

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование водосборно-дренажной сети для мелиорации земель и фермерского хозяйства» содержит 69 страниц текстового документа, 5 листов графического материала, 10 использованных источников.

ФЕРМЕРСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ, ДРЕНАЖНАЯ СЕТЬ, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, ВОДООТВЕДЕНИЕ.

Объект бакалаврской работы – водосборно-дренажная сеть.

Цели бакалаврской работы:

- разработка технологической схемы для сбора поверхностных вод с территории фермерского хозяйства;
- использование сточных вод для кормления скота и мелиорации;
- экономическое обоснование использования сточных вод в целях мелиорации.

Актуальность бакалаврской работы:

- повышение качества плодородия почвы;
- снижение влияния внешних факторов на фундаменты зданий;
- снижение вымывания территории за счет сбора поверхностного стока.

В разделе «Водосборно-дренажная сеть фермерского хозяйства»:

- выполнен гидравлический и геодезический расчет поверхностного стока;
- спроектированы и рассчитаны дренажная сеть и сеть гидромелиорации

В разделе «Мероприятия по охране окружающей природной среды».

- произведена оценка состояния окружающей среды;
- рассчитаны объемы мелиоративных работ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Водосборно-дренажная сеть территории фермерского хозяйства	7
1.1 Проектирование и расчет водоотводящей сети поверхностного стока	7
1.1.1 Расчёт расходов поверхностного стока	7
1.1.2 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока	11
1.2 Проектирование и расчет дренажной сети	16
1.2.1 Гидрогеологический расчет дренажной системы	16
1.2.2 Гидравлический расчет дренажной системы	17
1.2.3 Геодезический расчет дренажной системы	19
1.2.4 Оценка эффективности дренажной системы	22
1.2.5 Выбор материала труб для устройства дренажной системы	22
1.2.6 Смотровые колодцы	23
1.2.7 Обсыпка трубчатого дренажа	24
1.3 Проектирование и расчет гидромелиоративной сети	25
1.3.1 Местоположение и агроэкономические характеристика	25
1.3.2 Рельеф и почвенно-геологические условия	26
1.3.3 Климатические и гидрологические условия	26
1.3.4 Обоснование необходимости и видов гидромелиорации	26
1.3.5 Расчёт водного баланса мелиорируемой почвы	27
1.3.6 Выбор методов и способов гидромелиорации участка	31
1.3.7 Проектирование гидромелиоративной сети	32
1.3.8 Обоснование параметров регулирующей осушительной сети	34
1.3.9 Расчет расстояния между дренами	34
1.3.10 Расположение гидромелиоративной сети на плане	37
1.3.11 Проектирование гидромелиоративной сети в вертикальной плоскости	38
1.3.12 Защита закрытой осушительной сети от заиления	39
1.3.13 Расчеты проводящей и оградительной сети	39
1.3.14 Гидравлические расчеты открытой проводящей и оградительной сети	44
1.3.15 Закрытые коллекторы	46
1.3.16 Проектирование увлажнения осушаемых земель	50

1.3.17 Организация поверхностного стока	51
1.3.18 Гидротехнические сооружения и дорожная сеть.....	51
1.4 Продольный профиль трассы водоотводящей сети.....	52
2 Мероприятия по охране окружающей природной среды	54
2.1 Освоение мелиорируемых земель	54
2.2 Мероприятия по охране природной среды.....	54
2.2.1 Рыбозащитные мероприятия и устройства.....	56
2.2.2 Защитные лесные насаждения	57
2.2.3 Охрана животных	59
2.2.4 Противозерозионные сооружения.....	60
2.2.5 Охрана вод.....	60
2.3 Объемы основных мелиоративных работ.....	61
Заключение	63
Список использованных источников	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А Генеральный план фермерского хозяйства М1:250	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Водосборная сеть земель фермерского хозяйства. М 1:2000	66
ПРИЛОЖЕНИЕ В Продольный профиль трассы водоотводящей сети К2	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети	69

ВВЕДЕНИЕ

Мелиорация – комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Мелиорация отличается от обычных агротехнических приёмов длительным и более интенсивным воздействием на объекты мелиорации.

Одной из актуальных задач мелиорации является подготовка земель для выращивания сельскохозяйственных культур. Однако стоит учесть, что почва не всегда имеет подходящие агротехнические свойства и, чтобы добиться нужных свойств грунта, используют мелиорацию.

Существует 6 видов мелиорации почв: агрономический, биологический (фитомелиорация), химический, гидротехнический, культуртехнический и тепловой. В данной работе рассмотрим гидромелиорацию.

Гидромелиорация – совокупность мероприятий и сооружений, обеспечивающих улучшение природных условий сельскохозяйственного использования земель путем регулирования водного режима почвогрунтов.

К слову, данный вид мелиорации может дать максимальный хозяйственный или природоохранный эффект только в сочетании с мелиоративными мероприятиями.

Дренаж – естественное либо искусственное удаление воды с поверхности земли либо подземных вод. Земля часто нуждается в отводе грунтовых либо ливневых вод для улучшения агротехники, строительства зданий и сооружений. Дренаж выступает как способ осушения с применением водопроводящих подземных полостей (отверстий), называемых дренами, через которые избыточную воду собирают и отводят из почвы в проводящую сеть каналов.

В зависимости от вида материалов дренажи изготавливают преимущественно из труб: гончарно-керамических, пластмассовых, асбоцементных, бетонных, деревянных, в некоторых случаях из жердей, хвороста, камня. Водопроводящие отверстия в почве иногда устраивают цилиндрическими полостями в виде кротовых ходов и щелей разных размеров (кротовый и щелевой дренажи).

Направлением мелиорации на современном этапе следует считать совершенствование эксплуатации исправно функционирующих и реконструкцию (модернизацию) технически устаревших мелиоративных систем или ее отдельных элементов, а также восстановление вышедших из строя, неработающих систем. Эти работы требуют дополнения мероприятиями по охране окружающей среды. Строительство новых объектов производится в ограниченных объемах, необходимых для выполнения общегосударственных или целевых программ, компенсации выбывающих сельхозугодий в результате отвода земель под различные виды строительства, для ликвидации последствий аварии, стихийных бедствий. При этом должны создаваться экологически безопасные мелиоративные системы высокого технического уровня.

Актуальность работы заключается в том, что многим фермерским хозяйствам необходимо проведение работ по мелиорации земель и создание водоотводящих систем.

Посредством сельскохозяйственных мелиораций решаются следующие основные задачи:

- увеличение сельскохозяйственной продукции за счёт своевременного освоения ранее не используемых земель.

- увеличение объёма сельскохозяйственного производства за счёт интенсификации земель путём повышения их эффективного плодородия.

- создание условий для рационального использования сельскохозяйственной техники.

1 Водосборно-дренажная сеть территории фермерского хозяйства

1.1 Проектирование и расчет водоотводящей сети поверхностного стока

Объектами водоотведения на территории фермерского хозяйства является кровля зданий (жилой дом, административное здание, гараж и др.), а также территория фермерского хозяйства

Система водоотведения состоит из наружной водоотводящей сети: из лотков, канализационных колодцев и накопительного резервуара.

Для эксплуатации водоотводящих сетей и контроля их работы, на сетях предусматриваются камеры и колодцы.

1.1.1 Расчёт расходов поверхностного стока

Расчёт расходов поверхностного стока при водоотведении в коллектор приведён в СП 32.13330.2018 (п. 7.4).

При гидравлическом расчете сетей водоотведения поверхностных сточных вод расходы в сетях водоотведения, л/с, отводящих сточные воды с сели-тебных территорий и площадок предприятий определяются методом предельных интенсивностей по формуле:

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (1.1)$$

где A , n – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

Z_{mid} – среднее значение коэффициента покрова, характеризующего поверхность бассейна стока;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного;

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma \quad (1.2)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P=1$;

n – показатель степени;

m_r – среднее количество дождей за год;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, 0,5 года;

γ – показатель степени;

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа) определена по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин} \quad (1.3)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевого стока по поверхности земли до уличного лотка, или при наличии дождеприемников в пределах участка до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

t_{can} – продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам до дождеприемника;

t_p – продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения (створа).

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (1.4)$$

где l_p – длина участков лотков, м;

v_p – расчетная скорость течения стока, 0,8-1 м/с.

Продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (1.5)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения стока, 0,8-1 м/с.

$$A = 70 \cdot 20^{0,52} \cdot \left(1 + \frac{\lg 0,5}{\lg 90}\right)^{1,54} = 325$$

$$Q_r = \frac{0,16 \cdot 1033,3 \cdot 0,32}{12,46^{0,5}} = 15,1 \text{ л/с}$$

Таблица 1.1 – Расход поверхностных сточных вод

№ участка	Площадь стока F, га	Параметр, характеризующий интенсивность дождя A	Продолжительность протекания поверхностного стока				Коэффициент покрова Z_{mid}	Расход дождевых сточных вод Q_r , л/с
			по поверхности земли t_{con} , МИН	по лоткам t_{can} , МИН	по трубам t_p , МИН	до расчетного участка t_r , МИН		
ДУ-КК1	1,700	325	5	0	0,27	5,27	0,11	53,05
Д1-КК1	0,015	325	5	0,18	0,15	5,33	0,11	0,45
КК1-КК2	1,715	325	5	0	0,73	5,73	0,11	50,23
Д2-КК2	0,153	325	5	0	0,03	5,03	0,11	4,96
КК2-КК3	1,868	325	5	0	0,76	5,76	0,11	54,49
Д3-КК3	0,081	325	5	0	0,19	5,19	0,11	2,55
Д4-КК3	0,078	325	5	1,72	0,11	6,83	0,11	1,99
ДК2-ДК1	0,002	325	5	0	1,06	6,06	0,11	0,06
ДК2-ДК3	0,002	325	5	0	0,54	5,54	0,11	0,07
ДК1-ДК4	0,002	325	5	0	1,09	6,09	0,11	0,06
ДК3-ДК4	0,002	325	5	0	1,03	6,03	0,11	0,06
ДК4-КК3	0,009	325	5	0	1,22	6,22	0,11	0,23
КК3-КК4	1,954	325	5	0	2,52	7,52	0,11	46,51
Д5-КК4	0,025	325	5	1,02	0,58	6,60	0,11	0,66
КК4-КК5	1,979	325	5	0	3,67	8,67	0,11	42,25
Д6-КК5	0,024	325	5	0,67	0,04	5,71	0,11	0,71
КК5-КК6	2,004	325	5	0	4,19	9,19	0,11	40,90
Д7-КК6	0,128	325	5	2,21	0,11	7,31	0,11	3,12
ДК8-ДК7	0,003	325	5	0	0,70	5,70	0,11	0,08
ДК8-ДК9	0,002	325	5	0	0,60	5,60	0,11	0,07
ДК9-ДК-5	0,003	325	5	0	1,22	6,22	0,11	0,07

Окончание таблицы 1.1

№ участка	Площадь стока F, га	Параметр, характеризующий интенсивность дождя A	Продолжительность протекания поверхностного стока				Коэффициент покрова Z_{mid}	Расход дождевых сточных вод Q_r , л/с
			по поверхности земли t_{con} , МИН	по лоткам t_{can} , МИН	по трубам t_p , МИН	до расчетного участка t_r , МИН		
ДК5-ДК6	0,001	325	5	0	1,99	6,99	0,11	0,02
ДК7-ДК6	0,002	325	5	0	1,24	6,24	0,11	0,06
ДК6-КК6	0,011	325	5	0	2,71	7,71	0,11	0,25
КК6-КК7	2,143	325	5	0	7,37	12,37	0,11	34,86
Д8-КК7	0,018	325	5	0,89	0,24	6,13	0,11	0,51
КК7-КК8	2,170	325	5	0	8,72	13,72	0,11	32,61
КК8-КК9	0,086	325	5	0	0,53	5,53	0,11	2,57
Д9-КК9	0,048	325	5	1,67	0,09	6,76	0,11	1,23
КК8-резервуар	2,255	325	5	0	9,63	14,63	0,11	32,27

1.1.2 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока

Целью гидравлического расчёта водоотводящей сети является определение диаметров труб, а также основных гидравлических параметров движения сточных вод.

Режим движения поверхностного стока – самотечный.

Диаметр трубопровода d и гидравлические параметры движения сточных вод (уклон i скорость v) заполняются с помощью таблиц Лукиных. Наименьшие диаметры для внутриквартальной сети поверхностного стока согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.3.1) принимаются 200 мм.

Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов водоотводящей сети согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.5.1) для труб диаметрами 200 мм принимаются 0,007. В зависимости от местных условий, при соответствующем обосновании, для отдельных участков сети допускается принимать уклон 0,005.

Минимальные скорости движения стока при наибольшем расчетном наполнении труб принимаются по таблице 2. СП 32.13330.2018.

Наибольшая расчетная скорость движения сточных вод согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.4.2) принимается 10 м/с – для металлических, полимерных труб и стеклокомпозитных труб, 7 м/с – для неметаллических (бетонных, железобетонных и хризотилцементных).

Скорость движения сточных вод на последующем участке должна быть равной или большей, чем на предыдущем.

Наполнение труб принято полным, т.е. равным 1.

Падение на участке сети определено по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (1.6)$$

где i – гидравлический уклон на участке;

l – длина участка, м.

Геодезический расчет водоотводящей сети производится с целью определения отметок лотков труб и глубины заложения трубопроводов.

Соединение труб различных диаметров в колодцах принято по шельгам – верхним образующим труб.

Отметки поверхности земли $Z_{п.з}$ в начале и конце участка определены по горизонталям рельефа на генплане населенного пункта.

Глубина заложения в колодцах начальных участков принята 1,2 м, с учётом сезонного оттаивания грунта.

Отметка лотка трубы в начале участка:

$$Z_l^n = Z_{пз}^n - H_{нач}, \text{ м} \quad (1.7)$$

Отметка лотка трубы в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{л}^H = Z_{л}^K - \Delta d, \text{ м} \quad (1.8)$$

где Δd – разница диаметров труб рассчитываемого и предыдущего участков, м; при $\Delta d = 0$, $Z_{л}^H = Z_{л}^K$.

В случаях если в колодце соединяются несколько участков, отметка лотка трубы в начале следующего участка $Z_{л}^H$ принимается равной наименьшей из отметок труб конце ($Z_{л}^K$) участков, присоединяемых к расчётному.

Отметка лотка в конце любого участка сети:

$$Z_{л}^K = Z_{л}^H - \Delta h, \text{ м} \quad (1.9)$$

где Δh – падение линии участка трубопровода, м.

Глубина заложения трубы в начале участка (для всех участков, кроме начальных) равна разнице отметок поверхности земли и лотка:

$$H^H = Z_{нз}^H - Z_{л}^H \quad (1.10)$$

Глубина заложения трубы в конце участка:

$$H^K = Z_{нз}^K - Z_{л}^K \quad (1.11)$$

Максимальная глубина заложения труб согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.5) определяется расчетом в зависимости от материала труб, их диаметра, грунтовых условий, материала засыпки, ширины траншеи и метода производства работ.

При открытом способе производства работ, с учётом опыта земляных и монтажных работ, максимальная глубина заложения труб в сухих грунтах принимается не более 7-8 м, в мокрых или со скальными включениями – до 4 метров. Расчеты приведены в таблице 2.

При превышении допустимой глубины заложения (более 7-8 м) предусматриваются станции (установки) перекачки сточных вод, которые устанавливаются в местах значительного заглубления сети.

Напорный патрубок насоса, с учётом глубины промерзания, размещается на минимальной глубине.

Для оценки степени наполнения труб и режима движения бытовых сточных вод на участках трубопроводов определяются отметки поверхности (уровней) сточной воды:

$$Z_{г}^H = Z_{л}^H + h, \text{ м} \quad (1.12)$$

$$Z_{г}^K = Z_{л}^K + h, \text{ м} \quad (1.13)$$

где h – слой воды в трубе, м.

Z_l^H – отметка лотка трубы в начале участка, м;

Z_l^K – отметка лотка трубы в конце участка, м.

