ), поливные борозды или полосы при поверхностных поливах.

При поливе дождеванием регулирующей сетью являются: временные оросители (ВО), дождевальные машины, а в закрытой оросительной системе поливные трубопроводы (ПТ) и дождевальные машины.

Дороги на орошаемых землях проектируют 4-х видов:

1. Межхозяйственные дороги шириной 10 м связывают хозяйства с районным центром, элеваторами, железнодорожными станциями и т.п.

2. Внутрихозяйственные дороги связывают центральную усадьбу хозяйства с бригадами, фермами, полевыми станами, а так же между собой. Ширину земляного полотна, не считая кюветов, внутрихозяйственных дорог принимают равной 6,5 м. Проезжую часть этих дорог можно устраивать с покрытием.

3. Полевые дороги соединяют орошаемые участки соединяют с внутрихозяйственными или межхозяйственными. Они служат для проезда сельскохозяйственной техники на все поля. Полевые дороги, в зависимости от продолжительности перевозок могут быть постоянного или временного типа. Ширина земляного полотна, не считая кюветов, равна 5 м.

4. Эксплуатационные дороги служат для технического обслуживания оросительной системы. Их располагают вдоль магистральных каналов, трубопроводов и главных распределителей. Ширина проезжей части этих дорог равна 3,5 м, а земляного полотна – 6 м.

Дороги можно размещать вдоль постоянных каналов, трубопроводов, границ полей севооборота. Полевые дороги лучше размещать в нижней части полей с расчетом, что кюветы будут использоваться как полевые сбросы.

Дороги на орошаемых участках должны занимать не более 2 % площади.

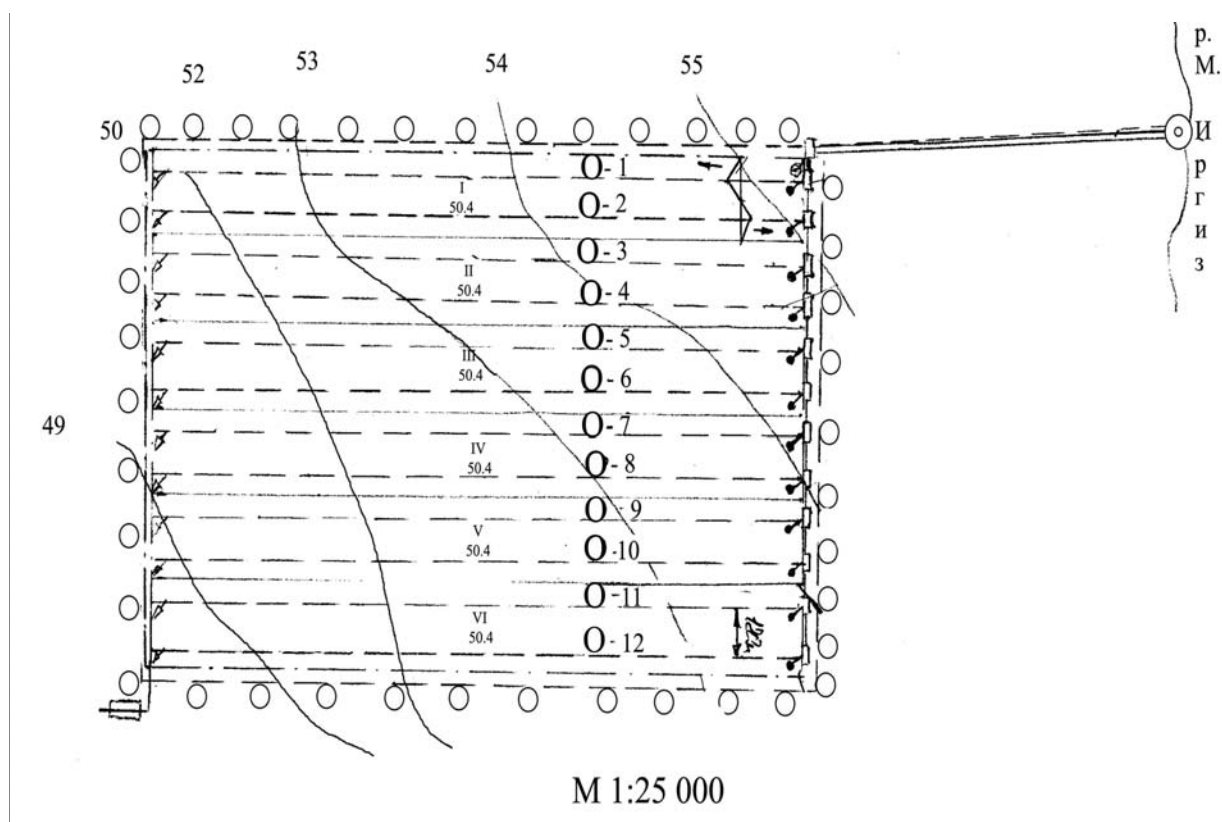
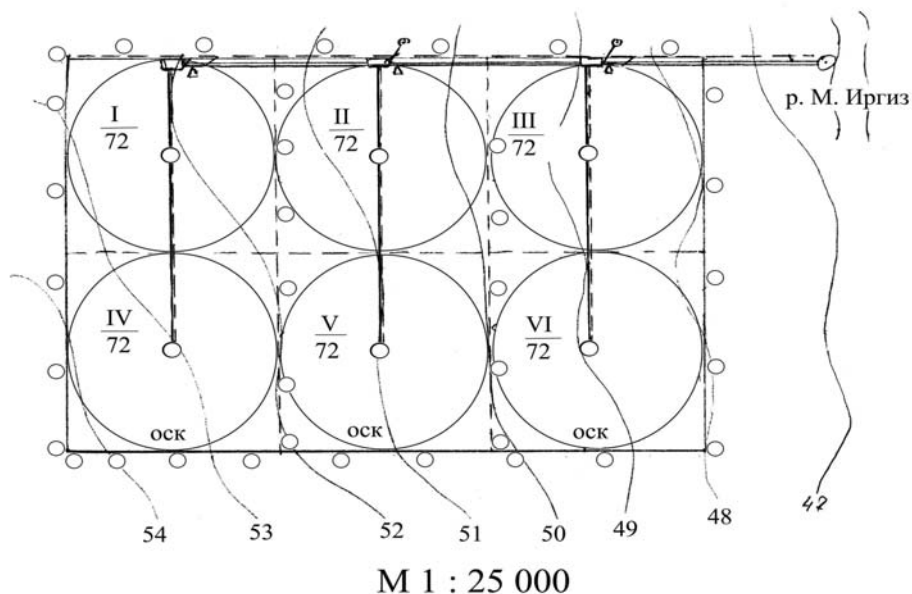
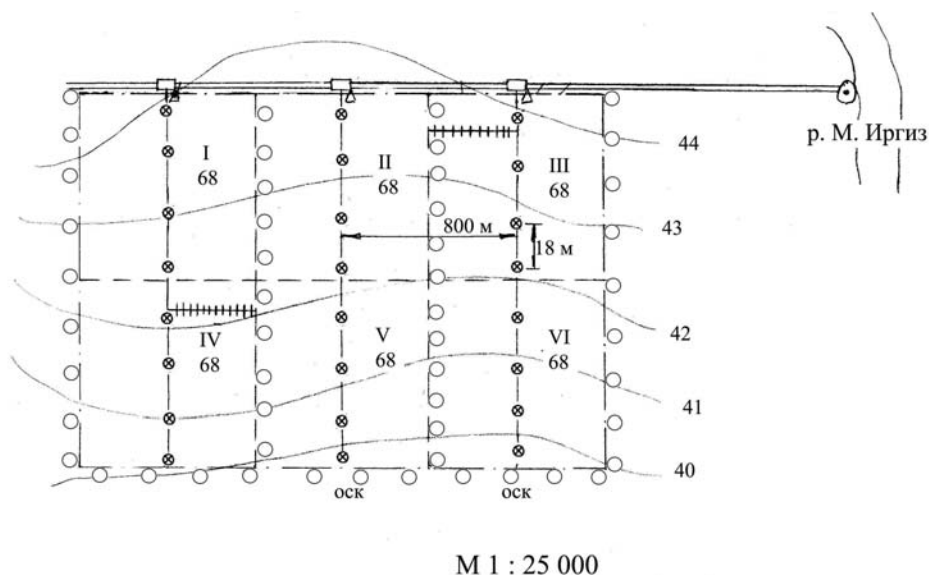


Рис. 34. План организации территории шестипольного севооборота для дождевального агрегата ДДА-100 МА



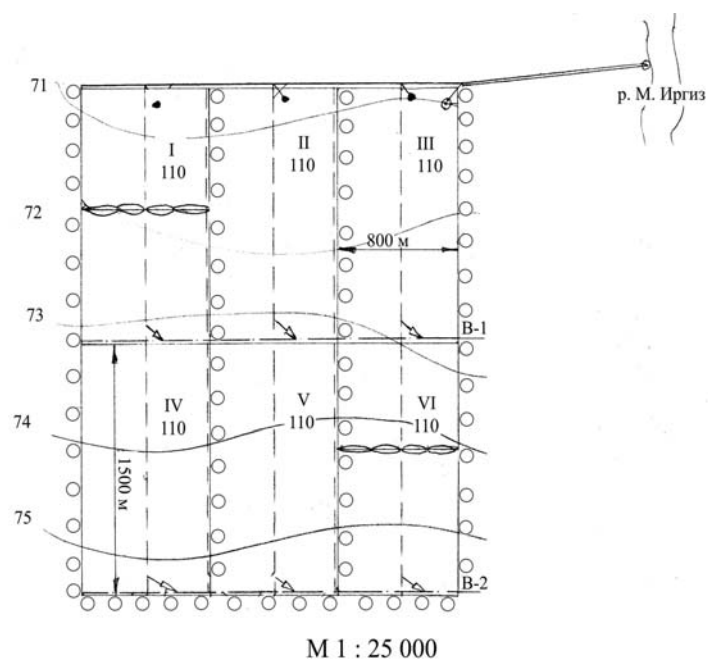
⊙ Береговая насосная станция; МТ — Магистральный трубопровод;
 РП — Распределительный (поливной) трубопровод; □ Распределительный колодец; △ Вантуз; ∅ Водовыпуск в участковый распределитель;
 ⊗ Колодец опорожнения; ... Лесополосы; ОСК Смотровой колодец;
 ○ Гидрант — Дороги;

Рис. 35. План организации территории шестипольного севооборота для дождевальной машины «Фрегат»



