

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГОУ ВПО «Брянская государственная с/х академия»

Институт повышения квалификации кадров агробизнеса

Кафедра природообустройства и водопользования

Дунаев А.И.

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ И ПРИРОДООХРАННЫЕ
МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ОСУШЕНИИ С/Х ЗЕМЕЛЬ**

Учебное пособие

по курсовому и дипломному проектированию

Рекомендовано УМО по образованию в области природообустройства и водопользования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки (специальностям) - *«Мелиорация, рекультивация и охрана земель»*.

Брянск - 2013

УДК-626.8:631.6

ББК-40.6

Д-83

Дунаев, А.И. Оценка воздействия и природоохранные мероприятия при осушении с/х земель: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / А.И. Дунаев. - Брянск: издательство Брянской ГСХА, 2013. – 132 с.

В пособии рассмотрены расчетные методы и способы оценки основных воздействий осушения с/х земель на природные компоненты ландшафтов в условиях гумидной зоны РФ и вопросы обоснования природоохранных мероприятий при проектировании гидромелиоративных систем. Излагаются методики расчетов по прогнозированию воздействия мелиорации и обоснованию природоохранных мероприятий. Приводятся расчетные формулы, примеры расчетов и основные справочные показатели как по мере изложения материала, так и в виде отдельных приложений.

Рекомендуется студентам для выполнения разделов ОВОС и охраны природы при курсовом и дипломном проектировании по тематике гидромелиорации с/х земель.

Ориентировано на студентов, обучающихся по специальности 280401 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», а так же специалистам – проектировщикам водохозяйственных организаций.

Рецензенты

А.А. Кужелев – ГИП отдела мелиорации и кап. ремонта проектного института ОАО «Брянскгипроводхоз».

Е.А. Мельникова – кандидат техн. наук, доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды БГИТА.

В.Н. Рыбкин – доктор техн. наук, профессор ФГОУ ВПО МГУП.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета энергетики и природопользования Брянской государственной с/х академии, протокол №6 от 15.06.2012 года.

© Дунаев А.И., 2013

© Брянская ГСХА, 2013

Содержание

Введение	5
1. Мелиоративная ландшафтно-экологическая оценка территории	
1.1. Общие положения и определение природно-мелиоративного потенциала ПТК	7
1.2. Определение экологической допустимости трансформации ландшафта	11
1.3. Оценка изменения экологического разнообразия территории	14
1.4. Оценка общей экологической устойчивости территории	15
1.5. Примеры расчетов по ландшафтно-экологической оценке территории	17
2. Воздействие на гидрогеологический режим территории	
2.1. Установление зон влияния мелиоративной системы	30
2.2. Определение размеров зон влияния осушительной системы.....	33
2.3. Расчет понижения уровня грунтовых вод на прилегающей территории	34
3. Воздействие на почвенный покров	
3.1. Прогноз потери гумуса при производстве мелиоративно-строительных работ	41
3.2. Оценка осадки поверхности и изменения свойств торфа осушаемых торфяников	46
3.3. Прогнозирование изменения плотности и коэффициента фильтрации торфа	51
3.4. Оценка трансформации торфяной залежи	56
3.5. Примеры расчетов по оценке изменений осушаемых торфяников.....	59
4. Загрязнение водоприемника	
4.1. Оценка качества стока мелиоративной системы.....	64
4.2. Оценка химического загрязнения реки-водоприемника	76
5. Природоохранные мероприятия	
5.1. Охрана почв	88
5.2. Охрана вод водоприемника	91
5.3. Охрана флоры и фауны	98

5.4.	Улучшение и облагораживание ландшафта	100
5.5.	Противопожарные мероприятия на осушаемых торфяниках...	101
5.6.	Расчет противопожарной водообеспеченности на осушаемых торфяниках	105

Приложения

Приложение 1. Расчетные формулы и показатели для установления параметров дренажного стока..... 113

Приложение 2. Формулы и расчетные показатели для оценки выноса биогенных ингредиентов дренажным стоком..... 115

Приложение 3. Формулы и расчетные показатели для оценки выноса биогенных ингредиентов поверхностным стоком..... 118

Приложение 4. Обобщенные показатели качества стока мелиоративных систем..... 120

Приложение 5. Номограммы для определения концентраций нитратного и аммонийного азота в стоке осушительных систем..... 123

Приложение 6. Номограммы для определения осадки торфа при осушении болот..... 127

Приложение 7. Общие требования к составу и свойствам воды водотоков и водоемов..... 128

Литература..... 130

Введение

Проектирование природоохранных мероприятий в проектах мелиорации земель осуществляется на основе оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Тематика ОВОС осушения с/х земель охватывает вопросы проектирования как осушительных систем, так и систем двухстороннего регулирования (осушительно-увлажнительных, осушительно-оросительных).

Материалы ОВОС должны содержать конкретные материалы как качественной, так и количественной (расчетной) оценок воздействия проектируемых мероприятий на окружающую среду. Эти материалы могут представлять собой отдельный раздел в проектах мелиоративных систем и иметь характер проектной (авторской) экологической экспертизы проекта.

Основными задачами ОВОС являются:

- выявление, оценка и анализ прямых проектных и косвенных (предполагаемых долгосрочных) воздействий, связанных с хозяйственной деятельностью на мелиорируемой территории и функционированием самого объекта мелиорации;
- прогнозирование изменений и последствий в окружающей среде (ландшафтах и экосистемах) по результатам установленных воздействий;
- максимальный учет в проектных решениях предполагаемых изменений с целью их снижения или полного предотвращения.

Оценка воздействия на окружающую среду должна производиться:

- в соответствии с действующими нормативно-техническими требованиями (соотв. СНиП);
- в нормативно-правовых рамках природоохранного законодательства Российской Федерации;
- с учетом местных (региональных) требований в зависимости от экологического состояния и значимости территории (на основе согласований с местными органами власти и санитарного надзора).

Основными объектами воздействия мелиоративной системы являются: почвенный покров, почвенно-грунтовые воды, речной сток, воздушная среда,

флора и фауна и попадающие в зону влияния прилегающие ландшафты, населенные пункты и пр. объекты. Выбор конкретных объектов для оценки воздействия в большой степени зависят от природно-хозяйственных условий и технических особенностей мелиоративной системы.

При разработке проектов осушительных систем с/х назначения материалы ОВОС и природоохранных мероприятий формируются в основном на решении следующих вопросов и задач:

- определение размеров зон влияния осушительной системы на прилегающую территорию;
- изменение водного режима территории (снижение уровня грунтовых вод, изменение водного баланса);
- влияние мелиоративно-строительных работ на почвенный покров, растительность и фауну;
- оценка качества поверхностного и дренажного стока;
- оценка загрязнения водных объектов (водоприемников);
- установление размеров водоохраных зон;
- изменение биопродуктивности ландшафтов в связи с изменением водного режима зоны аэрации земель прилегающей территории;
- оценка трансформации торфяников и их пожароопасности при длительном и интенсивном с/х использовании;
- общая ландшафтно-экологическая оценка трансформации и экологической устойчивости территории вследствие строительства мелиоративной системы.

1 Мелиоративная ландшафтно-экологическая оценка территории

1.1 Общие положения и определение природно-мелиоративного потенциала ПТК

1.1.1 Общие положения

Гидромелиоративные системы могут значительно влиять на ландшафты и существенно трансформировать экосистемы, в результате чего снижается биологическое разнообразие, изменяется продуктивность ландшафтов, их барьерные функции, ухудшается устойчивость к эрозийным процессам и пр..

Ландшафтно-мелиоративный прогноз позволяет устанавливать возможные изменения ландшафтов под воздействием мелиорации и показывать ее возможные негативные последствия. Ландшафтно-мелиоративный прогноз строится на основе теоретических и практических исследований географических наук с широким использованием материалов ландшафтно-мелиоративного картографирования. При осуществлении ландшафтно-экологической оценки мелиорируемой территории возникает необходимость решения следующих задач:

- осуществление оценки мелиоративной неустроенности территории;
- определение природно-мелиоративного потенциала ландшафтов;
- установление мелиоративно-экологического потенциала ландшафтов;
- определение экологической устойчивости (стабильности) территории.

В качестве основного критерия оценки различных видов мелиоративной неустроенности территории с/х назначения используется единый показатель снижения с/х бонитета ландшафта – процент недобора урожая. Относительная значимость различных видов мелиоративной неустроенности определяется [12] по специальным установленным шкалам (табл. 1.1).

В качестве исходных материалов, необходимых для определения картометрических показателей ландшафтов и выполнения соотв. расчетов, рекомендуется использовать крупномасштабные ландшафтные (ландшафтно-

мелиоративные) карты М1:10000 (1:20000), а также материалы топографической съемки, уточняемые проектировщиками на основе ландшафтно-экологических, ботанико-культуртехнических и др. изысканий. При анализе материалов ландшафтного картографирования особое внимание следует уделять:

- выявлению и определению площадей ландшафтных комплексов, не использующихся (или использующихся неэффективно) в хозяйственной деятельности из-за воздействия лимитирующих факторов мелиоративной неустроенности;

- выявлению качественных и количественных характеристик типов местности и характерных доминантных и редких урочищ.

При работе с топографическими картами следует акцентировать внимание на своеобразии рельефа: характере его расчленения, крутизне склонов, густоте оврагов и пр., а также на видовом составе и характере размещения растительности, степени трансформации ПТК под воздействием антропогенных факторов.

1.1.2 Определение природно-мелиоративного потенциала ПТК

Природно-мелиоративный потенциал ($\Pi_{\text{пм}}$) определяется на основе оценки мелиоративной неустроенности территории. Величина $\Pi_{\text{пм}}$ указывает на возможности повышения бонитета ПТК при условии полной ликвидации их мелиоративной неустроенности. Оценка снижения с/х бонитета ландшафтов по отдельным видам мелиоративной неустроенности осуществляется при помощи специально разработанных шкал (см. табл. 1.1).

Величина природно-мелиоративного потенциала всей анализируемой территории в целом определяется как средневзвешенная величина всех ландшафтных контуров:

$$\Pi_{\text{пм}} = \frac{\Pi_1 \cdot S_1 + \Pi_2 \cdot S_2 + \dots + \Pi_j \cdot S_j}{S}, \% \quad (1.1)$$

где $\Pi_1, \Pi_2 \dots \Pi_j$ - показатели потенциалов соответствующих ландшафтных контуров, %;

$S_1, S_2 \dots S_j$ - площади соотв. контуров, га;

S - общая площадь рассматриваемой территории, га.

При наличии на одной и той же площади нескольких видов мелиоративной неустроенности, величина природно-мелиоративного потенциала определяется как средне-интегральная величина:

$$P_j = P_{осн} + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n} \quad (1.2)$$

где $P_{осн}$ – показатель основного вида мелиоративной неустроенности (максимальной величины), %;

$\sum_{i=1}^{n-1} P_i$ - сумма показателей остальных видов мелиоративной неустроенности, %;

n – общее количество видов мелиоративной неустроенности ландшафтного контура.

При выполнении расчета по формуле (1.2) следует иметь в виду, что результирующий показатель (P_j) должен быть $\leq 100\%$. В отдельных случаях (например, когда заболоченный ландшафтный контур имеет высокие степени закустаренности, каменистости и пр.) результат расчета может превысить 100%. В этих случаях следует принимать $P_j=100\%$.

Таблица 1.1 Исходные оценочные показатели мелиоративной неустроенности ландшафтов
(по В.С.Аношко и М.Н.Брилевскому)

Зоболоченность			Культуртехническая неустроенность						Эродированность		Степень окультуренности	
степень переувлажнения почв	P _{пер} , %		закустаренность		контурность		завалуненность (каменистость)		степень	P _{эр} , %	индекс окультуренности (I _{ок})	P _{ок} , %
	глинистые, суглинистые	песчаные, супесчаные	степень (% от площади с/х угодий)	P _{зак} , %	средний размер контура, га	P _{кон} , %	степень, м ³ /га	P _к , %				
Автоморфные	0	0	до 5,0	0	более 15,0	0	менее 5	0	отсутствует	0	1,00	0
Временно-избыточные	5	0	5,1-10,0	5	15,0-13,1	2	слабая	1	слабая	15	0,99-0,90	3
Увлажненные	10	0	10,1-20,0	11	13,0-11,1	4	(5-15)	2	средняя	34	0,89-0,80	9
Глееватые	35	20	20,1-30,0	20	11,1-9,1	6	средняя (15-25)	6	сильная	51	0,79-0,70	15
Глеевые	50	40	30,1-50,0	32	9,0-7,1	9					0,69-0,60	20
Торфяно-болотные	78		более 50,0	49	7,0-5,1	12	сильная (25-40)	15			0,59-0,50	26
					5,0-3,1	15					0,48-0,40	32
					3,0-2,1	19	очень сильная (более 40)	25			0,39-0,30	39
					менее 2	24					менее 0,30	50

1.2 Определение экологической допустимости трансформации ландшафта

Величина экологической допустимости трансформации (упрощения) природно-территориального комплекса вследствие мелиорации земель определяется разницей между природно-мелиоративным ($P_{ПМ}$) и мелиоративно-экологическим ($P_{МЭ}$) потенциалами (ΔP_{Δ}):

$$\Delta P_{\Delta} = P_{ПМ} - P_{МЭ}, \% \quad (1.3)$$

где ΔP_{Δ} – потенциал регуляции, %;

$P_{ПМ}$ – показатель снижения бонитета ландшафтов от j -го количества видов их мелиоративной неустроенности, % (см. п. 1.1).

Мелиоративно-экологический потенциал территории, попадающей в зону прямого воздействия мелиоративной системы, определяется по формуле:

$$P_{МЭ} = \frac{P_{ПМ} \cdot [\Delta I]}{100}, \% \quad (1.4)$$

где $[\Delta I]$ – уровень экологической допустимости упрощения (трансформации) ландшафтов исследуемой территории, %.

Величина $[\Delta I]$ определяется по спец. установленной шкале для соотв. групп ПТК (см. рис. 1.1) в зависимости от коэффициента ландшафтной неоднородности (K_H), определяемого по формуле:

$$K_H = K_P \cdot K_K \quad (1.5)$$

где K_P – коэффициент расчленения ландшафта, характеризующий сложность форм урочищ (особенности распространения урочищ);

K_K – коэффициент контрастности ландшафта, характеризующий степень различия свойств урочищ (по местоположению, литологическому составу, почвенному покрову, характеру растительности и степени увлажненности).

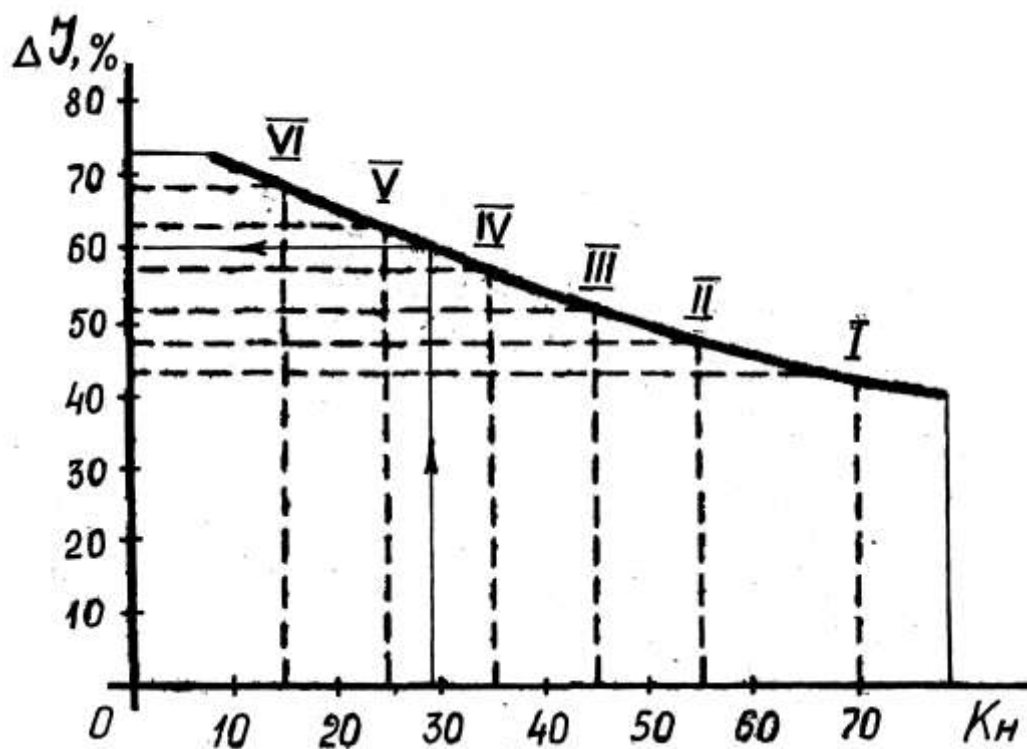


Рис.1.1 Примерные уровни экологической допустимости трансформации ландшафтов $[\Delta J]$ при мелиорации земель для различных групп ПТК в зависимости от коэффициента ландшафтной неоднородности - K_n (по В.С.Аношко и М.Н.Брилевскому).

Величина коэффициента расчленения для исследуемой территории в целом определяется как средневзвешенная величина:

$$K_p = \frac{K_{p1} \cdot S_1 + K_{p2} \cdot S_2 + \dots + K_{pi} \cdot S_i}{S} \quad (1.6)$$

где $K_{p1}, K_{p2}, \dots, K_{pi}$ - коэффициент расчленения для соотв. видов урочищ;

S_1, S_2, \dots, S_i - площади контуров соотв. видов урочищ;

S - общая площадь территории.

Коэффициент расчленения урочища определяется по формуле (В.С.Аношко, М.Н.Брилевский):

$$K_{pi} = \frac{L_i}{3.54 \cdot \sqrt{S_i}} \quad (1.7)$$

При наличии на рассматриваемой территории нескольких (n) одинаковых ландшафтных контуров величина K_{Pi} определяется по средним параметрам:

$$L_{i(ср)} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (1.8)$$

$$S_i = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (1.9)$$

где L_i - длина границы соотв. контура (периметр), м;

S_i - площадь контура, м².

Коэффициенты контрастности (K_{ki}) соотв. урочищ определяются по шкалам контрастности, составляемых в баллах (см. табл.1.2), а коэффициент контрастности для всей территории в целом рекомендуется определять по формуле Ю.К.Юодиса:

$$K_K = \frac{K_{k1} \cdot f_1 + K_{k2} \cdot f_2 + \dots + K_{ki} \cdot f_i}{20} \quad (1.10)$$

где $K_{k1}, K_{k2}, \dots, K_{ki}$ - баллы контрастности;

f_1, f_2, \dots, f_i - площади, занимаемые соотв. урочищами в % от общей площади (S).

Таблица 1.2 Шкала контрастности урочищ (фрагмент)

Типы урочищ	Виды урочищ	Литологический состав	Группы по уровню контрастности
Моренные равнины	Волнистые	Рыхлые	2
		Двучленные	3
		Связные	4
	Пологоволнистые	Рыхлые	3
		Двучленные	4
		Связные	4
	Пологоволнистые	Рыхлые	3
		Двучленные	4
		Связные	5
	Плоские	Рыхлые	4
		Двучленные	5
		Связные	6
Ложбины стока, балки	U-образные	Рыхлые	5
		Двучленные	6
		Связные	7

1.3 Оценка изменения экологического разнообразия территории

Экологическое разнообразие территории характеризуется индексом экологического разнообразия (I , м²/га), а его изменение в результате мелиорации выражается формулой:

$$\Delta I = \frac{(I_1 - I_2) \cdot 100}{I_1}, \% \quad (1.11)$$

где I_1, I_2 - индексы экологического разнообразия соотв. до и после мелиорации, м²/га.

Количественное выражение (индекс) экологического разнообразия территории определяется по формуле (по Ю.Э. Мандеру):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot L_i \cdot \sqrt{\frac{S}{S - S_i}}}{S}, \text{ м}^2/\text{га} \quad (1.12)$$

где l_i – длина i -го экотона (ландшафтного контура), м;

L_i – влияние соответствующего экотона на прилегающую территорию, м;

S_i - площадь соответствующего участка, га;

S – общая площадь анализируемой территории, га.

Для сохранения экологической устойчивости ландшафтов и его средовоспроизводящих функций необходимо выполнение условия:

$$\Delta I < [\Delta I] \quad (1.13)$$

где $[\Delta I]$ - допустимый экологический уровень упрощения ландшафта, % (см. п.1.2).