Таблица 1. 2 – Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока (К2)

№ участка	Длина участка, <i>l</i> , м	Максимальный расход сточных вод, <i>q</i> тах, л/с	Диаметр трубы, <i>d</i> , мм	Уклон, <i>i</i>	Скорость движения сточных вод, <i>v</i> , м/с	Наполнение, <i>h/d</i>	Падение на участке сети, Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, <i>H</i> , м	
								Поверхность земли, <i>Zпз</i>		Лотка трубы, <i>Zл</i>			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
ДУ-КК1	16	53,05	200	0,12	3,4	0,5	1,92	280,45	280,4	277,95	276,03	2,5	4,37
Д1-КК1	8,9	0,45	200	0,1	0,79	0,05	0,89	280,45	280,4	277,95	277,06	2,5	2,77
КК1-КК2	17,9	50,23	200	0,06	2,57	0,6	1,07	280,45	280,35	277,68	276,61	2,77	3,74
Д2-КК2	1,9	4,96	200	0,11	1,68	0,15	0,21	280,4	280,4	277,40	277,19	3,00	3,03
КК2-КК3	80,5	54,49	200	0,07	2,78	0,6	5,64	280,4	280,3	277,37	271,74	3,03	3,28
Д3-КК3	11,25	2,55	200	0,07	1,82	0,25	0,79	280,3	280,3	277,05	276,26	3,25	3,28
Д4-КК3	6,3	1,99	200	0,1	1,24	0,1	0,63	280,3	280,3	277,05	276,42	3,25	3,28
ДК2-ДК1	28,8	0,06	200	0,004	0,16	0,05	0,12	280,35	280,35	277,35	277,23	3,00	3,09
ДК2-ДК3	31,9	0,07	200	0,004	0,16	0,05	0,13	280,35	280,35	277,35	277,22	3,00	3,09
ДК1-ДК4	32,1	0,06	200	0,004	0,16	0,05	0,13	280,35	280,35	277,26	277,13	3,09	3,19
ДК3-ДК4	28,7	0,06	200	0,004	0,16	0,05	0,11	280,35	280,35	277,26	277,15	3,09	3,19
ДК4-КК3	8	0,23	200	0,025	0,4	0,05	0,20	280,35	280,3	277,16	276,96	3,19	3,28
КК3-КК4	58,5	46,51	200	0,04	2,16	0,65	2,34	280,3	280,25	277,02	274,68	3,28	3,46
Д5-КК4	34	0,66	200	0,011	0,41	0,1	0,37	280,25	280,25	276,89	276,52	3,36	3,46
КК4-КК5	33,7	42,25	200	0,02	1,58	0,8	0,67	280,25	280,25	276,79	276,12	3,46	3,56

Окончание таблицы 1.2

№ участка	Длина участка, l , м	Максимальный расход сточных вод, q_{max} , л/с	Диаметр трубы, d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, H , м	
								Поверхность земли, $Z_{пз}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
Д6-КК5	2,3	0,71	200	0,018	0,53	0,1	0,04	280,25	280,25	276,72	276,68	3,53	3,56
КК5-КК6	30,7	40,9	200	0,04	2,1	0,6	1,23	280,25	280,25	276,69	275,46	3,56	3,67
Д7-КК6	6,3	3,12	200	0,05	1,13	0,15	0,32	280,25	280,25	276,60	276,29	3,65	3,67
ДК8-ДК7	40,9	0,08	200	0,018	0,53	0,1	0,74	280,25	280,25	277,25	276,51	3,00	3,12
ДК8-ДК9	35,3	0,07	200	0,004	0,16	0,05	0,14	280,25	280,25	277,25	277,11	3,00	3,11
ДК9-ДК-5	36,7	0,07	200	0,004	0,16	0,05	0,15	280,25	280,25	277,14	276,99	3,11	3,22
ДК5-ДК6	9,8	0,02	200	0,004	0,16	0,05	0,04	280,25	280,25	277,03	276,99	3,22	3,25
ДК7-ДК6	32,2	0,06	200	0,004	0,16	0,05	0,13	280,25	280,25	277,13	277,00	3,12	3,22
ДК6-КК6	4,3	0,25	200	0,03	0,44	0,05	0,13	280,25	280,25	277,03	276,90	3,22	3,67
КК6-КК7	27,8	34,86	200	0,019	1,51	0,7	0,53	280,25	280,25	276,58	276,05	3,67	3,76
Д8-КК7	13,9	0,51	200	0,018	0,53	0,1	0,25	280,25	280,25	276,53	276,28	3,72	3,76
КК7-КК8	65,6	32,61	200	0,025	1,66	0,6	1,64	280,25	280,25	276,49	274,85	3,76	3,96
КК8-КК9	25,6	2,57	200	0,03	0,88	0,15	0,77	280,25	280,25	276,37	275,60	3,88	3,96
Д9-КК9	5,5	1,23	200	0,04	0,79	0,1	0,22	280,25	280,25	276,41	276,19	3,84	3,88
КК8-резервуар	22,3	32,27	200	0,025	1,66	0,6	0,56	280,25	280,25	276,29	275,73	3,96	4,03

1.2 Проектирование и расчет дренажной сети

1.2.1 Гидрогеологический расчет дренажной системы

Удельный расход дренажа:

$$Q_0 = Kh \left[\frac{h}{R} + \frac{\pi}{\ln \frac{T}{\pi r_g} + \frac{\pi R}{2T}} \right] \quad (1.14)$$

где Q_0 – удельный расход дренажа м³/сут на 1 пог.м

K – коэффициент фильтрации грунтов, 2;

h – глубина понижения дрены под непониженный УГВ, принята равной 1, м;

R – радиус депрессии дренажа, м;

T – превышение несовершенной дрены над водоупором, м;

r_g – радиус дрены, м.

Радиус депрессии дренажа:

$$R = h \sqrt{\frac{K}{2W}} \quad (1.15)$$

где W – коэффициент просачивания атмосферных осадков, 0,002 м/сут.

$$R = 1 \sqrt{\frac{2}{2 \cdot 0.002}} = 22 \text{ м}$$

Радиус дрены:

$$r_g = 0,5b \quad (1.16)$$

где b – ширина траншеи дренажа, принимаем равной 0,7 м.

$$r_g = 0,7 = 0,35 \text{ м}$$

$$Q_0 = 2 \cdot 1 \left[\frac{1}{22} + \frac{3,14}{\ln \frac{1}{3,14 \cdot 0,35} + \frac{3,14 \cdot 22}{2 \cdot 1}} \right] = 0,25 \text{ м}^3/\text{сут на 1 п.м.}$$

Расход дренажных вод на участке:

$$Q = Q_0 L \quad (1.17)$$

где L – длина дренажной линии, м.

Таблица 1.3 – Гидрогеологический расчет дренажной системы

№ участка	Длина участка L, м	Удельный расход дренажных вод л/с	Ширина траншеи дренажа b, м	Расход дренажных вод на участке л/с
ДУ-КК1	16	0,005	0,7	0,08
Д1-КК1	8,9	0,005	0,7	0,04
КК1-КК2	17,9	0,005	0,7	0,09
Д2-КК2	1,9	0,005	0,7	0,01
КК2-КК3	80,5	0,005	0,7	0,40
Д3-КК3	11,25	0,005	0,7	0,06
Д4-КК3	6,3	0,005	0,7	0,03
ДК2-ДК1	28,8	0,005	0,7	0,14
ДК2-ДК3	31,9	0,005	0,7	0,16
ДК1-ДК4	32,1	0,005	0,7	0,16
ДК3-ДК4	28,7	0,005	0,7	0,14
ДК4-КК3	8	0,005	0,7	0,04
КК3-КК4	58,5	0,005	0,7	0,29
Д5-КК4	34	0,005	0,7	0,17
КК4-КК5	33,7	0,005	0,7	0,17
Д6-КК5	2,3	0,005	0,7	0,01
КК5-КК6	30,7	0,005	0,7	0,15
Д7-КК6	6,3	0,005	0,7	0,03
ДК8-ДК7	40,9	0,005	0,7	0,20
ДК8-ДК9	35,3	0,005	0,7	0,18
ДК9-ДК-5	36,7	0,005	0,7	0,18
ДК5-ДК6	9,8	0,005	0,7	0,05
ДК7-ДК6	32,2	0,005	0,7	0,16
ДК6-КК6	4,3	0,005	0,7	0,02
КК6-КК7	27,8	0,005	0,7	0,14
Д8-КК7	13,9	0,005	0,7	0,07
КК7-КК8	65,6	0,005	0,7	0,33
КК8-КК9	25,6	0,005	0,7	0,13
Д9-КК9	5,5	0,005	0,7	0,03
КК8-резервуар	22,3	0,005	0,7	0,11

1.2.2 Гидравлический расчет дренажной системы

Оптимальная скорость течения воды по дренажу:

$$v = \frac{C}{2} \sqrt{di}, \text{ м/с} \quad (1.18)$$

где d – диаметр трубопровода;

i – уклон трубопровода;

C – коэффициент Н.Н. Павловского.

$$C = \frac{1}{n} R_2^y \quad (1.19)$$

где n – коэффициент шероховатости полипропиленовых труб, 0,003;

R_2 – гидравлический радиус, 0,1206, м;

y – показатель степени, зависящий от величины коэффициента шероховатости и гидравлического радиуса.

Показатель степени y :

$$y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R_2} (\sqrt{n} - 0,1) \quad (1.20)$$

$$y = 2,5 \sqrt{0,003} - 0,13 - 0,75 \sqrt{0,1206} (\sqrt{0,003} - 0,1)$$

$$y = 0,011$$

$$C = \frac{1}{0,003} \cdot 0,1206^{0,011} = 159,97$$

$$v = \frac{159,97}{2} \sqrt{0,05 \cdot 0,003} = 0,8 \text{ м/с}$$

Значения скорости в трубчатых дренажах следует принимать в диапазоне от 0,15 м/с до 1 м/с.

На всем участке приняты трубы диаметром 100 мм.

Минимальное безопасное расстояние дренажа от фундамента зданий или инженерных коммуникаций находится по формуле

$$l_{min} = b + \frac{B}{2} + \frac{H - h}{\text{tg} \alpha}, \text{ м} \quad (1.21)$$

где l_{min} – минимальное безопасное расстояние, м;

b – уширение фундамента, принято 0,6 м;

B – ширина дренажной траншеи, 1,7 м с учетом размера смотрового колодца;

H – глубина заложения дрены, принята 3,96 м (максимальная);

h – глубина заложения фундамента, м;

α – угол внутреннего трения, град.

$$l_{min} = 0,6 + 0,85 + \frac{3,96 - 2,5}{\text{tg} 24} = 3,2 \text{ м}$$

1.2.3 Геодезический расчет дренажной системы

Геодезический расчет дренажной системы направлен на определение отметок заложения труб относительно поверхности земли.

Начальная глубина заложения принята равной 2,5 м, что соответствует средней заглубленности грунтовых вод. В связи с тем, что на уровне 9 м находится водоупорный слой, необходимо предусмотреть, чтобы глубина заложения дренажной трубы не превышала 6 м, иначе водосбора происходить не будет.

В местах, где глубина заложения дренажа достигает 4 м, устанавливается дренажный колодец.

Геодезические отметки поверхности земли приняты в соответствии с рельефом местности в соответствии с исходным генпланом жилого квартала.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot L, \text{ м} \quad (1.22)$$

где L – длина трубопровода, м;

i – уклон трубопровода.

Начальная отметка лотка трубы определяется по формуле

$$Z_n = H_{нач} - H_{зал.нач} \quad (1.23)$$

где $H_{нач}$ – начальная глубина поверхности земли, м;

$H_{зал}$ – начальная глубина залегания первой трубы участка, м.

Глубина залегания лотка дренажной трубы в конце участка определяется по формуле

$$H_{зал.кон} = H_{зал.нач} - \Delta h \quad (1.24)$$

Отметка лотка дренажной трубы в конце участка определяется по формуле

$$Z_k = H_{кон} - H_{зал.кон} \quad (1.25)$$

где $H_{кон}$ – конечная отметка поверхности земли.

Гидравлический и геодезический расчет дренажной системы приведён в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Гидравлический и геодезический расчет дренажной системы

№ участка	Длина участка L , м	Расход воды на участке л/с	Диаметр трубы d , мм	Расчетная скорость движения воды v , м/с	Уклон, i	Падение Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
							поверхности земли		лотка трубы			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
ДУ-КК1	16	0,08	100	0,25	0,02	0,32	280,45	280,4	277,95	277,63	2,5	2,77
Д1-КК1	8,9	0,05	100	0,25	0,02	0,18	280,45	280,4	277,95	277,77	2,5	2,77
КК1-КК2	17,9	0,09	100	0,25	0,02	0,36	280,45	280,35	277,68	277,32	2,77	3,03
Д2-КК2	1,9	0,01	100	0,16	0,02	0,04	280,4	280,4	277,40	277,36	3,00	3,03
КК2-КК3	80,5	0,40	100	0,25	0,02	1,61	280,4	280,3	277,37	275,76	3,03	3,28
Д3-КК3	11,25	0,06	100	0,25	0,02	0,23	280,3	280,3	277,05	276,83	3,25	3,28
Д4-КК3	6,3	0,03	100	0,21	0,02	0,13	280,3	280,3	277,05	276,92	3,25	3,28
ДК2-ДК1	28,8	0,14	100	0,35	0,02	0,58	280,35	280,35	277,35	276,77	3,00	3,09
ДК2-ДК3	31,9	0,16	100	0,39	0,02	0,64	280,35	280,35	277,35	276,71	3,00	3,09
ДК1-ДК4	32,1	0,16	100	0,39	0,02	0,64	280,35	280,35	277,26	276,62	3,09	3,19
ДК3-ДК4	28,7	0,14	100	0,35	0,02	0,57	280,35	280,35	277,26	276,69	3,09	3,19
ДК4-КК3	8	0,04	100	0,25	0,02	0,16	280,35	280,3	277,16	277,00	3,19	3,28
КК3-КК4	58,5	0,29	100	0,2	0,02	1,17	280,3	280,25	277,02	275,85	3,28	3,46
Д5-КК4	34	0,17	100	0,4	0,02	0,68	280,25	280,25	276,89	276,21	3,36	3,46
КК4-КК5	33,7	0,17	100	0,4	0,02	0,67	280,25	280,25	276,79	276,12	3,46	3,56
Д6-КК5	2,3	0,01	100	0,16	0,02	0,05	280,25	280,25	276,72	276,67	3,53	3,56
КК5-КК6	30,7	0,15	100	0,39	0,02	0,61	280,25	280,25	276,69	276,08	3,56	3,67
Д7-КК6	6,3	0,03	100	0,21	0,02	0,13	280,25	280,25	276,60	276,47	3,65	3,67
ДК8-ДК7	40,9	0,21	100	0,32	0,02	0,82	280,25	280,25	277,25	276,43	3,00	3,12
ДК8-ДК9	35,3	0,18	100	0,32	0,02	0,71	280,25	280,25	277,25	276,54	3,00	3,11
ДК9-ДК-5	36,7	0,18	100	0,32	0,02	0,73	280,25	280,25	277,14	276,41	3,11	3,22
ДК5-ДК6	9,8	0,05	100	0,25	0,02	0,20	280,25	280,25	277,03	276,83	3,22	3,25
ДК7-ДК6	32,2	0,16	100	0,39	0,02	0,64	280,25	280,25	277,13	276,49	3,12	3,22
ДК6-КК6	4,3	0,02	100	0,16	0,02	0,09	280,25	280,25	277,03	276,94	3,22	3,67

Окончание таблицы 1.4

№ участка	Длина участка L , м	Расход воды на участке л/с	Диаметр трубы d , мм	Расчетная скорость движения воды v , м/с	Уклон, i	Падение Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
							поверхности земли		лотка трубы			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК6-КК7	27,8	0,14	100	0,35	0,02	0,56	280,25	280,25	276,58	276,02	3,67	3,76
Д8-КК7	13,9	0,07	100	0,25	0,02	0,28	280,25	280,25	276,53	276,25	3,72	3,76
КК7-КК8	65,6	0,33	100	0,22	0,02	1,31	280,25	280,25	276,49	275,18	3,76	3,96
КК9-КК8	25,6	0,13	100	0,33	0,02	0,51	280,25	280,25	276,37	275,86	3,88	3,96
Д9-КК9	5,5	0,03	100	0,21	0,02	0,11	280,25	280,25	276,41	276,30	3,84	3,88
КК8-резервуар	22,3	0,11	100	0,27	0,02	0,45	280,25	280,25	276,29	275,84	3,96	4,03

1.2.4 Оценка эффективности дренажной системы

При проектировании дренажной системы необходимо рассчитать максимально возможный уровень грунтовых вод после прохождения дренажной системы.

Расчет положения сниженного уровня грунтовых вод определяется по формуле

$$h_x = \frac{Q_0}{K} \left(\frac{\ln\left(1 - e^{-\frac{\pi x}{H}}\right)}{\pi} - \frac{(R-x)}{2H} \right) + H, \text{ м} \quad (1.26)$$

где x – расстояние от дренажной трубы до конца обсыпки, 0,75 м.

$$h_x = \frac{0,25}{2} \left(\frac{-0,483}{3,14} - \frac{(22-0,75)}{4} \right) + 2 = 1,3 \text{ м}$$

Пониженный уровень грунтовых вод относительно водоупора определяется по формуле

$$H_{\text{пон}} = H_{\text{в.у}} - h_x, \text{ м} \quad (1.27)$$

где $H_{\text{в.у}}$ – глубина водоупорного слоя, 9 м.

$$H_{\text{пон}} = 9 - 1,3 = 2,7 \text{ м}$$

Сравниваем пониженный уровень грунтовых вод и глубину залегания фундамента зданий.

Уровень пониженных грунтовых вод равен 6,4 м, что является ниже подошвы фундамента, которая находится на уровне 2,6 м, то есть на 3,8 м ниже, это водопонижение соответствует нормам по СП 250.1325800.2016 [1].