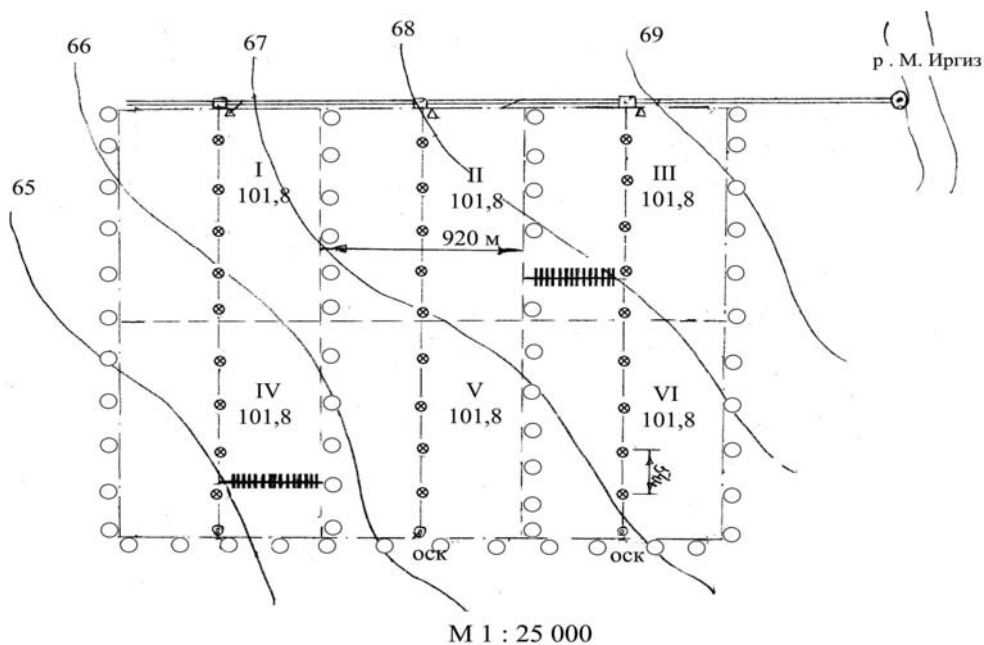
⊙ Насосная станция; МТ — Магистральный трубопровод;
 РП — Поливной трубопровод; ∅ Гидрант; □ Распределительный колодец;
 +++ Дождевальная машина «Волжанка»; △ Вантуз; ⊗ Колодец опорожнения;
 ОСК Смотровой колодец; --- Граница орошаемого севооборотного участка;
 — Дороги; ○ ○ Лесополосы;

Рис. 36. План организации территории шестипольного севооборота для дождевальной машины ДФ -64 «Волжанка»



⊙ Насосная станция; МТ— Магистральный трубопровод;
 — Распределительный канал; — Водовыпуск в оросительный канал; — Дождевальная машина «Кубань»; — Водосбросной канал; — Концевые сбросы; — Дороги; ... Лесополосы;

Рис. 37. План организации территории шестипольного севооборота для дождевальной машины «Кубань»



⊙ Насосная станция; МТ— Магистральный трубопровод;
 — Поливной трубопровод; ⊗ Гидрант; — Распределительный колодец;
 △ Вантуз; — Дождевальная машина «Днепр»; — Смотровой колодец;
 ⊙ Колодец опоржнения; — — — Граница орошаемого севооборота;
 — Дорога; ○○ Лесополосы.

Рис. 38. План организации территории шестипольного севооборота для дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»

Создание лесных полос на орошаемых участках является обязательным условием правильной организации территории, т.к. они снижают скорость ветра, увеличивают оросительную влажность воздуха, уменьшают испарение с водной поверхности. Лесные полосы сокращают коэффициент водопотребления сельскохозяйственных культур и повышают их урожай.

Полезационные лесные полосы размещают вдоль постоянных каналов, по границам севооборотов, вдоль крупных полей и дорог, по берегам водоемов. По границам орошаемых севооборотных участков проектируют широкорядные лесные полосы, а внутри участка – узкорядные (1-2 гряды). Желательно, чтобы лесные полосы расположились в полосах отчуждений каналов. Вдоль крупных полей севооборота основные или продольные лесополосы размещаются поперек господствующих ветров на расстоянии 800-1000 м, а дополнительные или поперечные лесополосы на расстоянии 1500-2000 м. Занимаемая площадь лесополосами не должна превышать 4 % общей площади орошаемого участка.

Определение КПД и КЗИ оросительной системы

Коэффициент полезного действия (КПД) оросительной системы рассчитывается по формуле

$$\text{КПД} = \frac{W_{\text{Н}}}{W_{\text{БР}}}, \quad (43)$$

где $W_{\text{Н}}$ – объем воды, подаваемый на поле для орошения, м^3 ;

$W_{\text{БР}}$ – объем воды, подаваемый из источника, м^3 .

Объем воды, подаваемый на поле определяется по формуле

$$W_{\text{Н}} = \sum S_i \cdot M_i, \quad (44)$$

где S – площадь поля орошаемого участка, га;

M – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

i – номер поля.

Объем воды, подаваемый из источника определяется по формуле

$$W_{\text{БР}} = W_{\text{Н}} + W_{\text{Г}} + W_{\text{Ф}} + W_{\text{исп}}, \quad (45)$$

где $W_{\text{Н}}$ – объем воды, подаваемый на поле для орошения, м^3 ;

$W_{\text{Г}}$ – потери воды с гидросооружений, м^3 ;

$W_{\text{исп}}$ – потери воды на испарение из каналов;

$W_{\text{Ф}}$ – фильтрация воды на каналах.

Потери воды через гидросооружения для закрытой оросительной сети соответствует 2–5 %, открытой – 20-25 %. Испарение воды из постоянных каналов составляет 2–3 %, а потери воды на фильтрацию в зависимости от расхода воды 3–4 % от общего количества.

Пример расчета КПД орошаемого участка с шестипольным севооборотом, обслуживаемый дождевальными машинами «Фрегат».

По формуле (44) определяем подаваемый на поле объем воды:

$$W_H = 72 \cdot 3800 + 72 \cdot 4100 + 72 \cdot 2600 + 72 \cdot 3100 + 72 \cdot 4200 + 72 \cdot 2900 = 1490400 \text{ м}^3.$$

Потери через гидросооружения составляют 5 %, а объем воды $W_{\Gamma} = 74520 \text{ м}^3$, а потери воды на испарение и фильтрацию при орошении дождевальными машинами «Фрегат» не учитываются.

Тогда $W_{\text{БР}} = 1490400 + 74520 = 1564920 \text{ м}^3,$

$$\text{КПД} = \frac{1490400}{1490400 + 74520} = 0,95.$$

Для определения коэффициента земельного использования (КЗИ) участка ширину каналов принимают:

- магистрального – 6-10 м (в зависимости от расхода воды);
- распределительного – 4 м;
- временного оросителя с полосой отчуждения – 5,5 м;
- Ширина лесополос по периметру – 20 м;
- основных – 10 м;
- дополнительных – 10 м.

Ширину внутрихозяйственных дорог принимают равной 6,5 м, полевых – 5 м.

Проект плана орошаемого участка выполняется в масштабе 1:10000. Наносятся поля севооборота, каналы, трубопроводы, расставляются гидротехнические сооружения, а так же дороги и лесополосы. При трассировке каналов обязательно учитывать рельеф местности.

Далее по формуле 46 и табл. 36 производится расчет КЗИ орошаемого участка.

$$\text{КЗИ} = \frac{\varpi_{\text{нетто}}}{\varpi_{\text{брутто}}} \cdot 100, \quad (46)$$

где $\varpi_{\text{брутто}}$ – площадь участка по заданию, га;

$\varpi_{\text{нетто}}$ – орошаемая площадь после отчуждения под каналы, лесополосы и т.д., га.

Коэффициент земельного использования (КЗИ) должен быть не ниже 90 %, а на технически современных оросительных системах приближаться к 0,95.

Т а б л и ц а 37

Вычисление площади нетто орошаемого участка

Наименование площади	Длина, м	Ширина, м	Площадь, га
1	2	3	4
Площадь орошения брутто	–	–	541,5
Магистральный канал (трубопровод)	3070	6	1,84
Распределительные каналы (трубопровод)	–	–	–

Окончание табл. 37

1	2	3	4
Временные оросители (при открытой или комбинированной системе)	–	–	–
Дороги:			
внутрихозяйственные	3540	6,5	2,3
полевые	16000	5	8,0
Лесополосы:			
по периметру	10330	20	20,66
основные	2820	10	2,82
дополнительные	1880	10	1,88
Общая площадь отчуждений	–	–	37,5
Площадь нетто	–	–	504

По формуле КЗИ орошаемого участка = $504/541,5 \cdot 100 = 93,07 \%$.

Отчуждения занимают – 6,93 % площади.

1.6. Проектирование технологии рекультивации нарушенных земель на орошаемом участке

За последние 25 лет площадь сельскохозяйственных угодий, приходящаяся на одного жителя России, уменьшилась на 24 %, площадь пашни – на 18 %.

Масштабы деградационных процессов орошаемых земель зависят от интенсивности действия естественных (климатических, гидрогеологических и др.) и антропогенных факторов (нерациональное использование оросительной воды, сброс дренажных вод и т.п.) и приводит к истощению и эрозии почв орошаемых земель.

Дальнейшее развитие человечества требует решения проблемы нового переустройства территорий, восстановления нарушенных земель и их эколого-сбалансированное использование.

Рекультивация земель – это вид хозяйственной деятельности, направленный на восстановление продуктивности нарушенных земель и улучшения условий окружающей среды. Она включает в себя комплекс мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных работ по восстановлению нарушенных земель в плодородные земли, близкие по основным почвенным параметрам к эволюционно ненарушенным.

Студенту необходимо для своего орошаемого участка разработать комплекс рекультивационных мероприятий, направленных на восстановление и поддержание плодородия орошаемых земель с целью получения максимально возможного урожая.

1.7. Расчет экономической эффективности мелиоративного обустройства территории

Перед осуществлением мелиоративного обустройства территории производится оценка технических и экономических показателей.

Капиталовложения в мелиоративное обустройство территории определяется с учетом уровня цен на продукцию, а также себестоимостью. Это дает возможность определить размер чистого дохода и рентабельность оросительной мелиорации, что в свою очередь способствует определению периода окупаемости вложенного капитала.

Однако в учебном проекте для принятого уровня детализации практически невозможно учесть все виды и объемы работ по устройству оросительной системы и установить сколько-нибудь точные капитальные вложения, поэтому расчеты носят ориентировочный характер.

Общая экономическая эффективность по орошению выражается через срок окупаемости T , лет и по дополнительной чистому доходу D , руб. Срок окупаемости капитальных вложений в строительство орошаемого участка обычно делится 8-12 лет и определяется по формуле:

$$T = \frac{K' \cdot \omega_H}{D}, \quad (47)$$

где K' – капитальные вложения в строительство оросительной системы, руб/га;

ω_H – площадь (нетто) орошаемого участка, га

D – годовой чистый дополнительный доход, руб.

Капитальные вложения в строительство оросительной системы K' определяют в табл. 19.

Стоимость строительства пруда берут из 1-ой части курсового проекта. Если же по заданию источником орошения является река или канал, то стоимость строительства пруда не включается в капитальные вложения строительства оросительной системы.

Стоимость насосной станции зависит от типов насосных установок и их количества и варьирует от 100 тыс. руб. до 600 тыс. руб., а стоимость трубопровода в среднем составляет 200-300 руб. за 1 м, его длины.

Стоимость строительства 1 км грунтовых профилированных дорог принимают равной 6-7 тыс. руб., а стоимость закладки 1 га лесополос составляет 2,5 тыс. руб.

Для вычисления стоимости капитальных вложений линейных объектов на плане орошаемого участка необходимо вычислить их длины (для лесополос определить площадь в га) и умножить на стоимость единицы измерения (табл. 38).

Стоимость дождевальная машины берется из прил.32.

Т а б л и ц а 38

**Определение капитальных вложений
в строительство оросительной системы**

Элементы вложений	Единица измерения	Количество единиц	Цена единицы, руб.	Капитальные вложения	
				тыс. руб.	руб./га
1. Строительство пруда	-				
2. Насосная станция	-				
3. Трубопровод	м				
4. Строительство дорог	м				
5. Лесополосы	га				
6. Стоимость дождевальных машин	шт.				
Итого	-				
Прочие объекты	%	10			
Всего	К'				

Дополнительный чистый доход D вычисляется по формуле:

$$D = D_2 - D_1, \quad (48)$$

где D_1 – чистый доход, получаемый хозяйством без орошения, руб.;

D_2 – чистый доход, получаемый хозяйством при орошении, руб.

Годовой чистый дополнительный доход рассчитывается в табл. 20, как сумма чистых дополнительных доходов возделываемых культур севооборота. Урожайность культур севооборота и цена реализации берутся из прил. 20 и 34.