1.4 Оценка общей экологической устойчивости территории

Воздействие осушения и последующая распашка мелиорируемых земель может приводить к снижению экологической устойчивости как мелиорируемой территории, так и территории водосбора водоприемника осушительной системы. Экологическая устойчивость территории оценивается по шкале (табл.1.3).

Таблица 1.3 Экологическая устойчивость природных и техноприродных систем

Коэффициент стабильности (K_c)	Характер устойчивости
$\leq 0,33$	очень низкая
0,34-0,50	низкая
0,51-0,66	средняя
0,67-1,00	высокая

Показатель экологической устойчивости определяется по формуле [5]:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot K_{1i} \cdot K_{2i}}{A} \quad (1.14)$$

где A – общая площадь водосбора, км²;

f_i - площадь i -го угодья, км²;

K_{1i} – коэффициенты стабильности соответствующих ландшафтных угодий (см. табл. 1.4);

K_{2i} - коэффициенты, учитывающие геолого-морфологическую устойчивость рельефа соответствующих ландшафтных участков (табл.1.5). Коэффициенты (K_{2i}) зависят от степени наличия факторов, определяющих изменчивость рельефа: крутизна склонов, площадь овражно-балочной сети, наличие незакрепленных песков, оползневых процессов и пр..

Таблица 1.4 Коэффициенты экологической устойчивости территории (K_{1i})

Характеристика территории	K_1
Леса: - широколиственные - смешанные - хвойные	1,00 0,63 0,38
Сады, лесные культуры, лесополосы	0,43
Болота, водотоки, водоемы	0,79
Луга с хорошо развитым травостоем	0,62
Целина, старая залежь	0,40
Выгон, пастбища	0,35
Пашня (в среднем)	0,14
Урбанизированные территории (населенные пункты, производственно-промышленные зоны и пр.)	-1,00

Таблица 1.5 Коэффициенты, учитывающие геолого-морфологическую устойчивость рельефа (K_{2i})

Устойчивость рельефа	K_2	Примечания
Стабильный	1,0	отсутствие явно выраженных эрозионных процессов (крутизна склонов $<1^0$)
Среднестабильный	0,9	-
Периодически нестабильный	0,8	-
Нестабильный	0,7	крутизна склонов $>3^0$, наличие действующих оврагов, эродируемых склонов и пр.

1.5 Примеры расчетов по ландшафтно-экологической оценке территории

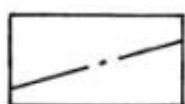
По проектным показателям гидромелиоративной системы, изображенной на рис.1.2, ниже приводятся примеры расчета по вышеизложенным задачам ландшафтно-экологической оценки мелиорируемой территории.

1.5.1 Исходные расчетные материалы

На основе материалов ландшафтного картографирования и проектно-изыскательских данных:

- уточняем ландшафтную контурность и природные характеристики ландшафтов (см. табл. 1.6);
- изображаем расчетную схему в виде совмещенной выкопировки из соответствующих картографических и проектных материалов (рис. 1.3);
- производя соответствующие картографические измерения (см. рис. 1.3), получаем исходные расчетные показатели ландшафтных контуров (см. табл.1.7).

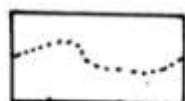
Условные обозначения к рис. 1.3



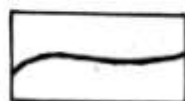
-- границы мелиорации



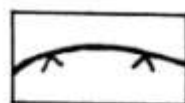
-- проводящие и оградительные осушительные каналы



-- границы ландшафтных контуров



-- границы почвенных разностей



-- граница нулевой залежи торфа



-- номер контура / площадь контура, га

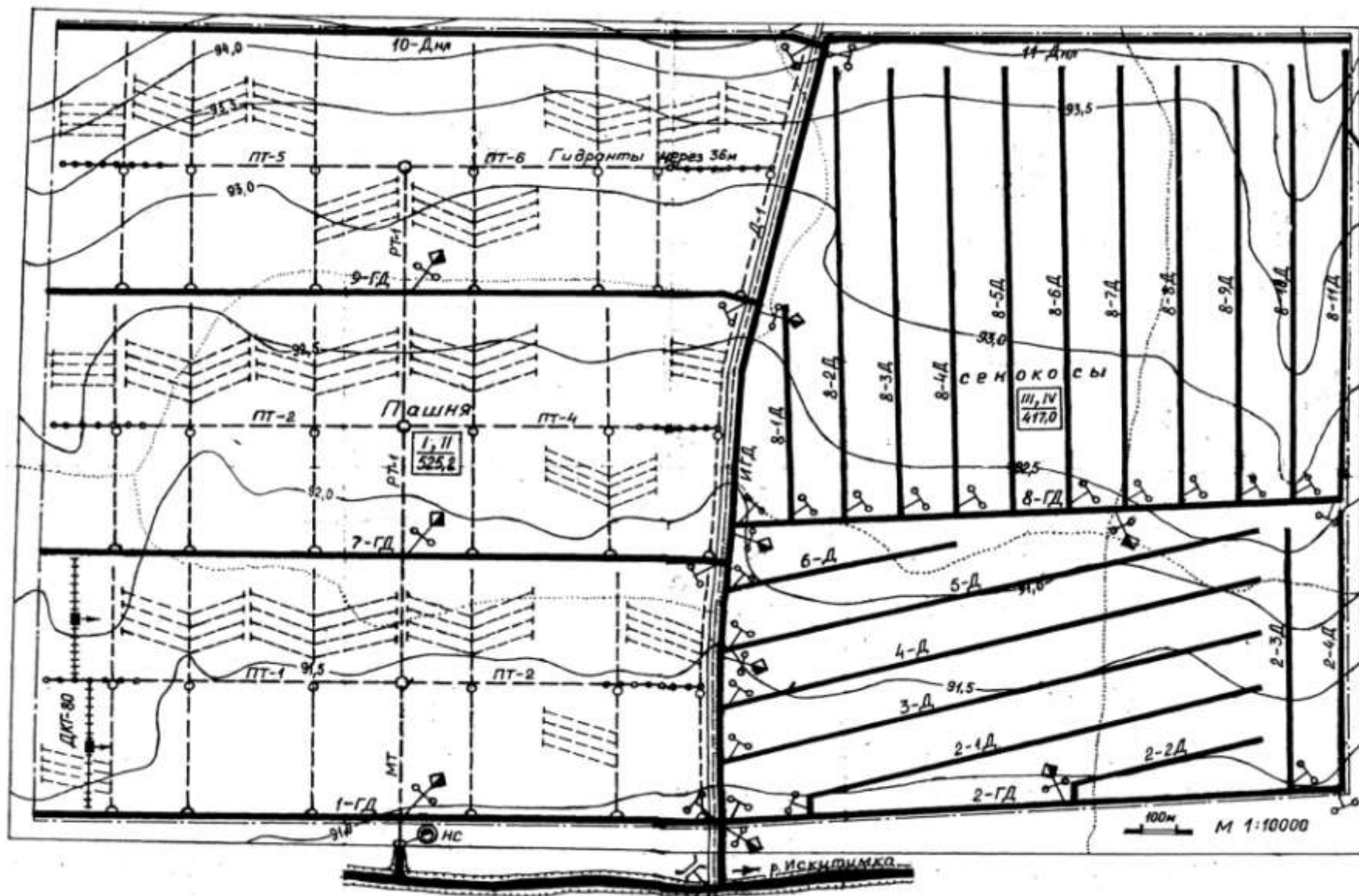


Рис. 1.2 План гидромелиоративной системы

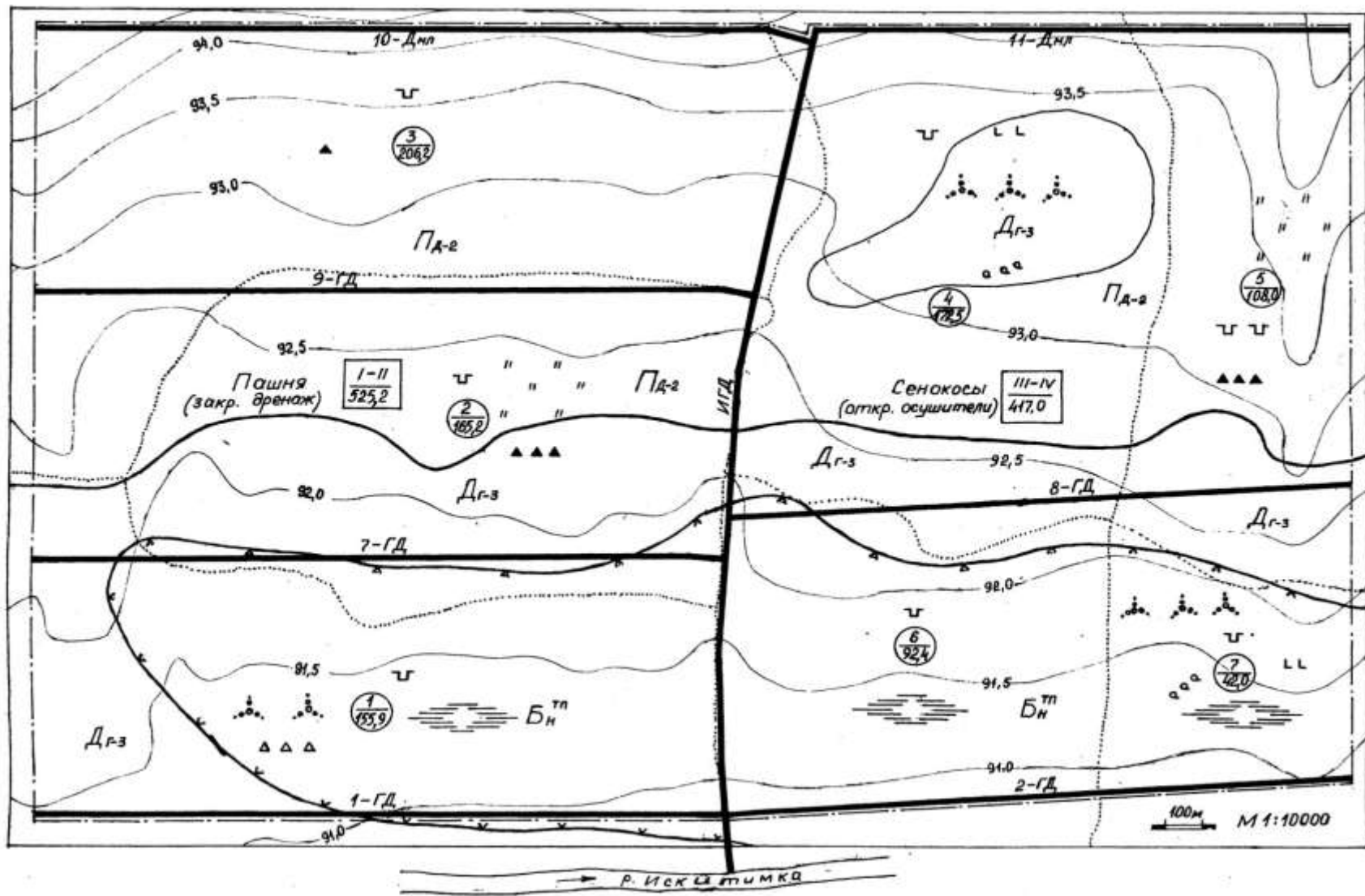


Рис. 1.3 Совмещенная выкопировка из картографических материалов: карты культуртехнических изысканий, ландшафтно-мелиоративной и почвенно-мелиоративной карт, плана мелиоративной системы

Таблица 1.6 Легенда к ландшафтной карте (к фрагменту в пределах территории мелиоративной системы).

По материалам ландшафтного картографирования		На основе материалов предпроектных изысканий	
№ кон-тура	Характеристика ландшафтных контуров	№ кон-тура	Изменения (дополнения) к характеристике
А. Пойменные ПТК			
14	Поймы торфяные, кочкарные (местами спланированные), с преобладанием почвенных торфяных и перегнойно-торфяных почв, местами слоисто-торфяные с пойменными дерново-глеевыми суглинистыми почвами, частично закустаренные	1	Степень закустаренности 30%, каменность почв 50м ³ /га
15	Поймы торфяные, выравненные, влажно-луговые, с преобладанием перегнойно-торфяных почв	6	-
15-а	То же, закустаренные	7	Степень закустаренности 60%
Б. ПТК 1-х надпойменных террас			
27	Террасы пониженного уровня, плоские, частично заливаемые полыми водами, суглинистые и супесчаные, кочкарные, луговые с дерново-подзолистыми почвами	2	Каменность почв 75 м ³ /га, эродированность слабая
34	Террасы пониженного уровня, слабонаклонные и слабоволнистые, частично заливаемые полыми водами, с преобладанием дерново-подзолистых супесчаных почв, распахиваемые	3	Эродированность слабая, каменность почв 15м ³ /га, индекс окультуренности 0,35
37	Террасы пониженного уровня, слабонаклонные, частично затапливаемые, с преобладанием дерново-глеевых легкосуглинистых и дерново-подзолистых супесчаных почв, сильно закустаренные	4	Эродированность слабая, степень закустаренности 60%
38	Террасы пониженного уровня, слабонаклонные и пологоволнистые, частично затапливаемые, с преобладанием дерново-подзолистых супесчаных почв	5	Каменность почв 55 м ³ /га, эродированность средняя

Таблица 1.7 Результаты картометрических измерений по ландшафтными контурам в пределах границ мелиорации

№ ландшафт. контура	Характеристика, наименование	Площадь		Протяженность границ (периметр) L , м	Длина l , м
		S , га	f , %		
А. До мелиорации					
1	см. табл. 3.6	155,9	16,5	4780	2230
2	--//--	165,2	17,5	5050	1950
3	--//--	206,2	21,9	6820	2520
4	--//--	172,5	18,3	5350	1800
5	--//--	108,0	11,5	4740	1850
6	--//--	92,4	9,8	4130	1480
7	--//--	42,0	4,5	2930	1060
	Итого:	942,2	100,0	-	-
Б. После мелиорации					
I	Пашня на минеральных землях	344,4	36,6	7360	2200
II	Пашня на участке с преобладанием торфяных почв	152,0	16,1	5420	1950
III	Сенокосы на минеральных почвах	234,6	24,9	6590	1780
IV	Сенокосы на торфяниках	134,4	14,3	5120	1810
V	Осушительные каналы	54,8	5,8	-	34250
VI	Лесополосы (дороги)	22,0	2,3	-	18650
	Итого:	942,2	100,0		

1.5.2. Определение природно-мелиоративного потенциала

Расчет производим в табличной форме (см. табл.1.8).

Для расчета используем результаты картометрических измерений (табл.1.7).

По данным таблицы 1.6 устанавливаем основные виды мелиоративной неустроенности, а по оценочной шкале (табл.1.1) – их оценочные показатели.

Таблица 1.8 Определение природно-мелиоративного потенциала мелиорируемой территории

№ ландшаф. контура	Площадь контура S , га	Оценочные показатели основных видов мелиоративной неустроенности						Расчетные показатели					
		переувлажнение $P_{пер}$, %	закустаренность $P_{зак}$, %	контурность $P_{кон}$, %	каменность $P_{к}$, %	эродированность $P_{эр}$, %	окультуренность $P_{ок}$, %	n , шт	$P_{осн}$, %	$\sum_{i=1}^{n-1} P_i$, %	$\frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n}$	P_j , %	$P_j \cdot S_j$
1	155,9	78	20	0	25	0	0	3	78	45	15,0	93,0	14499
2	165,2	78	0	0	25	15	0	3	78	40	13,3	91,3	15808 3
3	206,2	40	0	0	6	15	39	4	40	60	15,0	65,0	13403
4	172,5	45	49	0	0	15	0	3	49	60	20,0	69,0	11903
5	108,0	40	0	0	25	34	0	3	40	59	19,7	59,7	6448
6	92,4	78	0	0	0	0	0	1	78	-	-	78,0	7207
7	42,0	78	49	0	0	0	0	2	78	49	24,5	100, 0	4200
Итого:	942,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72743

По формуле (1.2) для каждого ландшафтного контура определяем расчетные показатели Π_j .

По итоговому результату таблицы 1.8 и на основе формулы (1.1) получаем величину природно-мелиоративного потенциала исследуемой территории:

$$\Pi_{им} = \frac{72743}{942,2} = 77,2\%$$

1.5.3 Определение экологической допустимости трансформации ландшафта

Вначале определяем основные картометрические показатели ландшафта: коэффициент расчленения ландшафта (K_p) и коэффициент контрастности (K_k). Расчет по установлению этих коэффициентов выполняем в табличной форме (см. табл. 1.9). Для выполнения расчета используем данные таблиц 1.6 и 1.7, расчетные формулы (1.6), (1.7), (1.10) и шкалу оценки контрастности урочищ (табл.1.2).

По итоговым результатам таблицы 1.9 получаем:

$$K_p = \frac{1131,4}{942,2} = 1,20 \text{ (формула 1.5)}$$

$$K_k = \frac{484,3}{20} = 24,2 \text{ (формула 1.6)}$$

По формуле (1.5) коэффициент ландшафтной однородности будет равен:

$$K_H = 1,20 \cdot 24,2 = 29,0$$

Используя коэффициент $K_H = 29,0$, по специальной шкале для соответствующих групп ПТК (рис. 1.1), устанавливаем уровень экологической допустимости упрощения (трансформации) ландшафта $[\Delta I] = 60\%$.

Мелиоративно-экологический потенциал территории, попадающей в зону прямого воздействия мелиоративной системы, будет равен (ф-ла 1.4):

$$P_{MЭ} = \frac{77,2 \cdot 60}{100} = 46,3\%$$

где $P_{ПМ} = 77,2\%$ (см.п.1.5.2).

Таблица 1.9 Расчет картографических показателей ландшафта территории
(в зоне строительства гидромелиоративной системы)

Картометрические данные			Расчетные показатели K_p				Расчетные показатели K_k	
№ ландшаф. контура	площадь		$L_i, м$	$\frac{1}{3.54\sqrt{S_i}}$	$K_{Pi} = L_i \cdot \frac{1}{3.54\sqrt{S_i}}$	$K_{Pi} \cdot S_i$	K_{ki}	$K_{ki} \cdot f_i$
	$S_i, га$	$f_i, \%$						
1	155,9	16,5	4780	0,0226	1,08	168,4	4,5	74,3
2	165,2	17,5	5050	0,0220	1,11	183,4	5,0	87,5
3	206,2	21,9	6820	0,0197	1,34	276,3	5,0	109,5
4	172,5	18,3	5350	0,0215	1,15	198,4	6,0	109,8
5	108,0	11,5	4740	0,0272	1,29	139,3	4,0	46,0
6	92,4	9,8	4130	0,0294	1,21	111,8	4,0	39,2
7	42,0	4,5	2930	0,0436	1,28	53,8	4,0	18,0
Итого:	942,2	100,0	-	-	-	1131,4	-	484,3

Величина экологической допустимости трансформации ландшафта составит (ф-ла 1.3):

$$\Delta P_э = 77,2 - 46,3 = 30,9\%$$

Вывод

Величина потенциала регуляции 30,9% указывает на достаточно широкий диапазон изменения ландшафта и приемлемые возможности для строительства природно-техногенного комплекса в пределах рассматриваемой территории (в данном случае гидромелиоративной системы).

1.5.4 Оценка допустимости изменения экологического разнообразия территории вследствие мелиорации

Для установления индексов экологического разнообразия на основе формулы (1.12) производим соответствующие предварительные расчеты в табличной форме (см. табл. 1.10).