1.2.5 Выбор материала труб для устройства дренажной системы

Современные трубы для дренажных систем производят с различных материалов. Все же наиболее качественными и эффективными являются изделия из полипропилена, ПВХ и полиэтилена. Они могут быть однослойные и двухслойные, с дополнительными кольцами на наружной поверхности, что позволяет повысить их прочность. Популярны гибкие трубы, которые выпускаются в бобинах, их длина достигает 50 метров. Стоит отметить, что стенки в них могут быть гладкими или гофрированными с минимальным сечением в 50 мм.

Что касается полиэтиленовых труб, то они могут быть изготовлены способом низкого или высокого давления. Основной особенностью таких изделий является частичная или полная перфорация, которая повышает эффективность всей дренажной системы.

Перфорация – это отверстия по всей длине. Как правило, они находятся на расстоянии в 60 градусов по окружности друг от друга. Сечение имеет по 6 перфорированных отверстий с диаметром в 1,3 мм. Что касается частичной перфорации, то она предусматривает наличие трех отверстий по окружности изделия. Они позволяют быстрее отводить сточную воду. Несмотря на свою легкость, полимерные трубы обладают высокими показателями жесткости за счет специальных ребер, которые позволяют равномерно распределить нагрузки. В силу этого такие дренажные системы можно укладывать на большие глубины.

Полиэтиленовые трубы обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами, такими как: долговечность, легкость, простота в установке, являются диэлектриками, дешевизна.

Для устройства дренажей выпускаются гофрированные двухслойные трубы с защитно-фильтрующей оболочкой диаметрами 30, 50, 100, 150, 200 и 250 мм из отечественных и импортных марок полиэтилена ТУ 2248-030-41989945-04, НПО «Стройполимер».

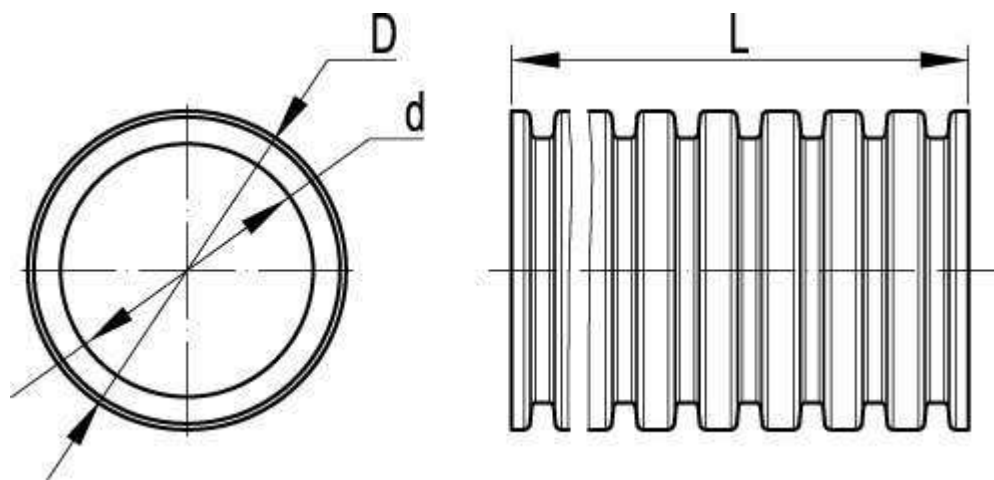


Рисунок 1.1 – Полимерная гофрированная труба

1.2.6 Смотровые колодцы

Смотровые колодцы на трубчатых дренажах согласно СП 103.13330.2012 [2] п. Б22 следует устраивать не более чем через 50 м по длине дрены, на поворотах, пересечениях, в местах изменения уклона или перепада отметок лотка дрены. Трубы между колодцами следует укладывать без изменения уклона.

Смотровые колодцы согласно Техническим рекомендациям 168-05 следует выполнять из сборных железобетонных элементов. Для дренажных труб с защитно-фильтрующей оболочкой диаметр круглого колодца следует принимать 1 м. При глубине заложения дренажа более 3 м диаметр колодцев следует принимать не менее 1,5 м [1].

Приняты смотровые железобетонные колодцы диаметром 1,5 м.

С учетом размера смотровых колодцев так же подбирается ширина траншеи для дренажа, принимаем ширину траншеи для дренажа равной 1,5 м.

1.2.7 Обсыпка трубчатого дренажа

Важным элементом конструкции трубчатого дренажа является фильтрующая обсыпка, которая выполняет захват подземных вод. Фильтрующие грунтовые обсыпки в зависимости от состава осушаемого грунта делают однослойными или двухслойными.

Высоту песчаной призмы принимают с учетом гидрогеологических условий, отметок существующей проектной и поверхностной, а также характера заглубленного помещения. Назначение призмы – прием воды, притекающей с боков. Наименьшая высота песчаной призмы составляет 0,6 от величины расчетного уровня грунтовых вод относительного дна дренажной траншеи.

Однослойные обсыпки делают при прокладке дренажа в гравелистых и крупных песках, а также песках средней крупности со средним диаметров частиц 0,3 мм и крупнее.

При прокладке дренажа в супесях и мелких пылеватых и среднезернистых песках со средним диаметров частиц меньше 0,3, а также при слоистом строении водопластого пласта обсыпку обычно делают из двух слоев. Первый (около трубы) отсыпают из гравия. Второй слой делают из песка, являющегося продуктом выветривания изверженных пород.

Материалы, использованные для обсыпок, должны отвечать требованиям, предъявляемым к материалам для гидротехнических сооружений, и соответствовать действующим стандартам.

Состав фильтрующих обсыпок подбирают таким образом, чтобы исключить суффозию и кольматажа системы. Вымывание глинистых и илистых частиц в поры грунта, а также механический вынос подземными водами мельчайших частиц из осушаемой горной породы могут иметь негативные последствия для дренажной системы и защищаемого объекта.

Принят щебень марки М1000 с крупностью фракций от 6 до 10 мм, а для внешнего слоя принимаем песок с коэффициентом фильтрации не менее 5 м³/сут. Толщину одного слоя следует принимать не менее 150 мм. Обсыпке придают прямоугольную или трапецеидальную форму.

Конструкция обсыпок должна соответствовать типу дренажа. В несовершенном дренаже трубы размещают на слое фильтрующей обсыпки.

1.3 Проектирование и расчет гидромелиоративной сети

1.3.1 Местоположение и агроэкономические характеристика.

Местоположение: Объект расположен в Балахтинском районе, вблизи города Красноярск, площадью 18,8 га.

Площадь заболоченности почв составляет 10%. На территории строительства залегают песчаные почвы.

Объект строительства до мелиорации использовался под пашню 10%, под сенокос 60%, каменистость – 30%. После мелиорации земли будут использоваться под посадку картофеля.

Агроэкономические характеристики:

В настоящее время площади сельхозугодий на орошаемых землях составляют 19,347 тыс. га. Все оросительные системы построены 70-80-х годах прошлого века и технически оснащены для использования больших массивов высокопроизводительной, но энергоемкой техникой. Наибольшие площади орошаемых земель сосредоточены в центральной и южной группе районов – Красноярском и Минусинском филиалах ФГБУ – 8,3 и 7,6 тыс. га, соответственно. Эффективность использования орошаемых земель низкая.

Площади осушенных земель в Красноярском крае составляют 17,014 тыс. га. Максимальное количество их сосредоточено в Минусинском и Новоселовском филиалах, преимущественно в Ермаковском и Шушенском, Шарыповском и Назаровском районах. В южной и восточной группе районов сосредоточена большая часть торфяников, осушенных и подготовленных под добычу торфа. Осушаемые массивы почти повсеместно подверглись вторичному заболачиванию, залеснению, а на части торфяных массивов пожарам и выгоранию торфа.

Ремонт внутрихозяйственных сетей оросительных систем проводится за счет землепользователей, реконструкция межхозяйственных объектов – за счет федерального бюджета. В последнее время, хоть и слабыми темпами, происходит восстановление и реконструкция мелиорируемых земель. Главным образом происходит восстановление межхозяйственных федеральных оросительных систем. Примером такой комплексной застройки служит представленное в данном проекте фермерское хозяйство. После проведения осушения земель и создание систем с регулированием водного режима почвы производство с/х продукции здесь возрастет в несколько раз. После осушения переувлажнённых территорий кроме получения под с/х угодья дополнительных площадей появится возможность развития транспортных путей, улучшения соцкультбыта и перспективного обустройства населенных пунктов. Для данного проекта, до мелиорации территория использовалась под сенокос и пашню, после мелиорации территория будет использоваться под посадку картофеля. В проекте запроектировано 4 км дорог, что положительно повлияет на транспортное сообщение с населенными пунктами, позволит снизить затраты для передвижения С.Х. техники. На данной территории протекает река Чулым.

1.3.2 Рельеф и почвенно-геологические условия

Главной особенностью геологического строения Красноярского края, является то, что на его территории находится значительная часть древней Сибирской платформы и обрамляющие ее структуры Урало-Монгольского эпипалеозойского складчатого пояса.

Рельеф местности преимущественно равнинный.

1.3.3 Климатические и гидрологические условия

Климат Красноярского края резко континентальный. Из-за большой протяженности с севера на юг, климатические условия в крае отличаются высоким разнообразием.

Так как территория Балахты находится на юге, основными климатическими факторами, определяющие условия роста развитие сельскохозяйственных культур являются: тепло, влага, и питательные элементы.

Среднегодовая температура воздуха -1°C в данной области. По данным метеорологической станции в отдельные годы температура зимой понижается до минус $15,5^{\circ}\text{C}$, в летний период 9°C

Климат резко континентальный.

Среднегодовое количество осадков – 332 мм.

Температурный режим почв и зависит от механического состава. В весенний и летний периоды торфяно-болотные, преобладающая в районе, самая тёплая.

Максимальная глубина промерзания грунтов 1,7-2,6 метра [1].

1.3.4 Обоснование необходимости и видов гидромелиорации

Общеизвестно, что нормальное развитие растений возможно только при условиях, создаваемых благоприятным сочетанием основных факторов их жизни - освещенностью, температурой окружающей среды, содержанием в ней влаги и элементов минерального питания. Основным показателем оптимальности условий является обеспечение необходимого энерго и массообмена между растениями и средой их обитания.

В практике сельскохозяйственного производства создание требуемых для развития растений условий осуществляется либо естественным образом (природой), либо путем искусственного регулирования водного, теплового, светового и пищевого режимов в почве и приземном слое воздуха. Эти режимы связаны между собой и взаимовлияют друг на друга, в том числе и через посредство растений.

Так, содержание воды в почве существенным образом влияет на содержание воды в растении, на температуру почвы и надземных растительных органов, на интенсивность поступления элементов минерального питания в расте-

ние. Таким образом, от водного фактора напрямую зависят интенсивности транспирации, фотосинтеза, дыхания и всего продукционного процесса.

Осушительная система должна обеспечивать:

- Пропускимость С.Х. техники при выполнении полевых работ.
- влажность корнеобитаемого слоя почвы в вегетационный период для картофеля составляет 60- 80% от полной влагоемкости.
- безопасный диапазон уровня грунтовых вод, необходимый для нормального развития растений в предпосевно-посевной период и в период летне-осенних затяжных дождей.

Сроки, в течение которых уровень грунтовых вод в весенний период должен опуститься до нормы осушения, следует принимать под овощные земли- 10 суток. Допустимые сроки отвода избыточных вод в летне-осенний период для картофеля:

- с поверхности земли = 0,8;
- из пахотного слоя (до 0.25 м) = 1,5;
- из корнеобитаемого слоя (0.5 м) = 5.0;
- до нормы осушения = 10.

1.3.5 Расчёт водного баланса мелиорируемой почвы.

Расчет водного баланса почвы представляет количественную характеристику ее водного режима и поэтому выполняется на начальном этапе проектирования гидромелиоративной системы. В результате он позволяет объективно оценить потребность и направленность мелиоративных мероприятий, обосновать проектные параметры осушительно-увлажнительного режима мелиорируемых почв.

Следует иметь в виду, что водобалансовые расчеты выполняются как при проектировании, так и при эксплуатации гидромелиоративных систем.

Для более обоснованного проектирования мелиоративной системы необходима оценка внутрисезонной динамики влагозапасов почвы на основе детальных декадных расчетов водного баланса. В этом случае метод типовых лет оказывается неприемлемым, поскольку сезонный ход используемых в расчетах климатических показателей существенно сглажен и не отражает их фактическую динамику в реальные годы.

В связи с этим наиболее объективным является ретроспективный расчет водного баланса почвы за длительный ряд прошлых реальных лет и получение на этой основе обеспеченных (вероятностных) его элементов.

В связи с этим в курсовом проекте с целью овладения алгоритмом данного метода выполняется расчет водного баланса почвы на примере только одного года. Для примера выбирается характерный календарный год с наличием как дождливых, так и засушливых декад вегетационного периода.

Основу декадных расчетов составляет системный водный баланс мелиорируемой почвы и требуемой сезонной динамики уровня грунтовых вод (УГВ) в виде двух уравнений:

$$\begin{cases} W_k^i = W_n^i + P^i - E^i + V_{\Gamma}^i \\ H_k^i = H_n^i - \Delta H_{c(v)}^i - n_{\partial} q \end{cases} \quad (1.28)$$

где W_k^i, W_n^i – влагозапасы почвы на конец и начало i -й декады, мм;
 P^i – атмосферные осадки, выпавшие в течение i -й декады, мм;
 E^i – декадное водопотребление культуры, мм;
 V_{Γ}^i – подпитывание расчетного слоя почвы от УГВ, мм;

$$\begin{aligned} W_k &= 118 + 14 - 10 + 0 = 122 \text{ мм}; \\ H_k &= 0,40 - 0,18 = 0,22 \text{ м}. \end{aligned}$$

где H_k^i, H_n^i – расчетный УГВ соответственно на конец и начало i -й декады, м;
 $\Delta H_{c(v)}^i$ – изменение уровня грунтовых вод, вызванное почвенным стоком ($C_{\text{п}}$) или подпитыванием расчетного слоя (V_{Γ}), м;
 q – естественный приток или отток ($-q$) грунтовых вод, м/сут.
 n_{∂} – число суток в декаде.

Расчеты выполняются в табличной форме (конкретный пример приведен в таблице 5), а их результаты представляются в виде графиков, показанных на рисунке 2. Порядок расчетов следующий:

1) Согласно исходным данным задания принимается вариант расчета (метеостанция, почва, культура, соответствующие метеоданные и коэффициенты).
 2) Водопотребление культуры ($E_{\text{мм}}^i$) рассчитывается по формуле:

$$E = 1,35 n K_b K_c d_i^{0,5}, \quad (1.29)$$

где n – число суток в декаде;
 K_b – коэффициент влагообмена ($K_b = 0,85 - 0,90$);
 K_c – биоклиматический коэффициент культуры (приложение 6);

Подставляем значение:

$$E = 1,35 \times 10 \times 0,87 \times 0,5 \times 2,7^{0,5} = 10 \text{ мм}.$$

d_i – среднесуточный дефицит влажности воздуха расчетной декады, мм. Декадные значения P^i и Σd_i для расчетного (реального года) принимаются по данным задания, либо приложений 7,8.

3) Определяются верхняя и нижняя границы регулирования влагозапасов расчетного слоя почвы ($W_{\text{нв}}$, мм; $W_{\text{ни}}$, мм) и безопасного диапазона уровня грунтовых вод ($H_{\text{мин}}$, м; $H_{\text{макс}}$, м).

Верхняя граница регулирования влагозапасов соответствует наименьшей влагоемкости почвы и рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{нв}}=0,1Ah(\text{НВ}); \quad (1.30)$$

где A – пористость почвы, % объёма;

h – мощность корнеобитаемого слоя в почве, м;

НВ – наименьшая влагоемкость почвы, %.

$$W_{\text{нв}}=0,1 \times 51 \times 0,40 \times 58 = 118,32 \text{ мм.}$$

Величины $A=51\%$; $h=0,40\text{м}$; $\text{НВ}=58\%$, а также нижняя граница $W_{\text{нп}}=70\%$, выраженная в процентах от $W_{\text{нв}}$, заданы в исходных данных.

Верхняя граница безопасного диапазона УГВ (H_{min} , м) принимается по расчётным декадам согласно приложению. Нижняя граница (H_{max} , м) принимается глубже верхней на величину допустимого диапазона регулирования УГВ ΔH , приведенного в задании на проектирование.

4) На начало первой расчетной декады принимается условие:

$$W_{\text{н}}^1 = W_{\text{нв}} \cdot H_{\text{н}}^1 = H_{\text{min}}, \quad (1.31)$$

Значения $W_{\text{н}}^{i+1}$ и $H_{\text{н}}^{i+1}$ на начало последующих декад определяются по изложенному ниже алгоритму.