Основные ежегодные затраты на 1 га рассчитываются по табл. 39, где данные для расчетов берутся из прил. 34.

Стоимость подаваемой воды по каналу в оросительных системах рассчитывается исходя из стоимости 0,60 руб. за 1 м³ воды. При подаче воды из пруда стоимость 1 м³ оросительной воды берется согласно расчетам по формуле (24). Данная величина является не постоянной и изменяется в зависимости от изменения цен за электроэнергию в связи с введением платного водопользования. Стоимость подаваемой воды рассчитывается произведением оросительной нормы и стоимости воды за м³.

Заключение

В заключении указывается экономическая эффективность капитальных вложений в строительство запроектированных пруда и орошаемого участка, а так же дается экономическая оценка лесомелиоративных мероприятий. При нерентабельности или низкой рентабельности проектных работ намечаются мероприятия по снижению затрат и повышению экономической эффективности.

Таблица 39

Структура ежегодных затрат на 1 га при возделывании сельскохозяйственных культур севооборота

Показатели	Культуры севооборота									
	без орошения	при орошении	без орошения	при орошении	без орошения	при орошении	без орошения	при орошении	без орошения	при орошении
1. Посевной материал, руб.										
2. Удобрения и пестициды										
3. Амортизация и текущий ремонт										
4. Стоимость подаваемой воды на орошение										
5. Прочие расходы										
Общие затраты										

Определение величины дополнительного чистого дохода

Показатели	Культуры севооборота									
	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при орошен ии	на бо- гаре	при ороше- нии
1. Площадь, га										
2. Урожайность, т/га										
3. Выход валовой продукции (строка 1 × строку 2)										
4. Цена реализации, руб./т										
5. Стоимость валовой продукции (строка 3 × строку 4), руб.										
6. Ежегодные затраты на 1 га, руб.										

Показатели	Культуры севооборота									
	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии	на бо- гаре	при ороше- нии
7. Ежегодные затраты с общей площади (строка 6 × строку 1)										
8. Чистый доход (строка 5 × строку 7), руб.										
9. Дополнительный чистый доход										
Годовой чистый дополнительный доход										

Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов заочного обучения

При изучении курса дисциплины «Мелиорация и рекультивация земель» в соответствии с программой и методическим пособием необходимо выполнить курсовой проект.

Для выполнения курсового проекта необходимо в хозяйстве по месту жительства студента взять рабочий проект пруда, природно-хозяйственные условия, почвенно-гидрологические условия и климатическую характеристику территории хозяйства, а также схему орошаемого севооборота, принятого в хозяйстве.

Содержание курсового проекта соответствует содержанию данного методического указания.

Содержание каждого раздела курсовой работы должно соответствовать заданию по этой теме.

В тексте дается ссылка на таблицу, а затем размещается сама таблица. Справа листа дается номер таблицы (без знака №, точка не ставится), а ниже посередине – название таблицы (точка не ставится).

После каждой таблицы в тексте даются выводы из данных таблиц. В приложения следует вложить план размещения пруда, план размещения оросительной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерхов, Н.С. Сельскохозяйственные мелиорации и водоснабжение [Текст] / Н.С. Ерхов [и др.]. – М.: Колос, 1983.
2. Ерхов, Н.С. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению [Текст] / Н.С. Ерхов [и др.]. – М.: Колос, 1984.
3. Маслов, Б.С. Справочник по мелиорации [Текст] / Б.С. Маслов [и др.]. – М.: Росагропромиздат, 1989.
4. Колпаков, В.В. Сельскохозяйственные мелиорации [Текст] / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1988.
5. Агроклиматический справочник по Пензенской области [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1970.
6. Марков, Е.С. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям [Текст] / Е.С. Марков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986.
7. Лагун, Т.Д. Практикум по мелиорации и рекультивации земель [Текст] / Т.Д. Лагун, М.Т. Ковалев. – Горки, 2000.
8. Агроклиматические ресурсы Пензенской области [Текст]. – Л.: Гидрометиздат, 1970. – 120 с.
9. Восстановление нарушенных земель [Текст] / П.Н.Гришин, Н.А. Мосиенко [и др.]. – Саратов: Изд-во СГАУ, 2001. – 236 с.
10. Ерхов, Н.С. Мелиорация земель [Текст]: учебник для студентов вузов по специальности «Землеустройство» / Н.С. Ерхов, Н.И. Ильин, В.С. Мисенев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 319 с.
11. Защитное лесоразведение [Текст] / под ред. Е.С.Павловского. – Агропромиздат, 1986. – 263 с.
12. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий [Текст]. – М.: Колос, 1979. – 46 с.
13. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий [Текст]. – М.: Колос, 1981. – 335 с.
14. Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства [Текст] / М.В. Колесниченко. – М.: Колос, 1981. – 333 с.
15. Колпаков, В.В. Сельскохозяйственные мелиорации [Текст]: учебник для вузов / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1981. – 328 с.
16. Кузник, И.А. Противоэрозионный комплекс в Поволжье [Текст] / И.А. Кузник, Н.Г. Воронин, Э.П. Дик. – Саратов, 1968. – 90 с.
17. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение : [Текст] справочник / под ред. Б.Б.Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.
18. Охрана земель при землеустройстве [Текст].

19. Павловский, Е.С. Защитное лесоразведение в СССР [Текст] / Е.С. Павловский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.
20. Плюснин, И.И. Мелиоративное почвоведение [Текст] / И.И. Плюснин, А.И. Голованов. – М.: Колос, 1983. – 318 с.
21. Практикум по мелиорации и рекультивации земель [Текст]: учеб. пособие / сост. Н.С.Ерхов, Л.П. Козочкина, Т.П. Порядина. – М.: Изд. ГУЗ, 2000.
22. Проездов, П.Н. Противозрозионные гидротехнические сооружения [Текст] / П.Н. Проездов. – Саратов. СГАУ, 2001. – 210 с.
23. Проектирование орошаемого участка [Текст]: методические указания к составлению курсовой работы по мелиоративному земледелию для студентов СХИ [Текст] / сост. А.П.Кубанцев, Л.А. Серова. – Саратов, СГАУ, 2001. – 84 с.
24. Справочник агролесомелиоратора [Текст] / под ред. Г.Я. Маттиса. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 248 с.
25. Черемисинов, А.Ю. Рекультивация нарушенных земель [Текст]: учеб. пособие / А.Ю. Черемисинов, А.И. Ревенков, С.П. Бурлаков. – М.: 2000. – 80 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
Метеорологические показатели по метеостанциям Пензенской области

Показатели	Апрель		Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь			
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
НАРОВЧАТ																	
1. Дефицит влажности воздуха	2,6	3,7	5,2	6,5	7,7	8,7	9,2	9,2	9,2	8,4	7,7	7,3	7,3	7,0	6,1	4,3	
2.Среднесуточная температура воздуха, °С	4,1	7,7	11,0	13,5	15,4	16,8	17,7	18,4	19,3	19,3	19,8	19,8	18,9	17,6	15,9	13,5	11,0
3. Осадки, мм	9	10	11	12	14	16	17	20	19	19	19	18	18	16	16	15	14
ЗЕМЕТЧИНО																	
1	2,9	4,4	5,8	7,0	8,1	9,2	9,8	9,9	9,2	9,2	9,5	8,0	7,8	7,0	7,4	6,6	4,9
2	4,2	7,7	11,5	13,7	15,2	16,4	17,4	18,2	19,2	19,2	19,7	19,7	19,0	17,7	16,0	13,8	11,3
3	10	12	13	14	17	21	23	23	23	23	23	21	21	19	19	18	17
МОКШАН																	
1	2,7	3,9	5,4	6,7	7,9	8,8	9,3	9,3	8,7	8,7	8,2	8,0	8,0	8,0	7,7	6,9	4,9
2	4,3	8,1	11,0	13,4	15,0	16,4	17,5	18,7	19,5	19,5	20,0	20,0	19,2	17,7	16,1	13,8	11,4
3	11	11	13	15	18	17	18	19	20	20	20	19	19	18	17	16	15
ГОРОДИЩЕ																	
1	2,6	3,7	5,1	6,4	7,7	8,7	9,2	9,2	8,6	8,6	7,8	7,2	6,9	6,8	6,7	6,0	4,8
2	3,1	6,9	10,4	12,8	14,4	15,7	16,8	17,8	19,3	19,3	19,8	19,8	18,9	17,6	15,9	13,5	11,0
3	10	11	13	16	17	18	19	19	21	21	21	21	19	19	18	17	16
ПЕНЗА																	
1	3,3	4,4	5,9	7,2	8,3	9,5	10,1	10,1	9,4	9,4	9,0	8,8	8,8	8,7	8,6	7,5	5,7
2	4,1	7,8	11,5	13,4	15,0	16,2	17,2	18,1	19,0	19,0	19,6	19,7	18,9	17,4	15,5	13,4	11,2
3	9	10	13	17	19	18	19	20	22	22	21	19	19	18	17	15	15

КУЗНЕЦК																
1	3,2	4,5	6,0	7,2	8,4	9,6	10,2	10,3	9,6	9,1	8,8	8,8	9,1	9,2	8,0	5,3
2	3,0	7,0	10,6	12,7	14,3	15,6	16,7	17,6	18,7	19,3	19,3	18,5	16,9	15,2	13,1	10,7
3	10	10	12	16	18	17	17	18	20	19	18	20	19	19	14	14
БЕЛИНСКИЙ																
1	2,7	4,2	5,8	7,0	8,2	8,9	9,2	9,5	9,5	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,2	5,5
2	4,2	8,2	11,9	13,7	15,0	16,1	17,1	18,2	19,1	19,6	19,6	19,0	17,7	16,0	13,8	11,5
3	11	12	12	14	15	18	20	20	22	22	20	20	19	19	15	15
КОНДОЛЬ																
1	3,0	4,2	5,6	6,9	8,2	9,4	10,2	10,2	9,4	8,7	8,2	8,2	8,6	8,8	7,5	5,3
2	3,5	7,5	11,6	13,4	15,0	16,3	17,2	18,1	19,0	19,6	19,7	18,9	17,6	16,2	13,9	11,2
3	9	9	10	13	16	16	17	18	18	17	16	17	17	17	14	14
ЛОПАТИНО																
1	3,0	4,4	6,0	7,3	8,4	9,1	9,4	9,4	8,9	8,2	7,7	7,8	8,4	8,5	7,4	5,3
2	4,0	8,2	11,7	13,6	15,2	16,5	17,4	18,4	19,4	19,9	19,9	19,1	17,8	16,4	14,1	11,4
3	8	8	9	13	15	15	15	16	17	16	15	17	17	17	14	13

Приложение 2

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в условиях
Пензенской области

Культуры	Метеостанция	Запасы продуктивной влаги, м ³ /га в мет- ровом слое почвы на дату		Фактическая вла- гообеспечен- ность, %
		сева (возобновления вегетации) W_n	созревания W_k	
1	2	3	4	5
Озимая Рожь	Наровчат	1560	720	85
	Земетчино	1510	620	80
	Мокшан	1550	790	75
	Пенза	1730	860	75
	Городище	1850	890	85
	Кузнецк	1940	730	85
	Белинский	1800	860	80
	Кондоль	1830	960	70
Яровая пшеница	Наровчат	1450	540	75
	Земетчино	1540	690	65
	Мокшан	1650	690	65
	Городище	1780	700	70
	Кузнецк	1730	560	70
	Белинский	1630	650	70
	Кондоль	1940	890	60
	Пенза	1700	820	65
Кукуруза	Наровчат	1220	800	60
	Земетчино	1470	720	65
	Мокшан	1510	830	60
	Городище	1600	108	65
	Кузнецк	1550	1040	55
	Белинский	1310	880	55
	Кондоль	1350	780	55
	Пенза	1440	890	60
Картофель	Наровчат	1290	420	95
	Земетчино	1470	540	100
	Мокшан	1510	630	80
	Городище	1590	770	85
	Пенза	1670	850	80
	Кузнецк	1850	1030	75
	Белинский	1080	650	70
	Кондоль	1740	1110	70
Капуста	Наровчат	1260	870	70
	Земетчино	1210	910	75
	Мокшан	1160	800	80
	Городище	1390	1030	75
	Пенза	1200	980	70
	Кузнецк	1330	1020	80