Таблица 1.10. Расчет индексов экологического разнообразия мелиорируемой территории ($S=942,2$ га)

№ ландш. контура	Картометрические показатели			Расчетные показатели		
	S_i , га	l_i , м	L_i , м	$\frac{1}{S - S_i}$	$\sqrt{\frac{S}{S - S_i}}$	$l_i \cdot L_i \cdot \sqrt{\frac{S}{S - S_i}}$
А. До мелиорации						
1	155,9	2230	4780	0,00127	1,09	$1161,8 \cdot 10^4$
2	165,2	1950	5050	0,00129	1,10	$1083,2 \cdot 10^4$
3	206,2	2520	6820	0,00136	1,13	$1942,1 \cdot 10^4$
4	172,5	1800	5350	0,00130	1,11	$1068,9 \cdot 10^4$
5	108,0	1850	4740	0,00120	1,06	$929,5 \cdot 10^4$
6	92,4	1480	4130	0,00118	1,05	$641,8 \cdot 10^4$
7	42,0	1060	2930	0,00111	1,02	$316,8 \cdot 10^4$
Итого:	942,2	-	-	-	-	$7144,1 \cdot 10^4$
Б. После мелиорации						
I	344,4	2200	7360	0,00167	1,25	$2024,0 \cdot 10^4$
II	152,0	1950	5420	0,00126	1,09	$1152,0 \cdot 10^4$
III	234,6	1780	6590	0,00141	1,15	$1349,0 \cdot 10^4$
IV	134,4	1810	5120	0,00124	1,08	$1000,9 \cdot 10^4$
V	54,8	265	832	0,00113	1,03	$22,7 \cdot 10^4$
VI	22,0	168	528	0,00109	1,01	$9,0 \cdot 10^4$
Итого:	942,2	-	-	-	-	$5557,6 \cdot 10^4$

Примечание. Каналы, лесополосы представлены в виде условных контуров (V,VI) с размерами: $l = 1,13\sqrt{S}$, м; $L = \pi \cdot l$, м.

На основе итоговых результатов таблицы 1.10 индексы экологического разнообразия территории будут равны (ф-ла 1.12):

а) до мелиорации:

$$I_1 = \frac{7144,1 \cdot 10^4}{942,2} = 7,58 \cdot 10^4 \text{ м}^2 / \text{га}$$

б) после мелиорации:

$$I_2 = \frac{5557,6 \cdot 10^6}{942,2} = 5,90 \cdot 10^4 \text{ м}^2 / \text{га}$$

Изменение индекса экологического разнообразия вследствие мелиорации составит (ф-ла 1.11):

$$\Delta I = \frac{7,58 \cdot 10^4 - 5,90 \cdot 10^4}{7,58 \cdot 10^4} \cdot 100\% = 22,2\%$$

Допустимый экологический уровень упрощения ландшафта составляет $[\Delta I] = 60\%$ (см. п. 1.5.3).

Вывод

Условие (1.13) $\Delta I < [\Delta I]$ выполняется с определенным запасом, следовательно, на преобразуемой территории сохраняются условия для приемлемого уровня экологического разнообразия ландшафта.

1.5.5 Оценка общей экологической устойчивости территории водосбора реки-водоприемника

На основе картографических материалов водосборной площади М1:50000 и проектно-изыскательских данных расчлняем территорию водосбора на характерные уголья (см рис. 1.3) и устанавливаем их соответствующие характеристики. Результаты картометрических измерений приводятся в расчетной таблице 1.11.

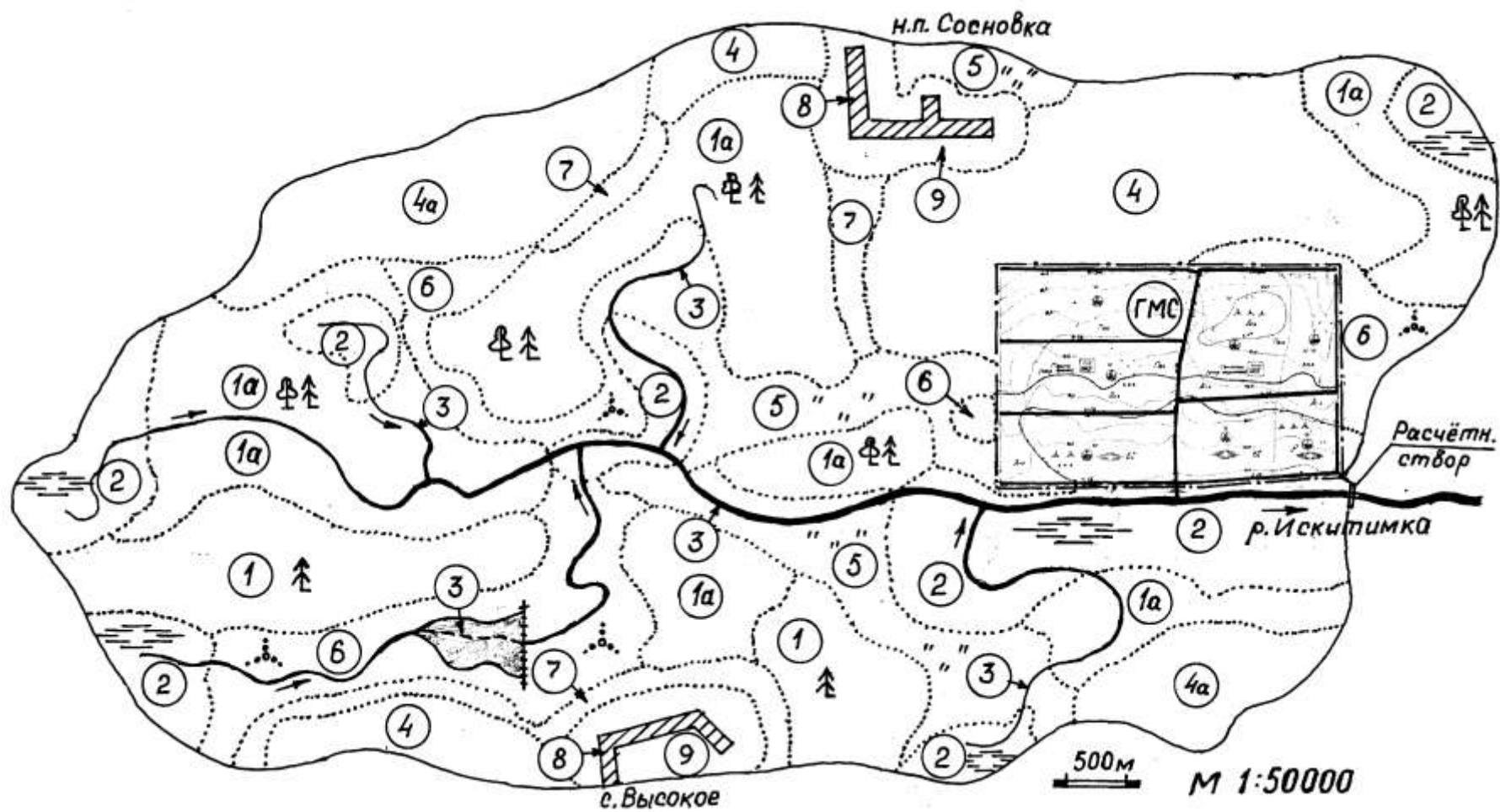


Рис. 1.4 Выкопировка из карты водосборной площади водоприемника

По оценочным шкалам (табл.1.4. и 1.5) находим расчетные коэффициенты (K_1 и K_2) для соотв. типов угодий. По результатам табличного расчета (табл.1.11) определяем показатели экологической устойчивости территории водосбора (ф-ла 1.14):

а) до мелиорации: $K_c = \frac{43,928}{98,73} = 0,45$

б) после строительства мелиоративной системы: $K_c = \frac{42,472}{98,73} = 0,43$

Выводы

1. Преобразования ландшафтной структуры на водосборе, связанные с проектированием данной мелиоративной системы, не вносят существенных изменений в характер экологической устойчивости территории водосбора.

Незначительное снижение коэффициента стабильности (до величины $K_c=0,43$) не изменяет категорию экологической устойчивости. Согласно оценочной шкале (табл.1.3), характер экологической устойчивости остается прежним: низкий, близкий к среднему.

Таблица 1.11 Расчет показателей экологической устойчивости территории водосбора реки-водоприемника в створе ниже мелиоративной системы

№ кон-туров угодий (см. рис.3.4)	Наименование угодий	$f_i, \text{км}^2$	K_{1i}	K_{2i}	$f_i \cdot K_{1i} \cdot K_{2i}$
А. До мелиорации					
1	Залесенность:				
1a	- хвойный лес	8,60	0,38	0,90	2,941
	- смешанный лес	25,55	0,63	1,00	16,097
2	Заболоченность	10,83	0,79	1,00	8,556
3	Заозеренность, водотоки	0,25	0,79	1,00	0,198
4	Распаханность:	13,6	0,14	1,00	1,904
4a	- при $i < 1^0$				
	- при $i > 1^0$	6,20	0,14	0,90	0,781
5	Луга открытые	17,36	0,62	0,90	9,687
6	Кустарник, мелколесье	9,34	0,43	0,90	3,616
7	Лесокультуры на склонах	2,91	0,43	0,70	0,876
8	Населенные пункты	1,60	-1,00	1,00	-1,600
9	Прочие угодья (вагоны, пастбища, сенокосы и пр.)	2,49	0,35	1,00	0,872
	Итого:	98,73	-	-	43,928
Б. После мелиорации					
а) мелиоративная система в составе водосбора					
ГМС	- пашня (I)	3,44	0,14	0,90	0,433
	- пашня (II)	1,52	0,14	1,00	0,213
	- сенокосы (III)	2,35	0,62	0,90	1,311
	- сенокосы (IV)	1,34	0,62	1,00	0,831
	- каналы (V)	0,55	0,79	1,00	0,435
	- лесополосы (VI)	0,22	0,43	1,00	0,095
б) остальная часть водосбора					
1	Залесенность:				
1a	- хвойный лес	8,60	0,38	0,90	2,941
	- смешанный лес	25,55	0,63	1,00	16,097
2	Заболоченность	7,93	0,79	1,00	6,265
3	Заозеренность, водотоки	0,25	0,79	1,00	0,198
4	Распаханность:	11,54	0,14	1,00	1,616
4a	- при $i < 1^0$				
	- при $i > 1^0$	6,20	0,14	0,90	0,781
5	Луга открытые	14,63	0,62	0,90	8,163
6	Кустарник, мелколесье	7,61	0,43	0,90	2,945
7	Лесокультуры на склонах	2,91	0,43	0,70	0,876
8	Населенные пункты	1,60	-1,00	1,00	-1,600
9	Прочие угодья (выгоны, пастбища, сенокосы и пр.)	2,49	0,35	1,00	0,872
	Итого:	98,73	-	-	42,472

2 Воздействие на гидрогеологический режим территории

2.1 Установление зон влияния мелиоративной системы

В составе проектов мелиорации земель, при разработке раздела «ОВОС и охрана природы», выделяются пять зон влияния мелиоративной системы [8], (см. рис.2.1):

I – внутренняя техногенная (в контурах мелиоративной системы);

II – внутренняя природная, охватывающая в основном немелиорируемые участки в контурах мелиоративной системы;

III - непосредственно прилегающая зона влияния;

IV- отдаленная зона влияния;

V - зона воздушного пространства в контурах всех зон.

Вначале зоны влияния выделяются по основным определяющим факторам: УГВ, рельеф объекта и прилегающей территории, а затем их границы уточняются по дополнительным признакам (мех. состав почвогрунтов, высота капиллярного поднятия, главное направление потока грунтовых вод и пр.). В каждой зоне влияния, в зависимости от вида и степени воздействия, назначаются соответствующие природоохранные мероприятия.

При определении границ зон влияния необходимо учитывать следующие требования и нормативные положения:

- зона I - включает все элементы мелиоративной системы и мелиорируемые земли;

- зона II - включает земли, имеющие высотное положение выше средних отметок мелиорируемой площади на величину $\geq 1,0$ м и внешнюю форму в виде холмов или гряд;

- зона III - включает прилегающие земли, на которых возможны существенные изменения водного режима корнеобитаемого слоя. Внутренняя граница III зоны совпадает с границей мелиорации (осушения), а внешняя граница представляет собой линию, где капиллярная кайма отрывается от среднегодовой депрессионной поверхности;

- зона IV – представляет собой часть прилегающей территории, где имеет место затухающее воздействие на режим глубины грунтовых вод (внутренняя граница зоны IV является внешней границей зоны III). Внешней границей зоны IV является линия, где капиллярная кайма превышает среднегодовую депрессионную поверхность на величину $0,1 \cdot h_k$.

- граница зоны V совпадает с внешней границей зоны IV (воздушная среда всех зон).

При расположении осушительной системы по обоим берегам реки (водоприемника), вопрос установления зон влияния решается отдельно – по правобережью и левобережью соответственно.

В условиях, отличающихся от стандартных:

а) количество зон влияния может быть сокращено, а именно:

- при отсутствии всхолмлений внутри мелиорируемой площади и условий для создания «островков природы» -- зона II будет отсутствовать;

- при крутопадающей депрессионной кривой потока грунтовых вод зона IV может не выделяться (зона III продлевается на величину l_{IV} в соотв. направлении);

- зона III может не выделяться при крутом подъеме поверхности земли у верхней границы мелиорации (при отрыве грунтовых вод на величину более 2-3м от поверхности);

б) размеры зоны V могут увеличиваться (продлеваться за пределы зоны IV) при высокой вероятности воздействий, связанных с дефляционными процессами.

2.2 Определение размеров зон влияния

Размеры внутренних зон влияния I и II определяются графически на основе плана мелиоративной системы и материалов топографической съемки.

Размеры зон влияния III и IV по главному направлению потока грунтовых

вод определяются расчетом по соотв. формулам (2.1, 2.3).

Протяженность непосредственно прилегающей зоны III рекомендуется определять по формуле К.Г. Асатура:

$$l_{III} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot h \cdot t}{\mu}}, \text{ м} \quad (2.1)$$

где K , h – средние соотв. коэффициент фильтрации и мощность водоносного горизонта, (м/сут, м);

t – время с начала осушения (от весеннего половодья до очередного подъема УГВ), сут. Для условий Нечерноземной зоны РФ $t = 130 - 170 \text{ сут}$, по рекомендации автора – в среднем $t = 150 \text{ сут}$;

μ – коэффициент гравитационной водоотдачи грунта в пределах полосы колебания УГВ. При отсутствии опытных данных, его можно определять по формуле Г.Д. Эркина (для минеральных грунтов):

$$\mu = 0,056 \cdot K^{1/2} \cdot (\Delta H)^{1/3} \quad (2.2)$$

где средняя величина снижения УГВ в пределах зоны III:

$$\Delta H = (0,7 - 0,8) \cdot \Delta H_0, \text{ м} \quad (2.3)$$

ΔH_0 – снижение УГВ на границе мелиорации, м.

Протяженность отдаленной зоны влияния рекомендуется определять по формуле [8]:

$$l_{IV} = (\alpha - 0,1) \cdot \frac{h_K}{i}, \text{ м} \quad (2.4)$$

где i – средний уклон депрессионной кривой в пределах зоны (IV);

h_k – высота капиллярной каймы (м), которую, при отсутствии материалов исследований, можно принимать по данным таблицы 2.1;

α - коэффициент, определяющий эффективную высоту капиллярной каймы.

Таблица 2.1 Капиллярные характеристики грунтов

Наименование грунтов	h_k , м	α
Глина	2,0-3,0	0,6-0,7
Суглинок	1,3-2,0	0,8-0,9
Супесь	1,0-1,2	1,2-1,3
Песок	0,2-0,5	1,0-1,1
Торф низинных болот	0,6-1,0	-

1.3 Расчет понижения уровня грунтовых вод на прилегающей территории

1.3.1 Общие положения

Расчет производится для компонентов ландшафта как природных, так и техногенных, расположенных в пределах непосредственно прилегающей (III) и отдаленной (IV) зон влияния мелиоративной системы.

Основными объектами расчета являются:

- природные ландшафты таксонометрического ранга на уровне урочищ (подурочищ) и фаций: роши, участки леса, луга, кустарниковые угодья и пр.;
- техногенные компоненты ландшафта, связанные в основном с хоз. объектами инфраструктуры населенных пунктов: колодцы, водозаборные скважины, пруды-копани, наполняемые грунтовыми водами и пр..

Природные ландшафты исследуются в основном на воздействия по изменению водного режима (баланса) зоны аэрации вследствие спада УГВ, а техногенные – на ухудшение параметров функционирования (снижения уровней воды, дебита колодцев, биопродуктивности выгонов для домашнего скота и пр.).

По величине спада УГВ дается оценка степени воздействия и формируется основа для разработки соответствующих природоохранных мероприятий.

Величина снижения УГВ определяется на границах угодий, объектов, зон влияния и пр. (см. рис.1.2), а для графического построения депрессионной кривой рекомендуется принимать дополнительные расчетные точки с определенным шагом.

Ниже приводится методика расчета на основе формулы С.Ф. Аверьянова, применяемой при небольших уклонах поверхности грунтовых вод и подошвы водоупора, а также в условиях однородных водоносных горизонтов.

2.3.2 Основы расчета

Для ориентировочных прогнозных расчетов кривой спада УГВ рекомендуется использовать формулу С.Ф. Аверьянова:

$$\Delta H = \Delta H_0 \cdot \operatorname{erfc}(z), м \quad (2.5)$$

где ΔH - понижение уровня грунтовых вод на расстоянии (x) от границы мелиорации, м;

ΔH_0 - понижение уровня на границе мелиорации, м;

$\operatorname{erfc}(z)$ - специальная функция (табл.2.2), аргумент которой определяется по формуле:

$$z = \frac{x}{2\sqrt{A \cdot t}} \quad (2.6)$$

x - расстояние от расчетной точки до границы мелиорации, м;

A – уравнепроводность водоносного горизонта, определяемая по формуле:

$$A = \frac{K \cdot h}{\mu}, м^2 / сут \quad (2.7)$$

где K , μ , h - соотв. коэффициент фильтрации, коэффициент водоотдачи и

мощность водоносного горизонта (см. п. 2.2), где в формуле Г.Д. Эркина:

$$\Delta H \approx 0,6 \cdot \Delta H_0, м;$$

t - время от начала осушения, сут;

ΔH_0 - понижение УГВ на границе мелиорации (зависит от проектных данных осушительной сети), м.

При наличии на границе мелиорации ловчих или нагорно-ловчих каналов:

$$\Delta H_0 = H - h_B - \Delta, м \quad (2.8)$$

где H – строительная глубина канала, м;

h_B - расчетная глубина воды при пропуске бытовых расходов, м;

Δ - глубина среднегодовой депрессионной поверхности на границе мелиорации, м.

При отсутствии сети с ловчими функциями, величина ΔH_0 принимается в пределах средней (расчетной) глубины регулирующей сети.

Таблица 2.2 Значения функции $erfc(z)$

z	$erfc(z)$	z	$erfc(z)$
0,0	1,0	0,47	0,5062
0,01	0,9887	0,49	0,4883
0,05	0,9436	0,52	0,4621
0,10	0,8875	0,56	0,4284
0,15	0,8320	0,60	0,3961
0,17	0,8100	0,64	0,3654
0,19	0,7882	0,68	0,3362
0,21	0,7665	0,72	0,3086
0,23	0,7450	0,76	0,2825
0,25	0,7237	0,80	0,2579
0,27	0,7026	0,84	0,2349
0,29	0,6817	0,88	0,2133
0,31	0,6611	0,92	0,1932
0,33	0,6407	0,96	0,1746
0,35	0,6206	1,0	0,1573
0,37	0,6008	1,2	0,0897
0,39	0,5813	1,4	0,0477
0,41	0,5620	1,2	0,0237
0,43	0,5431	1,8	0,0109
0,45	0,5245	1,9	0,0072
0,46	0,5153	2,0	0,0047

2.2.3 Примеры расчета по прогнозу снижения уровня грунтовых вод

Для мелиорируемого участка с условиями, изображенными на рис. 2.2, требуется определить:

- размеры непосредственно прилегающей (l_{III}) и отдаленной (l_{IV}) зон влияния;
- снижение уровня грунтовых вод на прилегающей территории.

Расчет

а) протяженность зоны влияния III

Величина снижения грунтовых вод на границе мелиорации будет равна (ф-ла 2.8):

$$\Delta H_0 = 2,5 - 0,5 - 0,2 = 1,8 \text{ м}$$

Принимаем среднюю величину снижения УГВ в пределах зоны III:

$$\Delta H = (0,7 - 0,8) \cdot \Delta H_0 = 0,75 \cdot 1,8 = 1,35 \text{ м}$$

По формуле (2.2) определяем коэффициент гравитационной водоотдачи:

$$\mu = 0,056 \cdot 0,8^{1/2} \cdot 1,35^{1/3} = 0,056$$

Расчетная мощность водоносного горизонта будет равна (на основе формулы приведения к однородному пласту: $T = \sum_{i=1}^n K_i \cdot h_i, \text{ м}^2 / \text{сут}$):

$$h_{CP} = h = \frac{K_1 \cdot h_1 + K_2 \cdot h_2}{K_1} = \frac{0,5 \cdot 3,5 + 2,8 \cdot 2,0}{0,8} = 21,0 \text{ м}$$

По формуле (2.1) получаем величину протяженности непосредственно прилегающей зоны влияния:

$$l_{III} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 21,0 \cdot 150}{0,056}} = 531,6 \text{ м (540 м)}$$

Где $t=150$ сут (принято по рекомендациям автора формулы).