5) Величина $V_{\text{г}}^i$ определяется с учетом максимального подпитывания (V_{max}^i , мм) и аккумулирующей емкости расчетного слоя ($W_{\text{ак}}^i$, мм), вычисляемых по формулам:

$$V_{\text{max}}^i = E^i \left(1 - \frac{H_{\text{н}}^i - 0,5h}{H_0} \right)^2, \quad (1.32)$$

$$V_{\text{max}} = 10 \times \left(1 - \frac{0,40 - 0,5 \times 0,40}{0,9} \right)^2 = 6,0 \text{ мм};$$

$$W_{\text{ак}}^i = W_{\text{нв}} - W_{\text{н}} - P^i + E^i; \quad (1.33)$$

Рассмотрим расчет на примере 5 месяцев и 2 декад:

$$W_{\text{ак}}^i = 123 - 123 - 13 + 11 = -2 \text{ мм.}$$

где H_0 – уровень грунтовых вод, при котором подпитка расчетного слоя h прекращается, м (исходные данные).

Значение $V_{\text{г}}^i$ принимается следующим образом:

$$V_{\text{г}}^i = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ если } W_{\text{ак}}^i \leq 0 \\ W_{\text{ак}}^i, \text{ если } 0 < W_{\text{ак}}^i \leq V_{\text{max}}^i \\ V_{\text{max}}^i, \text{ если } W_{\text{ак}}^i > V_{\text{max}}^i \end{array} \right\}, \quad (1.34)$$

б) После расчета W_k^i согласно (1) осуществляется их сравнение с верхней ($W_{нв}$) и нижней ($W_{нп}$) границами регулирования и переход к влагозапасам на начало следующей декады W_n^{i+1} с учетом следующих трех случаев.

Случай «а»: $W_k^i > W_{нв}$, тогда $W_n^{i+1} = W_{нв}$, а возникающий почвенный сток (C^i , мм) рассчитывается по формуле

$$C^i = W_k^i - W_{нв} = 125 - 123 = 2.$$

Случай «б»: $W_{нп} \leq W_k^i \leq W_{нв}$, тогда $W_n^{i+1} = W_k^i$.

Почвенный сток и необходимость увлажнения отсутствуют.

Случай «в»: $W_k^i < W_{нп}$, тогда $W_n^{i+1} = W_k^i + m^i = W_{нп}$. То есть в этом случае необходимо увлажнение расчетного слоя почвы нормой:

$$m_{нт}^i = W_{нп} - W_k^i, \quad (1.35)$$

Необходимый контроль и регулирование УГВ согласно (1) выполняется следующим образом.

За счет почвенного стока (случай «а») УГВ в минеральных и торфяных почвах повышается соответственно на следующие значения:

$$\Delta H_c^i = 0,049 C_i^{0,750} K_{\phi}^{-0,375}; \quad (1.36)$$

$$\Delta H_c = 0,049 \times 4^{0,750} \times 0,50^{-0,375} = 0,18 \text{ м.}$$

$$\Delta H_c^i = 0,066 C_i^{0,571} K_{\phi}^{-0,214}. \quad (1.37)$$

где K_{ϕ} – средневзвешенный коэффициент фильтрации расчетного слоя почвогрунта, м/сут.

Остальные обозначения прежние.

За счет подпитывания расчетного слоя (случаи «б» и «в») происходит понижение (сработка) УГВ. В этих случаях значение ΔH_v^i рассчитывается также по формулам (3.9) и (3.10), но с обратным знаком. Поэтому во втором уравнении (3.1) ΔH_c^i вычитается, а ΔH_v^i прибавляется. При аномально большом количестве осадков величина ΔH_c^i может привести к отрицательному значению H_k^i в формуле (3.1), что указывает на наличие слоя поверхностного стока. Значение q , зависящее от типа водного питания участка, приведено в исходных данных.

В результате совместного воздействия величин $\Delta H_{c(v)}^i$ и $n_d q$ значение H_k^i согласно (3.1) может выходить за пределы минимальной (H_{\min}) и максимальной (H_{\max}) границ безопасного диапазона УГВ.

Поэтому выполняется необходимое регулирование УГВ на начало следующей декады (H_n^{i+1}) исходя из следующих условий:

$$H_n^{i+1} = \left\{ \begin{array}{l} H_{\min}^{i+1}, \text{ если } H_k^i < H_{\min}^{i+1}; \\ H_k^i, \text{ если } H_{\min}^{i+1} \leq H_k^i \leq H_{\max}^{i+1}; \\ H_{\max}^{i+1}, \text{ если } H_k^i > H_{\max}^{i+1}. \end{array} \right\}, \quad (1.38)$$

В первом условии выражения (1.38) необходимо понижение УГВ на величину $\Delta H_d^i = H_{\min}^{i+1} - H_k^i$ за счет дренажного стока, аводоподачи в зону аэрации.

В случае «в» для подпочвенного увлажнения в расчетной декаде необходимо поддержание более высокого уровня грунтовых вод H_2^i (за счет его искусственного подъема), который обусловит большую подпитку расчетного слоя V_2^i , обеспечивающую равенство $W_k^i = W_{\text{нп}}$.

Величина необходимой подпитки при этом определяется по уравнению:

$$V_2^i = W_{\text{нп}} - W_n^i - P^i + E^i, \quad (1.39)$$

Для расчета, требуемого при увлажнении УГВ H_2^i используется полученная на основе зависимости (1.40) формула:

$$H_2^i = H_0 \left(1 - \sqrt{\frac{V_2^i}{E^i}} \right) + 0,5h, \quad (1.40)$$

Таким образом, необходимое повышение УГВ в i -й декаде за счет увлажнительного шлюзования (ΔH_m) составит разницу $H_n^i - H_2^i$, а норма увлажнения расчетного слоя $m_{\text{нт}}^i$ будет обеспечена за счет увеличения подпитки на величину $\Delta V_p = V_2^i - V_r^i$. Уровень грунтовых вод на начало следующей декады определяется по условию с использованием вместо H_k^i величины H_2^i .

Для контроля правильности вычислений проводится расчет суммарного водного баланса (по итогам правого столбца таблицы 5):

$$W_k^{(17)} = W_n^{(1)} + \Sigma P^i - \Sigma E^i + \Sigma V_r^i - \Sigma C^i + \Sigma m^i, \quad (1.41)$$

В нашем случае: $107 = 118 + 413 - 373 + 47 - 125 + 27 = 107$.

Вывод: В связи с дальнейшими перспективами использования принимаем осушительно-увлажнительную систему.

1.3.6 Выбор методов и способов гидромелиорации участка

На основании исходных данных задания и плана мелиорируемого участка земель следует проанализировать его тип водного питания, т.е. комплекс природных условий, определяющий основной источник увлажнения земель.

Тип водного питания непосредственно определяет метод осушения, а последний в свою очередь обуславливает конкретные способы осушения и конструкцию мелиоративной системы.

Тип водного питания: грунтовый, склоновый.

Применяем следующие методы:

- Понижение уровня грунтовых вод.

Метод осушения земель – это основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в оптимальный для их хозяйственного использования.

Способ осушения земель – это совокупность конкретных гидротехнических, агро-мелиоративных и других мероприятий, ликвидирующих причины заболачивания земель и создающих в корнеобитаемом слое почвы оптимальный водно-воздушный режим. В зависимости от принятых методов осушения на одном объекте, как правило, применяются два и более способов осушения в различных сочетаниях.

В данном проекте применены следующие способы осушения: закрытый дренаж, оградительная сеть.

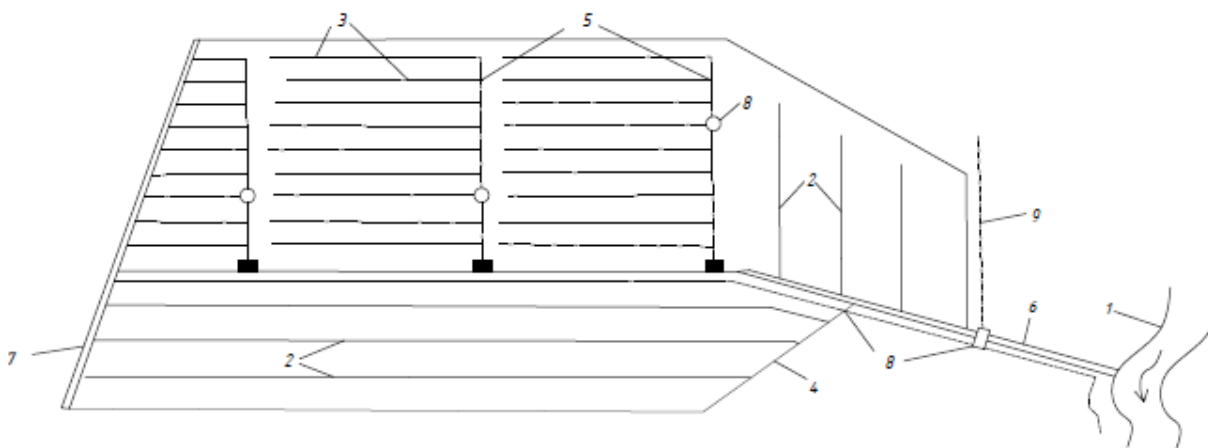
1.3.7 Проектирование гидромелиоративной сети

Приступая к проектированию и расчету мелиоративной системы, необходимо предварительно изучить виды и классификацию таких систем, их состав и конструкцию. Техническая схема и конструкция осушительной системы определяется, прежде всего, принятыми в проекте способами осушения, увлажнения и характером осушаемого участка.

В данном курсовом проекте осушительная мелиоративная система включает следующие элементы:

- Водоприемник: представлен в виде реки Чулым;
- Проводящая сеть представлена в виде магистральных каналов (3 шт.);
- Регулирующая сеть представлена в виде закрытого дренажа;
- Оградительная сеть представлена в виде нагорных каналов (2 шт);
- Гидротехнические сооружения на сети представлены в виде смотровых колодцев (4 шт), наблюдательные колодцы (13 шт), труба переезд (1 шт);
- Гравийной дороги (4,1 км);
- Полезащитные лесополосы (4,1 км).

Примеры принципиальных схем осушительных систем приведены на рисунке 1.2.



1 – река-водоприемник; 2 – открытые осушители; 3 – закрытый дренаж; 4 – открытый коллектор; 5 – закрытый коллектор; 6 – магистральный канал; 7 – нагорный канал; 8 – сетевые гидросооружения; 9 – дороги.

Рисунок 1.2 - Самотечная осушительная система.

Регулирующая сеть предназначена для регулирования водновоздушного режима осушаемых почв путем сбора поверхностных и грунтовых вод и передачи их в проводящую сеть.

В данном проекте она состоит только из сети закрытых собирателей.

Проводящая сеть необходима для приема воды из регулирующей сети и транспортирования ее в водоприемник. К проводящей сети относят магистральные каналы, транспортирующие собиратели, коллекторы.

Водоприемник необходим для приема воды со всей осушаемой площади и из оградительной сети.

Для функционирования осушительной системы в установленном режиме необходимы также гидротехнические сооружения (трубы-переезды, трубы-регуляторы, колодцы смотровые, регуляторы и др.).

Данная осушительная система является самотечной. В ней излишки воды удаляются самотеком, начиная от регулирующей сети и заканчивая сбросом ее из проводящей сети в водоприемник.

При выборе конструкции мелиоративной системы в проекте отдано предпочтение закрытой самотечной системе с элементами для увлажнения осушаемых земель.

Закрытая регулирующая сеть проектируется из керамических труб, выдерживающих расчетное давление грунта и временную динамическую нагрузку от сельскохозяйственных машин.

1.3.8 Обоснование параметров регулирующей осушительной сети

В зависимости от принятых способов осушения регулирующая сеть может быть представлена в виде открытых каналов либо закрытых дрен. Кроме того, исходя из свойств водопроницаемости почвогрунтов, необходимо установить принципы действия регулирующей сети: собирательный или осушительный (дренажный).

С учетом исходных данных в курсовом проекте разрабатывается, регулирующая сеть в виде закрытого керамического дренажа, работающего по осушительному принципу.

Применение закрытой регулирующей сети из керамических труб допускается:

- на минеральных почвах и предварительно осушенных торфяниках с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут. и более;
- при содержании в грунтах не более 4 % каменных включений размерами от 30 до 60 см;
- при содержании пней не более 3 %;
- при содержании 3 % и менее погребенной древесины диаметром не более 10 см.

К основным параметрам закрытой регулирующей сети относятся: глубина заложения дрен (t , м), уклон дрен (i), длина дрен (ℓ_d , м) и расстояние между дренами (B , м) в данном проекте расстояние между дренами по расчету получилось 30 м.

Длина закрытых дрен (ℓ_d) должна находиться в пределах 50 – 300 м (при уклоне $i \leq 0,005$ – до 200 м). При проектировании необходимо стремиться к максимально допустимым значениям ℓ_d .

Оптимальные уклоны закрытых дрен и собирателей составляют 0,008-0,015.

Максимальный уклон дрена допускается при подсоединении к коллектору и не должен превышать 0.1.

С учетом исходных данных в проекте разрабатывается, регулирующая сеть в виде закрытого керамического дренажа, работающего по осушительно-увлажнительному принципу.

1.3.9 Расчет расстояния между дренами

Междреннее расстояние (B , м) является наиболее важным параметром дренажа, определяющим эффективность работы осушительной сети. Величина B зависит от водопроницаемости почвогрунтов, положение водоупора, интенсивность водного питания, конструкции дренажных труб и др.

Основными расчетными периодами при определении расстояния между дренами являются предпосевной (весенний) и период летне-осенних дождей.

В обоих случаях расчеты ведутся на удаление избытка влаги 10 %-ной обеспеченности. Окончательно из двух полученных значений B принимают меньшее.

Среди различных подходов к определению расстояния между дренами наиболее детальную разработку получили формулы расчета по методу фильтрационных сопротивлений. Данный метод учитывает конструктивные особенности дрен, защитных фильтров, геологическое строение, а также граничные условия фильтрации воды.

В данном курсовом проекте расчеты выполняются для относительно простых гидрогеологических условий, когда дренаи расположены в однородных грунтах выше водоупора. Общая расчетная схема представлена на рисунке 1.3.

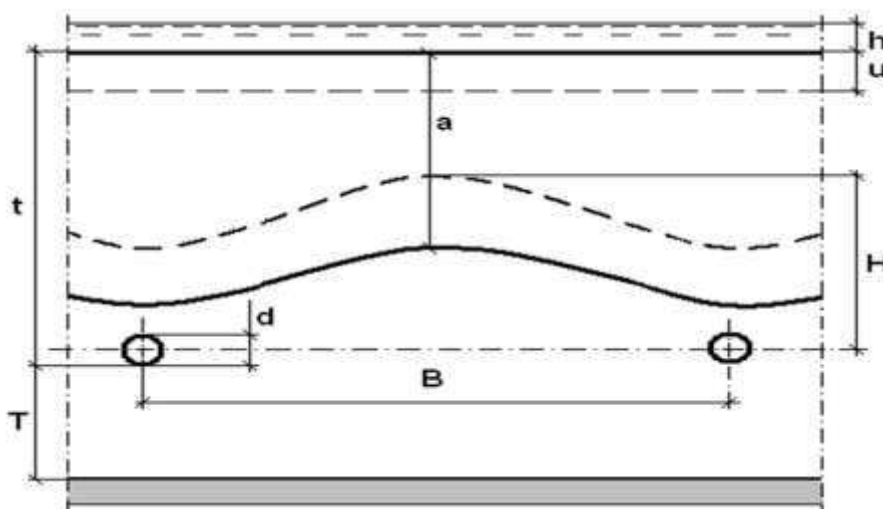


Рисунок 1.3 - Схема к расчету расстояния между дренами

В условиях глубокого залегания водоупора (при $B/T < 3$) величина B определяется по формуле А.Н. Костякова:

$$B = \frac{\pi \cdot K \cdot H}{q \cdot (2,3 \operatorname{Lg} \frac{B}{d} - 1)}, \quad (1.42)$$

где B - расстояние между дренами, м;

T - расстояние от дрены до водоупора, м;

H - среднее превышение уровня грунтовых вод над уровнем воды в дрене за расчетный период, м.;

K - коэффициент фильтрации почвы грунтов, м/сут;

d - наружный диаметр дрены, мм.

$\frac{B}{T} = \frac{30}{20,1} = 1,49 < 3 \rightarrow$ Расчет расстояния между дренами ведем по формуле А.Н. Костякова.