Окончание прил. 2

1	2	3	4	5
Томаты, огурцы	Белинский	1080	850	70
	Кондоль	1150	740	75
	Наровчат	1080	850	75
	Земетчино	890	930	70
	Мокшан	1110	1040	70
	Городище	1190	870	75
	Пенза	1180	980	70
	Кузнецк	1070	1050	75
	Белинский	900	860	65
	Кондоль	980	900	65
Многолетние травы	Наровчат	1620	560	75
	Земетчино	1580	640	70
	Мокшан	1610	880	70
	Городище	1780	720	75
	Пенза	1700	680	70
	Кузнецк	1730	740	75
	Белинский	1800	500	65
	Кондоль	1880	620	65
Корнеплоды	Наровчат	1620	770	80
	Земетчино	1550	600	85
	Мокшан	1710	830	80
	Городище	1840	810	85
	Кузнецк	1640	650	85
	Белинский	1540	640	70
	Кондоль	1500	800	70
	Пенза	1650	740	75

Приложение 3

Содержание азота и зольных элементов, % на воздушно-сухое вещество,
а для корнеклубнеплодов, овощей и зеленой массы на сырое вещество

Сельскохозяйственная культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сельскохозяйственная культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница яровая:				Картофель кормовой:			
зерно	1,95	0,60	0,85	клубни	0,19	0,42	0,07
солома	0,56	0,75	0,20	ботва	0,30	0,25	0,08
Кукуруза:				Капуста:			
зерно	1,91	0,37	0,57	кочаны	0,30	0,11	0,35
солома	0,75	1,64	0,30	листья	0,35	0,03	0,21
Свекла сахарная:				Подсолнечник:			
корни	0,24	0,25	0,08	семена	2,61	0,96	1,39
ботва	0,35	0,50	0,10	целое растение	10,00	5,25	0,76
Свекла кормовая:				Люцерна в начале			
корни	0,19	0,42	0,07	цветения (сено)	2,60	1,50	1,65
ботва	0,30	0,25	0,08	Красный клевер (сено)	1,97	1,50	1,56
Картофель столовый:				Сено луговое (сено)	1,70	1,80	1,70
клубни	0,32	0,60	0,14				
ботва	0,30	0,85	0,16				
Морковь кормовая:							
корни	0,18	0,11	0,40				
ботва	0,34	0,08	0,60				

Техническая характеристика дождевальных машин

Показатели	Ед. из мер.	Дальнеструйные		Среднеструйные			Короткоструйные			
		ДДН-70	ДДН-100	ДКШ-64 Волжанка	ДМ-100 Фрегат	ДФ-120 Днепр	ДДА-100М	ДДА-100МА	ЭДМФ Кубань	
Расход воды	л/с	65	100	64	58-100	120	100	130	150	
Напор воды	м	55	65	40	70	45	23-30	37	58	
Способ забора воды		из откр. и закр. сети.		из закрытой напорной сети			из открытой сети			
Расстояние между стоянками или гидрантами	м	110/55	150/75	18	670-910	54	—			
Расстояние между каналом или трубопроводом	м	100	120	800	670-910	920	120	120	800	
Коэффициент полезного использования земли	K _{зм}	0,92	0,93	0,64	0,88	0,97	0,90	0,90	0,98	
Средняя интенсивность дождя	мм/мин	0,41	0,45	0,267	0,26	0,285	2,7	2,5	1,2	
Высота труб над поверхностью земли	м			0,89	2,2	2,1	1,5	1,5	2,7	
Способ производства полива		позиционный	позиционный	позиционный	в движении	позиционный	в движении	в движении	в движении	
Ширина захвата	м	70	85	800	335-454	460	120	120	800	
Площадь полива с одной позиции	га	0,47-0,94	0,84-1,68	1,44	41-72	2,48	—			
Коэффициент использования времени	час	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,92	
Допустимые уклоны		0,005	0,005	0,02	0,05-0,2	0,02	0,005	0,005	0,002-0,007	
Рабочая скорость	км/ч					0,49	до 0,03		0,2-2,0	

Приложение 5

Подбор диаметров керамических, бетонных и железобетонных труб

Уклон i	V , м/с Q , л/с	Диаметр внутренний, см							
		4	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
0,001	V			0,19	0,22	0,26	0,29	0,33	0,36
	Q			0,82	1,77	3,30	5,24	7,91	11,24
0,002	V		0,20	0,26	0,32	0,37	0,42	0,46	0,51
	Q		0,39	1,16	2,50	4,71	7,45	11,02	15,94
0,003	V	0,21	0,24	0,32	0,39	0,46	0,52	0,57	0,62
	Q	0,27	0,48	1,42	3,08	5,72	9,15	13,68	19,50
0,004	V	0,24	0,28	0,37	0,45	0,52	0,59	0,67	0,73
	Q	0,30	0,55	1,65	3,54	6,59	10,47	16,10	22,60
0,005	V	0,27	0,32	0,42	0,50	0,59	0,66	0,74	0,80
	Q	0,34	0,62	1,84	3,96	7,43	11,77	17,75	25,20
0,006	V	0,30	0,34	0,46	0,55	0,64	0,72	0,82	0,88
	Q	0,38-	0,68	2,01	4,33	8,05	12,8	19,70	27,60
0,007	V	0,32	0,37	0,49	0,59	0,69	0,79	0,87	0,95
	Q	0,40	0,73	2,18	4,68	8,78	14,00	20,85	29,80
0,008	V	0,34	0,40	0,53	0,64	0,74	0,83	0,93	1,01
	Q	0,43	0,78	2,33	5,01	9,31	14,80	22,15	31,80
0,009	V	0,37	0,43	0,56	0,68	0,79	0,89	0,96	1,07
	Q	0,47	0,83	2,47	5,31	9,93	15,80	23,00	33,80
0,010	V	0,39	0,45	0,59	0,71	0,83	0,94	1,04	1,13
	Q	0,49	0,88	2,60	5,60	10,5	16,60	25,00	35,60
0,011	V	0,41	0,47	0,62	0,75	0,87	0,98	1,09	1,19
	Q	0,52	0,92	2,73	5,89	10,99	17,49	26,10	37,40
0,012	V	0,43	0,49	0,65	0,78	0,90	1,02	1,14	
	Q	0,54	0,95	2,86	6,10	11,90	18,12	27,40	
0,013	V	0,44	0,51	0,67	0,81	0,94	1,07	1,19	
	Q	0,56	1,00	2,97	6,37	11,90	19,0	28,6	
0,014	V	0,46	0,53	0,69	0,84	0,98	1,11		
	Q	0,58	1,04	3,07	6,60	12,34	19,64		
0,015	V	0,47	0,55	0,72	0,87	1,01	1,15		
	Q	0,59	1,07	3,19	6,83	12,75	20,30		
0,016	V	0,49	0,57	0,74	0,90	1,05	1,18		
	Q	0,62	1,11	3,29	7,05	13,30	20,90		
0,017	V	0,50	0,58	0,77	0,92	1,08			
	Q	0,63	1,14	3,40	7,27	13,61			
0,018	V	0,52	0,60	0,79	0,95	1,11			
	Q	0,66	1,18	3,49	7,50	14,01			
0,019	V	0,53	0,62	0,81	0,98	1,14			
	Q	0,67	1,21	3,59	7,72	14,42			
0,020	V	0,54	0,63	0,83	1,00	1,17			
	Q	0,68	1,24	3,69	7,88	14,70			
0,021	V	0,56	0,65	0,85	1,03	1,20			
	Q	0,71	1,27	3,78	8,11	15,17			
0,022	V	0,57	0,66	0,87	1,06				
	Q	0,72	1,30	3,87	8,27				
0,023	V	0,59	0,68	0,89	1,09				
	Q	0,74	1,34	3,96	8,50				
0,024	V	0,60	0,69	0,91	1,10				
	Q	0,76	1,36	4,04	8,70				

Приложение 6

Коэффициент поверхностного стока σ , %

Почва	Содер- жание глины, %	Уклон поверхности, %									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Почва водопроницаемая											
Песок	20	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Супесь	40	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Суглинок	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Глина	80	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Почва водоупорная											
Песок	20	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Супесь	40	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Суглинок	60	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Глина	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Уклон поверхности, %											
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Почва водопроницаемая											
Песок	20	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Супесь	40	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Суглинок	60	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Глина	80	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Почва водоупорная											
Песок	20	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Супесь	40	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Суглинок	60	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Глина	80	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Примечание. Если уклон участка террасирования будет распахан, то коэффициент σ снижается на 5-10 %, под сенокос не уменьшается.

Приложение 7

Потери напора воды в зависимости от диаметра труб

Q , л/с	Потери напора (в м) на 100 пог. м трубопровода диаметром d (в мм)						
	50	75	100	125	150	200	250
0,5	0,50						
1,0	1,73	0,23					
1,5	3,63	0,48	0,117				
2,0	6,19	0,80	0,194				
2,5	9,49	1,19	0,288	0,097			
3,0		1,67	0,398	0,133			
3,5		2,22	0,526	0,175	0,072		
4,0		2,84	0,669	0,222	0,091		
4,5		3,53	0,829	0,274	0,112		
5,0		4,30	1,00	0,331	0,135		
5,5		5,17	1,20	0,392	0,160		
6,0		6,15	1,40	0,460	0,187		
6,5		7,22	1,62	0,531	0,216	0,053	
7,0		8,37	1,86	0,609	0,246	0,060	

АКТ
обследования нарушенных земель

«___» _____ 20__ г.

Комиссия в составе гл. инженера-землеустроителя управления сельского хозяйства (председатель комиссии), гл. агронома хозяйства, специалистов проектных институтов _____, гл. инженера строительной организации провели обследование нарушенных и примыкающих к ним земель _____ хозяйства района..... области.

I. В результате обследования комиссия установила:

1. Участок нарушенных земель площадью _____ га расположен _____ и в сельском хозяйстве не используется.
2. Земли, примыкающие к участку нарушенных земель, используются под _____ и имеют следующие агротехнические показатели:
3. Тип нарушенных земель _____, его характеристика:
4. Состав пород и их смесей, характер их залегания, механический состав, условия увлажнения, глубина залегания, токсичность, естественное зарастание нарушенных и примыкающих к ним земель следующие:
5. Для рекультивации нарушенных земель можно использовать потенциально-плодородные породы и плодородный слой почвы участков: _____

Пожелания землепользователя: _____

Обеспеченность строительной организации техникой для выполнения работ технического этапа рекультивации: _____

II. В результате обследования комиссия решила:

1. Проектировать использование нарушенных земель под следующие виды угодий: _____
2. Предусмотреть следующее общее направление технического этапа рекультивации: _____
3. Использовать для рекультивации потенциально-плодородные породы и плодородный слой почвы с участков: _____
4. Произвести определение объемов и стоимости работ с использованием имеющихся топографических планов нарушенных и примыкающих к ним земель в масштабе 1:2000 с дополнением данных планового материала, необходимыми измерениями в натуре и использованием имеющихся материалов почвенного обследования масштаба 1:10000.
5. Установить следующий срок биологической рекультивации _____
6. Предусмотреть в проекте для восстановления плодородия в период биологической рекультивации следующий набор злаково-бобовых трав: _____

Окончание прил. 8

7. Определить дозы вносимых удобрений с учетом получения следующей урожайности: _____

Приложение:

Характеристика нарушенных земель.