б) протяженность зоны влияния IV

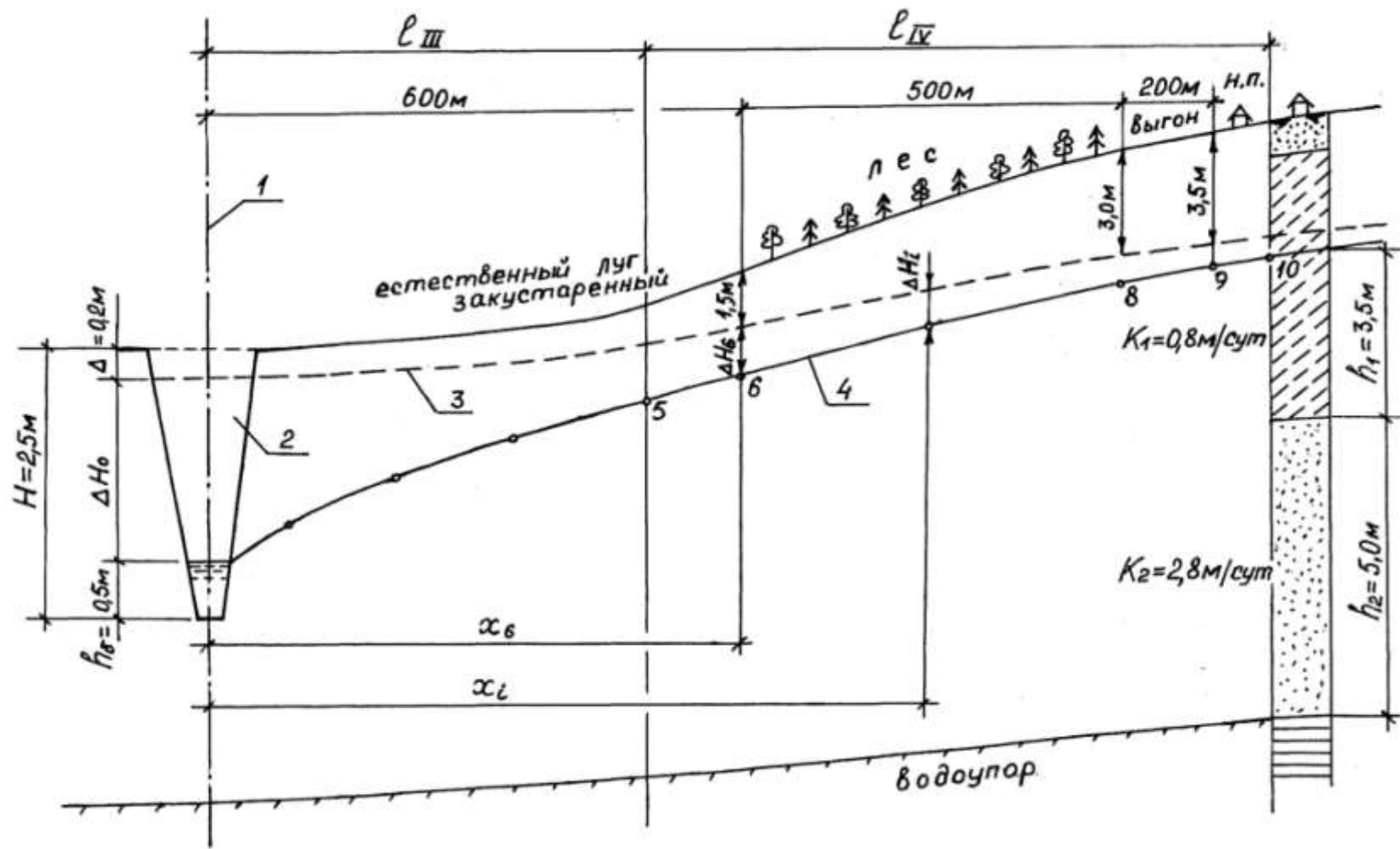


Рис. 2.2 Схема к расчету понижения уровня грунтовых вод на прилегающей территории
 1 – граница мелиорации; 2 – нагорно-ловчий канал; 3 – среднегодовое положение депрессионной кривой до мелиорации; 4 – расчетное положение депрессионной кривой после мелиорации.

Размер отдаленной зоны влияния будет равен (ф-ла 2.4):

$$l_{IV} = (1,25 - 0,1) \cdot \frac{1,1}{0,0015} = 843,3 \text{ м} \quad (850 \text{ м})$$

где $\alpha=1,25$, $h_k=1,1$ м – для супесчаного грунта (табл.2.1).

в) снижение УГВ на прилегающей территории (с учетом времени стабилизации потока грунтовых вод $t=2-3$ года).

Расчет производим для точки **(6)** – на границе опушки леса ($x_6=600$ м).

Принимаем время стабилизации потока грунтовых вод $t=3$ года = 1095 сут.

Коэффициент гравитационной водоотдачи (ф-ла 2.2):

$$\mu = 0,056 \cdot 0,8^{1/2} \cdot 1,08^{1/3} = 0,051$$

где $\Delta H = 0,6 \cdot \Delta H_0 = 0,6 \cdot 1,8 = 1,08$ м

Величина увнепродности водоносного горизонта составит (ф-ла 2.7):

$$A = \frac{0,8 \cdot 21}{0,0541} = 329,4 \text{ м}^2 / \text{сут}$$

Аргумент расчетной функции будет равен (ф-ла 2.6):

$$z = \frac{600}{2\sqrt{329,4 \cdot 1095}} = 0,4796$$

По таблице 2.2 находим $erfc(z) = 0,4796$

Величина снижения УГВ в точке **6** на расстоянии $x=600$ м составит (ф-ла 2.5):

$$\Delta H = 1,8 \cdot 0,4796 = 0,86 \text{ м}$$

Для остальных расчетных точек прилегающей территории расчет произведен в табличной форме, результаты расчета представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Результаты расчета снижения уровня грунтовых вод на прилегающей территории

№ расч. точек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Характерные расч. точки (по границам компонентов ландшафта)	граница мелиорации	-	-	-	внешняя граница зоны влияния III	опушка леса (нижняя)	лес	опушка леса (верхняя)	окраина населенного пункта	внешняя граница зоны влияния IV
x, м	0	50	150	350	540	600	850	1100	1300	1390
z	0,000	0,042	0,127	0,295	0,456	0,499	0,717	0,928	1,097	1,173
$erfc(z)$	1,0000	0,9548	0,8596	0,6766	0,5190	0,4796	0,3051	0,1870	0,123	0,0998
$\Delta H, м$	1,80	1,72	1,55	1,22	0,93	0,86	0,55	0,34	0,22	0,18
Снижение грунтовых вод по компонентам ландшафта	естественный закустаренный луг 0,93-1,80 (в среднем 1,4м)					лес 0,34-0,86 (в среднем 0,6м)			выгон 0,22-0,34 (0,3м)	населенный пункт 0,18-0,22 (в среднем 0,2м)

Выводы

1. Результаты расчета указывают на существенные изменения (ухудшение) водного режима зоны аэрации прилегающих ландшафтных угодий: лес ($\Delta H = 0,6м$), закустаренный луг ($\Delta H = 1,4м$).
2. На участке, примыкающем к населенному пункту, изменения водного режима грунтовых вод следует ожидать относительно незначительными (выгон - $\Delta H = 0,3м$, территория населенного пункта - $\Delta H = 0,2м$).

3 Воздействие на почвенный покров

3.1 Прогноз потери гумуса при производстве мелиоративно-строительных работ

3.1.1 Общие положения и методика расчета

Оценка потери гумуса необходима для разработки мероприятий по восстановлению первоначального уровня плодородия почв, нарушаемого в процессе строительства мелиоративной системы. Потери гумуса при производстве отдельных видов мелиоративно-строительных работ оцениваются по нормативной шкале [18], приведенной в таблице 3.1, и выражаются в виде коэффициентов потери гумуса (K_{Π}).

Таблица 3.1 Коэффициенты потерь гумуса для различных видов мелиоративно-строительных работ

Наименование работ и характеристика	Коэфф. потерь гумуса K_{Π}
1. Удаление кустарника и мелкоколосья корчевателями-собира- телями раздельным способом:	
- редкого	0,10
- средней густоты	0,15
- густого	0,20
2. Удаление кустарника и мелкоколосья кусторезом	
- редкого	0,05
- средней густоты	0,10
- густого	0,15
3. Корчевание пней и деревьев $d > 12$ см при кол-ве:	
- 50-100 шт/га	0,10
- 100-200 шт/га	0,15
- 200-300 шт/га	0,20
4. Корчевание и вывозка камней:	
- 10-20 м ³ /га	0,05
- 20-50 м ³ /га	0,10
- 50-100 м ³ /га	0,15
5. Строительство систематической осушительной и оросительной сети:	
- закрытой	0,10
- открытой	0,15
6. Засыпка ям, рвов, каналов:	
- 50-100 м ³ /га	0,05
- 100-200 м ³ /га	0,10
7. Первичная строительная планировка:	
- при слаборазвитом микрорельефе	0,05
- при сильноразвитом микрорельефе	0,10

При производстве нескольких видов работ на одной и той же площади определяется общий коэффициент потери гумуса (K_{II}) по формуле:

$$K_{II} = K_{OCH} + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} K_{\Pi i}}{n} \quad (3.1)$$

где K_{OCH} – коэффициент потери гумуса при производстве основной работы (с наибольшей потерей гумуса);

$\sum_{i=1}^{n-1} K_{\Pi i}$ - сумма коэффициентов потери гумуса для остальных видов работ;

n – количество всех видов работ, включая и основную.

Величина потери гумуса определяется по формуле:

$$\Delta G = G \cdot K_{II} \cdot K_r, \% \quad (3.2)$$

где G – содержание гумуса в почве, % (по данным почвенно-мелиоративных изысканий);

K_r - условный коэффициент перевода грубого гумуса в активный (для мелиорируемых земель: старопахотных - $K_r = 1,0$, целинных - $K_r = 0,25$).

Основным исходным материалом для выполнения расчетов являются:

- материалы почвенно-мелиоративных изысканий (почвенно-мелиоративная карта) и карта культуртехнических мероприятий;
- проектно-технические решения по производству мелиоративно-строительных работ.

Важным вопросом при выполнении расчета является учет разнообразия природных условий и производимых работ в пределах объекта. В этом случае, для повышения точности расчета, рекомендуется мелиорируемый массив разбивать на характерные участки по следующим критериям:

- использование земель (способы осушения);
- типы почв (участки с торфяными почвами исключаются из расчета);
- определенное количество работ, производимых на одной и той же площади.

3.1.2 Пример расчета по оценке потери гумуса

Для условий гидромелиоративной системы, изображенной на рис.1.2. требуется произвести оценку потерь гумуса вследствие производства мелиоративно-строительных работ.

Используя соотв. проектные и проектно-изыскательские материалы (почвенно-мелиоративная карта, результаты ботанико-культуртехнической съемки), разделяем мелиорируемую территорию на характерные (расчетные) участки (см. рис. 1.3) по принципу однообразия:

- природных условий (типы почв, ландшафтно-культуртехническая контурность);
- проектно-технических решений (мелиоративно-строительные работы, использование земель).

На основе анализа природных условий и проектных данных получаем исходные характеристики для выполнения расчета (см. табл.3.2). Кроме того, по каждому расчетному контуру устанавливаем перечень и технологические особенности намечаемых проектом мелиоративно-строительных работ (см. табл.3.3).

Расчет производим для территории, планируемой для использования под сенокосы.

а) расчетный участок (контур) №4

По таблице 3.1 для соотв. видов работ устанавливаем коэффициенты потерь гумуса: удаление кустарника - $K_1 = 0,20$; корчевание деревьев и пней - $K_2 = 0,15$; строительство осушительной сети $K_3 = 0,15$; планировочные работы $K_4 = 0,05$. По формуле (3.1) находим общий коэффициент потери гумуса:

$$K_{\Pi} = 0,20 + \frac{0,15 + 0,15 + 0,05}{4} = 0,2875 \text{ (0,29)},$$

где в качестве основного коэффициента принят $K_1=0,20$ (наибольший).

Таблица 3.2 Характеристика ландшафтно-культуртехнических контуров мелиорируемой территории

№ кон-тура	Общая площадь, га	Культуртехническая характеристика	Почвы	
			тип	площадь, га
1	155,9	Кустарник ср. густоты заросли, каменистость почв – 50 м ³ /га	B_H^{III}	98,5
			$D_{Г-3}$	57,4
2	165,2	Открытый луг, каменистость 75 м ³ /га	B_H^{III}	16,5
			$D_{Г-3}$	66,0
			$P_{Д-2}$	82,7
3	206,2	Старопахотные земли, каменистость 15 м ³ /га	$P_{Д-2}$	206,2
4	172,5	Кустарник густой заросли, мелколесье; пни, деревья d>12см – 150шт/га	$D_{Г-3}$	70,6
			$P_{Д-2}$	101,9
5	108,0	Открытый луг, каменистость почв 55 м ³ /га	B_H^{III}	0,8
			$D_{Г-3}$	25,2
			$P_{Д-2}$	82,0
6	92,4	Кустарник редкой заросли	$D_{Г-3}$	5,0
			B_H^{III}	87,4
7	42,0	Мелколесье; пни, деревья d>12см – 220шт/га	$D_{Г-3}$	1,2
			B_H^{III}	40,8
Итого:	942,2	-	-	942,2
		в том числе: - на минеральных почвах	-	698,2
		- на торфяных почвах	-	244,0

Примечание. Индексация почв: B_H^{III} - болотные низинные торфяно-перегнойные; $D_{Г-3}$ - дерново-глеевые легко- и среднесуглинистые; $P_{Д-2}$ - дерново-подзолистые супесчаные.

Потери гумуса в условиях различных почв будут равны (ф-ла 3.2):

- дерново-глеевые почвы

$$\Delta\Gamma = 2,1 \cdot 0,29 \cdot 0,25 = 0,152\%$$

где исходное содержание гумуса $\Gamma=2,1\%$ (по данным изысканий).

- дерново-подзолистые почвы

$$\Delta\Gamma = 1,7 \cdot 0,29 \cdot 0,25 = 0,123\%$$

Таблица 3.3 Расчет потери гумуса при строительстве мелиоративной системы

№ расч учка	Наименование производимых работ на соотв. площади	Кoeff. потери гумуса			Почвы		Исх. содержание гумуса Г, %	K _г	Потери гумуса, ΔГ, %
		K _{осн}	K _{пi}	K _п	Площадь, га	Преобладающий тип почв			
I. Пашня									
1	а) удаление кустарника ср. густоты кусторезом	-	0,10	0,21	98,5 57,4	Б _Н ^{тп} Д _{Г-3}	-	0,25	-
	б) удаление камней (50 м ³ /га)	0,15	-						
	в) стр-во закр. осушительной сети	-	0,10						
	г) первичная строит. планировка	-	0,05						
2	а) удаление камней (75 м ³ /га)	0,15	-	0,20	16,5 66,0 82,7	Б _Н ^{тп} Д _{Г-3} П _{Д-2}	-	0,25	-
	б) стр-во закр. осушительной сети	-	0,10						
	в) первичная строит. планировка	-	0,05						
3	а) удаление камней (15 м ³ /га)	-	0,05	0,13	206,2	П _{Д-2}	1,7	1,0	0,221
	б) стр-во закр. осушительной сети	0,10	-						
	в) первичная строит. планировка	-	0,05						
II. Сенокосы									
4	а) удаление куст. густ. заросли и мелкоlesia корчев.-собирателем	0,20	-	0,29	70,6 101,9	Д _{Г-3} П _{Д-2}	2,1	0,25	0,152
	б) корчевание пней и деревьев (150шт/га)	-	0,15						
	в) стр-во открытой осушительной сети	-	0,15						
	г) первичная строит. планировка	-	0,05						
5	а) удаление камней (55 м ³ /га)	-	0,15	0,23	0,8 25,2 82,0	Б _Н ^{тп} Д _{Г-3} П _{Д-2}	-	0,25	-
	б) стр-во открытой осушительной сети	0,15	-						
III. Земли, исключенные из расчета (с преобладанием торфяных почв)									
6-7	-	-	-	-	6,2 128,2	Д _{Г-3} Б _Н ^{тп}	-	-	-
	Итого:	-	-	-	942,2	-	-	-	-

б) расчетный контур №5 (n=2):

Коэффициенты потери гумуса (табл.3.1): удаление камней - $K_1=0,15$;
строительство осушительной сети – $K_2=0,15$.

По формуле (3.1) для контура №5 получаем:

$$K_{\Pi} = 0,15 + \frac{0,15}{2} = 0,225 \quad (0,23)$$

Потери гумуса будут равны (ф-ла 3.2):

- в условиях дерново-глеевых почв:

$$\Delta\Gamma = 2,1 \cdot 0,23 \cdot 0,25 = 0,121\%$$

- в условиях дерново-подзолистых почв:

$$\Delta\Gamma = 1,7 \cdot 0,29 \cdot 0,25 = 0,123\%$$

Результаты аналогичных расчетов для остальных расчетных участков представлены в таблице 3.3.

Данные таблицы 3.3 являются основой для проработки проектных мероприятий по компенсации строительных потерь гумуса и проведения соотв. расчетов (см. п. 5.1.2).

3.2 Оценка осадки поверхности и изменения свойств торфа осушаемых торфяников

3.2.1 Общие положения

При осушении торфяников происходит снижение поверхности болота, уменьшается глубина осушительной сети, изменяются многие свойства торфа: уменьшаются коэффициенты фильтрации и водоотдачи, увеличиваются плотность и степень разложения и пр.. Прогнозирование и учет этих изменений являются важными вопросами как при проектировании осушительной сети,

так и при оценке воздействия осушения на окружающую среду. Многие прогнозные показатели торфа широко используются при обосновании природоохранных мероприятий.

Оценка воздействий, связанных с уплотнением торфа, производится, как минимум, на период основной осадки – первые 3-5 лет.

Воздействия, связанные со сработкой торфа вследствие с/х использования земель, прогнозируются на более длительные периоды – вплоть до нормативного срока службы объекта.

При оценке изменений торфа следует иметь в виду, что уплотнение нижних (осушаемых) слоев торфа может существенно отличаться по сравнению с верхними. Это различие рекомендуется учитывать при выполнении фильтрационных расчетов. В этом случае торфяную залежь рекомендуется разделить на два слоя: наддренный и поддренный (см. рис.3.2), а водно-физические свойства прогнозировать отдельно по каждому расчетному слою.

Использование в прогнозных расчетах эмпирических расчетных формул, а также выбор расчетных формул при относительном их разнообразии (например, по определению осадки поверхности болота), в большой степени может зависеть от:

- наличия на объекте условий, для которых они были получены;
- наличия соответствующих расчетных показателей в данных изысканий;
- области (диапазона) применимости формулы по основным расчетным факторам.

3.2.2 Осадка поверхности торфяной залежи

Для определения осадки поверхности болот широко используются эмпирические формулы (В.Ф. Митин, А.И. Мурашко, А.Д. Панаяди и др.), рекомендуемые авторами для определенных условий, а также графические методы – по спец. номограммам (например, по У.Х. Томбергу, прилож.6).

Наиболее распространенными расчетными формулами для определения

осадки поверхности торфяной залежи являются:

а) для всех типов болот (формула В.Ф. Митина):

$$h_n = H_0^{1-m} \cdot \frac{0,10^m}{100-p} \cdot \gamma_0 \cdot h \cdot (1 + \ln T), \text{ м} \quad (3.3)$$

где H_0 – первоначальная (исходная) мощность торфяника, м;

p – порозность в % от объема;

γ_0 - объемная масса торфа при естественной влажности, г/см³;

h – глубина осушительной сети, ожидаемая после осадки (устанавливается на основе проектных данных, см. рис. 3.2);

m – показатель, характеризующий пластические свойства торфа и принимаемый равным: $m = 5 - 0,05 \cdot p$ - для низинных болот, $m = 10 - 0,1 \cdot p$ - для верховых, для переходных болот – по средней величине.