Среднее значение H рассчитывается по формуле

$$H = t - 0,6 \cdot (a - u), \quad (1.43)$$

где a – норма осушения, м;
 u – первоначальная глубина УГВ, м.

$$H = 1,2 - 0,6 \cdot (0,5 - 0,07) = 0,94 \text{ м}$$

Средняя за расчетный период интенсивность притока воды к дрене определяется из соотношения:

$$q = \frac{w}{\tau}, \quad (1.44)$$

где W – подлежащий отводу избыточный слой воды, мм;
 τ – нормативное время понижения уровня грунтовых вод, сут.

$$q = \frac{w}{\tau} = \frac{0,088}{10} = 0,0088 \text{ м/сут}$$

Слой воды, который необходимо отвести дренами, рассчитывается по выражению:

$$W = h_b + \delta \cdot (a - u) + P - E, \quad (1.45)$$

где h_b – слой воды имеющийся на поверхности почвы, м;
 δ – коэффициент водоотдачи, м;
 P, E – осадки и испарения за расчетный период, м.

$$W = 0,05 + 0,030 \cdot (0,5 - 0,07) + 0,025 = 0,088 \text{ м}$$

Коэффициент водоотдачи определяют по формулам
- для минеральных земель

$$\delta = 0,056 \cdot \sqrt{K} \cdot \sqrt[3]{a - u}, \quad (1.46)$$

$$\delta = 0,056 \cdot \sqrt{0,50} \cdot \sqrt[3]{0,5 - 0,07} = 0,030$$

$$B = \frac{3,14 \cdot 0,50 \cdot 0,94}{0,0088 \cdot (2,3 \text{ Lg} \frac{30}{0,050} - 1)} = 32,89 \text{ м}$$

Расстояние для летне-осеннего периода:

$$K = 0,49;$$

$$H = 1,2 - 0,6 \cdot (0,8 - 0,07) = 0,76 \text{ м};$$

$$\delta = 0,056 \cdot \sqrt{0,49} \cdot \sqrt[3]{0,8 - 0,07} = 0,035;$$

$$W = 0,02 + 0,035 \cdot (0,8 - 0,07) + 0,045 = 0,090 \text{ м};$$

$$q = \frac{w}{\tau} = \frac{0,090}{10} = 0,0090 \text{ м/сут};$$

$$B = \frac{3,14 \cdot 0,49 \cdot 0,76}{0,0090 \cdot (2,3 \text{ Lg} \frac{30}{0,050} - 1)} = 29,6 \text{ м}$$

Вывод: В качестве проектного расстояния принимаем меньшее из 2-х т.е для летне-осеннего $B = 29,6$ м и округляем его до рекомендуемых пределов и принимаем $B = 30$ м.

1.3.10 Расположение гидромелиоративной сети на плане

Расположение закрытой осушительной сети на плане является наиболее ответственным этапом проектирования мелиоративной системы. Оно выполняется на основе принятой конструкции системы с соблюдением всех ее параметров и основных принципов работы – расчетного понижения УГВ и самотечного сброса воды со всей осушаемой площади.

Проектирование сети на плане целесообразно начинать от водотоков высшего порядка к водотокам низшего, т.е. от проводящей сети (каналы, коллекторы) к регулирующей. Открытая сеть должна увязываться с границами землепользователей, сельхозугодий и элементами ситуации.

Магистральные каналы трассируются по самым низким местам поверхности переувлажненного участка, используя естественные протоки, тальвеги, другие хорошо выраженные понижения местности. Такое расположение сети позволяет сбросить воду самотеком с любой точки участка. Расстояние между магистральными каналами определяется длиной закрытых коллекторов. Радиусы поворотов гидравлически не рассчитываемых каналов должны быть не менее 20 м, а гидравлически рассчитываемых с расходом до $5 \text{ м}^3/\text{с}$ – не менее $5B$ (где B – ширина канала по урезу воды при максимальном расходе). Угол сопряжения канала с водоприемником составляет $75-90^\circ$.

Закрытые коллекторы сопрягаются с каналами под углом $60-90^\circ$. Длины коллекторов принимаются в пределах 600-800, а при уклонах более 0,005 – до 1000 м. Расстояния между коллекторами зависят от выбранной схемы расположения регулирующей сети, рельефа местности и определяются запроектированной длиной дрен. Коллектор необходимо проектировать прямолинейным или с поворотом не более 120° . При сопряжении нескольких коллекторов в одной точке предусматриваются специальные смотровые колодцы.

По размещению в плане закрытая регулирующая сеть проектируется систематической и выборочной. В систематической сети дрены и собиратели располагаются равномерно по всей осушаемой территории, а в выборочной – в наиболее пониженных местах и участках с застоем воды. По отношению к на-

правлению уклона поверхности регулирующая сеть может быть поперечной (при $i > 0,005$) и продольной (при $i < 0,005$).

Расстояние между крайней дренажной и параллельной границей участка осушения составляет $B/2$. Такое же расстояние выдерживается для перпендикулярно расположенных друг к другу дренажей. Угол сопряжения дренажей с коллекторами должен быть в пределах $60-90^\circ$.

При минимальном диаметре длину дренажей и закрытых собирателей следует принимать не более 250 м, а в мелкозернистых водонасыщенных песках и илах – не более 150 м. При осушении окраин массива длина дренажей принимается не менее 50 м.

В данном проекте соблюдаются условия. Сопряжение коллекторов с каналом $60-90^\circ$. Самый длинный коллектор = 840 м, прямолинейные. Сопряжение дренажей с коллекторами в пределах $60^\circ - 90^\circ$. Самая большая длина дренажей = 250 м. Углы сопряжения каналов с водоприемником составляет $75-90^\circ$.

1.3.11 Проектирование гидромелиоративной сети в вертикальной плоскости

Проектирование элементов осушительной сети и их увязка в вертикальной плоскости проводится от водотоков низшего порядка к высшему (от дренажей к магистральному каналу) путем построения их продольных профилей.

Глубина и уклоны дренажей принимаются согласно п. 1.3.9. Продольные профили составляются лишь для отдельных дренажей большой протяженности в сложных условиях рельефа.

Дренажи и собиратели из керамических труб сопрягаются с коллекторами внахлестку. Сопряжение впритык допускается только при использовании соединительных деталей. В первом случае глубина коллекторов должна быть больше глубины впадающих дренажей на 0,1 м.

Минимальный уклон закрытого коллектора составляет 0,002, а минимальный внутренний диаметр равен 50 мм для керамических труб.

Коллектор сопрягается с каналом с помощью устья. Дно коллектора должно быть выше бытового (меженного) уровня воды в канале не менее чем на 0,2 м.

Построение профиля канала начинается с увязки с впадающими в него коллекторами. Дно канала должно быть глубже коллектора не менее чем на 0,3 м. Минимальный уклон дна магистрального канала составляет 0,0002 – 0,0003.

Сопряжение гидравлически рассчитываемых каналов с водоприемником осуществляется «горизонт в горизонт», а гидравлически не рассчитываемых каналов – «дно в дно».

С учетом минимального воздействия на окружающую среду глубина каналов не должна превышать 2,5 м. При этом поперечное сечение канала имеет трапецеидальную форму с заложением откосов в пределах 1,5-2,5. Ширина канала по дну устанавливается гидравлическим расчетом, а при его отсутствии принимается равной 0,6 м. В данном проекте глубина канала принята 2,4 м. При

этом поперечное сечение канала имеет трапецеидальную форму с заложением откосов 1,75. Ширина канала по дну 0,4 м.

1.3.12 Защита закрытой осушительной сети от заиления

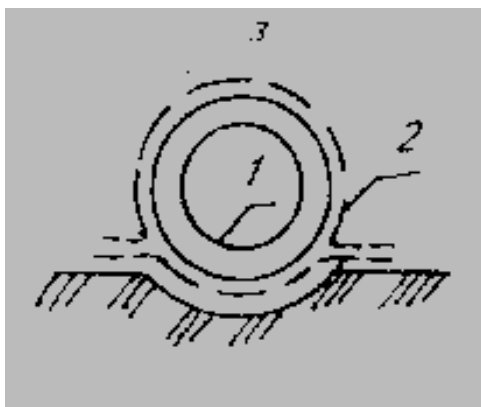
В процессе эксплуатации закрытый дренаж может подвергаться механическому и химическому заилению. При механическом заилении в полость дрен поступают частицы грунта, а при химическом – продукты железистых соединений.

Для защиты керамической закрытой сети от механического заиления в песчаных грунтах применяем стеклохолст ВВ-АМ сплошным слоем вокруг труб. Как альтернативный вариант можно применить песчано гравийную смесь слоем не менее 10 см.

Т.к. содержание в грунтовой воде железистых соединений 7,3 мг/л следует провести следующие мероприятия:

- защита водоприемных отверстий ржаной соломой, опилками, стеклохолстом в несколько слоев;
- внесение извести;
- глубокое рыхление.

Схема защиты керамического дренажа от заиления представлена на рисунке 1.4.



1 — трубы; 2 — рулонный защитно-фильтрующий материал;
3 — объемный фильтр.

Рисунок 1.4 – Схема защиты труб от заиления

1.3.13 Расчеты проводящей и оградительной сети

Основной целью гидрологических расчетов проводящей осушительной сети является определение модулей поверхностного и дренажного стока для установления расчетных расходов и уровня режима водотоков в разные сезоны года.

Модули поверхностного стока зависят от гидрографических характеристик водосбора в заданном сечении канала, расчетных периодов и заданной обеспеченности.

В курсовом проекте выполняются расчеты модулей поверхностного стока весеннего половодья ($q_{вп}^{10\%}$), предпосевного ($q_{пп}^{10\%}$), летне-осеннего паводка ($q_{лоп}^{10\%}$) и бытового ($q_{б}^{50\%}$) периодов.

Исходные данные для расчета.

Данные метеостанции:

$$A_{вп} = 360, \quad A_{пп10\%} = 13,8, \quad A_{дп} = 70, \quad A_{б50\%} = 0,60, \quad a_{вп} = 1,12, \quad a_{дп} = 1,80, \quad a_{б} = 0,39$$

Характеристика водосбора:

$$\delta = 0,61 \text{ км}^{-1}, \quad I = 0,51 \text{ ‰}, \quad F = 14,6 \text{ км}^2, \quad \beta = 15 \text{ ‰}, \quad L = 18,8 \text{ км}, \quad \alpha = 0\%, \\ \eta = 0,041, \quad B = 0,78 \text{ км}.$$

Средний за многолетний период максимальный мгновенный модуль стока весеннего половодья определяется по формуле:

$$\bar{q}_{ен} = \frac{A_{ен} I^{0,2} (1 + 0,5\delta)}{(F + 10)^{0,167} (1 + 0,02\beta)(1 + 0,03\varphi)(1 + 0,01\gamma)}; \quad (1.47)$$

$$\bar{g}_{вп} = \frac{360 \cdot 0,51^{0,2} (1 + 0,5 \cdot 0,61)}{(14,6 + 10)^{0,167} \cdot (1 + 0,02 \cdot 15)} = 184,71 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Коэффициент вариации максимального стока весеннего половодья находят по выражению:

$$C_v^{ен} = \frac{a_{ен}}{(F + 1)^{0,06}}; \quad (1.48)$$

$$C_v^{вп} = \frac{1,12}{(14,6 + 1)^{0,06}} = 0,95.$$

$$q_{вп}^{10\%} = K \cdot \bar{q}_{ен} = 2,246 \cdot 184,71 = 414,86 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Для предпосевно-посевной периода величину модуля стока 10 % обеспеченности определяют по формуле

$$q_{10\%}^{пп} = \frac{A_{10\%}^{пп} \cdot \sqrt[15]{(F+1)} \cdot (1+0,01\beta) \cdot (1+0,02\varphi) \cdot (1+0,01\gamma)}{1+0,4\eta}, \quad (1.49)$$

$$q_{10\%}^{\text{пп}} = \frac{13,8 \cdot 15 \sqrt{(14,6+1) \cdot (1+0,01 \cdot 15)}}{1+0,4 \cdot 0,041} = 18,74 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

В качестве расчетного летне-осеннего паводка принимается наивысший расход в промежутке от конца спада весеннего половодья до начала ледостава осенью.

Средний за многолетний период максимальный модуль стока летне-осенних паводков определяется по формуле

$$\bar{q}_{\text{он}} = \frac{A_{\text{он}} B^{0,25} I^{0,143} (1+0,5\delta)}{(F+10)^{0,25} (1+0,2\alpha_{\text{эсв}})(1+0,02\beta)(1+0,02\varphi)(1+0,01\gamma)}, \quad (1.50)$$

$$q_{\text{дп}} = \frac{70 \cdot 0,78^{0,25} \cdot 0,51^{0,143} \cdot (1+0,5 \cdot 0,61)}{(14,6+10)^{0,25} \cdot (1+0,02 \cdot 15)} = 26,90 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Коэффициент вариации максимумов летне-осенних дождевых паводков находится по выражению:

$$C_v^{\text{дп}} = \frac{a_{\text{дп}}}{(F+10)^{0,05} (\bar{q}_{\text{дп}} + 1)^{0,1}}, \quad (1.51)$$

$$C_v^{\text{дп}} = \frac{1,80}{(14,6+10)^{0,05} \cdot (26,90+1)^{0,1}} = 1,10.$$

По таблицам Крицкого-Менкеля находим модульный коэффициент $K=2,12$. Тогда,

$$q_{\text{дп}}^{10\%} = K \cdot \bar{q}_{\text{он}}, \quad (1.52)$$

$$q_{\text{дп}}^{10\%} = 2,12 \cdot 26,90 = 57,03 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Расчетным расходом бытового (меженного) периода считается наиболее часто повторяющийся среднесуточный расход воды низкой межи. В практике гидрологических расчетов этот расход можно заменить близким к нему минимальным расходом 30-суточной продолжительности. Средний за многолетний период модуль бытового стока определяется по зависимости:

$$\bar{q}_{\text{б}} = \frac{A_{\text{б}} F^{0,143} (\varphi + \gamma + 1)^{0,2} \delta^{0,6} (\alpha + 1)^{0,2}}{(\beta + \varphi + 1)^{0,125}}, \quad (1.53)$$

$$q_{\text{б}} = \frac{0,60 \cdot 14,6^{0,143} \cdot (0+0+1)^{0,2} \cdot 0,61^{0,6} \cdot (0+1)^{0,2}}{(15+0+1)^{0,125}} = 0,46 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Коэффициент вариации бытового стока находится по выражению:

$$C_v^6 = \frac{a_6(\beta + \varphi + 1)^{0,143}}{(F + 1)^{0,05} \delta^{0,143} (1 + \alpha)^{0,1}}, \quad (1.54)$$

$$C_v^6 = \frac{0,39 \cdot (15 + 0 + 1)^{0,143}}{(14,6 + 1)^{0,05} \cdot 0,61^{0,143} \cdot (1 + 0)^{0,1}} = 0,54 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

По таблицам Крицкого-Менкеля находим модульный коэффициент $K=0,88$. Тогда,

$$q_6^{50\%} = K \cdot \bar{q}_6, \quad (1.55)$$

$$q_6^{50\%} = 0,88 \cdot 0,46 = 0,40 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

В приведенных формулах приняты следующие обозначения:

q – модуль поверхностного стока, л/(с·км²);

A – параметр, отражающий совокупность климатических, почвенно-геологических и других условий формирования стока, имеющий тенденцию плавного изменения по территории;

a – географический параметр, отражающий изменение коэффициента изменчивости стока по территории;

F – площадь водосбора, км²;

I – средний уклон основного водотока в промилле;

α – озерность в процентах от общей площади водосбора;

$F_{\text{зар}}$ – площадь водосбора, зарегулированная озерами, км²;

β – травяные и закустаренные болота в процентах от общей площади водосбора;

φ – леса на болотных землях в процентах от общей площади водосбора;

γ – леса на минеральных землях в процентах от общей площади водосбора;

δ – густота речной сети (отношение суммарной длины всех водотоков свыше 2 км к общей площади водосбора), км/км²;

η – коэффициент формы водосбора (отношение площади водосбора к квадрату длины основного водотока);

B – средняя ширина водосбора (отношение площади водосбора к длине основного водотока), км.