Выкопировка с плана землепользования

3. _____

4. _____

Гл. инженер

_____ (подпись)

Гл. агроном хозяйства

_____ (подпись)

Инженер-землеустроитель

_____ (подпись)

Почвовед

_____ (подпись)

Примечание. В конкретных условиях форма акта при необходимости может изменяться.

Приложение 9

Характеристика нарушенных земель

Объект _____

№ контуров (выделов)	Площадь контуров (выделов).	Вид земельных угодий до улучшения	Тип нарушения	Разновидности нарушенных земель по форме рельефа	Характер увлажнения	Почвы, породы, смеси пород, механический состав, наличие токсичных солей и др.
1	2	3	4	5	6	7

Окончание прил. 9

Характер естественного за-растания (растительные группировки, примерный % покрытия и т.д.)	Показатели плодородия слоя почвы				
	Мощность плодородного слоя почвы (м)	% гумуса	P ₂ O ₅ в мг на 100 г почвы	K ₂ O в мг на 100 г почвы	Кислотность (pH)
8	9	10	11	12	13

Приложение 10

ЗАДАНИЕ

на составление технорабочего проекта
рекультивации нарушенных земель

1. Разработать технорабочий проект рекультивации участка нарушенных земель _____ района области. Объект _____

Расположение объекта и его внешние границы: _____

Площади земель, подлежащие рекультивации: _____

4. Использование земель в районе расположения объекта: _____

Краткая характеристика нарушенных земель (разрабатываемое ископаемое, тип нарушенных земель, геометрические параметры объектов, увлажнение, глубина залегания грунтовых вод от дна нарушенных земель, естествен-

ное зарастание, состав основных пород и их пригодность для биологической рекультивации, наличие плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород для рекультивации, агрохимические свойства и т.д.)

Перспективное использование рекультивируемых земель: _____

7. Рекомендуемая технология технической рекультивации: _____

8. Рекомендуемая технология биологической рекультивации: _____

9. Обеспеченность строительной организации техникой для выполнения работ технического этапа рекультивации: _____

10. Необходимость выполнения изыскательских работ: _____

11. Работы технического этапа рекультивации будет осуществлять _____ биологического этапа рекультивации _____ (название хозяйства) _____ района _____ области.

12. Осуществление работ технического и биологического этапов рекультивации предусмотреть за счет средств государственного бюджета в соответствии с объемами работ по рекультивации земель.

13. Особые условия: _____

Заказчик _____

Примечание. В конкретных условиях форма задания при необходимости может изменяться.

Приложение 11

Ориентировочные технологические схемы на рекультивацию
нарушенных земель (карьеров)

§1

Применяется в том случае, когда засыпка карьера производится грунтом, срезаемым с прилегающей территории, а растительный слой на площади карьера создается за счет привозного плодородного слоя почвы

№ п/п	Наименование технических операций	Тип оборудования
1	Снятие плодородного слоя почвы на площади срезки грунта с перемещением его во временные отвалы	Бульдозер с открылками
2	Срезка грунта с прилегающих к карьеру площадей и перемещение его на территорию подсыпки	Бульдозер с открылками
3	Выравнивание площади подсыпки с обеспечением требуемого уклона	Бульдозер, грейлер
4	Восстановление плодородного слоя почвы на площади срезки грунта	Бульдозер
5	Погрузка плодородного слоя почвы на автосамосвалы	Экскаватор
6	Перевозка плодородного слоя почвы с его выгрузкой на территории карьера	Автосамосвалы
7	Равномерное разравнивание плодородного слоя почвы по территории карьера	Бульдозер

§2

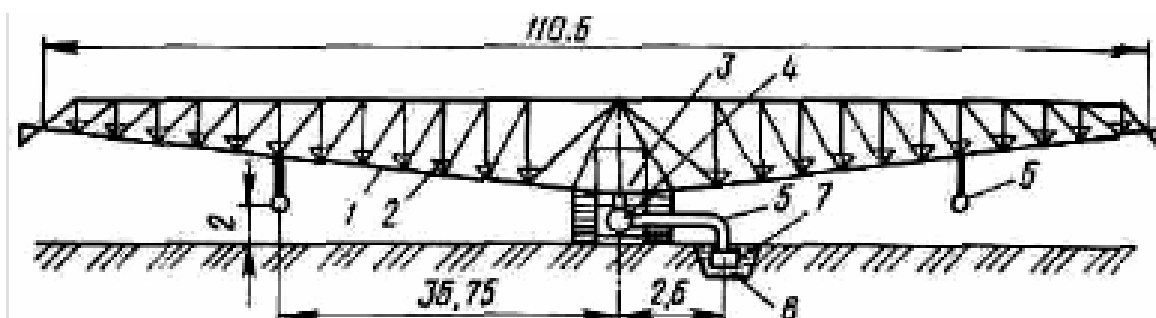
Применяется в том случае, когда для засыпки карьера используются внешние отвалы вскрышных пород и частично привозной грунт. На площадях, примыкающих к карьеру, отсутствует плодородный слой почвы

№ п/п	Наименование технических операций	Тип оборудования
1	Перемещение в карьер внешних отвалов вскрышных пород	Бульдозер
2	Погрузка грунта необходимого для дополнительной засыпки, на автосамосвалы	Экскаватор
3	Перевозка грунта, необходимого для дополнительной засыпки, с его выгрузкой на территории карьера	Автосамосвалы
4	Планировка и разравнивание территории карьера после засыпки его вскрышными породами и привозным грунтом с соблюдением требуемого уклона	Бульдозер
5	Уплотнение грунта в насыпи	Катки
6	Погрузка плодородного слоя почвы на автосамосвалы	Экскаватор
7	Перевозка плодородного слоя почвы с его выгрузкой на территорию карьера	Автосамосвалы
8	Равномерное разравнивание плодородного слоя почвы на территории карьера	Бульдозер

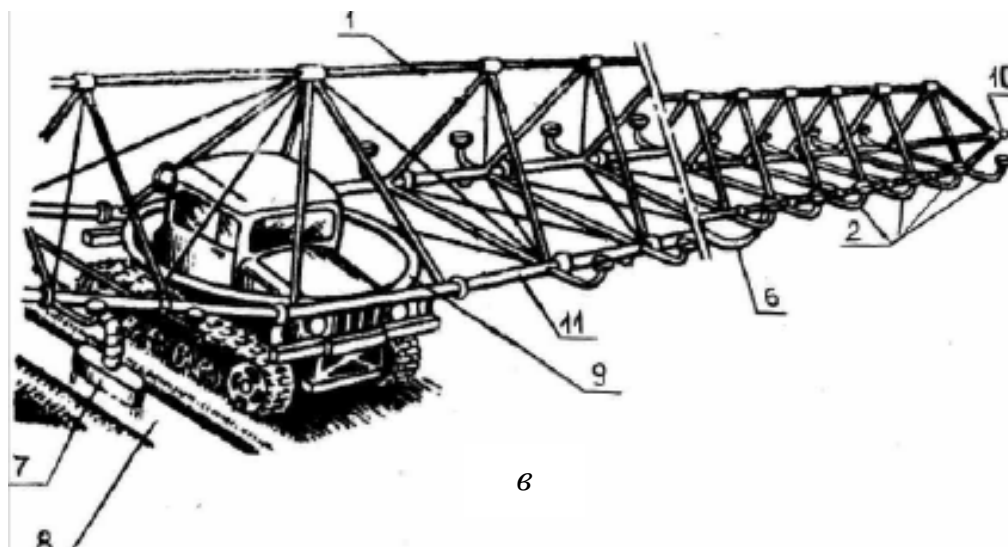
П р и м е ч а н и е . Исходя из конкретных условий наличие и наименование технологических операций и тин оборудования может изменяться.



a

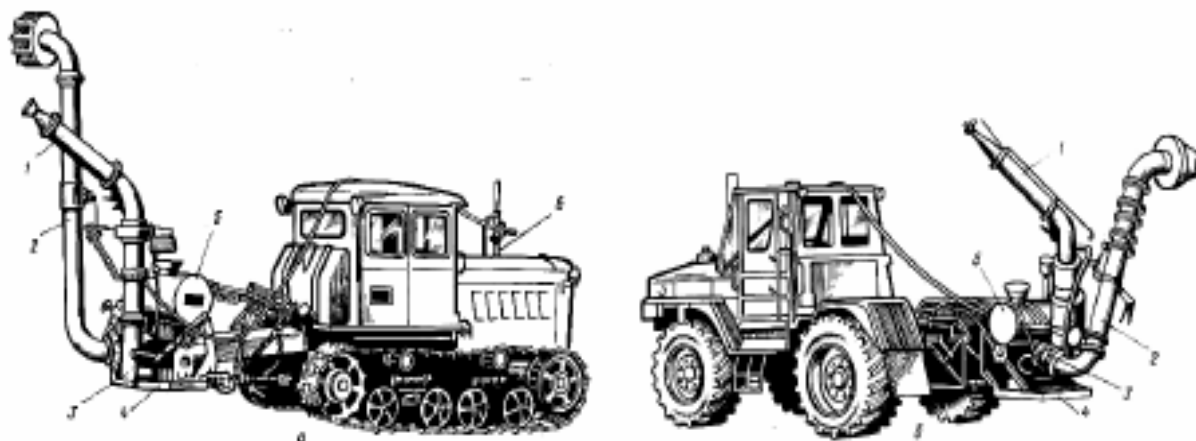


б



в

- Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА:
 а – общий вид в работе; б, в — схема агрегата (размеры в м);
 1 – ферма; 2 – короткоструйные дефлекторные насадки на открывках;
 3 – напорный патрубок; 4 – консольный центробежный насос; 5 – всасывающая линия;
 6 – дуга-амортизатор; 7 – всасывающий клапан; 8 – ороситель;
 9 – поворотный круг; 10 – концевой дождевальный аппарат;
 11 – водопроводящая труба



Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 (а) и ДДН-100 (б):
1 – ствол дальнеструйного дождевального аппарата; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – насос-редуктор; 4 – рама; 5 – приспособление для внесения удобрений; 6 – газоструйный вакуум-аппарат