б) для низинных и переходных болот (формула А.И. Мурашко):

$$h_n = A \cdot H_0 \cdot \left(1 - e^{-[h \cdot (a+b \cdot T)]} \right), \text{ м} \quad (3.4)$$

где H_0 (м), h (м), T (лет) – то же, что и в формуле (3.3);

a и b - коэффициент интенсивности осадки торфа соотв. в первый год осушения (м⁻¹) и в последующие годы (м⁻¹/год). Для условий Нечерноземной зоны РФ: $a = 0,07 \text{ м}^{-1}$, $b = 0,006 \text{ м}^{-1} / \text{год}$ - для низинных болот; $a = 0,065 \text{ м}^{-1}$, $b = 0,009 \text{ м}^{-1} / \text{год}$ - для переходных.

A – коэффициент плотности торфа, зависящий от его плотности, влажности и степени разложения. Для определения величины (A) рекомендуется использовать спец. номограмму (см. рис. 3.1).

в) для низинных и верховых болот при выполнении ориентировочных расчетов (формулы ВНИИГиМ – А.Д. Панадиади):

- для низинных болот

$$h_n = 0,18 \cdot K_A \cdot H_0^{0,35} \cdot h^{0,64}, \text{ м} \quad (3.5)$$

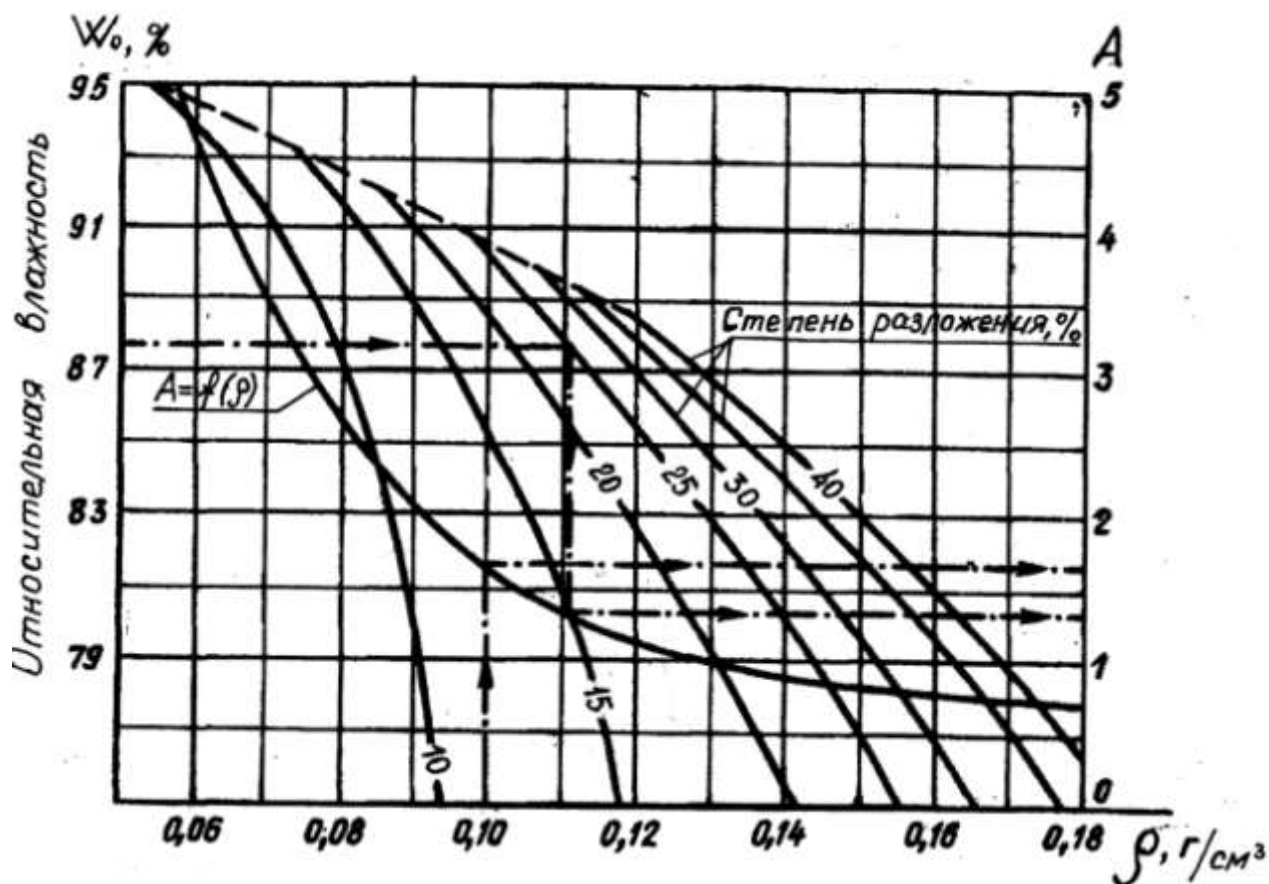


Рис. 3.1 Номограмма для определения коэффициента плотности низинного торфа (по А.И. Мурашко)

- для верховых болот

$$h_n = 0,16 \cdot K_A \cdot H_0^{0,52} \cdot h^{0,63}, \text{ м} \quad (3.6)$$

где H_0 (м), h (м) – то же, что и в формулах (3.3, 3.4);

K_A – коэффициент, зависящий от плотности торфа (см. табл. 3.4).

Таблица 3.4 Значения коэффициента (K_A) в зависимости от средней плотности торфа (ρ).

$\rho, \text{ г/см}^3$	0,06	0,065	0,075	0,09	0,11	$\geq 0,12$
K_A	5,4	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0

3.2.3 Снижение глубины осушительной сети

При проектировании осушительной сети, а также при оценке воздействия осушения на природные ландшафты, учитывается снижение глубины осушительной сети вследствие осадки торфа. Величина снижения глубины элементов осушительной сети (закрытых дрен, открытых каналов будет равна (см. рис. 3.2)):

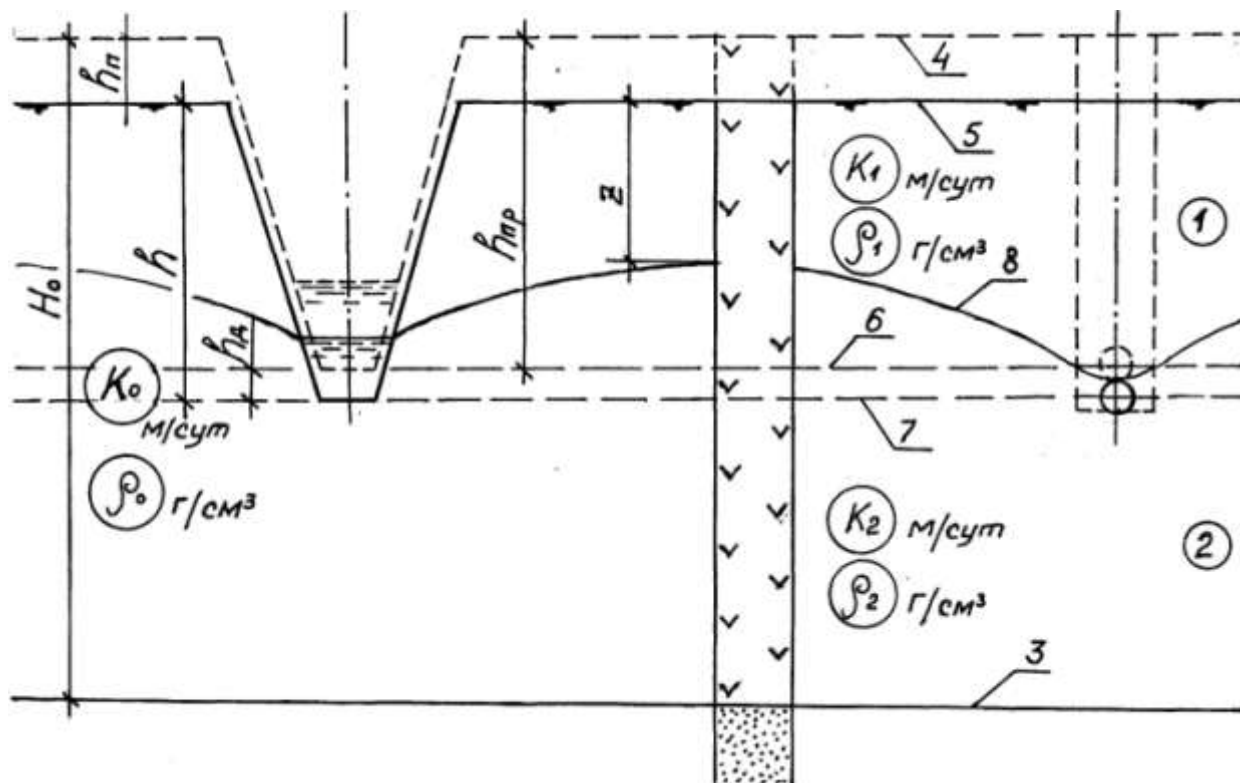


Рис. 3.2 Схема к установлению прогнозируемых показателей осушаемого торфяника

- 1,2 – соотв. наддренный и поддренный слои торфа; 3 – подошва торфяной залежи;
 4,5 – соотв. поверхность болота до и после осушения;
 6,7 – соотв. уровни дна осушительной сети до и после осушения;
 8 – расчетное положение депрессионной кривой.

$$\delta = h_{np} - h = h_n - h_d, \text{ м} \quad (3.7)$$

где h_{np} – проектная (строительная) глубина, м;

h – требуемая глубина осушителя (исходя из проектного режима осушения);

h_n – осадка поверхности торфяника (см. ф-лы (3.3 ... 3.6)), м;

h_d – осадка дна (трубы) осушителя, м.

Величина осадки дна может определяться:

а) через известную величину (h_n) по формуле[18]:

$$h_{д} = h_n \cdot \sqrt{1 - \frac{h_x}{H_0}}, м \quad (3.8)$$

где H_0 – первоначальная мощность торфяной залежи, м;

h_x – мощность слоя, для которого определяется осадка (в данном случае $h_x = h_{np}$), м.

б) независимо от (h_n) - графически по номограммам (см. прилож. 6) или по эмпирическим формулам.

Для определения осадки дна осушительной сети широко используется формула А.И. Мурашко:

$$h_n = A \cdot (H_0 - h) \cdot (1 - e^{-[h \cdot (c+d \cdot T)]}), м \quad (3.9)$$

где A , H_0 (м), h (м), T (лет) – то же, что и в формуле (3.4);

c , d – эмпирические коэффициенты интенсивности осадки торфа соотв. в первый и последующие годы осушения (для низинных болот в условиях Нечерноземной зоны РФ: $c = 0,021 м^{-1}$, $d = 0,005 м^{-1} / год$).

3.3 Прогнозирование изменения плотности и коэффициента фильтрации торфа

3.3.1 Оценка увеличения плотности торфа

Широко используются следующие методы оценки увеличения плотности торфа:

- на основе прогнозных эмпирических формул;

- по изменению объема торфяной залежи вследствие осадки с использо-

ванием формулы плотности ($\rho_0 = \frac{M}{V}$):

$$\rho_1 = \frac{M}{V - \Delta V}, \text{ г/см}^3 \quad (3.10)$$

а) оценка плотности торфа по величине его осадки

Средняя плотность торфяной залежи будет равна:

$$\rho_1 = \frac{\rho_0 \cdot H_0}{H_0 - h_n}, \text{ г/см}^3 \quad (3.11)$$

где ρ_0 - плотность торфа до осушения (по данным изысканий), г/см^3 ;

H_0 – исходная мощность торфяной залежи, м;

h_n – расчетная величина осадки поверхности болота, м.

Аналогично может быть определена средняя плотность поддренной толщи торфа по формуле:

$$\rho_2 = \frac{\rho_0 \cdot (H_0 - h_{np})}{H_0 - h_{np} - h_d}, \text{ г/см}^3 \quad (3.12)$$

где ρ_0 (г/см^3), H_0 (м) – то же, что и в формуле (3.11);

h_{np} – проектная глубина осушительной сети (см. рис. 3.2), м;

h_d – расчетная величина осадки дна осушителя, м.

б) оценка плотности торфа по эмпирической формуле Б.С.Маслова

Средняя плотность торфа для расчетного периода $T \geq 5 \text{ лет}$:

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot (1 + m' \cdot K_p \cdot T^n), \text{ г/см}^3 \quad (3.13)$$

где ρ_0 - исходная (по данным изысканий) плотность торфа, г/см^3 ;

m' - коэффициент, зависящий от плотности торфа и определяемый по графику (см. рис.3.3);

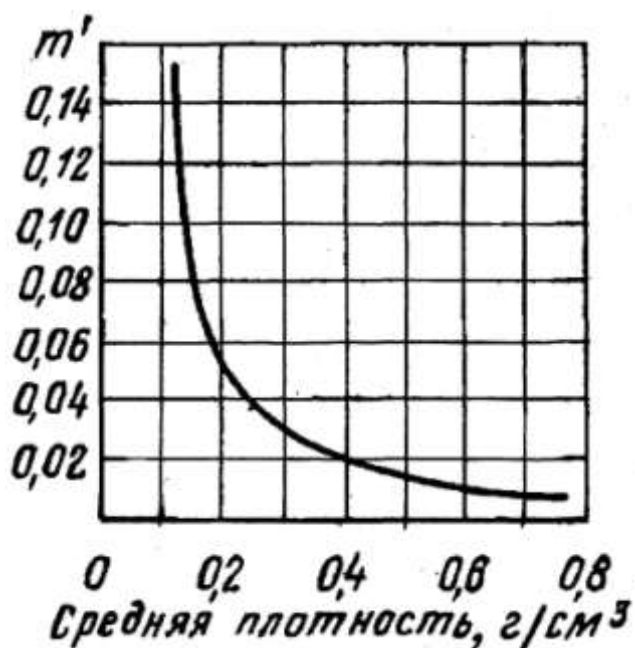


Рис. 3.3 График зависимости $m' = f(\rho)$ для определения коэффициента m'

K_p – редуцированный коэффициент, зависящий от с/х использования земель (например, $K_p=0,35$ – при использовании торфяника только под травы);

n – показатель, учитывающий климатические условия и определяемый по зависимости: $n = 0,0025 \cdot t^2$,

где t – среднегодовая температура воздуха, °С.

3.3.2 Оценка изменения коэффициента фильтрации торфа

а) оценка коэффициента фильтрации на основе прогнозируемой плотности торфа

Оценка коэффициентов фильтрации на основе прогнозируемой плотности торфа является более надежной по сравнению с расчетными методами прогноза по эмпирическим формулам. Использование хорошо известной экспоненциальной типично-типовой зависимости коэффициента фильтрации от плотности торфа, позволяет получить прогнозируемую величину коэффициента фильтрации на основе исходных показателей торфа и прогнозной величины его плотности.

Изображение шкалы - оси ординат (K , м/сут) в логарифмическом виде (рис.3.4) позволяет получить прямолинейный характер графиков $K = f(\rho)$ и использовать метод графической интерполяции.

Суть расчетного метода заключается в следующем (см. рис. 3.4):

- на графике типовой зависимости изображается исходная точка (А) с координатами (K_0 ; ρ_0), где K_0 , ρ_0 - соотв. коэффициент фильтрации и плотность торфа до осушения (по данным изысканий);

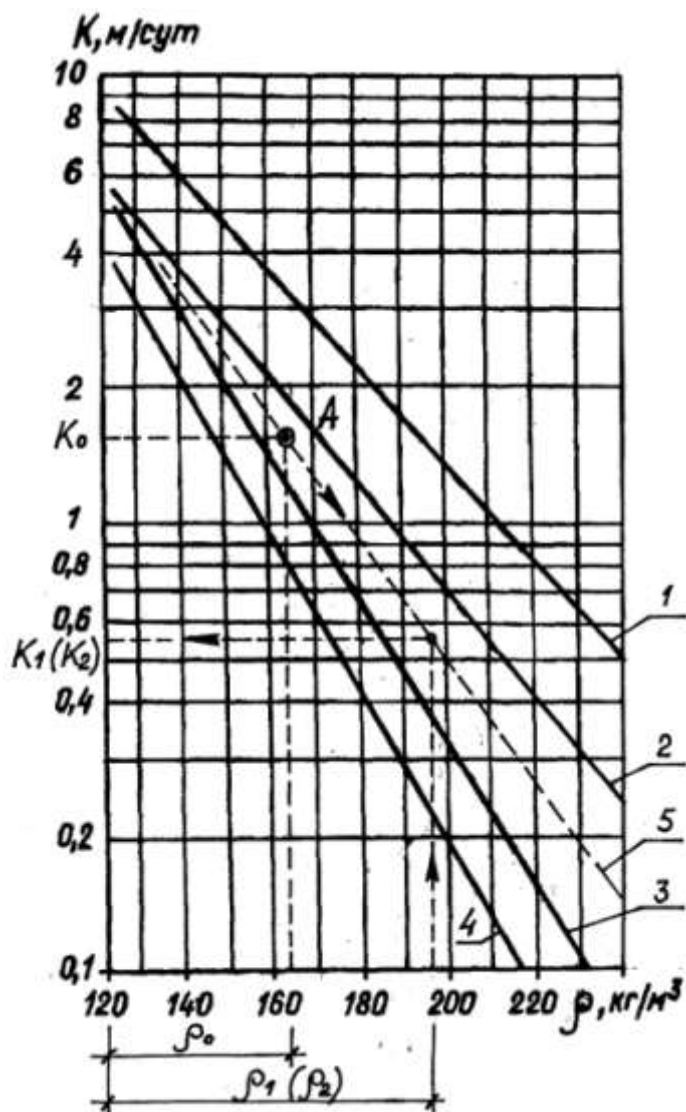


Рис. 3.4 Типичная зависимость коэффициента фильтрации торфа от его плотности (скелета торфа)

1,2 – вертикального (K) соотв. по результатам лабораторных и полевых исследований; 3,4 – то же для горизонтального (K); 5 – интерполирующая прямая.

- через точку А проводится интерполирующая прямая линия (на графике показана пунктиром) в соответствии с характером прохождения типовых прямых;

- по известным (прогноznым) величинам плотности торфа (см. п.3.3.1) - ρ_1 и ρ_2 (кг/м³) по интерполирующей прямой графически определяются коэффициенты фильтрации K_1 и K_2 (м/сут) в соотв. слоях торфа.

б) оценка коэффициента фильтрации торфа по эмпирическим формулам

Для прогнозирования коэффициентов фильтрации, изменяющихся вследствие осушения, могут быть использованы эмпирические зависимости, рекомендуемые для применения в соотв. условиях.

Ниже приводятся широко используемые формулы для оценки среднего коэффициента фильтрации наддренной толщи торфа, а именно:

а) формула У.Х.Томберга:

$$K_1 = K_0 / (1 + T)^x, \text{ м / сут}, \quad (3.14)$$

где K_0 – коэффициент фильтрации неосушенного торфа (по данным на момент изысканий), м/сут;

T – продолжительность расчетного периода основной осадки торфа, лет;

$x = 0,4 \dots 0,8$ – численный показатель, зависящий от (K_0) и интенсивности осушения.

При использовании формулы (3.14) в практических расчетах рекомендуется принимать: $T = 5$ лет; $x = 0,5 \dots 0,6$ соотв. при $K_0 = 1,0 \dots 2,0$ м / сут.

б) прогнозируемый коэффициент фильтрации торфа после его осадки

(Белгипроводхоз):

$$K_1 = K_0 / e^{ch}, \text{ м / сут}, \quad (3.15)$$

где h -- глубина грунтовых вод после осушения (проектная норма осушения), м;

c – постоянная, характеризующая способность торфа уменьшать свою водопроницаемость под воздействием осушения (для массивов, не подвергавшихся ранее осушению $c = 3,5$);

K_0 – начальный коэффициент фильтрации, соответствующий естественному состоянию болота (при $h=0$).

Формулу (3.15) рекомендуется использовать при относительно высоких исходных коэффициентах -- $K_0=4,0-6,0$ м/сут и более.

3.4 Оценка трансформации торфяной залежи

Основная трансформация (изменение) торфяной залежи обусловлена:

- осадкой торфа из-за его уплотнения вследствие осушения;
- сработкой торфа (его утратой) вследствие длительного (интенсивного) с/х использования земель.

Для оценки ежегодной осадки и сработки торфа рекомендуется использовать формулу Б.С. Маслова:

$$\Delta h_0 = 0,08 \cdot Z \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{\sqrt{H_0}}{e^{\beta T}}, \text{ м/год} \quad (3.16)$$

где Z – средняя глубина залегания грунтовых вод, м;

H_0 – исходная мощность торфяной залежи, м;

T – продолжительность расчетного периода, лет;

β - коэффициент, определяемый по формуле:

$$\beta = 0,1 + 0,02 \cdot \alpha - 0,0025 \cdot T \quad (3.17)$$

α - коэффициент термогумидности, определяемый по формуле:

$$\alpha = \frac{100 \cdot t}{P} \quad (3.18)$$

t – среднегодовая температура воздуха, °С;

P – среднемноголетняя годовая норма атм. осадков, мм.