Расходы открытого канала, формирующиеся за счет поверхностного стока, определим по формуле:

$$Q_{\text{п}}^{\text{ВП}} = q_{\text{ВП}}^{10\%} \cdot F, \quad (1.56)$$

$$Q_{\text{п}}^{\text{ВП}} = 6097,76 \text{ л/с}.$$

$$Q_{\Pi}^{\text{ПП}} = q_{10\%}^{\text{ПП}} \cdot F, \quad (1.57)$$

$$Q_{\Pi}^{\text{ПП}} = 314,4 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\Pi}^{\text{ДП}} = q_{\text{ДП}}^{10\%} \cdot F, \quad (1.58)$$

$$Q_{\Pi}^{\text{ДП}} = 434,74 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\Pi}^{\text{б}} = q_{\text{б}}^{50\%} \cdot F, \quad (1.59)$$

$$Q_{\Pi}^{\text{б}} = 6,72 \text{ л/с.}$$

Модуль дренажного стока рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{д}} = 115,7 \cdot q, \quad (1.60)$$

Модуль дренажного стока для весеннего периодов по зависимости с учетом значений q соответственно составят:

$$q_{\text{д}} = 115,7 \cdot 0,0088 = 1,02 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{га}}.$$

$$q_{\text{д(вер)}} = 115,7 \cdot 0,0091 = 1,05 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{га}}.$$

При площади дренажной системы $F_{\text{д}} = 18,8$ га расходы поступающего в канал дренажного стока будут равны:

$$Q_{\text{д}} = q_{\text{д}} \cdot F_{\text{д}}, \quad (1.61)$$

$$Q_{\text{д}} = 1,02 \cdot 18,8 = 19,18 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{д(вер)}} = 1 \cdot 18,8 = 18,8 \text{ л/с.}$$

В результате общие расчеты канала составят:

$$Q^{\text{ВП}} = 6097,76 + 19,18 = 6116,94 \text{ л/с;}$$

$$Q^{\text{ПП}} = 314,4 + 19,18 = 333,58 \text{ л/с;}$$

$$Q^{\text{ДП}} = 434,74 + 18,8 = 453,54 \text{ л/с;}$$

$$Q^{\text{б}} = 6,72 + 18,8 = 25,52 \text{ л/с.}$$

Используемые далее в гидравлические расчеты канала и выраженные в м³/с принимаем следующие расчетные расходы:

$$Q^{\text{ВП}}=6,11 \text{ м}^3/\text{с}; Q^{\text{ПП}}=0,33 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q^{\text{ДП}}=0,45 \text{ м}^3/\text{с}; Q^{\text{Б}}= 0,25 \text{ м}^3/\text{с}.$$

1.3.14 Гидравлические расчеты открытой проводящей и оградительной сети

Задачами гидравлического расчета открытой проводящей и оградительной сети являются:

а) проверка и уточнение предварительных (минимальных) параметров поперечного сечения канала, полученных при построении его продольного профиля;

б) определение минимальной и максимальной скоростей движения воды в канале для проверки на заиление, размыв и определения типов креплений его русла.

Первая задача решается для каналов с водосборной площадью более 5 км².

По расчетному расходу (Q , м³/с) находится фактическая глубина воды в канале ($h_{\text{ф}}$, м), которая сопоставляется с проектной ($h_{\text{п}}$, м), т.е. допустимой по табл. 4.1. При этом должно выполняться условие $h_{\text{ф}} \leq h_{\text{п}}$.

Для определения зависимости глубины канала от его расхода находят значения расходов Q для различных глубин воды в канале $h_{\text{ф}}$ и принятых его параметрах i , b , m , n .

В расчетах используются следующие формулы:

$$Q = \omega V = \omega C \sqrt{Ri}, \quad (1.62)$$

$$\omega = (b + mh)h, \quad (1.63)$$

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (1.64)$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (1.65)$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}, \quad (1.66)$$

$$Y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1), \quad (1.67)$$

где V – скорость течения воды, м/с;
 C – скоростной коэффициент;
 h – глубина воды в канале, м;
 ω , R , χ – соответственно живое сечение канала (м²), гидравлический радиус и смоченный периметр сечения, м.

Расчеты выполняют в табличной форме (пример в таблице 1.5)

Таблица 1.5 – Гидравлический расчет открытого канала

Глубина воды в канале h , м	Живое сечение канала w , м ²	Смоченный периметр сечения x , м	Гидравлический радиус R , м	y	Скоростной коэффициент C	Скорость течения воды V , м/с	Расчетный расход Q , м ³ /с
0,2	0,15	1,21	0,12	0,284	18,45	0,17	0,03
0,4	0,44	2,01	0,22	0,277	21,87	0,26	0,12
0,6	0,87	2,82	0,31	0,273	24,20	0,35	0,30
0,8	1,44	3,62	0,40	0,268	26,02	0,42	0,61
1,0	2,15	4,43	0,49	0,265	27,52	0,50	1,07
1,2	3,0	5,24	0,57	0,261	28,81	0,56	1,69
1,4	3,99	6,04	0,66	0,258	29,94	0,63	2,51
1,6	5,12	6,85	0,75	0,256	30,94	0,69	3,55
1,8	6,39	7,66	0,83	0,253	31,84	0,75	4,81
2,0	7,8	8,46	0,92	0,250	32,66	0,81	6,33
2,2	9,35	9,27	1,01	0,248	33,41	0,87	8,12
2,4	11,04	10,07	1,10	0,246	34,09	0,92	10,20
2,6	12,87	10,88	1,18	0,243	34,72	0,98	12,58

В приведенном примере приняты следующие исходные данные:

- ширина канала по дну $b = 0,4$ м;
- заложение откосов канала $m = 1,75$;
- коэффициент шероховатости $n = 0,03$;
- гидравлический уклон $i = 0,00067$.

По полученным результатам строим графики зависимости $Q=f(h)$ и $V=f(h)$, по которым при пропуске максимального расхода находим глубину канала и скорость потока.

Вывод: Так как уровни воды меньше чем по условиям пропуски то считаем, что параметры канала выбраны правильно, канал не размывается и не заиляется.

$$v_{\max} = 0,81 \text{ м/с} < v_{\text{дон}}^{\text{паз}} = 1,10 \text{ м/с} \quad \text{и} \quad v_{\min} = 0,25 \text{ м/с} \geq v_{\text{дон}}^{\text{заил}} = 0,2 - 0,3 \text{ м/с}$$

1.3.15 Закрытые коллекторы

Гидравлический расчет закрытого коллектора выполняется в целях определения изменения его диаметра в зависимости от нарастания водосборной площади и оценки скорости движения в нем воды. Расчеты проводятся в предположении, что коллектор работает полным сечением в безнапорном режиме. В этом случае порядок расчета коллектора из керамических труб состоит в следующем.

На плане мелиоративной системы выбирается конкретная система коллектора с дренами. Расчет удобнее вести от истока коллектора к устью, определяя точки перехода меньшего диаметра коллектора – на больший.

Минимальный диаметр начальной части керамического коллектора принимается равным 75 мм (0,075 м). Расход воды, который обеспечит коллектор диаметра 75 мм (Q_{75} , м³/с), вычисляется по формуле

$$Q_{75} = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}, \quad (1.68)$$

где ω – площадь живого сечения коллектора, м²;
 C – скоростной коэффициент;
 R – гидравлический радиус, м;
 i – уклон коллектора.

Водосборная площадь коллектора с данным расходом будет равна:

$$f_{75} = \frac{10000 \cdot Q_{75}}{q_d}, \quad (1.69)$$

где f_{75} – площадь дренажа, обслуживаемая коллектором с диаметром 75 мм, га;
 q_d – модуль дренажного стока, л/(с·га).

Водосборную площадь F_i можно представить:

$$F_i = l_1 \cdot L \cdot m^2; \quad (1.70)$$

где l_1 – длина отрезка коллектора с первоначально принятым наименьшим диаметром d ;
 L – средняя ширина водосборной площади коллектора.

$$l_1 = \frac{F_i}{L}, \text{ м}; \quad (1.71)$$

Рассчитаем коллектор Г-1

Задаемся диаметром трубы $d=75$ мм

$$Q_d = q_d \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га}; \quad (1.72)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,075^2}{4} = 0,0044 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \log(R) = \frac{1}{0,012} + 17,72 \cdot \log(0,0187) = 52,71;$$

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,075}{4} = 0,0187 \text{ м};$$

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,0044 \cdot 52,71 \cdot \sqrt{0,0187 \cdot 0,0036} = 0,0019 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,9 \text{ л} / \text{с};$$

$$F_{75} = \frac{Q_d}{q_d} = \frac{1,9}{1,05} = 1,81 \text{ га} = 18100 \text{ м}^2;$$

$$l_1 = \frac{F_{75}}{L} = \frac{18100}{304} = 59,53 \text{ м};$$

Так как длина коллектора равна $l = 840 \text{ м} > l_1 = 64 \text{ м}$, рассчитываем l_2 с большим диаметром.

Задаемся диаметром трубы $d_2=100$ мм

$$Q_d = q_d \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га};$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,10^2}{4} = 0,0079 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \log(R) = \frac{1}{0,012} + 17,72 \cdot \log(0,025) = 54,94;$$

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,10}{4} = 0,025 \text{ м};$$

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,0079 \cdot 54,94 \cdot \sqrt{0,025 \cdot 0,0036} = 0,0041 \text{ м}^3 / \text{с} = 4,1 \text{ л} / \text{с};$$

$$F_2 = \frac{Q_d}{q_d} = \frac{4,1}{1,05} = 3,9 \text{ га} = 39000 \text{ м}^2;$$

$$l_2 = \frac{F_2}{L} = \frac{39000}{304} = 128 \text{ м};$$

Определив F_2 устанавливают длину отрезка коллектора l_2 , вычислив из l значение l_1 получим длину диаметром d_2 .

$$l_2 = l - l_1 = 128 - 64 = 64 \text{ м.}$$

Задаемся диаметром трубы $d_3=125$ мм

$$Q_d = q_d \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га};$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} = 0,012 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \log(R) = \frac{1}{0,012} + 17,72 \cdot \log(0,031) = 56,60;$$

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,125}{4} = 0,031 \text{ м};$$

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,012 \cdot 56,60 \cdot \sqrt{0,031 \cdot 0,0036} = 0,0072 \text{ м}^3 / \text{с} = 7,2 \text{ л} / \text{с};$$

$$F_3 = \frac{Q_d}{q_d} = \frac{7,2}{1,05} = 6,9 \text{ га} = 69000 \text{ м}^2;$$

$$l_2 = \frac{F_d}{L} = \frac{69000}{304} = 226,97 \text{ м};$$

Определив F устанавливают длину отрезка коллектора l_2 , вычислив из l значение l_1 получим длину диаметром d_2 .

$$l_3 = l - l_2 = 226,97 - 128 = 98,97 \text{ м.}$$

Задаемся диаметром трубы $d_4=150$ мм

$$Q_d = q_d \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га};$$

$$\omega = 0,018 \text{ м}^2;$$

$$C = 58,12;$$

$$R = 0,038 \text{ м};$$

$$Q = 0,0122 \text{ м}^3 / \text{с} = 12,2 \text{ л} / \text{с};$$

$$F_3 = \frac{12,2}{1,05} = 11,62 \text{ га} = 116200 \text{ м}^2;$$

$$l_2 = \frac{F_d}{L} = \frac{116200}{304} = 382,24 \text{ м};$$

Определив F устанавливают длину отрезка коллектора l_2 , вычислив из l значение l_1 получим длину диаметром d_2 .

$$l_4 = l - l_3 = 382,24 - 226,97 = 156 \text{ м}.$$

Задаемся диаметром трубы $d_5=175$ мм

$$Q_o = q_o \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га};$$

$$\omega = 0,024 \text{ м}^2;$$

$$C = 59,30;$$

$$R = 0,044 \text{ м};$$

$$Q = 0,0180 \text{ м}^3 / \text{с} = 18,0 \text{ л/с};$$

$$F_3 = \frac{18,0}{1,05} = 17,14 \text{ га} = 171400 \text{ м}^2;$$

$$l_2 = \frac{F_d}{L} = \frac{171400}{304} = 563,82 \text{ м};$$

Определив F устанавливают длину отрезка коллектора l_2 , вычислив из l значение l_1 получим длину диаметром d_2 .

$$l_5 = l - l_4 = 563,82 - 382,24 = 181,58 \text{ м}.$$

Задаемся диаметром трубы $d_6=200$ мм

$$Q_o = q_o \cdot F, \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{га};$$

$$\omega = 0,0314 \text{ м}^2;$$

$$C = 60,28;$$

$$R = 0,05 \text{ м};$$

$$Q = 0,025 \text{ М}^3/\text{с} = 25,0 \text{ л}/\text{с};$$

$$F_3 = \frac{25,0}{1,05} = 23,81 \text{ га} = 238100 \text{ м}^2;$$

$$l_2 = \frac{F_d}{L} = \frac{238100}{304} = 783,22 \text{ м};$$

Определив F устанавливают длину отрезка коллектора l_2 , вычислив из l значение l_1 получим длину диаметром d_2 .

$$l_5 = l - l_4 = 783,22 - 563,82 = 219,4 \text{ м}.$$

Вывод: По гидравлическому расчету приняли $d=75$ см на протяжении 64 м, $d=100$ см на 64 м, $d=125$ см на 100 м, $d=150$ на 168 м, $d=175$ см на 200 м, $d=200$ на оставшихся 240 м.

1.3.16 Проектирование увлажнения осушаемых земель

С целью двустороннего регулирования водного режима почв предусматриваются различные методы и способы увлажнения осушаемых земель. В Республике Беларусь большое распространение получило подпочвенное увлажнение. На системах подпочвенного увлажнения вода к растениям подается по капиллярам почвы от уровня грунтовых вод.

Наиболее простой реализацией осушительно-увлажнительной системы является шлюзование одиночных проводящих каналов и через них – регулирующей сети. Различают предупредительное и гарантированное шлюзование.

При предупредительном шлюзовании сток воды в водотоках задерживают на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенне-полевые работы.

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов зоны аэрации в соответствии с требованиями растений. Оно осуществляется путем аккумулярования стока с собственного водосбора, а также подачей воды из внешних гарантированных водоисточников. При этом виде увлажнения поддерживается требуемая влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного периода.

После изучения методов и способов увлажнения их необходимо сопоставить с конкретными условиями мелиорируемого участка (рельеф, почвогрунты, наличие гарантированного водоисточника), а также с принятой схемой осушения.

В наиболее простом случае при шлюзовании одиночного канала, проходящего по участку шириной до 300 м (рисунок 1.5), расстояние между водозадерживающими устройствами (на канале) определяют по формуле

$$l = \frac{\Delta h'}{i}, \quad (1.73)$$

где l – расстояние между водоподпорными устройствами, м;
 $\Delta h'$ – наиболее безопасный диапазон УГВ;
 i – уклон поверхности земли.

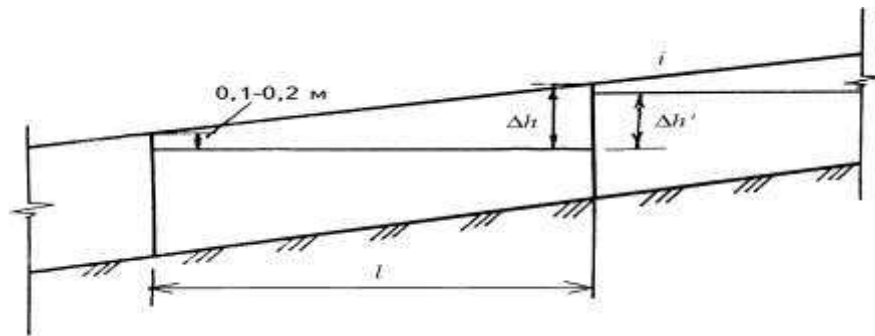


Рисунок 1.5 - Схема к расчету расстояния между водоподпорными устройствами на канале.

Увлажнение можно осуществить с помощью регуляторов уровня воды, расположенных в смотровом колодце.

1.3.17 Организация поверхностного стока

При проектировании осушительной сети предусматриваем следующие мероприятия по организации и ускорению поверхностного стока на участке:

- защиту мелиорируемых земель от поступающих с прилегающих водосборов поверхностных и грунтовых вод путем устройства оградительной сети;
- планировку поверхности мелиорируемых земель;
- глубокое рыхление почв среднего и тяжелого гранулометрического состава;
- ликвидацию западин и понижений;
- разравнивание вынутого из каналов грунта слоем не более 0,10 м с устройством в откосах воронок стока для сброса поверхностных вод.

1.3.18 Гидротехнические сооружения и дорожная сеть

Для обеспечения эффективного функционирования мелиоративная система оснащается необходимыми гидротехническими и другими сооружениями.

На осушительно-увлажнительной системе в нашем случае практикуются следующие сооружения:

- сопрягающие (дренажные устья, смотровые колодцы);
- эксплуатационные (наблюдательные колодцы).

Дороги являются необходимым элементом мелиоративной системы и

служат для доставки на поля сельскохозяйственной техники, удобрений, вывоза сельхозпродукции, проведения эксплуатационных мероприятий.

При проектировании расположения в плане дорожной сети учитывалось следующее:

- дороги всех видов прокладывать вдоль рек и открытых каналов;
- дороги, направление которых не совпадает с направлением каналов, располагать вдоль границ землепользования, полей севооборотов или угодий;
- прокладывать межхозяйственные дороги, если их направление не совпадает с направлением каналов, по наиболее повышенным местам с минеральными грунтами или с возможно меньшей глубиной торфа;
- стремиться к наименьшему количеству пересечений дорогами рек и каналов;
- во всех случаях совмещать дороги разного назначения (эксплуатационные с полевыми и т. д.).

1.4 Продольный профиль трассы водоотводящей сети

Продольный профиль трассы внутриквартальной водоотводящей сети строится по результатам геодезического расчёта сети и выполняется согласно правилам ГОСТ 21.704.2011 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации (с Изменением № 1)», (прил. В, рис. В.2).

Продольный профиль сетей изображается в виде развертки по осям трубопроводов.

Над профилем указываются:

- надземные сооружения (например, эстакады, насосные станции);
- глубина заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до лотка трубопровода.

На продольный профиль наносятся:

- отметки поверхности земли (натурные и проектные);
- отметки проектируемого трубопровода,
- колодцы, дождеприемники, камеры и подземные части зданий и сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом.