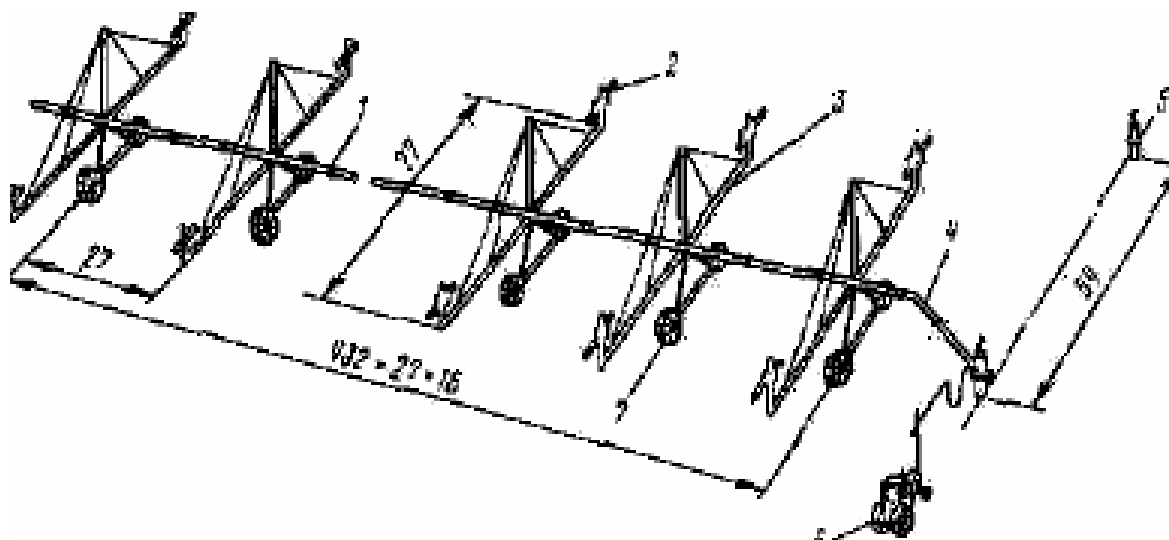
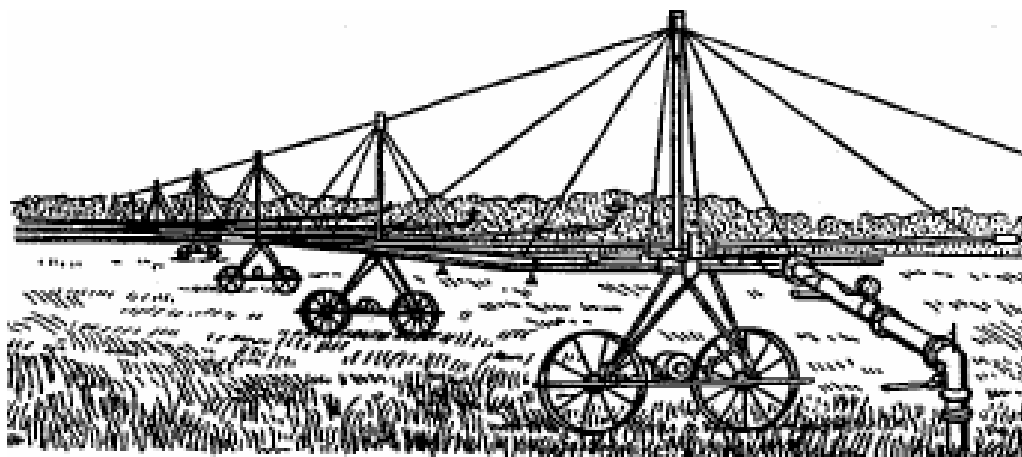
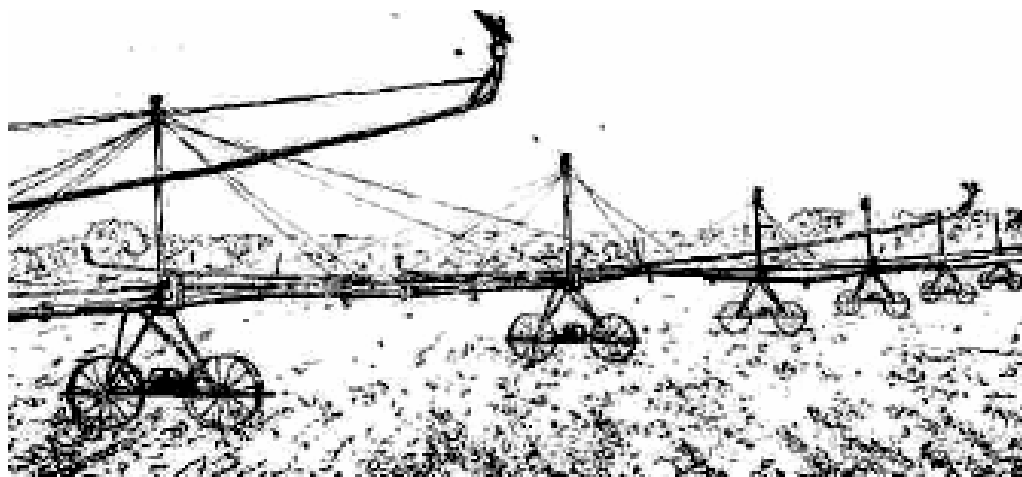


Схема дождевальной машины «Днепр» ДФ-120 (размеры в м):
1 – водопроводящий пояс; 2 – дождевальный аппарат «Роса-3»; 3 – открывок;
4 – соединительное устройство; 5 – гидрант; 6 – навесная тракторная электростанция; 7 – самоходная тележка



Общий вид ДФ-120 «Днепр»



Водопроводящий пояс ДФ-120 «Днепр»

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
ФГБОУ ВПО "Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства"**

КАФЕДРА «КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ПРАВО»

Курсовой проект

на тему:

"Мелиоративное обустройство территории (хозяйства)

_____ района
_____ области

Выполнил: студент

_____ курса _____ группы

(Ф.И.О.)

Проверил: _____

(Ф.И.О. и должность преподавателя)

Пенза 20 ____

Исходные данные для выполнения курсового проекта

Вариант	Масштаб плана участка	Район	Тип почвы	Пло-щадь орошаемого участка	Вид севооборота	Глубина залегания грунтовых вод	Тип оросительной системы	Источник орошения	Спо-соб орошения	Тех-ника поли-ва
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1:10000	Башмаковский	Чернозем выщелоченный	550-600	травяной	3	закры-тый	пруд	дожде-вание	ДКШ-64
2	1:10000	Белинский	Чернозем выщелоченный	650-700	зернотравяно-пропашной	7	закры-тый	река	дожде-вание	Днепр
3	1:10000	Бековский	Чернозем выщелоченный суглинистый	1000-1050	зернотравяно-пропашной	8	комби-ниро-ванный	река	дожде-вание	ДДА-100МА
4	1:10000	Вадинский	Чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый	600	травяно-пропашной	5	закры-тый	пруд	дожде-вание	Днепр
5	1:10000	Городищенский	Чернозем типичный среднесуглинистый	550-600	зернотравяно-пропашной	3,5	закры-тый	пруд	дожде-вание	Фрегат
6	1:10000	Пензенский	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	550-600	травяно-пропашной	5	комби-ниро-ванный	пруд	дожде-вание	ДДА-100МА
7	1:10000	Наровчатский	Темно-серая лесная глинистая	600-650	зернотравяно-пропашной	3,5	закры-тый	пруд	дожде-вание	Фрегат

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	1:10000	Камешкирский	Серая лесная среднесуглинистая	600-680	травяно- пропашной	6	закры- тый	пруд	дожде- вание	Днепр
9	1:10000	Кузнецкий	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	550-60	травяно- пропашной	3,5	закры- тый	пруд	дожде- вание	ДДА- 100МА
10	1:10000	Лопатинский	Чернозем выщелоченный глинистый	200-250	травяно- пропашной	4,0	откры- тый	пруд	поверхн остный	полосы, борозды
11	1:10000	Неверкинский	Чернозем выщелоченный суглинистый	900-950	травянопропашн ой	3,0	закры- тый	пруд	дожде- вание	ДКШ- 64
12	1:10000	Сердобский	Чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый	600-650	зернотравянопропашной	2,5	комби- ниро- ванный	пруд	дожде- вание	ДДА- 100МА
13	1:10000	Мало-Сердобинский	Чернозем типичный среднесуглинистый	500-550	травяно- пропашной	3,0	закры- тый	пруд	дожде- вание	Фрегат
14	1:10000	Сосновоборский	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	550-600	травяно- пропашной	3,5	закры- тый	пруд	дожде- вание	Фрегат
15	1:10000	Спасский	Чернозем типичный среднесуглинистый	650-700	зернотра- вняной	5	закры- тый	река	дожде- вание	Днепр
16	1:10000	Никольский	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	500-550	травяной	5	комби- ниро- ванный	пруд	дожде- вание	ДКШ- 64
17	1:10000	Каменский	Темно-серая лесная глинистая	650-700	травяно- пропашной	9	закры- тый	пруд	дожде- вание	Днепр
18	1:10000	Мокшанский	Чернозем выщелоченный глинистый	700-750	зернотра- вняной	5	закры- тый	пруд	дожде- вание	Днепр
19	1:10000	Тамалинский	Чернозем выщелоченный суглинистый	650-700	зернотра- вняной	6	закры- тый	пруд	дожде- вание	ДКШ- 64

1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
20	1:10000	Шемьшейский	Чернозем выщелоченный	400-450	овощной	8,5	закрытый	пруд	дождевание	ДКШ-64
21	1:10000	Иссинский	Чернозем выщелоченный	650-700	травяной	3,0	закрытый	пруд	дождевание	Фрегат
22	1:10000	Лунинский	Чернозем оподзоленный	650-700	зернотравяной	2,5	закрытый	пруд	поверхностный	Фрегат
23	1:10000	Бессоновский	Чернозем типичный среднесуглинистый	450-500	зернотравяной	4,0	закрытый	пруд	дождевание	ДКШ-64
24	1:10000	Земетчинский	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	700-750	зернотравяно- ропашной	3,0	закрытый	река	дождевание	Днепр
25	1:10000	Нижнее- Ломовский	Темно-серая лесная глинистая	600-660	травяно- пропашной	3,5	закрытый	река	дождевание	Фрегат
26	1:10000	Кольшлейский	Чернозем выщелоченный	600-650	зернотравяной	8	закрытый	пруд	дождевание	ДКШ-64
27	1:10000	Лопатинский	Чернозем выщелоченный	1000-1200	зернотравяной -	5	закрытый	канал	дождевание	Кубань
28	1:10000	Неверкинский	Чернозем оподзоленный	550-600	травяно- пропашной	3,5	закрытый	пруд	дождевание	Фрегат
29	1:10000	Сердобский	Чернозем типичный среднесуглинистый	500-550	зернотравяной -	4,0	закрытый	пруд	дождевание	Фрегат
30	1:10000	Мало-Сердобинский	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	600-650	травяной	4,5	закрытый	река	дождевание	ДКШ-64

Приложение 16

Метеорологические показатели по метеостанциям Пензенской области

Район	Высота снежного покрова, см	Слой весеннего стока, мм	Дата наступления				Сумма активных температур °C	Годовая сумма осадков, мм	Испаре- мость, мм	ГТК
			Весной		Осенью					
			+5° C	+10°С	+10°С	+5°С				
Башмаковский	32	70-90	18.IV	2.V	21.IX	13.X	2320	460	500-600	>1,1
Белинский	32	70-90	17.IV	30.IV	21.IX	13.X	2360	490	500-600	<1,1
Бековский	32	70-90	17.IV	29.IV	21.IX	14.X	2390	450	500-600	<1,1
Бессоновский	32	70-90	20.IV	4.V	19.IX	10.X	2280	470	500-600	>1,1
Вадинский	32	70-90	18.IV	2.V	21.IX	13.X	2350	460	500-600	>1,1
Городищенский	34	70-90	20.IV	4.V	17.IX	10.X	2200	490	500-600	>1,1
Земетчинский	27	70-90	17.IV	3.V	22.IX	14.X	2400	460	500-600	<1,1
Иссинский	34	70-90	20.IV	4.V	19.IX	10.X	2170	480	500-600	>1,1
Камешкирский	35	70-90	19.IV	3.V	20.IX	11.X	2210	490	500-600	<1,1
Кольшлейский	32	70-90	19.IV	1.V	19.IX	11.X	2300	500	500-600	<1,1
Каменский	32	70-90	17.IV	29.IV	21.IX	14.X	2350	480	500-600	<1,1
Кузнецкий	36	70-90	19.IV	4.V	19.IX	10.X	2160	500	500-600	<1,1
Лунинский		70-90	20.IV	4.V	19.IX	10.X	2170	480	500-600	>1,1
Лопатинский		70-90	17.IV	30.IV	20.IX	12.X	2290	490	500-600	<1,1
Мало-Сердобинский	32	70-90	17.IV	30.IV	20.IX	12.X	2300	490	500-600	<1,1
Мокшанский	32	70-90	17.IV	30.IV	22.IX	13.X	2350	480	500-600	>1,1
Наровчатский	32	70-90	18.IV	1.V	19.IX	12.X	2290	440	500-600	>1,1
Неверкинский	32	70-90	19.IV	4.V	19.IX		2210	490	500-600	<1,1
Нижнее-Ломовский	32	70-90	16.IV	30.IV	21.IX	13.X	2380	480	500-600	>1,1
Никольский	33	70-90	20.IV	4.V	17.IX	10.X	2230	500	500-600	>1,1
Пензенский	36	70-90	17.IV	1.V	20.IX	13.X	2300	470	500-600	
Пачелмский	32	70-90	18.IV	2.V	21.IX	13.X	2320	480	500-600	>1,1
Сердобский	32	70-90	18.IV	1.V	21.IX	12.X	2500	480	500-600	<1,1
Сосновоборский	40	70-90	19.IV	4.V	19.IX	10.X	2160	500	500-600	<1,1
Спасский	32	70-90	18.IV	1.V	19.IX		2300	460	500-600	>1,1
Тамалинский	32	70-90	18.IV	1.V	21.IX		2390	470	500-600	<1,1
Шемышейский	32	70-90	17.IV	1.V	20.IX	13.X	2290	490	500-600	<1,1