Продолжительность сработки торфяной залежи до глубины (H_{min}) при длительном с/х использовании земель рекомендуется определять по формуле (А.И.Мурашко, А.С. Бут-Гусаим):

$$T_c = \frac{\ln\left(1 + \frac{H_0 - H_{\min}}{A \cdot H_0}\right) + a \cdot (z + c)}{b \cdot (z + c)}, \text{ лет} \quad (3.19)$$

где A , a (м^{-1}), b ($\text{м}^{-1}/\text{год}$) – то же, что и в формуле (3.4) А.И.Мурашко;

H_{\min} – допустимая величина остаточного слоя торфа, м;

c – среднее превышение депрессионной кривой над уровнем дна осушительной сети (для закрытого дренажа $c = 0,2 - 0,3 \text{ м}$, для открытых осушителей – $c = 0,8 - 1,2 \text{ м}$;

z – норма осушения (в зависимости от с/х использования земель: $z = 0,7 - 0,8 \text{ м}$

- травы, $z = 0,8 - 0,9 \text{ м}$ - зерновые, $z = 1,0 - 1,1 \text{ м}$ - пропашные культуры), м.

Для оценки снижения мощности торфяной залежи рекомендуется продолжительность трансформации торфа разделять на два характерных расчетных периода (см. рис.3.5):

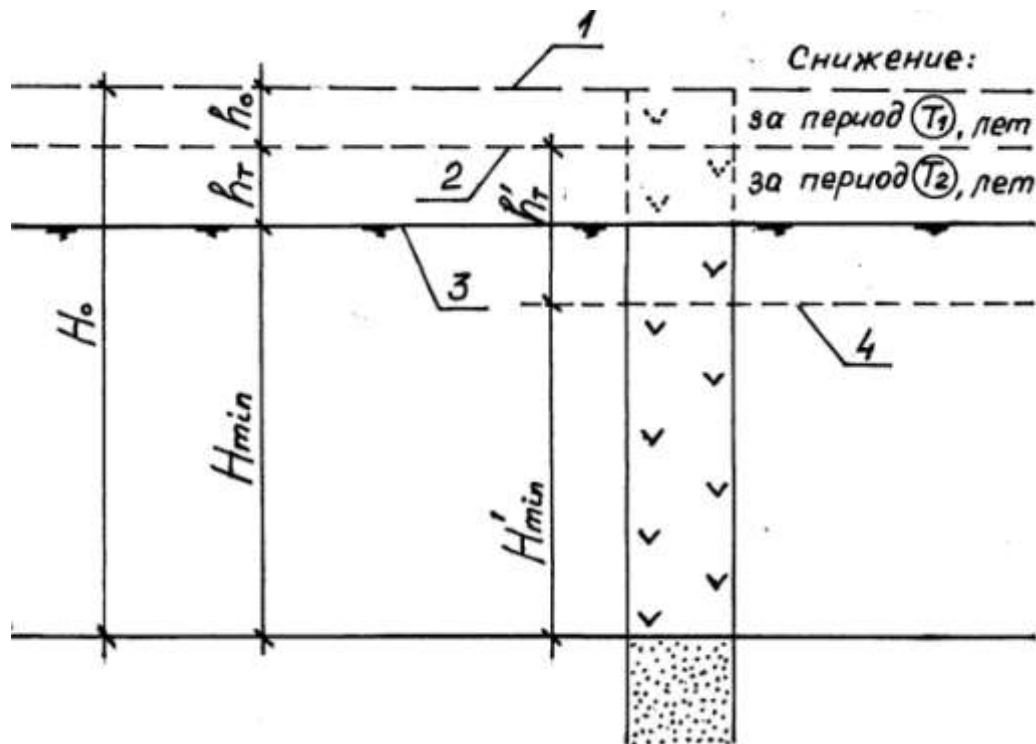


Рис. 3.5 Схема к оценке трансформации торфяной залежи

1...4 - поверхности торфяника: 1 – на момент изысканий; 2 – на конец периода основной осадки торфа; 3 – проектный (допустимый) уровень;

4 – расчетное положение (при чрезмерной сработке торфа) - период основной осадки (в т.ч. сработка торфа в этот период): $T_1 = T = 3 - 5 \text{ лет}$;

- период затухающей осадки и длительной сработки торфа: $T_2 = T_H - T_1$, лет.

Общая продолжительность расчетного периода может рассматриваться как в рамках нормативного срока службы объекта $T_1 + T_2 = T_H$ (например, для закрытых дренажных систем $T_H = 50 \text{ лет}$), так и в рамках перспективы и использования земель – на основе конкретных условий проектирования объекта (в диапазоне заданного периода при проектной величине (H_{min})).

Интенсивность сработки торфа оценивается по формуле:

$$\Delta h_T = \frac{h_T \cdot \gamma \cdot 10^4}{T_1 + T_2}, \text{ м/га} \cdot \text{год} \quad (3.20)$$

где γ - объемная плотность торфа при естественной влажности, $\frac{\text{м}}{\text{м}^3}$;

h_T - величина сработки торфяной залежи, м.

При известной (проектной) величине (H_{min}) допустимая величина слоя сработки торфа будет равна (см. рис. 3.5):

$$h_T = H_0 - h_0 - H_{min}, \text{ м} \quad (3.21)$$

где полная величина снижения поверхности торфяника за период (T_1):

$$h_0 = \Delta h_0 \cdot T_1, \text{ м} \quad (3.22)$$

Аналогично определяется расчетная (фактическая) величина сработки торфа:

$$h'_T = H_0 - h_0 - H'_{min}, \text{ м} \quad (3.23)$$

где расчетная величина остаточного слоя торфяной залежи (H'_{min}), определяемая в обратном порядке из формулы (3.19) - при $T_C = T_2$.

Допустимость трансформации торфяной залежи оценивается по выполнению условия: $h'_T < h_T$ (или $\Delta h_T < [\Delta h_T]$). В противном случае решается вопрос о назначении мероприятий по компенсации утраты торфа:

$$\Delta h_{T.K} = \Delta h_T - [\Delta h_T], \text{ м/}2a \cdot \text{год} \quad (3.24)$$

где $\Delta h_T, [\Delta h_T]$ - соотв. расчетная и допустимая интенсивности сработки торфа, оцениваемые по формуле (3.20) по показателям h_T' и $h_T, \text{ м/}2a \cdot \text{год}$.

3.5 Примеры расчетов по оценке изменений осушаемого торфяника

Исходные данные

1. Местоположение осушаемого низинного торфяника – Брянская область.
2. Проектное использование – искусственные сенокосы.
3. Допустимая минимальная величина остаточного слоя торфяной залежи - $H_{min}=2,9\text{м}$ (на основе ландшафтно-экологических требований к объекту мелиорации).
4. Проектный срок использования объекта – $T_n=40\text{лет}$.
5. Основные природные и проектные данные по объекту мелиорации изображены на рис. 3.6.

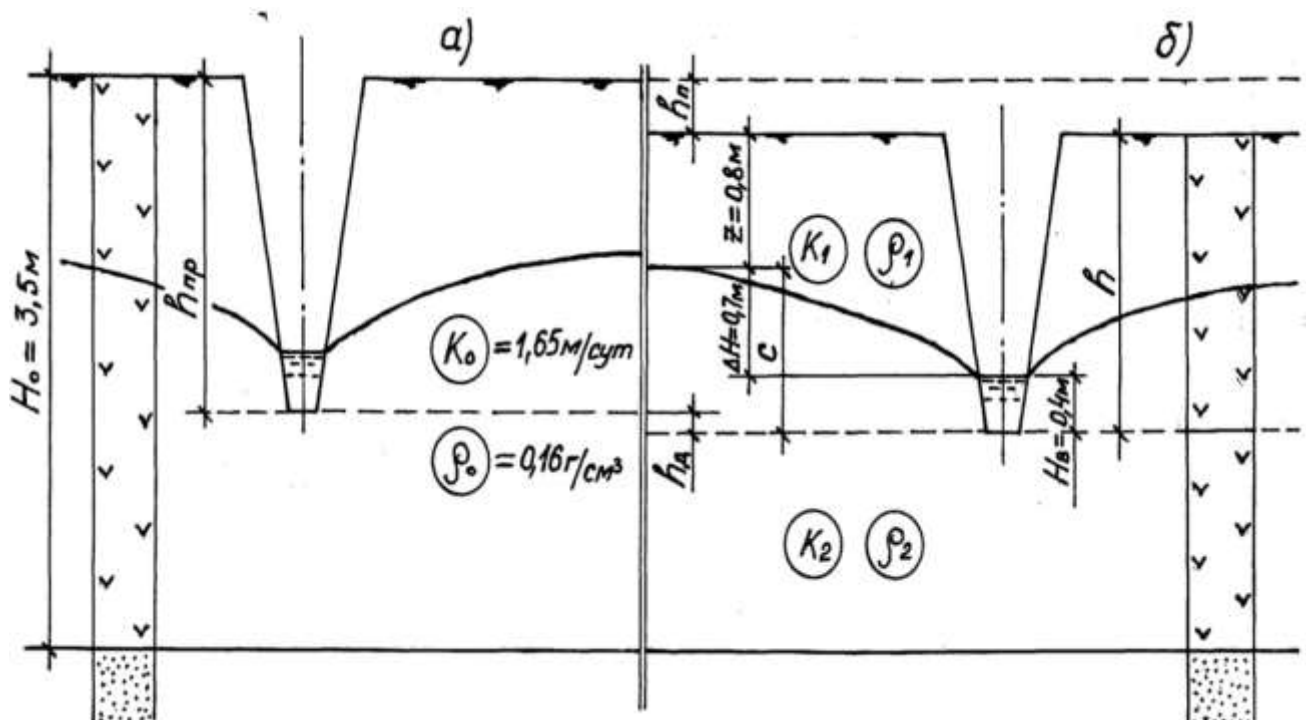


Рис. 3.6 Схемы к расчету трансформации осушаемого торфяника
а – исходная (по данным изысканий); б – на конец расчетного периода

3.5.1. Оценка снижения глубины осушительной сети

Вначале устанавливаем расчетную глубину осушительных каналов на основе проектных данных (см. рис.3.6):

$$h = z + \Delta h + H_B = 0,8 + 0,7 + 0,4 = 1,9 \text{ м}$$

Осадка поверхности болота будет равна (ф-ла 3.4):

$$h_n = 0,75 \cdot 3,5 \cdot \left(1 - e^{-[1,9 \cdot (0,07 + 0,006 \cdot 5)]}\right) = 0,454 \text{ (0,45 м)}$$

где $A=0,75$ – коэффициент плотности торфа, устанавливаемый по номограмме (рис. 3.1) в зависимости от $\rho_0 = 0,46 \text{ г/см}^3$;

$a = 0,07 \text{ м}^{-1}$, $b = 0,006 \text{ м}^{-1} / \text{год}$ – коэффициент интенсивности осадки торфа для низинных болот в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Осадку дна осушителей определяем по аналогичной формуле (3.9):

$$h_n = 0,75 \cdot (3,5 - 1,9) \cdot \left(1 - e^{-[1,9 \cdot (0,021 + 0,005 \cdot 5)]}\right) = 0,10 \text{ м}$$

где $c = 0,021 \text{ м}^{-1}$, $d = 0,005 \text{ м}^{-1} / \text{год}$ – соотв. эмпирические коэффициенты для низинных болот в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Величина снижения глубины осушительных каналов составит (ф-ла 3.7):

$$\delta = 0,45 - 0,10 = 0,35 \text{ м}$$

Проектная (строительная) глубина каналов будет равна:

$$h_{np} = h + \delta = 1,90 + 0,35 = 2,25 \text{ м}$$

3.5.2. Прогнозирование основных расчетных показателей торфа

а) увеличение плотности торфа

Средняя плотность торфяной залежи в целом, ожидаемая после осушения, будет равна (ф-ла 3.7):

$$\rho_1 = \frac{0,16 \cdot 3,50}{3,50 - 0,45} = 0,184 \text{ г} / \text{см}^3$$

Аналогично определяем среднюю плотность поддренной толщи торфа (ф-ла 3.12):

$$\rho_2 = \frac{0,16 \cdot (3,50 - 2,25)}{3,5 - 2,25 - 0,10} = 0,174 \text{ г} / \text{см}^3$$

где $h_{np}=2,25\text{м}$, $h_{\delta}=0,10\text{м}$, $h_n=0,45\text{м}$ – расчетные показатели, устанавливаемые в п.3.5.1.

б) снижение коэффициентов фильтрации

Для определения коэффициентов фильтрации используем установленные выше прогнозные показатели плотности торфа (ρ_1, ρ_2).

Используя типичные зависимости $K = f(\rho)$, изображенные на рис. 3.4, и исходные показатели торфа ($K_0=1,65\text{м/сут}$, $\rho_0 = 0,160\text{г} / \text{см}^3$), методом графической интерполяции по величине прогнозируемой плотности торфа ($\rho_0 = 0,184\text{г} / \text{см}^3$) находим коэффициент фильтрации: $K_1=0,57\text{м/сут}$.

Аналогично, используя величину $\rho_2 = 0,174\text{г} / \text{см}^3$, получаем коэффициент фильтрации поддренной толщи торфа: $K_2=0,85\text{м/сут}$.

3.5.3. Оценка трансформации торфяной залежи на период эксплуатации объекта

Расчетный период ($T_H=40\text{лет}$) разделяем на два характерных периода:

- период основной осадки (в т.ч. сработка торфа): $T_1 = T = 5\text{лет}$;
- период затухающей осадки и длительной сработки торфа:

$$T_2 = 40 - 5 = 35 \text{ лет}$$

Для периода основной осадки -- величина ежегодной осадки и сработки торфа будет равна (ф-ла 3.16):

$$\Delta h_0 = 0,08 \cdot 0,8 \cdot 0,836^{1,4} \cdot \frac{\sqrt{3,5}}{e^{0,1045}} = 0,0554 \text{ м/год}$$

где соотв. коэффициенты (по ф-лам 3.17 и 3.18):

$$\alpha = \frac{100 \cdot 5,6}{670} = 0,836$$

$$\beta = 0,1 + 0,02 \cdot 0,836 - 0,0025 \cdot 5 = 0,104$$

и расчетные показатели: $t=5,6$ °С - среднегодовая температура воздуха, $P=670$ мм - среднегодовое количество осадков.

Полная величина снижения поверхности торфяника за период $T_1 = 5$ лет составит:

$$h_0 = 0,0554 \cdot 5 = 0,277 \text{ (0,28 м)}$$

Расчетная величина сработки торфа для периода затухающей осадки будет равна (см. рис.3.5):

$$h'_T = H_0 - h_0 - H'_{\min} = 3,50 - 0,28 - 2,70 = 0,52 \text{ м}$$

где величина (H'_{\min}) определена из формулы (3.19) при $T_C = T_2 = 35$ лет:

$$35 = \frac{\ln\left(1 + \frac{3,5 - H'_{\min}}{0,75 \cdot 3,5}\right) + 0,07 \cdot (0,8 + 1,1)}{0,006 \cdot (0,8 + 1,1)}$$

(откуда решение уравнения дает результат $H'_{\min} = 2,70$ м),

где расчетные показатели: $H_0 = 3,5$ м, $z = 0,8$ м, $c = 0,7 + 0,4 = 1,1$ м (см. рис. 3.6), а параметры A , b , a – см. в п.3.2.2.

Допустимая величина сработки торфа будет равна:

$$h_T = H_0 - h_0 - H_{\min} = 3,5 - 0,28 - 2,90 = 0,32 \text{ м}$$

Интенсивность сработки торфа определяем по формуле (3.20):

а) расчетная величина

$$\Delta h_T = \frac{0,52 \cdot 1,02 \cdot 10^4}{40} = 132,6 \text{ м/га} \cdot \text{год}$$

б) допустимая величина

$$[\Delta h_T] = \frac{0,32 \cdot 1,02 \cdot 10^4}{40} = 81,6 \text{ м/га} \cdot \text{год}$$

где $\gamma = 1,02 \text{ т/м}^3$ - плотность торфа при естественной влажности.

Выводы

1. Условие $\Delta h_T \leq [\Delta h_T]$ не выполняется, что указывает на чрезмерную сработку торфа и на необходимость компенсации утраты торфа.

2. Величина компенсации торфа в процессе эксплуатации мелиоративной системы должна составлять не менее:

$$\Delta h_{Т.К} = 132,6 - 81,6 = 51 \text{ м/га} \cdot \text{год}$$

4 Загрязнение водоприемника

4.1 Оценка качества стока осушительной системы

4.1.1 Основы расчетных методов

В основе большинства расчетных методов по оценке концентрации выносимых веществ в различных видах стока широко используется такой показатель, как масса выноса (M , кг/га) за определенный период времени (T , сут).

При наличии возможности установления массы выноса рекомендуется в основе расчета использовать такой показатель, как модуль (интенсивность) выноса массы соотв. ингредиента:

$$n = \frac{M}{0,0864 \cdot T}, \text{ мг/с} \cdot \text{га} \quad (4.1)$$

В этом случае, концентрация ингредиента в соотв. виде стока с исследуемой территории будет равна:

$$C = \frac{n}{q}, \text{ мг/л} \quad (4.2)$$

где q – модуль стока, л/с·га.

При использовании в расчетах гидрологических характеристик по расходу (Q , л/с), слою (h , мм) и объему стока (W , м³/га), расчетная формула (4.2) будет иметь соответствующие виды:

$$C = \frac{n \cdot A}{Q}, \text{ мг/л} \quad (4.3)$$

$$C = \frac{8,64 \cdot n \cdot T}{h}, \text{ мг/л} \quad (4.4)$$

$$C = \frac{86,4 \cdot n \cdot T}{W}, \text{ мг/л} \quad (4.5)$$

где A – площадь расчетного участка, га;

T – продолжительность расчетного периода, сут.

При использовании в основе расчета среднегодовых данных по интенсивности выноса веществ стоком (n_{cp}), степень водности расчетного периода (% обеспеченности), учитывается посредством умножения на соотв. коэффициенты(Φ):

$$n_{P\%} = n_{cp} \cdot \Phi_{P\%}, \text{ мг/л} \quad (4.6)$$

где Φ – модульный коэффициент перехода [16] от среднегодовой величины к величине расчетной обеспеченности (табл. 4.1).

Таблица 4.1 Модульные коэффициенты (Φ) перехода от среднегодовых параметров выноса веществ к параметрам периода расчетной обеспеченности

P, %	5	10	20	50	75	90	95
I. Весеннее половодье							
Φ	1,94	1,67	1,38	0,92	0,63	0,44	0,34
II. Летне-осенние дождевые паводки							
Φ	2,15	1,81	1,44	0,86	0,56	0,35	0,25
III. Меженный сток							
Φ	1,74	1,53	1,31	0,95	0,71	0,53	0,45

4.1.2 Определение концентрации веществ в дренажном стоке

При оценке концентрации веществ в дренажном стоке применяются следующие методы определения концентрации веществ в дренажном стоке:

1. При выполнении ориентировочных расчетов:

а) использование практических рекомендаций (обобщенных данных) различных научно-исследовательских институтов и организаций (например, обобщенные данные натуральных многолетних исследований ВНИИГиМ, БелНИИМ и ВХ, СевНИИГиМ, Валдайского филиала ГГИ и др., приведенные в прилож. 4.2, 4.3);

б) использование данных химических анализов грунтовых вод объекта до мелиорации. Этот метод применяется для определения концентрации минеральных ингредиентов посредством использования переходных коэффициентов (табл. 4.2) по зависимости:

$$C_{др} = K_{пт} \cdot C_{гв}, \text{ мг/л} \quad (4.7)$$

где $C_{гв}$ – концентрация соотв. вещества в грунтовых водах до мелиорации (природно-фоновая), мг/л.