Перечень вышеуказанных данных для прокладки трубопровода приводятся в таблице (сетке), помещённой под продольным профилем.

В графе «Уклон, ‰; длина, м» прямолинейные участки трубопровода показываются линиями с наклоном, соответствующим наклону участка на профиле, при этом над линией указано числовое значение уклона, под линией – длина участка с этим уклоном.

Отметки сетей проставляются в характерных точках, в местах пересечений с автомобильными дорогами, железнодорожными, крановыми и трамвайными путями, инженерными коммуникациями и сооружениями, влияющими на прокладку проектируемых сетей.

Расстояния по вертикали (в свету) при пересечении инженерных коммуникаций принимаются согласно СП 18.13330.2019 (п. 6.12).

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода при диаметре труб до 150 мм допускается предусматривать ниже канализационных без устройства футляра, если расстояние между стенками пересекающихся труб 0,5 м.

Продольный профиль представлен в приложениях В, Г, Д.

2 Мероприятия по охране окружающей природной среды

2.1 Освоение мелиорируемых земель

Освоение мелиорируемых земель – комплекс инженерных, агротехнических агрохимических и организационных мероприятий, направленных на получение в нормативные сроки проектной урожайности сельскохозяйственных культур.

В период освоения мелиорируемых земель обеспечивается доведение плодородия почв до уровня, гарантирующего получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур независимо от колебаний погоды.

Освоение мелиорируемых земель является обязательным и незаменимым этапом мелиорации для сельского хозяйства и включает в себя технологии и приемы по направленному улучшению агрофизических, физико-химических, агрохимических, биологических и технологических свойств мелиорируемых почв, созданию оптимальных условий для выполнения сельскохозяйственных работ с целью получения запроектированных урожаев.

Конкретная культуртехническая характеристика состояния участка до мелиорации задается в исходных данных задания в проект.

В общем случае при культуртехнических работах должны быть предусмотрены:

- сохранение гумусового (перегнойного) горизонта почв;
- раздельное складирование сведенной древесины и кустарниковой растительности, камней вне полос отчуждения, линий электропередачи и связи, железнодорожных и автомобильных дорог;
- размещение валов древесной и кустарниковой растительности на сухих, незатапливаемых местах.

Планировка мелиорируемых земель должна обеспечивать:

- ускорение отвода поверхностных вод;
- равномерное созревание почвы в весенний период, возможность своевременной предпосевной обработки, одновременное проведение сева сельскохозяйственных культур в пределах поля или производственного участка.

Помимо культуртехнических работ и планировки поверхности освоение мелиорируемых земель предусматривает:

- внесение минеральных удобрений, включая микроудобрения и бактериальные удобрения;
- обработку и рыхление пахотных горизонтов почв;
- посев сельскохозяйственных культур.

2.2 Мероприятия по охране природной среды

Охрана природной среды является неотъемлемой составной частью проектов мелиоративных систем. Главными объектами мелиоративного воздействия на природу являются почвенный покров, водные ресурсы, растительный и животный мир, воздушная среда.

К основным природоохранным мероприятиям при проектировании мелиоративных систем можно отнести следующие:

- сохранение пахотного (гумусового) слоя почвы, для чего необходимо предусматривать удаление почвы по трассам будущих каналов и котлованов;
- предотвращение водной и ветровой эрозии мелиорируемых почв за счет системы инженерных мер, специальных агротехнических приемов, выдерживания допустимых норм осушения;
- проведение мероприятий по восстановлению нарушенного плодородия мелиорируемых почв;
- предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод дренажными и животноводческими стоками;
- предотвращение ветровой эрозии почв и уменьшение потери воды на непродуктивное испарение за счет проектирования полезащитных лесополос.

Полезащитные лесополосы необходимо располагать по границам мелиоративной системы, как правило, вдоль каналов, дорог, по берегам рек и прудов.

При проектировании мелиоративных систем целесообразно предусматривать комплекс архитектурно-ландшафтных мероприятий по благоустройству их территорий.

При проектировании мелиоративных систем и сооружений необходимо соблюдать следующие требования:

- размещать мелиоративные системы и сооружения с учетом экологической значимости природных объектов осваиваемого района;
- повторно использовать сбросные и дренажные воды с качеством в соответствии с требованиями СП 100.13330.2016;
- создавать специальные инженерные сооружения или устройства и проводить необходимые мероприятия (водоочистные, противозерозионные, лесозащитные, рыбозащитные, рыбопропускные, переходы для животных через каналы и проходящие по поверхности трубопроводы) с учетом технологии сельскохозяйственного производства;
- сброс вод с мелиоративных систем должен проводиться в соответствии с требованиями, приведенными в СП 100.13330.2016.

Границы мелиоративной системы, строительных площадок, трасс, места расположения водозаборных, водосбросных сооружений следует назначать с учетом:

- территориальных комплексных схем охраны окружающей природной среды, схем охраны вод малых рек;
- границ имеющихся заповедников, заказников, территорий (акваторий) обитания особо охраняемых видов флоры и фауны, памятников природы и статуса их охраны;

- данных по местам обитания и миграциям ценных, редких, исчезающих, особо охраняемых видов флоры и фауны и статуса их охраны;
- данных по местам обитания, массовой концентрации (мест размножения, нагула, зимовки), миграциям промысловых и хозяйственно ценных видов флоры и фауны.

Природные объекты (вода, почва, воздух, флора, фауна), подлежащие защите, должны устанавливаться на основании:

- зоогеографической, охотохозяйственной, геоботанической, почвенной, лесохозяйственной, гидрогеологической характеристик места расположения мелиоративной системы и прилегающих территорий в пределах зоны понижения, повышения уровня грунтовых вод;
- ихтиологической, рыбохозяйственной, гидрологической, гидробиологической, гидрохимической характеристик акватории (в размере зоны 2000 м выше и 2000 м ниже створа водозаборного, водосбросного сооружения) водоемочника, водоприемника;
- сведений о санитарно-эпидемиологической обстановке;
- данных об особо охраняемых видах флоры и фауны, о памятниках природы, заповедниках, находящихся в зоне влияния мелиоративной системы и сооружений.

Состав и тип природоохранных мероприятий, сооружений и устройств следует назначать на основе данных, характеризующих современное и прогнозируемое состояние (по физическим, химическим, биологическим показателям) природных объектов в увязке с типом, параметрами, режимом работы мелиоративной системы и сооружений.

Мероприятия по охране окружающей среды должны соответствовать основным принципам, приведенным в СП 100.13330.2016.

2.2.1 Рыбозащитные мероприятия и устройства

При проектировании водозаборов на рыбохозяйственных водоемах необходимо предусматривать по согласованию с органами рыбоохраны установку специальных приспособлений для предохранения рыбы от попадания в водозаборные сооружения.

Рыбозащитные, рыбопропускные сооружения следует проектировать в соответствии со СП 58.13330, СП 101.13330.

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых, реконструкции и расширении существующих мелиоративных объектов на рыбохозяйственных водоемах необходимо по согласованию с органами рыбоохраны предусматривать в проектах и сметах и осуществлять мероприятия

по сохранению рыбных запасов, а при строительстве плотин – и мероприятия по полному использованию водохранилищ под рыбное хозяйство.

При проектировании и строительстве новых, расширении и реконструкции действующих оросительных и осушительных систем необходимо предусматривать по заданию Федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство) более полное использование водных ресурсов для развития товарного рыболовства и увеличения запасов ценных видов рыб.

2.2.2 Защитные лесные насаждения

На мелиоративных системах следует предусматривать защитные лесные насаждения.

В зависимости от природных условий защитные лесные полосы (лесополосы) надлежит проектировать следующего назначения: полезащитные, водохранные, почвозащитные, озеленительные.

Площадь, предусматриваемая под создание полезащитных лесополос, должна составлять не более 4% площади орошения. Площадь лесополос вдоль магистральных и распределительных каналов следует устанавливать в зависимости от длины лесов и ширины лесополосы с учетом создания свободного доступа к каналам для очистки и ремонта. Длину лесополосы необходимо принимать не менее 60% длины канала.

Площадь для остальных групп лесополос (вдоль дорог, вокруг прудов, у поселков, насосных станций, на не использованных в сельском хозяйстве землях и т.п.) следует назначать, исходя из конкретных условий объекта.

Полезащитные лесные полосы надлежит располагать в двух взаимно перпендикулярных направлениях:

- продольном (основные) - поперек преобладающих в данной местности ветров (суховеяных, вызывающих пыльные бури, метелистых);
- поперечном (вспомогательные) - перпендикулярно продольным.

При проектировании организации территории орошаемых земель следует предусматривать, чтобы поля севооборотов и отдельные поливные участки длинной стороной располагались поперек направления преобладающих ветров или с отклонением от него не более чем на 30°.

На подверженных водной эрозии склонах крутизной более 1,5° продольные почвозащитные и водохранные лесные полосы необходимо располагать поперек склонов, по горизонталям в увязке с общей организацией территории, агротехническими и гидротехническими противоэрозионными мероприятиями.

Расстояние между полезащитными лесополосами необходимо принимать в зависимости от:

- типа почв (черноземные, каштановые, сероземные, полупустынные, пустынные) и степени подверженности их эрозии;
- расчетной высоты древесных пород H и дальности их эффективного влияния $30H$ на ветровой режим;
- способов и техники полива. При этом расстояние между продольными лесными полосами не должно превышать 800 м, поперечными - 2000 м, а на песчаных почвах - 1000 м.

Продольные полезащитные лесополосы надлежит предусматривать трех-, а поперечные двухрядными. Водоохранные лесные насаждения для защиты магистральных каналов и их ветвей необходимо проектировать трехрядными с одной стороны канала и двухрядными с каждой стороны. Вдоль одной стороны открытых коллекторов следует предусматривать лесные полосы из трех рядов. Вдоль крупных магистральных каналов и коллекторов лесные полосы надлежит принимать из 4-5 рядов с одной или обеих сторон.

При проектировании каналов вне орошаемых земель или по их границе лесные полосы следует создавать с опушкой из кустарников со стороны степи.

Крайний ряд насаждений вдоль каналов следует размещать на расстоянии, как правило, не менее 3 м от подошвы дамбы или откоса выемки. При высоте дамбы (глубине выемки) более 3 м это расстояние следует увеличивать до 4-5 м.

Ряд лесных насаждений следует предусматривать на расстоянии от края лотков 2,5-3 м, от трубопроводов - 2 м.

Расстояние между закрытыми коллекторами (дренами) и лесополосами следует принимать в соответствии с 7.4.6.4 (СП 100.13330.2016).

Защитные лесные полосы по границам орошаемых земель с участками интенсивной эрозии почвы следует предусматривать многорядными (4-5 рядов).

Защитные лесные насаждения вокруг прудов и водоемов следует проектировать из одного, двух или трех поясов. Первый пояс (берегоукрепительный) необходимо располагать в зоне расчетного подпорного уровня из двух и более рядов кустарников ив. Второй пояс посадок (ветроломные и дренирующие) из тополей и древовидных ив следует размещать между отметками расчетного и форсированного подпорных уровней. Третий пояс (противоэрозионный) надлежит предусматривать выше форсированного уровня из засухоустойчивых пород деревьев.

На обвалованных площадях в поймах рек следует предусматривать создание защитных лесных полос комплексного назначения из 2-4 рядов древесных пород (преимущественно тополей), размещаемых по границам участков, а также каналов проводящей осушительной сети.

Защитные лесные полосы в питомниках, садах, виноградниках, на чайных, цитрусовых плантациях следует размещать в виде сети взаимодействующих лесных полос: по внешним границам орошаемой территории - из 2-3 рядов, внутри орошаемой территории - из 1-2 рядов. Расстояние между первым рядом деревьев сада или других насаждений и лесополосой должно быть не менее принятой в саду (плантации) ширины междурядья.

Лесополосы вдоль дорог необходимо размещать на расстоянии 2,5-3 м от бровки кювета. Размещение лесополос вдоль линий электропередач и связи должно выполняться в соответствии с действующими нормативами по их строительству и эксплуатации.

Способы и технику полива защитных лесных насаждений следует предусматривать такими же, как и для орошаемых сельскохозяйственных угодий. Допускается создание дополнительной оросительной сети и применение поливной техники только для полива лесополос.

При использовании дождевальной техники для полива сельскохозяйственных культур необходимо использовать ее и для полива лесополос.

Ликвидация существующих лесных, кустарниковых полос и насаждений допускается только при технико-экономическом обосновании с учетом их экологического значения.

2.2.3 Охрана животных

На линейных сооружениях (каналах, трубопроводах) следует предусматривать специальные переходы для диких животных. Конструкцию и число переходов необходимо принимать на основании данных о путях миграций в зависимости от количества, видовых морфометрических и поведенческих особенностей мигрирующих животных.

Для водопоя и выхода попавших в каналы копытных животных следует предусматривать на трассе магистральных каналов через каждые 800 м уполуженные участки.

Не допускается уничтожение древесно-кустарниковой растительности химическими способами в местах массового обитания животных.

2.2.4 Противоэрозионные сооружения

Противоэрозионные гидротехнические сооружения в зависимости от назначения надлежит проектировать:

- водозадерживающие - валы-каналы, валы-террасы, запруды, полузапруды;
- водонаправляющие - нагорные каналы, валы и каналы для рассредоточения концентрированных потоков воды;
- водосбросные (сопрягающие) - быстротокки, перепады.

Противоэрозионные сооружения в комплексе с другими мероприятиями на орошаемых и осушаемых землях должны обеспечивать прекращение развития овражной сети, уменьшать и в дальнейшем создавать условия для прекращения эрозионных процессов на всем орошаемом или осушаемом массиве.

Проектирование противоэрозионных гидротехнических сооружений необходимо вести с учетом минимального отвода земель под сооружения, сохранения конфигурации полей севооборотов, удобной для обработки. Допускается совмещать сооружения различного назначения. Тип и конструкцию противоэрозионных гидротехнических сооружений следует назначать с учетом требований 8.2 (СП 100.13330.2016).

Класс противоэрозионных сооружений, защищающих орошаемые или осушаемые земли, следует определять в соответствии с 5.7 (СП 100.13330.2016). Расчетные максимальные расходы воды должны определяться в соответствии с требованиями СП 58.13330.

2.2.5 Охрана вод

Мероприятия и требования по охране водных и связанных с ними природных ресурсов при проектировании мелиоративных систем должны определяться на основе схем комплексного использования и охраны водных ресурсов и схем развития мелиорации бассейна, региона.

При проектировании в составе мелиоративной системы водохранилищ как источников водозабора или приемников возвратных вод мероприятия по охране вод должны определяться в соответствии с СП 31.13330.

На мелиоративных системах и прилегающих к ним территориях необходимо предусматривать мероприятия по охране вод от истощения, изменения водного режима охраняемых природных комплексов, а также по сохранению или улучшению водного режима и условий водопользования.

Лесомелиоративными мероприятиями для охраны вод от загрязнения необходимо предусматривать создание водоохранных лесных зон и лесополос, соответствующих общей системе защитного лесоразведения. Водоохранные зоны следует создавать по берегам водоемов, водохранилищ с сохранением естественной растительности и включением в них деревьев и кустарников, имеющих хозяйственную ценность и высокий водоохраный эффект.

Санитарно-гигиенические мероприятия следует предусматривать для обеспечения санитарных требований к режиму (расходы, запасы, уровни поверхностных и подземных вод) и качеству вод, определяемых в СанПиН 2.1.5.980. При использовании водных объектов мелиоративной системы или источников, находящихся в зоне ее влияния, для хозяйственно-питьевого водоснабжения требования к охране источника и водопроводных сооружений определяются в соответствии с СП 31.13330.

2.3 Объемы основных мелиоративных работ

В заключительной части курсового проекта систематизируются виды и определяются объемы запроектированных мелиоративных мероприятий.

Виды и объемы мелиоративных работ представляются в форме таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Объемы основных работ по мелиоративной системе

№	Наименование работ и объектов	Единица измерения	Количество единиц
1	Строительство открытой сети		
1.1	Протяженность открытой сети	км	3,9
1.2	Объем выемки грунта	м ³	28340
2	Строительство закрытого дренажа		
2.1	Площадь закрытой сети	га	80
2.2	Суммарная длина дрен	км	26,66
2.3	Длины коллекторов:	м	3574
3	Строительство сооружений и дорог		
3.1	Сооружения на открытой сети: - проезды трубчатые	шт.	1
3.2	Сооружения на закрытой сети: - дренажные устья	шт.	10
	- колодцы- смотровые	шт.	4
	- колодцы-наблюдательные	шт.	13
3.3	Дорожная сеть	км	4,1
3.4	Лесополосы	м ²	20500

Подсчеты объемов работ проводятся непосредственно по запроектированным мероприятиям и элементам мелиоративной системы на плане и профилях. Для канала, по которому отсутствует продольный профиль, объем выемки

грунта определяется умножением его общей длины на среднюю площадь поперечного сечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе запроектирована водосборно – дренажная система фермерского хозяйства площадью 25,57 га.