Характеристика преобладающих типов почв на территории Пензенской области

Преобладающий тип почвы	Слой почвы, м	Агрохимические свойства				Водно-физические свойства						
		гумус, %	мг/кг			плотность, г/см ³	плотность твердой фазы, г/см ³	НВ, % от массы сухой почвы	ВУЗ, % от массы сухой почвы	водопроницаемость, мм/мин.	гранулометрический состав, <0,01 мм, %	пористость, %
			N легкого д.р.о.л.з.	P ₂ O ₅	K ₂ O							
Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	0-30	6,5	12,9	4,7	8,3	1,03	2,50	38,9	15,6	1,50	69,0	55,3
Чернозем выщелоченный глинистый	0-30	6,6	13,1	5,0	8,8	1,04	2,50	40,1	16,1	1,49	70,2	56,1
Чернозем выщелоченный суглинистый	0-30	6,0	12,6	4,5	8,5	1,03	2,51	39,6	15,5	1,40	68,7	57,8
Чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый	0-30	6,2	12,8	4,2	8,4	1,02	2,51	38,3	14,6	1,48	63,2	55,9
Чернозем типичный среднесуглинистый	0-30	6,5	12,7	4,5	8,7	1,02	2,50	37,6	15,8	1,53	70,3	54,3
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	0-25	4,9	10,9	2,1	6,3	1,06	2,51	36,8	14,9	1,48	60,3	53,8
Темно-серая лесная глинистая	0-25	5,1	12,5	2,5	6,4	1,07	2,51	36,9	14,7	1,29	60,7	52,4
Серая лесная среднесуглинистая	0-22	4,0	10,4	1,9	6,1	1,09	2,52	37,5	13,5	1,18	58,3	51,9

Приложение 18

Модульные коэффициенты K_p (ординаты теоретических кривых вероятности превышения) в зависимости от коэффициентов вариации весеннего стока C_V

Вероятность превышения P , %	Коэффициент вариации C_V					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	3,27	3,89	4,57	5,30	6,08	6,91
0,5	2,74	3,20	3,68	4,19	4,73	5,30
1	2,51	2,89	3,29	3,71	4,15	4,61
3	2,13	2,39	2,66	2,94	3,22	3,51
5	1,94	2,15	2,36	2,57	2,78	3,00
10	1,67	1,81	1,94	2,06	2,19	2,30
25	1,28	1,31	1,34	1,37	1,38	1,39
50	0,92	0,88	0,84	0,80	0,75	0,69
75	0,63	0,56	0,48	0,42	0,35	0,29
80	0,57	0,49	0,42	0,35	0,28	0,22
90	0,44	0,35	0,27	0,21	0,15	0,11
95	0,34	0,25	0,18	0,13	0,08	0,05
99	0,21	0,13	0,08	0,04	0,02	0,01

Приложение 19

Перевод сельскохозяйственной продукции в условные единицы

Культуры	Зерно- единицы	Кормо- единицы	Кормо- протеи- новые единицы
1	2	3	4
Рожь озимая	0,9	1,18	1,07
Пшеница озимая	1,0	1,20	1,15
Пшеница яровая	1,0	1,20	1,15
Ячмень	0,8	1,21	0,99
Просо	0,9	0,96	0,85
Овес	0,7	1,0	0,90
Горох	1,4	1,17	1,51
Гречиха	1,4	0,98	0,86
Вика на зерно	1,2	1,16	1,66
Соя на зерно	1,8	1,38	2,07
Кукуруза на зерно	1,0	1,34	1,04
Суданка на зерно	1,2	1,02	1,11
Люцерна на зерно	10,0	1,18	1,21
Свекла сахарная	0,26	0,24	0,18
Подсолнечник (жмых)	1,08	0,32	2,08
Подсолнечник (зел. масса)	0,16	0,16	0,35
Картофель	0,3	0,31	0,22
Овощи	0,5	0,11	0,12
Бахчевые	0,4	0,12	0,08
Сено однолетних трав	0,4	0,52	0,60
Сено многолетних трав	0,5	0,49	0,80
Силос кукурузный	0,2	0,20	0,40
Силос разный	0,16	0,17	0,15
Корнеплоды кормовые	0,13	0,12	0,11
Зеленый корм:			
однолетних трав	0,13	0,15	0,24
многолетних трав	0,15	0,16	0,29
Солома:			
яровая пшеница	0,15	0,22	0,16
озимая пшеница	0,12	0,20	0,14
ячмень	0,23	0,34	0,25
соя	0,26	0,38	0,28

Характеристика вегетации основных сельскохозяйственных культур

Культура	Вид урожая	Урожайность, т/га		Коэффициент водопотребления культуры, м ³ /т	Продолжительность вегетации	
		при орошении	без орошения		начало	конец
1	2	3	4	5	6	7
Яровая пшеница	зерно	3,5-4,0	1,2-1,5	1000-1100	5.05	10.08
Озимая пшеница	зерно	4,0-4,5	1,2-1,5	900-1000	30.08	25.07
Просо	зерно	3,5-4,0	1,2-1,5	1000-1100	20.05	10.09
Соя	зерно	2,0	1,2	2500	20.05	20.09
Горох	зерно	3,0-4,0	1,2-1,5	1100-1300	1.05	20.07
Подсолнечник	семена	2,0-2,5	0,5-0,8	1600-1800	20.05	30.09
Кукуруза	зерно	6,0	3,0	650-700	5.05	20.09
	силос	45-50	10-15	80-90	5.05	15.08
Сахарная свекла	корнеплод	25-30	15-20	150-160	10.05	20.09
Кормовая свекла	корнеплод	55-60	25-30	120-130	10.05	20.09
Мн. травы 1 г. жизни	сено	2,5-3,0	1,0-1,2	700-800	5.05	20.09
2-4 лет жизни	сено	8-10	2	600-700	5.05	5.09
	зел. масса	40-45	8-10	140-150	5.05	5.09
Однолетние травы:						
суданская трава	сено	8-10	2,0-2,5	700-750	15.05	15.09
	зел. масса	40-45	8-10	140-150	15.05	15.09
вико-овес	зел. масса	20-25	8-10	150-160	25.04	10.06

1	2	3	4	5	6	7
Пожнивные посевы	зел. масса	15-20	5-10	120-130	1.08	30.09
Поукосные посевы	зел. масса	30-35	6-8	650-700	1.06	30.09
Картофель ранний	клубни	25	10	160-180	1.05	15.08
Картофель поздний	клубни	25	10	160-180	20.05	5.09
Капуста ранняя		30-35	-	150-160	20.04	1.07
Капуста поздняя		30-35	-	150-160	10.06	10.10
Томаты		30-35	-	150-160	5.06	10.09
Огурцы		20-25	-	150-160	1.06	30.07
Лук		20-25	-	130-150	25.04	1.08
Морковь	корнеплод	30-35	-	150-160	25.04	20.09

Приложение 21

Коэффициент использования пресных грунтовых вод в зависимости от
глубины их залегания, состава почв и агрофона

Глубина залегания грунтовых вод, м	Поверхность без растительности	Культуры с корневой системой		
		до 0,6 м	от 0,6 до 1 м	более 1 м
Легкие по гранулометрическому составу почвы				
0,5	0,45	0,85	1,0	1,0
1,0	0,15	0,40	0,55	0,9
1,5	—	0,15	0,25	0,55
2,0	—	—	0,10	0,30
2,5	—	—	—	0,15
3,0	—	—	—	0,05
Тяжелые по гранулометрическому составу почвы				
0,5	0,55	0,75	0,95	1,0
1,0	0,25	0,35	0,50	0,95
1,5	0,05	0,20	0,30	0,65
2,0	—	0,05	0,15	0,40
2,5	—	—	0,05	0,25
3,0	—	—	—	0,10

Приложение 22

Расчетная глубина увлажняемого слоя почвы при поливах в зависимости
от развития основной массы корневой системы орошаемых культур

Культуры	Сроки развития растений	
	при первом поливе	при последую- щих поливах
Яровая и озимая пшеница	0,5	0,6
Кукуруза	0,5	0,7
Просо	0,5	0,6
Подсолнечник	0,6	0,7
Горох	0,5	0,6
Соя	0,5	0,6
Суданская трава	0,5	0,6
Многолетние травы	0,5	0,7
Картофель	0,4	0,5
Свекла сахарная	0,4	0,5
Свекла кормовая	0,4	0,5
Свекла столовая	0,4	0,5
Капуста ранняя	0,4	0,4
Капуста поздняя	0,4	0,4
Томаты	0,3	0,4
Огурцы	0,3	0,4
Лук	0,3	0,3
Морковь	0,4	0,5

Приложение 23

Предполивная влажность расчетного слоя почвы ($\gamma_{\text{НПВ}}$ в долях от $\gamma_{\text{НВ}}$)

Культуры	Почвы		
	супесчаные	средне и тяжело-суглинистые	глинистые
Яровая и озимая пшеница	0,65	0,70	0,75
Кукуруза на зерно	0,65	0,70	0,75
Кукуруза на силос	0,70	0,75	0,80
Просо	0,65	0,70	0,75
Подсолнечник	0,65	0,70	0,75
Соя, горох	0,65	0,70	0,75
Свекла сахарная, кормовая	0,70	0,75	0,80
Однолетние травы	0,70	0,75	0,80
Суданская трава	0,70	0,75	0,80
Многолетние травы (на семена)	0,65	0,70	0,70
Многолетние травы (на семена и зел. корм)	0,70	0,75	0,80
Картофель	0,65	0,70	0,75
Овощные культуры	0,75	0,80	0,85

Приложение 24

Впитывающая способность различных типов почв, мм/час

Почва	Разновидность почвы			
	среднесуглинистая	тяжелосуглинистая	глинистая	супесчаная
1. Черноземы типичный, оподзоленный и выщелоченный	90-100	80-90	70-80	100-110
2. Серая лесная почва	60-80	55-75	50-65	—

Приложение 25

Расчетная глубина увлажняемого слоя почвы и фактическая ее влажность при проведении влагозарядковых поливов сельскохозяйственных культур