2. При повышенных требованиях к объекту:

а) использование расчетных методов;

б) использование смешанного метода, когда по основным биогенным загрязнителям (N, P, K) концентрации определяются расчетом (прилож.2), а по остальным (минеральным) ингредиентам – устанавливаются по практическим рекомендациям (прилож. 4.2, 4.3) или на основе переходных коэффициентов (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2 Переходные коэффициенты от ионного состава гр. вод к ионному составу коллекторно-дренажного стока (по данным натурных наблюдений на мелиоративных системах -[17])

Наименование иона	Концентрация в гр. водах, мг/л	Коэффициенты ($K_{пт}$)		Примечание
		закрытая сеть	открытая сеть	
Ca^{2+}	10	1,5	1,0	
	100	1,4	0,8	
	200	1,3	0,7	
Na^+	до 120	1,5	0,7	
Mg^{2+}	до 70	1,5	1,0	
SO_4^{2-}	до 100	1,0	0,8	
Cl	до 100	1,3	1,0	
$\text{Fe}_{\text{общ}}$	до 4,0	4,0	1,5	для торф. грунтов
	«	2,0	1,3	для минер. грунтов
Сумма ионов	до 500	1,3	0,9	
	до 1500	1,2		

Примечание. Переходные коэффициенты от $\text{Fe}_{\text{общ}}$ к Fe^{3+} и Fe^{2+} равны соответственно 0,7 и 0,3.

4.1.3 Определение концентрации веществ в поверхностном стоке мелиоративной системы

Для установления концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке мелиоративной системы используются в основном следующие методы:

1. Определение концентраций посредством расчета с использованием для определенных условий соответствующих расчетных формул. Рекомендуемые формулы по основным биогенным загрязнителям приводятся в приложении 3.1.

2. Установление концентраций по всем расчетным ингредиентам в зависимости от их концентраций в дренажных водах на основе переходных коэффициентов ($K_{пер}$):

$$C_{ПС} = K_{пер} \cdot C_{др}, \text{ мг/л} , \quad (4.8)$$

где $C_{др}$ – концентрация ингредиента в дренажном стоке в расчетный период, мг/л.

Обобщенные средние значения переходных коэффициентов для основных расчетных ингредиентов мелиоративных систем приводятся в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Переходные коэффициенты ($K_{пер}$) от концентраций веществ в дренажных к концентрациям в поверхностных водах

Ингредиенты	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	P _м	F _{общ}	Общая минерализация
$K_{пер}$	0,30	0,20	0,35	1,20	1,20	0,35	0,40	0,60	0,20	0,25	1,50	0,50	0,65

4.1.4 Примеры расчета по оценке качества стока мелиоративной системы

Исходные данные следует смотреть в примере расчета по оценке загрязнения водоприемника (см. п. 4.2.3). Расчетный период летне-осеннего паводка 10% обеспеченности.

Расчет производим для севооборотного участка – I (овощекормовой севооборот $A=326$ га с преобладанием дерново-подзолистых почв, что относится к устьевому створу канала *I-ГД* (створ №2, см. рис. 4.1).

а) расчет концентрации веществ в дренажном стоке

Расчетная величина среднегодового модуля дренажного стока (по среднесуточным данным $p \approx 50\%$) будет равна (см. прилож. 1.1):

$$q_{50\%} = 0,40 \cdot 1,19 \cdot 0,90 \cdot 0,65 = 0,278 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Аналогично определяем величину модуля дренажного стока для периода летне-осеннего паводка 10% обеспеченности:

$$q_{10\%} = 0,95 \cdot 1,19 \cdot 0,90 \cdot 0,65 = 0,661 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Среднегодовой объем дренажного стока будет равен:

$$W_{др} = 86,4 \cdot 0,287 \cdot 275 = 6605 \text{ м}^3 / \text{с}$$

где $T = T_{год} - T_{зим.сез.} = 365 - 90 = 275$ сут (из расчетного периода исключен зимний сезон, когда вынос веществ из почвы незначительный).

Среднегодовой вынос основных биогенных ингредиентов с дренажным стоком определяем по формулам, приведенным в прилож. 2.1:

а) по азоту:

$$M_N = \frac{(0,02 \cdot 110 + 0,2 \cdot 40 + 0,07 \cdot 66) \cdot 6605}{6605 + 1750} = 11,7 \text{ кг/га} \cdot \text{год}$$

где $K_f = 0,02$ (принят по аммиачной селитре, прилож.);

$N_0 = 40$ кг/га, $N_m = 110$ кг/га – дозы внесения удобрений (см. исх.данные);

$N_n = 66$ кг/га – содержание минерального азота в пахотном горизонте (прилож.2.2);

$W_{ппв} = 1750 \text{ м}^3/\text{га}$ – запас влаги в зоне аэрации до УГВ при ППВ (прилож.2.3).

б) по нитратам и аммонии:

$$M_{NO_3} = 4,5 \cdot 11,7 \cdot 0,92 = 48,44 \text{ кг} / \text{га} \cdot \text{год}$$

$$M_{NH_4} = 1,28 \cdot 11,7 \cdot 0,08 = 1,20 \text{ кг} / \text{га} \cdot \text{год}$$

где $\alpha=0,92$, $\beta=0,08$ – соотношение NO_3 и NH_4 в дренажном стоке (прилож.2.4).

в) по фосфору:

$$M_P = \frac{0,002 \cdot 350 \cdot 6605}{350 + 6605} = 0,66 \text{ кг} / \text{га} \cdot \text{год}$$

где $W_{\text{ит}}=350 \text{ м}^3/\text{га}$ – запас влаги в почве пахотного горизонта (прилож.2.3);
 $n_f=0,002$ – коэффициент, характеризующий содержание растворенного фосфора в почвенной влаге (прилож.3.4).

г) по калию:

$$M_K = \frac{[(0,2 \cdot 130 + 1,2 \cdot 140 + 0,008 \cdot 50000) \cdot 0,018] \cdot 6605}{6605 + 1750} = 8,45 \text{ кг} / \text{га} \cdot \text{год}$$

где $K_0=140 \text{ кг}/\text{га}$, $K_m=130 \text{ кг}/\text{га}$ – нормы внесения соотв. удобрений по калию (см. исх. данные);

$K_6=50000 \text{ кг}/\text{га}$ – содержание валового калия в пахотном горизонте (прилож.2.2).

Среднегодовые модули выноса соответствующих веществ с дренажным стоком будут равны (ф-ла 4.4):

$$n_{NO_3} = \frac{48,44}{0,0864 \cdot 275} = 2,039 \text{ мг} / \text{с} \cdot \text{га}$$

$$n_{NH_4} = \frac{1,20}{0,0864 \cdot 275} = 0,051 \text{ мг} / \text{с} \cdot \text{га}$$

$$n_P = \frac{0,66}{0,0864 \cdot 275} = 0,028 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_K = \frac{8,45}{0,0864 \cdot 275} = 0,356 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

Модули выноса соотв. ингредиентов для периода летне-осеннего паводка в год 10% обеспеченности (ф-ла 4.6):

$$n_{NO_3} = 1,81 \cdot 2,039 = 3,601 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_{NH_4} = 1,81 \cdot 0,051 = 0,092 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_P = 1,81 \cdot 0,028 = 0,051 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_K = 1,81 \cdot 0,356 = 0,544 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

где $\Phi_{10\%} = 1,81$ – модульный коэффициент перехода (табл.4.1).

Искомые концентрации соответствующих веществ в дренажном стоке в период дождевого летне-осеннего паводка 10% обеспеченности будут равны (ф-ла 4.2):

$$C_{NO_3} = \frac{3,691}{0,661} = 5,58 \text{ мг/л}$$

$$C_{NH_4} = \frac{0,092}{0,661} = 0,11 \text{ мг/л}$$

$$C_{P_M} = \frac{0,051}{0,661} = 0,08 \text{ мг/л}$$

$$C_K = \frac{0,644}{0,661} = 0,97 \text{ мг/л}$$

Для остальных (минеральных) расчетных ингредиентов концентрацию определяем на основе их содержания в грунтовых водах до мелиорации по переходным коэффициентам (ф-ла 4.7), используя данные таблиц 4.7 и 4.8:

$$C_{Mg^{2+}} = 20 \cdot 1,5 = 30,0 \text{ мг / л}$$

$$C_{Na^+} = 12 \cdot 1,5 = 18,0 \text{ мг / л}$$

$$C_{\text{Гооб}} = 0,60 \cdot 2,0 = 1,2 \text{ мг / л}$$

$$C_{\text{Общ}} = 380 \cdot 1,3 = 494 \text{ мг / л}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 4.7.

б) расчет концентрации веществ в поверхностном стоке с мелиорируемой площади

Среднегодовой вынос биогенных ингредиентов с поверхностным стоком определяем по формулам (прилож. 3.1):

а) по азоту:

$$M_N = 0,0031 \cdot (0,65 \cdot 110 + 2 \cdot 40 + 0,66 \cdot 4000) + 0,35 \cdot (0,02 \cdot 110 + 0,2 \cdot 40 + 0,07 \cdot 66) = 18,19 \text{ кг / га} \cdot \text{год}$$

где коэффициенты: $\omega=0,0031$, $\gamma=0,35$ – для дерново-подзолистых супесчаных почв (прилож. 3.2);

$K_1=0,02$, $K_2=0,65$ (по аммиачной селитре, прилож.3.3);

$N_M=110$ кг/га, $N_0=40$ кг/га – дозы внесения удобрений (см. исх. данные);

$N_{II}=66$ кг/га, $N_V=4000$ кг/га – содержание соотв. минерального и валового азота в пахотном слое почвы (см. прилож.2.2).

б) по нитратам и аммонии:

$$M_{NO_3} = 4,5 \cdot 18,19 \cdot 0,92 = 75,31 \text{ кг / га} \cdot \text{год}$$

$$M_{NH_4} = 1,28 \cdot 18,19 \cdot 0,08 = 1,86 \text{ кг / га} \cdot \text{год}$$

где $\alpha=0,92$, $\beta=0,08$ – соотношение NO_3 и NH_4 в поверхностном стоке (прилож.2.4).

в) по фосфору:

$$M_P = 0,0031 \cdot (0,8 \cdot 80 + 1,4 \cdot 40 + 0,85 \cdot 300 + 1820) = 6,80 \text{ кг/га}$$

где $n_2=0,80$, $n_3=1,4$, $n_4=0,85$ (прилож.3.4);

$P_M=80$ кг/га, $P_0=40$ кг/га – дозы внесения удобрений (см. исх.данные);

$P_B=1820$ кг/га, $P_{II}=300$ кг/га – содержание соотв. валового и подвижного фосфора в почве (прилож. 2.2).

г) по калию:

$$M_K = (0,0031 + 0,018 \cdot 0,35) \cdot (0,2 \cdot 130 + 1,2 \cdot 140 + 0,008 \cdot 50000) = 5,58 \text{ кг/га}$$

где $K_0=140$ кг/га, $K_M=130$ кг/га – нормы внесения удобрений (см. исх. данные);

$K_в=50000$ кг/га – содержание валового калия в пахотном горизонте (прилож.2.2).

Среднегодовые модули выноса соответствующих веществ с поверхностным стоком будут равны (ф-ла 4.1):

$$n_{NO_3} = \frac{75,31}{0,0864 \cdot 275} = 3,170 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_{NH_4} = \frac{1,86}{0,0864 \cdot 275} = 0,078 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_P = \frac{6,80}{0,0864 \cdot 275} = 0,286 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_K = \frac{5,58}{0,0864 \cdot 275} = 0,235 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

Модули выноса соотв. ингредиентов для периода летне-осеннего паводков в год 10% обеспеченности (ф-ла 4.6):

$$n_{NO_3} = 1,81 \cdot 3,170 = 5,738 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_{NH_4} = 1,81 \cdot 0,078 = 0,141 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_P = 1,81 \cdot 0,286 = 0,518 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

$$n_K = 1,81 \cdot 0,235 = 0,425 \text{ мг/с} \cdot \text{га}$$

Искомые концентрации соответствующих веществ в поверхностном стоке в период дождевого летне-осеннего паводка 10% обеспеченности будут равны

(ф-ла 4.2):
$$C_{NO_3} = \frac{5,738}{1,15} = 4,99 \text{ мг/л}$$

$$C_{NH_4} = \frac{0,141}{1,15} = 0,13 \text{ мг/л}$$

$$C_{P_M} = \frac{0,518}{1,15} = 0,45 \text{ мг/л}$$

$$C_K = \frac{0,425}{1,15} = 0,37 \text{ мг/л}$$

где $q_{10\%} = 1,15 \text{ л/с} \cdot \text{га}$ – модуль поверхностного стока в период летне-осеннего дождевого паводка (опр. на основе соответствующих гидрологических расчетов по проекту, см. табл.1.9).

Для остальных (минеральных) расчетных ингредиентов концентрацию определяем на основе их содержания в грунтовых водах до мелиорации по переходным коэффициентам (ф-ла 4.8), используя данные таблицы 4.6:

$$C_{Mg^{2+}} = 20 \cdot 30 = 6,0 \text{ мг/л}$$

$$C_{Na^+} = 0,35 \cdot 18,0 = 6,3 \text{ мг/л}$$

$$C_{F_{общ}} = 0,50 \cdot 1,2 = 0,60 \text{ мг/л}$$

$$C_{Общ} = 0,65 \cdot 494 = 321 \text{ мг/л}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 4.7.

4.1.5 Установление концентрации веществ в стоке мелиоративной системы на основе данных практических рекомендаций

Определение концентраций проводим для условий севооборотного участка – II (овощной севооборот $A=284$ га на торфяниках) по периоду летне-осеннего паводка 10% обеспеченности. Участок относится к устьевому створу канала 2-ГД (створ №3, см. рис.4.1).

Расчетная величина среднегодового модуля дренажного стока ($p \approx 50\%$) будет равна (прилож.1):

$$q_{50\%} = 0,40 \cdot 1,19 \cdot 1,0 \cdot 0,675 = 0,321 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Аналогично определяем величину модуля дренажного стока для периода летне-осеннего паводка 10% обеспеченности:

$$q_{10\%} = 0,95 \cdot 1,19 \cdot 1,0 \cdot 0,675 = 0,763 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Исходные концентрации устанавливаем на основе данных, приведенных в прилож.4.3 (в данном случае с осреднением показателей по сезонам: лето-осень). Следует иметь ввиду, что при использовании этих обобщенных данных многолетних наблюдений, они должны расцениваться как ср.годовые показатели по дренажному стоку по соотв. сезонам (т.е. как ср. многолетние данные-- по году обеспеченности $p \approx 50\%$).

Установленные по данным приложения 4.3 концентрации расчетных ингредиентов в ср.годовом дренажном стоке по сезонам лето-осень, будут равны:

$$C_{NO_3^-} = 23,5 \text{ мг/л}, C_{NH_4^+} = 1,9 \text{ мг/л}, C_{P_M} = 0,41 \text{ мг/л}, C_{K^+} = 3,2 \text{ мг/л}, C_{Mg^{2+}} = 33,5 \text{ мг/л},$$

$$C_{Na^+} = 44,0 \text{ мг/л}, C_{F_{\text{общ}}} = 1,4 \text{ мг/л}, C_{\text{общ}} = 774 \text{ мг/л}$$

Среднегодовые модули выноса соотв. веществ за период летне-осеннего сезона определяем по формуле: $n_i = c_i \cdot q_{50\%}, \text{мг/с} \cdot \text{га}$ (на основе ф-лы 4.2):

$$n_{NO_3^-} = 23,5 \cdot 0,321 = 7,543 \text{мг/с} \cdot \text{га}, \quad n_{NH_4^+} = 1,9 \cdot 0,321 = 0,610 \text{мг/с} \cdot \text{га},$$

$$n_{P_M} = 0,41 \cdot 0,321 = 0,132 \text{мг/с} \cdot \text{га}, \quad n_{K^+} = 3,2 \cdot 0,321 = 1,027 \text{мг/с} \cdot \text{га},$$

$$n_{Mg^{2+}} = 33,5 \cdot 0,321 = 10,75 \text{мг/с} \cdot \text{га}, \quad n_{Na^+} = 44,0 \cdot 0,321 = 14,12 \text{мг/с} \cdot \text{га},$$

$$n_{F_{\text{общ}}} = 1,4 \cdot 0,321 = 0,449 \text{мг/с} \cdot \text{га}, \quad n_{\text{общ}} = 774 \cdot 0,321 = 248 \text{мг/с} \cdot \text{га}$$

Искомые концентрации соотв. веществ в дренажном стоке в период дождевого летне-осеннего паводка 10% обеспеченности будут равны (по формуле:

$$c_i = \frac{n_i \cdot \Phi_{10\%}}{q_{10\%}}, \text{ полученной на основе формул 4.2 и 4.6):}$$

$$C_{NO_3^-} = \frac{7,543 \cdot 1,81}{0,763} = 17,9 \text{мг/л}, \quad C_{NH_4^+} = \frac{0,61 \cdot 1,81}{0,763} = 1,45 \text{мг/л}, \quad C_{P_M} = \frac{0,132 \cdot 1,81}{0,763} = 0,31 \text{мг/л},$$

$$C_{K^+} = \frac{1,027 \cdot 1,81}{0,763} = 2,44 \text{мг/л}, \quad C_{Mg^{2+}} = \frac{10,75 \cdot 1,81}{0,763} = 16,5 \text{мг/л}, \quad C_{Na^+} = \frac{14,12 \cdot 1,81}{0,763} = 33,5 \text{мг/л},$$

$$C_{F_{\text{общ}}} = \frac{0,449 \cdot 1,81}{0,763} = 1,06 \text{мг/л}, \quad C_{\text{общ}} = \frac{248 \cdot 1,81}{0,763} = 558 \text{мг/л}$$

где $\Phi_{10\%} = 1,81$ – модульный коэффициент перехода (табл.4.1).

Для установления концентрации веществ в поверхностном стоке используем методику переходных коэффициентов (табл.4.3) в зависимости от показателей дренажного стока (ф-ла 4.8):

$$C_{NO_3^-} = 0,20 \cdot 17,9 = 3,58 \text{мг/л}, \quad C_{NH_4^+} = 1,20 \cdot 1,45 = 1,74 \text{мг/л}, \quad C_{P_M} = 1,50 \cdot 0,31 = 0,46 \text{мг/л},$$

$$C_{K^+} = 1,20 \cdot 2,44 = 2,93 \text{мг/л}, \quad C_{Mg^{2+}} = 0,20 \cdot 26,5 = 5,3 \text{мг/л}, \quad C_{Na^+} = 0,35 \cdot 33,5 = 11,7 \text{мг/л},$$

$$C_{F_{\text{общ}}} = 0,50 \cdot 1,06 = 0,53 \text{мг/л}, \quad C_{\text{общ}} = 0,65 \cdot 588 = 382 \text{мг/л}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 4.7.

4.2 Оценка химического загрязнения реки-водоприемника

4.2.1 Основные положения и расчетные формулы

Химическое загрязнение водоприемника со стороны осушительной системы связано в основном с вымывом из зоны аэрации и поверхности почвы веществ, образующихся вследствие проведения агротехнических мероприятий на полях и протекания почвенных биохимических процессов.

Функционирование мелиоративной системы изменяет химический режим воды реки-водоприемника ниже по течению. Этот новый режим может иметь достаточно длительный и устойчивый характер, изменяясь только по сезонам года.

Решение вопроса, насколько измененный химический состав воды будет соответствовать нормативным требованиям (ПДК), представляет собой основную задачу прогнозных расчетов по оценке загрязнений водоприемника.

При оценке загрязнения все расчетные вещества-загрязнители (ингредиенты) объединяются в группы по одинаковости лимитирующего показателя вредности (см. табл. 1.7), а оценка производится по каждой соотв. группе ингредиентов отдельно на выполнимость нормативного условия:

$$\frac{C_1}{[C_1]} + \frac{C_2}{[C_2]} + \dots + \frac{C_n}{[C_n]} \leq 1 \quad (4.9)$$

где $C_1, C_2 \dots C_n$ - расчетные концентрации соотв. веществ в водном объекте, мг/л;

$[C_1], [C_2], [C_n]$ - нормативно-допустимые предельные концентрации (ПДК) соотв. ингредиентов, мг/л (табл.4.4 или прилож.7).

В отдельных случаях, при оценке загрязнения биогенными веществами, учитывается самоочищающаяся способность мелиоративной системы, т.е. производится некоторое снижение расчетных значений (C_n). Окончательная вели-

чина, расчетной концентрации в этом случае определяется по формуле:

$$C_n' = C_n \cdot e^{-k \cdot \frac{L}{v}}, \text{ мг/л} \quad (4.10)$$

где k – коэффициент самоочищения (ориентировочно $K=0,25$);

L – длина канала, м;

v – средняя скорость течения воды в канале, м/сут.