Выполнена трассировка дренажной сети фермерского хозяйства.

Определены расчетные расходы сточных вод на участках сетей.

Подобраны материалы труб для устройства сетей водоснабжения и водоотведения:

- для дренажной сети – гофрированные двухслойные трубы полиэтиленовые ТУ 2248-030-41989945-04;

- для ливневой сети – трубы из поливинилхлорида

Подобраны диаметры труб:

- для ливневой сети – 100 мм;

- для дренажной сети – 200 мм.

Построены продольные профили ливневой и дренажной сетей водоотведения по в соответствии с требованиями ГОСТ 21.704-2011.

Глубина заложения труб составила:

- дренажной сети – от 3 до 3,96 м;

- ливневой сети – от 2,5 до 4,03 м.

Для очистки бытовых и поверхностных сточных вод подобраны локальные очистные сооружения.

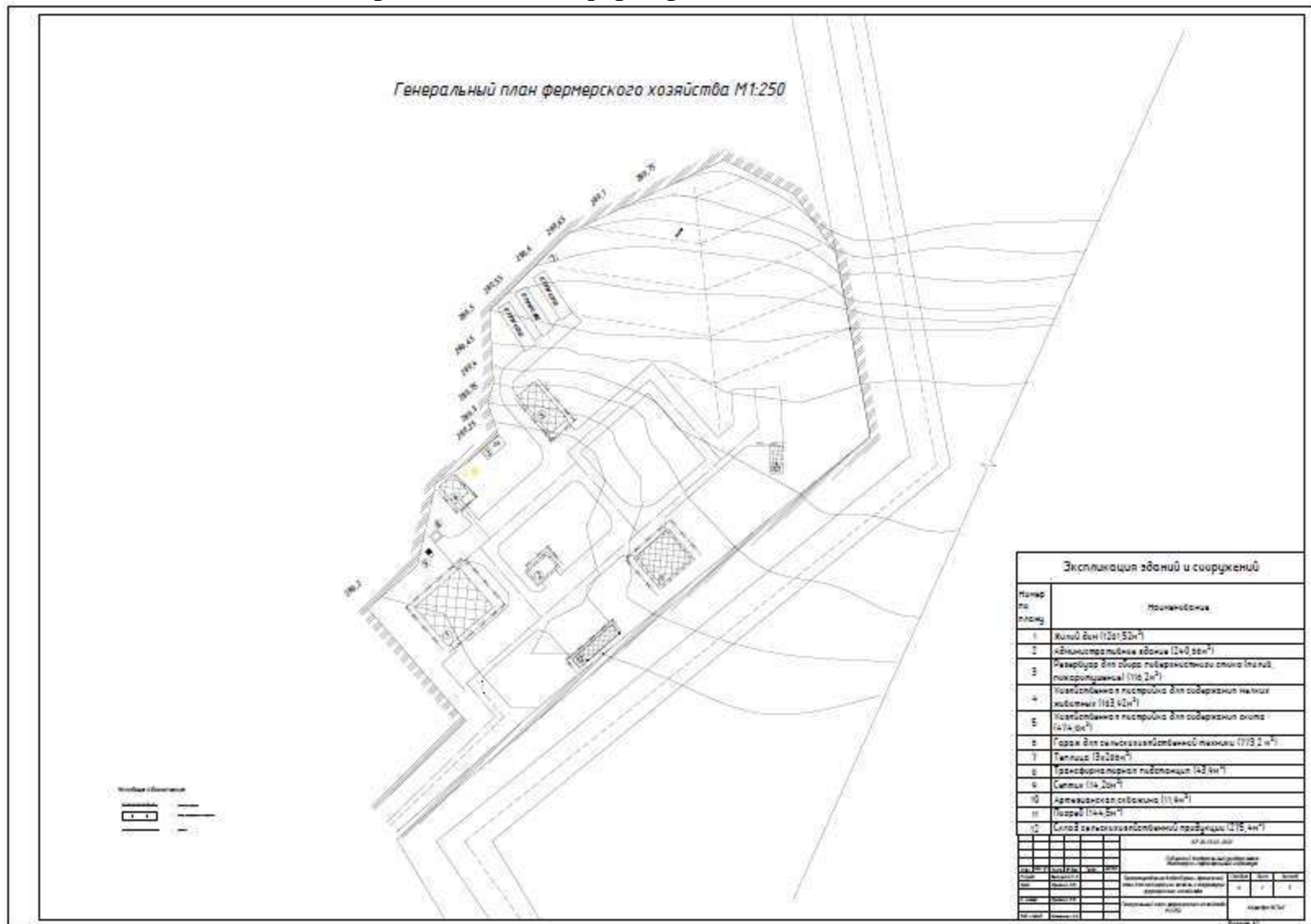
В разделе «Мероприятия по охране окружающей среды» проведены расчеты объемов основных мелиоративных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сельскохозяйственные мелиорации «Мелиорация и водное хозяйство». Лихацевич А. П., Голченко М.Г., Михайлов Г.И.; под ред. А.П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010г.
2. Голченко М.Г., Михайлов Г.И., Равовой П.У. «Эксплуатация гидромелиоративных систем». - Ташкент. Высшая школа. 2019г
3. Государственная программа «сохранение и использование мелиорированных земель». - Минск 2010г.
4. Закон о мелиорации земель.
5. Проектирование и расчет закрытых осушительных и осушительно-увлажнительных систем: Методические указания. / БГСХА – Горки, 1993.
6. Таблицы для гидравлического расчета, канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н Павловского. / Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Справочное пособие. – изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974 г. - 156 с.
7. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 16 декабря 2016 г. № 951/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.).
8. СП 31.13330.2012 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями № 1, 2, 3, 4), утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. № 635/14 и введен в действие с 01 января 2013 г.
9. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85, утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 860/пр и введен в действие с 26 июня 2019 г
10. СП 100.13330.2016 СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения.

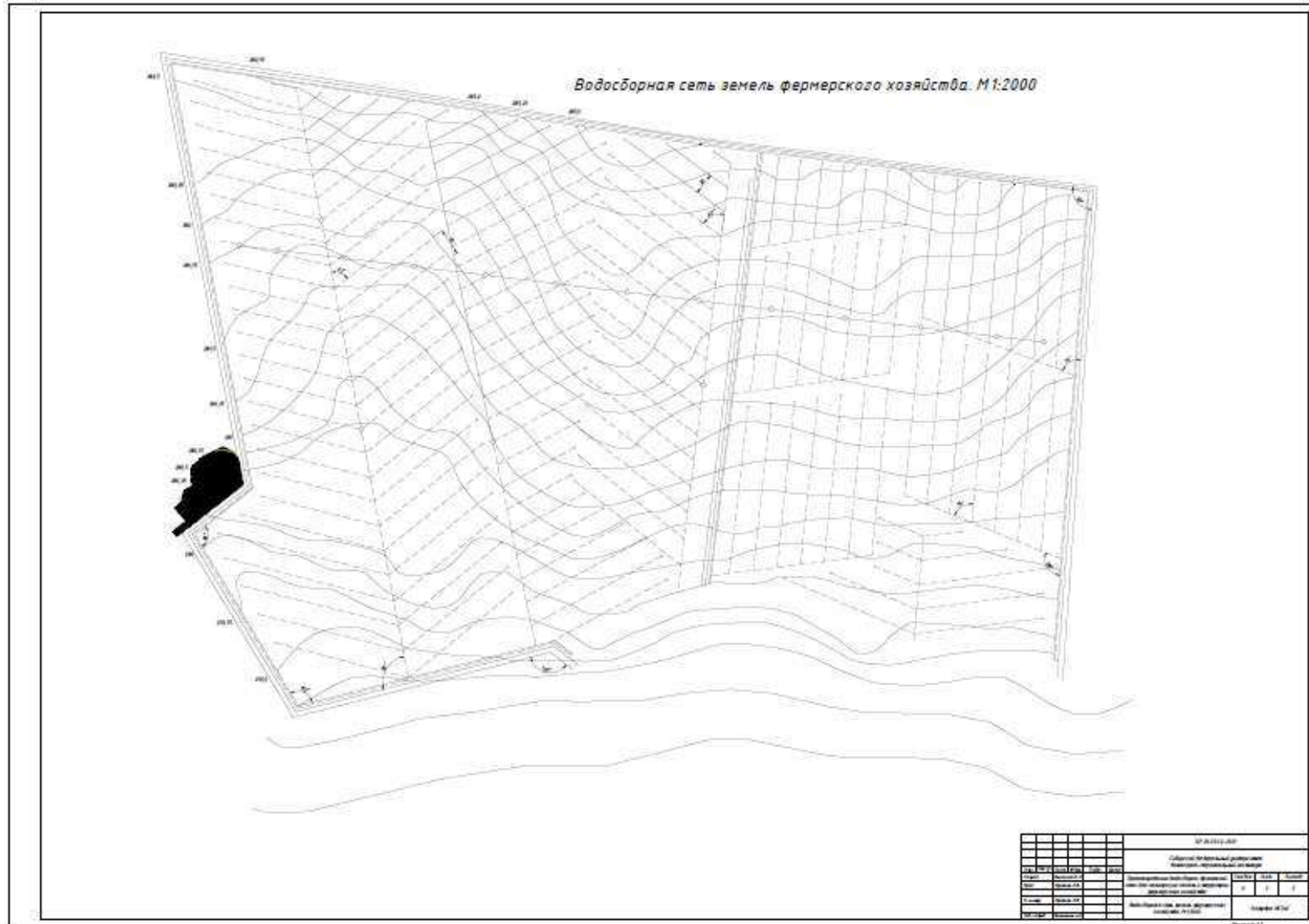
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Генеральный план фермерского хозяйства М1:250



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

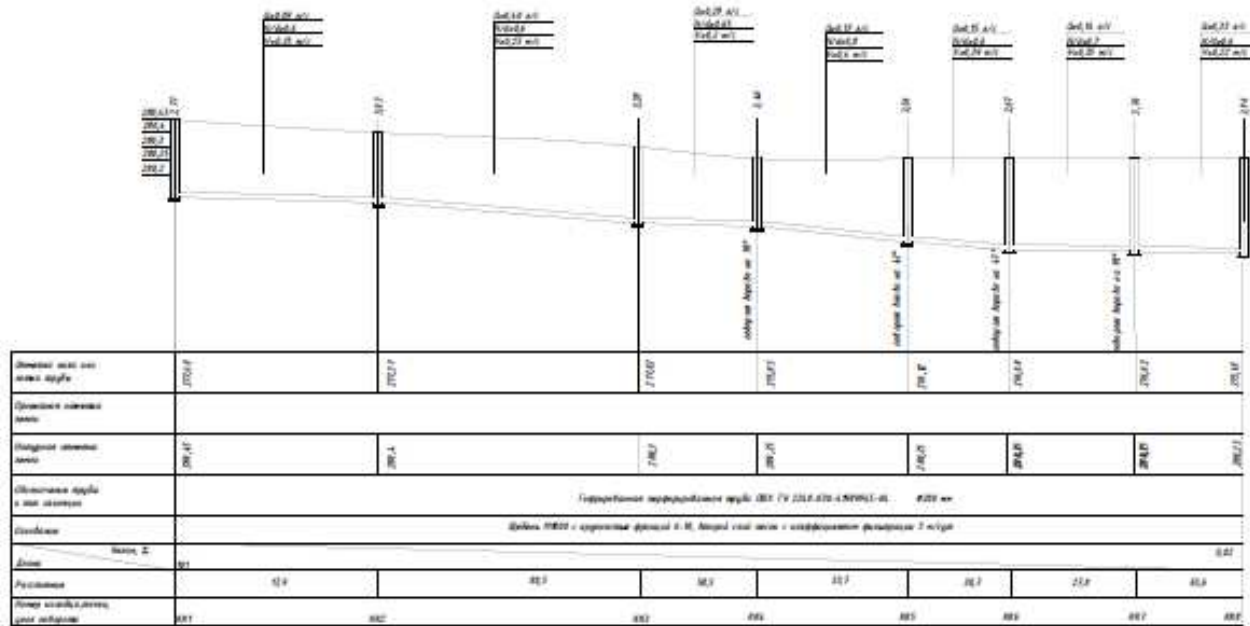
Водосборная сеть земель фермерского хозяйства. М 1:2000



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Продольный профиль трассы водоотводящей сети К2

Продольный профиль трассы водоотводящей сети К2

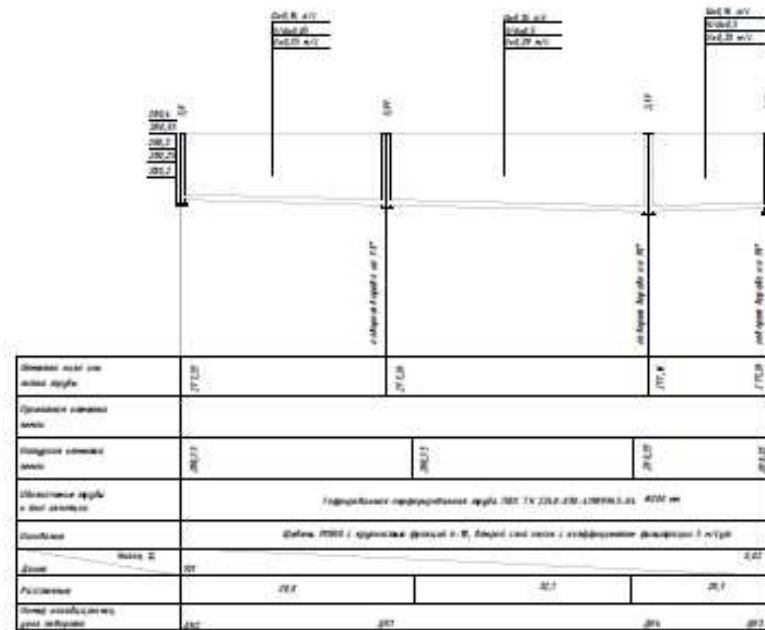


ИП 20.03.2017									
Городской Канализационный завод Иркутской области									
Вид	ИП 20	К2	К2	К2	К2	К2	К2	К2	К2
Содержит	Содержит 1.0								
Содержит	Содержит 1.0								
Содержит	Содержит 1.0								
Содержит	Содержит 1.0								
Продольный профиль трассы Канализационной сети К2								Иркутск ИСЗК	
Всего листов: 02									

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети

Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети

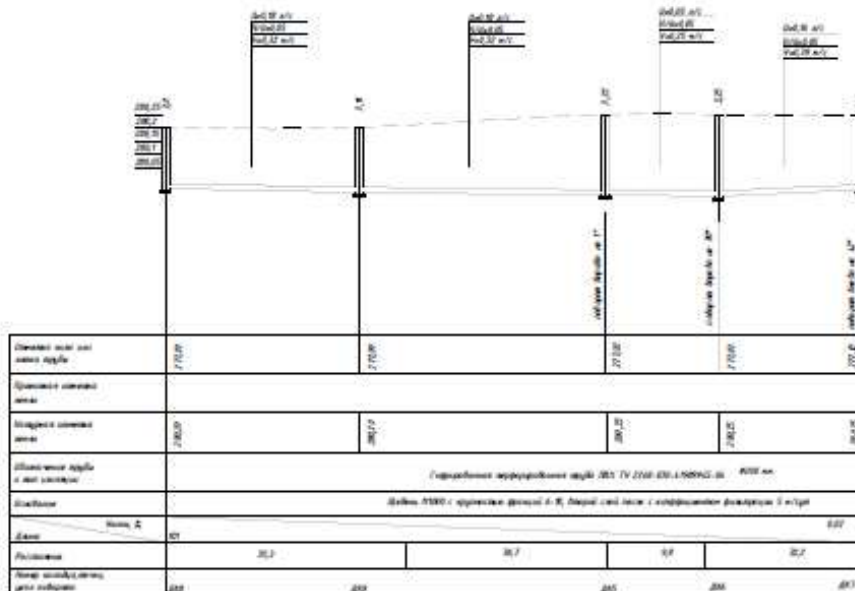


ИЗ-20.03.01-2017					
Титульный лист					
Информация об объекте					
№ п/п	Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена	Итого
1	Проектная документация	шт.	1		
2	Работы по монтажу	шт.	1		
Итого:					
Продолжение таблицы					Лист 1 из 1

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети

Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети




ИП 20.03.01.2021					
Институт федеральной собственности «Научно-исследовательский институт»					
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Продольный профиль трассы водоотводящей дренажной сети				Итого	Итого
Итого				Итого	Итого

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

«30» июня 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Приодообустройство и водопользование»
20.03.02.06 «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
обводнения и водоотведения»
по направлению подготовки, профилю

«Проектирование водосборно-дренажной сети для мелиорации земель
и территории фермерского хозяйства»
тема

Научный руководитель


подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

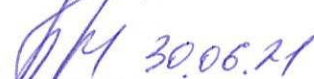
Л.В. Приймак
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

П.Л. Высоцкая
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

Л.В. Приймак
инициалы, фамилия

Красноярск 2021