Культуры	Глубина увлажняемого слоя почвы, м	Влажность почвы (γ ф) при осенней влагозарядке	Влажность почвы (γ ф) при весенней влагозарядке
		лесостепь	лесостепь
Пшеница яровая и озимая	1,0	0,70	
Зернобобовые (соя)	0,8		0,85
Свекла (сахарная, кормовая)	1,0	0,70	
Подсолнечник	1,0	0,70	
Суданская трава	0,9		0,85
Просо	0,9		0,85
Кукуруза, сорго	1,0		0,85
Многолетние травы	1,2	0,70	

Приложение 26

Поправочные коэффициенты для приведения среднесуточных температур воздуха к 12-часовой продолжительности светового дня в зависимости от широты местности

Месяц	Декада	Широта			
		55°	51°	49°	45°
Апрель	1	1,11	1,10	1,09	1,08
	2	1,11	1,15	1,14	1,12
	3	1,24	1,20	1,19	1,17
Май	1	1,29	1,26	1,24	1,21
	2	1,35	1,30	1,27	1,25
	3	1,38	1,33	1,31	1,28
Июнь	1	1,41	1,36	1,33	1,30
	2	1,44	1,37	1,35	1,31
	3	1,45	1,38	1,35	1,31
Июль	1	1,43	1,37	1,34	1,30
	2	1,40	1,34	1,32	1,28
	3	1,35	1,31	1,29	1,26
Август	1	1,31	1,27	1,25	1,22
	2	1,26	1,22	1,21	1,19
	3	1,20	1,17	1,16	1,14
Сентябрь	1	1,14	1,12	1,11	1,11
	2	1,08	1,07	1,06	1,06
	3	1,02	1,02	1,02	1,01

Приложение 27

Биоклиматические коэффициенты К мм/Мб

От всходов	Культуры						
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Люцерна в расчете на 3 укоса	Кукуруза	Сахарная свекла	Томаты	Картофель
1	2	3	4	5	6	7	8
0-100	0,53	0,27	0,60	–	0,28	–	0,23
100-200	0,53	0,30	0,52	0,23	0,29	0,23	0,27
200-300	0,53	0,33	0,42	0,25	0,30	0,30	0,32
300-400	0,52	0,36	0,44	0,27	0,32	0,33	0,36
400-500	0,51	0,39	0,46	0,29	0,33	0,36	0,40
500-600	0,50	0,41	0,48	0,30	0,35	0,39	0,41
600-700	0,49	0,44	0,52	0,31	0,36	0,43	0,44
700-800	0,47	0,46	0,54	0,34	0,37	0,46	0,46
800-900	0,45	0,47	0,52	0,36	0,38	0,30	0,47
900-1000	0,43	0,46	0,42	0,38	0,39	0,32	0,47
1000-1100	0,42	0,44	0,44	0,40	0,40	0,33	0,47
1100-1200	0,41	0,41	0,46	0,41	0,41	0,53	0,45
1200-1300	0,37	0,40	0,52	0,42	0,42	0,52	0,44
1300-1400	0,34	0,37	0,53	0,44	0,43	0,50	0,42
1400-1500	0,30	0,34	0,53	0,45	0,45	0,47	0,39
1500-1600	0,26	0,30	0,42	0,48	0,46	0,45	0,37
1600-1700	0,23	0,27	0,43	0,49	0,47	0,42	0,35
1700-1800	0,19	–	0,45	0,49	0,48	0,40	0,35
1800-1900	–	–	0,47	0,48	0,49	0,39	0,31
1900-2000	–	–	0,49	0,46	0,49	0,38	0,30
2000-2100	–	–	0,51	0,45	0,50	0,37	0,28
2100-2200	–	–	0,52	0,43	0,49	0,37	0,27
2200-2300	–	–	0,52	0,40	0,48	0,36	0,25
2300-2400	–	–	0,42	0,37	0,47	0,35	–
2400-2500	–	–	0,44	0,35	0,45	0,35	–
2500-2600	–	–	0,46	0,32	0,45	0,35	–
2600-2700	–	–	0,48	0,29	0,43	0,34	–
2700-2800	–	–	0,49	0,26	0,42	0,33	–
2800-2900	–	–	0,51	0,25	0,41	0,33	–
2900-3000	–	–	0,52	–	–	–	–
3000-3100	–	–	0,52	–	–	–	–
3100-3200	–	–	0,42	–	–	–	–
3200-3300	–	–	0,46	–	–	–	–

Приложение 28

Примерные сроки поливов основных сельскохозяйственных культур в Пензенской области

Культура	Число поливов	Фаза вегетации	Примерные наступления фаз вегетации
Озимая пшеница	2	1. Предпосевной влагозарядковый	15-20 августа
		2. Перед колошением	15-20 мая
Яровая пшеница	2	1. Начало кущения	15-20 мая
		2. Перед колошением	10-15 июня
Кукуруза на зерно	3	1. 7-8 листьев	10-15 июня
		2. Перед выметыванием метелок	15-20 июля
		3. Потемнение нитей початков	1-5 августа
Кукуруза на силос	2	1. 7-8 листьев	10-15 июня
		2. Перед выметыванием метелок	15-20 июля
Люцерна	3	1. Через 10-15 дней после отрастания	15-20 мая
		2. После первого укоса	30 мая-5 июня
		3. После второго укоса	25 июня-1 августа
Просо	2	1. Начало кущения	5-10 июня
		2. Начало выметывания	30 июня-5 июля
Соя	3	1. Полные всходы	1-5 июня
		2. Бутонизация	20-25 июня
		3. Налив зерна	1-5 августа
Подсолнечник	2	1. Перед образованием корзинки	1-5 июня
		2. Перед цветением	25-30 июня
Суданская трава	2	1. Кущение	10-15 июня
		2. После первого укоса	10-15 июля
Сахарная и кормовая свекла	2	1. 2-3 пара листьев	25-30 мая
		2. Смыкание листьев в междурядьях	25-30 июля
Огурцы	7	1. Предпосевной	1-10 мая
		2-3. Июнь	5-15 и 20-25 июня
		4-5. Июль	5-15 и 20-25 июля
		6-7. Август	5-10 и 15-20 августа
Помидоры	7	1. Посадочный	10-15 мая
		2-3. Май	20-24 и 27-30 мая
		4-5. Июнь	5-10 и 20-25 июня
		6-7. Июль	5-10 и 20-25 июля
Лук на репку	6	1-2. Май	1-10 и 20-25 мая
		3-4. Июнь	1-5 и 10-20 июня
		5-6. Июль	1-5 и 10-20 июля
Морковь	4	1. Май	20-25 мая
		2. Июнь	5-15 июня
		3. Июль	5-15 июля
		4. Август	15-20 августа

Приложение 29

Коэффициент $K_{\text{исп}}$, учитывающий потери воды на испарение

Природная зона	Средний год (50 % обеспеченности)	Среднесухой год (75 % обеспеченности)	Сухой год (95 % обеспеченности)
Лесостепная	0,90	0,87	0,85

Приложение 30

Коэффициент K_m , учитывающий потери времени по метеоусловиям

Природная зона	Апрель-май	Июнь-июль	Август-сентябрь
Лесостепная	0,89	0,94	0,95

Приложение 31

Коэффициент использования рабочего времени суток

Модификация дождевальных машин	$K_{\text{сут}}$
ДМ-454-100 «Фрегат»	0,83
ДКШ-64 «Волжанка»	0,78
ДФ-120 «Днепр»	0,75
ДДА-100 МА и ДДН-100	0,80

Приложение 32

Характеристика дождевальных машин

Показатели	ДДН-70	ДДН-100	ДДА-100МА	ДКШ-64	Фрегат ДМ-454	Днепр ДФ-100	Кубань
Расход, л/с	70	110	130	67	100	120	180
Движение на поливе	круговое	круговое	фронтальное		круговое	фронтальное	
Высота трубопровода, м				0,8	2,2	2,1	2,7
Расстояния между трубопроводами, оросителями, м	100	120	120	800	910	920	800
Интенсивность дождя, мм/мин	0,41	0,27-0,30	2,4	0,27	0,18-0,23	0,28	1,1
Допустимый уклон	0,003	0,003	0,002	0,02	0,02	0,02	0,03
Нагрузка поливной площади, га	40-60	60-80	80-120	40-60	72	80-100	150
Машин на 1 чел.	1	1	1	2-3	3-4	4	4
Стоимость, тыс. руб. (в ценах 2004 г.)	30	70	130	220	457	253	1773

	Головное сооружение самотечной оросительной системы
	Береговая насосная станция
	Передвижная насосная станция
	<u>Номер поля севооборота</u> Площадь, га (нетто)
	Магистральный канал
	Магистральный трубопровод закрытой оросительной сети
	Распределительный трубопровод
	Поливной трубопровод
	Хозяйственные распределители
	Участковые распределители
	Временные оросители
	Водобросные каналы
	Полезащитная лесная полоса
	Дороги
	Направление ветра

Расчетные нормативы для вычисления структуры затрат возделывания сельскохозяйственных культур

Культура	Цена реализации, руб./т	Цена посевого материала, руб./га	Стоимость удобрений и пестицидов, руб./га	Амортизация и текущий ремонт руб./га		Расходы по возделыванию руб./га	
				без орошения	при орошении	без орошения	при орошении
Яровая пшеница	4000	300-350	400-500	350-450	600-700	250-350	450-550
Озимая пшеница	4000	300-350	400-500	350-450	600-700	250-350	450-550
Просо	4500	250-300	350-450	300-400	500-650	200-300	400-500
Соя	9000	250-300	450-500	350-450	550-700	300-400	500-600
Горох	5500	250-350	450-500	350-450	550-700	300-400	500-600
Подсолнечник	6000	1100-1300	1200-1400	700-800	1000-1200	1300-1400	1700-1900
Кукуруза							
на силос	500	1000-1200	1200-1300	600-700	800-900	1400-1600	1800-2000
на зерно	2680		1200-1300	800-900	1000-11000	1700-1900	2200-2400
Сахарная и кормовая свекла	280	1200-1500	1300-1400	1000-1200	1600-1800	2300-2400	2700-2800
Люцерна (сено)	1000	800-900	300-400	500-600	800-1000	700-900	100-1200
Суданская трава (сено)	320	350-400	200-300	350-400	550-650	600-700	800-900
Картофель	3000	1500-2000	1300-1400	1700-1800	2400-2800	2100-2500	3000-3200
Томаты	5000	1000-2000	1500-1700	-	2500-3000	-	3300-3500
Огурцы	5000	1000-2000	1400-1500	-	2400-2800	-	3000-3200

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА.....	5
Тема 1. Водный режим почвы. Определение запасов почвенной влаги	5
Тема 2. Определение поливных и оросительных норм	10
Тема 3. Качество поливной воды.....	12
Тема 4. Лиманное орошение	15
Тема 5. Предупреждение вторичного засоления и промывка засоленных земель	21
ОЧИСТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД	28
Тема 6. Удобрительное орошение сточными водами.....	29
ОСУШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	33
Тема 7. Проектирование осушительно-оросительной системы	53
КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	64
МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С ВОДНОЙ ЭРОЗИЕЙ ОВРАЖНО- БАЛОЧНЫХ ЗЕМЕЛЬ	71
Тема 8. Борьба с водной эрозией почвы	72
Тема 9. Проектирование водосборных канав-валов	77
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ.....	86
ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА НА ТЕМУ: «МЕЛИОРИТИВНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ.....	97
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	154
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	156

Учебное издание

Корягина Наталья Викторовна
Поршакова Анна Николаевна
Тараканов Олег Вячеславович

МЕЛИОРАЦИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Учебное пособие

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 04.07.14. Формат 60х84х/16/
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ.л. 11,16. Уч.-изд.л. 12,0. Тираж 80 экз.
Заказ №238.



Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28