Учет самоочищающей способности воды в канале может иметь существенное значение в случаях:

- наличия большой длины и разветвленности каналов;
- при значительном удалении мелиоративной системы от водоприемника;
- расчета по среднемеженному периоду, когда скорости течения воды в

каналах минимальные.

Оценка качества речного стока должна производиться в створе на расстоянии от места сброса (не менее):

$$L_c = 30 \cdot B, \text{ м} \quad (4.11)$$

где L_c – длина участка разбавления (см. рис. 4.1), м;

B – ширина реки по урезу воды при прохождении расчетного расхода.

Расчет концентрации веществ в воде стока мелиоративных систем для замыкающих (устьевых) створов магистральных каналов производится отдельно по каждому ингредиенту по формуле:

$$C_{Ki} = \frac{c_1 \cdot q_1 \cdot A_1 + c_2 \cdot q_2 \cdot A_2 + \dots + c_n \cdot q_n \cdot A_n}{q_1 \cdot A_1 + q_2 \cdot A_2 + \dots + q_n \cdot A_n}, \text{ мг/л} \quad (4.12)$$

где $c_1, c_2 \dots c_n$ – расчетные концентрации i -го ингредиента в стоке с соотв. расчетных участков, мг/л;

$A_1, A_2 \dots A_n$ – площади соответствующих расчетных участков, га;

$q_1, q_2 \dots q_n$ – модули стока с соответствующих площадей, л/с·га.

При использовании формулы (4.12), разделение водосборной площади мелиоративной системы (внешней, дренируемой) на расчетные участки производится по принципу существенного различия их по видам стока (подземный, поверхностный) и объемам выноса загрязняющих веществ (различные виды с/х использования, торфяники, минеральные земли, распаханная часть водосбора и пр.).

Таблица 4.4 Предельно-допустимые концентрации веществ в воде природных водотоков [8]

Компонент	Лимитирующий показатель вредности	Един. измерения	Предельно-допустимая концентрация, мг/л	
			хозяйственно-питьевая	рыбохозяйственная
Аммиак (по азоту)	санитарный	мг/л	2,0	0,05
Аммоний (солевой)	токсикологический	«	2,6	0,5
Калий	санитарно-токсикологический	«	-	50
Кальций	«	«	-	180
Магний	«	«	-	40,0
Натрий	«	«	-	120
Нитраты	«	«	44	40
Нитриты	«	«	-	0,08
Сульфаты	«	«	500	100
Хлориды	«	«	350	300
Железо	органолептический	«	0,5	0,33
Фосфор (P _м)	«	«	-	3,5
Общая минерализация	«	«	1000	*
рН ***	«	рН	6,5-8,5	6,5-8,5
Бихроматная окисляемость (ХПК)	«	мгО ₂ /л	15	-
Биохимическое потребление кислорода (БПК)	«	«	3	3
Нефтепродукты	«	мг/л	-	0,05

Примечания. * - нормируется на месте согласно таксациям рыбохозяйственных водных объектов, ** - не должен выходить за пределы.

Концентрация i -го ингредиента в стоке реки-водоприемника в расчетном створе ниже мелиоративной системы рекомендуется определять по формуле:

$$C_{Pi} = \frac{\sum_{K=1}^n (C_{Ki} \cdot Q_{Ki}) + C_{\Phi i} \left(Q_P - \sum_{K=1}^n Q_{Ki} \right)}{Q_P}, \text{ мг/л} \quad (4.13)$$

C_{Ki}, Q_{Ki} - соотв. расчетные концентрации и расходы воды в устьевых створах магистральных каналов (мг/л, л/с);

Q_P - расчетный расход воды в реке после мелиорации в створе ниже впадения всех магистральных каналов, л/с;

$C_{\Phi i}$ - концентрация соотв. ингредиента в реке до мелиорации (природно-фоновая), мг/л.

Например, для схемы, изображенной на рис.4.1, формула (4.13) будет иметь вид:

$$C_P = \frac{c_1 \cdot Q_1 + c_2 \cdot Q_2 + c_{\Phi} \cdot (Q_P - Q_1 - Q_2)}{Q_P}, \text{ мг/л} \quad (4.14)$$

4.2.2 Особенности установления основных расчетных показателей

а) перечень загрязняющих веществ

Общий перечень загрязняющих веществ, по которым оценивается влияние гидромелиоративной системы на качество природных вод, регламентируется соотв. нормами по проектированию мелиоративных систем. В конкретных проектах перечень расчетных ингредиентов устанавливается проектировщиками с учетом местных условий по согласованию с местными органами рыбнадзора и санитарной охраны.

б) гидрологические характеристики

При оценке влияния осушительных систем на качество природных вод, в качестве расчетных принимаются следующие стоковые хар-ки [16]:

1. Объемы (слои) поверхностного, дренажного и суммарного годового стока для лет 10 и 50% обеспеченности.

2. Максимальный суточный расход воды 10% обеспеченности.

3. Минимальный месячный расход (бытовой, среднемеженный) суммарного стока для года 50% обеспеченности.

4. Слой ливневых осадков 10% обеспеченности, объем твердого стока летнего дождевого паводка 10% обеспеченности – в особых случаях (при оценке воздействия ливнепаводкового стока, выноса пестицидов и пр.).

Многие гидрологические характеристики (расходы каналов и водоприемника, модули и объемы стока и пр.) устанавливаются на основе гидрологических расчетов в соотв. разделах проектов мелиоративных систем, а недостающие характеристики определяются дополнительно при выполнении соотв. расчетов.

Особую проблему может представлять оценка некоторых характеристик дренажного стока. При отсутствии данных наблюдений по объектам-аналогам, для оценки параметров дренажного стока могут быть использованы материалы практических рекомендаций (см. прилож. 1).

в) исходные концентрации веществ в стоке

Исходные концентрации расчетных ингредиентов до мелиорации (природно-фоновые) в речном, поверхностном и грунтовом стоке с внешнего водосбора устанавливаются на основе:

- местных данных на основе многолетних наблюдений;
- данных краткосрочных предпроектных исследований (проектных изысканий).

Вопросы определения исходных концентраций загрязняющих веществ в дренажном и поверхностном стоке с мелиорируемой территории имеют особый проектный характер и решаются проектировщиками на основе природных условий и проектных решений по объекту мелиорации. Наиболее надежной является оценка качества стока мелиоративной системы на основе данных наблюдений, как местных, так и на объектах-аналогах, имеющих близкие характеристики по свойствам почвогрунтов, водному питанию, рельефу, с/х использованию и параметрам мелиоративной системы (продолжительность наблюдений

должна быть не менее 3-5 лет). При отсутствии данных наблюдений широко используются расчетные методы определения концентраций с учетом различных практических рекомендаций.

Основы расчетных методов по оценке концентрации веществ в дренажном и поверхностном стоке мелиоративных систем приводятся выше (см. п.4.1).

4.2.3 Пример расчета по оценке загрязнения водоприемника осушительной системы

Исходные данные:

1. Местоположение объекта – Брянская область.
2. Объект представляет собой осушительную систему закрытого типа, схема фрагмента плановой компоновки системы изображена на рис. 4.1.

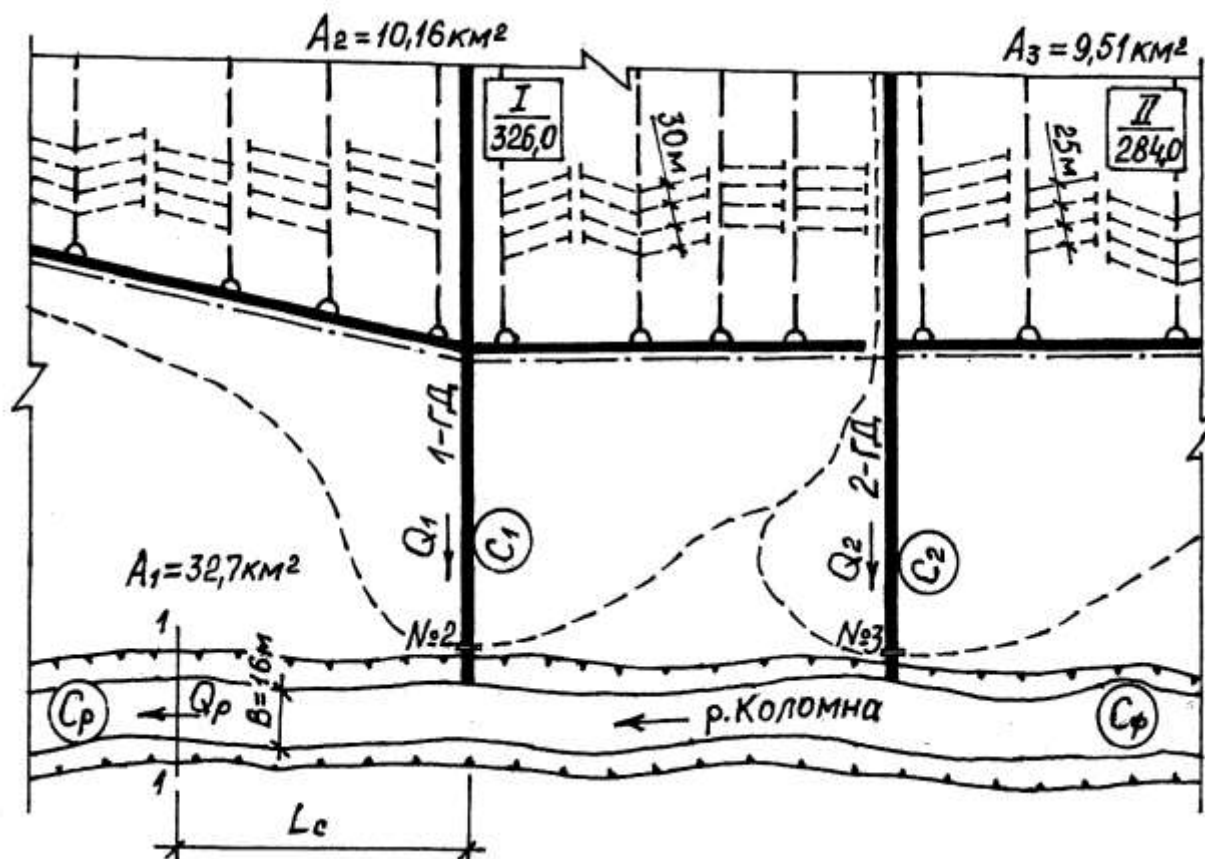


Рис. 4.1 Схема осушительной системы (фрагмент) к оценке загрязнения водоприемника (I- севооборот на минеральных землях; II – севооборот на землях с преобладанием торфяных почв).

Проектные и природные показатели мелиоративной системы:

- тип водного питания – смешанный (поток ГВ с внешнего водосбора + намывной делювиальный);
- регулирующая осушительная сеть – закрытый дренаж (расстояние между дренами: 30м – в минеральных и 25м – в торфяных грунтах);
- использование земель – два севооборотных участка (см. табл. 4.5).

Таблица 4.5 С/х использование мелиорируемых земель, типы почв
И проектные нормы внесения удобрений

Севооборот	Типы почв	Дозы внесения удобрений, кг д.в-ва /га					
		в составе органических			минеральных, кг д.в		
		N_0	P_0	K_0	N_m	P_m	K_m
I. Овощекормовой	дерново-подзолистые, супесчаные	40	40	140	110	80	130
II. Овощной	торфяные	-	-	-	140	90	170

3. Расчетный гидрологический период – период летне-осеннего дождевого паводка для года 10% обеспеченности (расчетные показатели приводятся в табл.4.6).

Таблица 4.6 Расчетные гидрологические показатели водоприемника и магистральных каналов (на основе соотв. гидрологических расчетов)

Расчетный створ	Водосборная площадь, км ²			Расчетный суточный расход летне-осеннего паводка 10% обеспеченности $Q_{л.о.}, м^3/с$	Модули стока летне-осеннего дождевого паводка 10% обеспеченности - q , л/с·га			
	общая (A)	осушительная, $A_{ос}$	внешняя $A_{вн}$		с внешнего водосбора		с мелиорируемой территории	
					поверхн. стока	гр. стока	поверхн. стока	дрен. стока
№1 (р.Коломна)	32,7	-	-	15,6	-	-	-	-
№2 (канал 1-ГД)	10,16	3,26	6,90	2,60	2,86	0,055	1,15	0,661
№3 (канал 2-ГД)	9,51	2,84	6,67	2,34	2,60	0,055	1,25	0,763

4. Перечень расчетных химических ингредиентов – приведен в таблице 4.7.
5. Исходные химические показатели качества воды - приводятся в таблице 4.7.
6. Нормативные требования к ПДК – рыбохозяйственные.

Таблица 4.7 Показатели химического состава воды водоприемника и стока мелиоративной системы для летне-осеннего паводкового периода

Вид стока	Концентрация ингредиентов в воде стока, мг/л							
	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Na^+	NO_3^-	P_M	$\text{F}_{\text{общ}}$	общая минерализация
I. По данным местных наблюдений (предпроектных изысканий)								
Река - водоприемник	0,03	3,5	4,0	2,4	3,6	0,10	0,12	120
Грунтовый с внешнего водосбора	0,02	2,4	20,0	12,0	10,9	0,12	0,60	380
Поверхностный с внешнего водосбора	0,05	6,6	5,0	2,0	9,7	0,09	0,11	365
II. По расчетным (проектным) данным (см. п.1.5)								
а) система канала 1-ГД (полевой севооборот) – створ №2								
Дренажный	0,14	0,97	30,0	18,0	5,58	0,08	1,20	494
Поверхностный	0,13	0,37	6,0	6,3	4,99	0,45	0,60	321
б) система канала 2-ГД (овощной севооборот) – створ №3								
Дренажный	1,45	2,44	26,5	33,5	17,9	0,31	1,06	588
Поверхностный	1,74	2,93	5,3	11,7	3,58	0,46	0,53	382

Расчет

Оценку химического загрязнения водоприемника производим на примере одного расчетного периода – летне-осеннего паводкового стока 10% обеспеченности (для других расчетных периодов расчеты производятся аналогично).

Площадь водосбора мелиоративной системы разделяем на восемь характерных расчетных участков – по четыре в системе каждого магистрального канала, а именно:

а) территория водосбора канала **1-ГД**:

- площадь внешнего водосбора с поверхностным стоком ($A_1=690$ га, $q_1=2,86$ л/с·га);

- то же с грунтовым стоком извне ($A_2=690$ га, $q_2=0,055$ л/с·га);

- мелиорируемая площадь с поверхностным стоком ($A_3=326$ га, $q_3=1,15$ л/с·га);

- то же с дренажным стоком ($A_4=326$ га, $q_4=0,661$ л/с·га).

б) территория водосбора канала **2-ГД** (аналогично):

$$A_1=690\text{га}, q_1=2,86\text{л/с}\cdot\text{га};$$

$$A_2=690\text{га}, q_2=0,055\text{л/с}\cdot\text{га};$$

$$A_3=326\text{га}, q_3=1,15\text{л/с}\cdot\text{га};$$

$$A_4=326\text{га}, q_4=0,661\text{л/с}\cdot\text{га}.$$

Расчетная формула (1.14) в этом случае будет иметь вид:

$$C_{Ki} = \frac{c_1 \cdot q_1 \cdot A_1 + c_2 \cdot q_2 \cdot A_2 + c_3 \cdot q_3 \cdot A_3 + c_4 \cdot q_4 \cdot A_4}{q_1 \cdot A_1 + q_2 \cdot A_2 + q_3 \cdot A_3 + q_4 \cdot A_4}, \text{мг/л}$$

Используя данные таблицы 4.7, получаем величину расчетной концентрации ингредиента (NH_4^+) в устьевом створе канала **1-ГД**:

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{0,05 \cdot 2,86 \cdot 690 + 0,02 \cdot 0,055 \cdot 690 + 0,13 \cdot 1,15 \cdot 326 + 0,14 \cdot 0,661 \cdot 326}{2,86 \cdot 690 + 0,055 \cdot 690 + 1,15 \cdot 326 + 0,661 \cdot 326} = 0,07 \text{мг/л}$$

Аналогично для устьевого створа канала **2-ГД**:

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{0,05 \cdot 2,86 \cdot 667 + 0,02 \cdot 0,055 \cdot 667 + 1,74 \cdot 1,25 \cdot 284 + 1,45 \cdot 0,763 \cdot 284}{2,60 \cdot 667 + 0,055 \cdot 667 + 1,25 \cdot 284 + 0,763 \cdot 284} = 0,43 \text{мг/л}$$

Для следующего ингредиента (K^+) концентрация в устьевом створе канала **1-ГД** будет равна:

$$C_{\text{K}^+} = \frac{6,6 \cdot 2,86 \cdot 690 + 2,4 \cdot 0,055 \cdot 690 + 0,37 \cdot 1,15 \cdot 326 + 0,97 \cdot 0,661 \cdot 326}{2,86 \cdot 690 + 0,055 \cdot 690 + 1,15 \cdot 326 + 0,661 \cdot 326} = 5,17 \text{мг/л}$$

То же в устьевом створе канала **2-ГД**:

$$C_{K^+} = \frac{6,6 \cdot 2,60 \cdot 667 + 2,4 \cdot 0,055 \cdot 667 + 2,93 \cdot 1,25 \cdot 284 + 2,44 \cdot 0,763 \cdot 284}{2,60 \cdot 667 + 0,055 \cdot 667 + 1,25 \cdot 284 + 0,763 \cdot 284} = 5,59 \text{ мг/л}$$

Далее производим подобные расчеты по остальным расчетным ингредиентам. Результаты расчета приводятся в таблице 4.8.

Таблица 4.8 Результаты расчета концентрации веществ в замыкающих (устьевых) створах магистральных каналов

Расчетные ингредиенты		NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	P _M	F _{общ}	Общая минерализация
Концентрация, мг/л	(C ₁) – устьевой створ канала 1-ГД (№2)	0,07	5,17	7,4	4,1	8,7	0,14	0,27	370
	(C ₂) – устьевой створ канала 2-ГД (№3)	0,43	5,59	7,3	6,5	9,5	0,17	0,27	388

Оценку концентрации веществ в речном стоке ниже мелиоративной системы производим на основе формулы (4.13), преобразованной к данным условиям (ф-ла 4.14). Концентрации расчетных ингредиентов в речном стоке на расстоянии ниже впадения канала **1-ГД** будут равны:

$$L_c = 30 \cdot 16 = 480 \text{ м}$$

$$C_{NH_4} = \frac{0,07 \cdot 2600 + 0,43 \cdot 2340 + 0,03 \cdot (15600 - 2600 - 2340)}{15600} = 0,10 \text{ мг/л}$$

$$C_{K^+} = \frac{5,17 \cdot 2600 + 5,59 \cdot 2340 + 3,5 \cdot (15600 - 2600 - 2340)}{15600} = 4,41 \text{ мг/л}$$

Далее проводим аналогичные расчеты по остальным расчетным ингредиентам. Результаты расчета приводятся в табл. 4.9.

Таблица 4.9 Расчетные концентрации веществ в стоке водоприемника ниже мелиоративной системы, мг/л (створ 1-1)

Расчетные ингредиенты		NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	P _м	F _{общ}	Общая минерализация
Концентрация веществ в стоке	после стр-ва мелиоративной системы	0,10	4,1	5,1	3,3	5,3	0,12	0,17	202
	до мелиорации	0,03	3,5	4,0	2,4	3,6	0,10	0,12	120
Кратность увеличения концентрации		3,33	1,17	1,28	1,38	1,47	1,20	1,42	1,68
Предельно допустимая концентрация (рыбохозяйственная)		0,5	50	40	120	40	3,5	0,3	*500
Нормативный лимитирующий показатель вредности		Т	СТ	СТ	СТ	СТ	ОЛ	ОЛ	-

Примечание. *[C_{общ}]=500мг/л – принята по местным требованиям к объекту.

Оценку качества речного стока после сброса коллекторно-дренажных и поверхностных вод производим по группам ингредиентов, объединенных по лимитирующим показателям вредности -- на выполнимость нормативного условия (ф-ла 4.9):

а) токсикологическая группа (NH₄):

$$\frac{0,10}{0,50} = 0,20 < 1$$

б) санитарно-токсикологическая группа (K, Mg, Na, NO₃):

$$\frac{4,1}{50} + \frac{5,1}{40} + \frac{3,3}{120} + \frac{5,3}{40} = 0,37 < 1$$

в) органолептическая группа (P, Fe):

$$\frac{0,12}{3,5} + \frac{0,17}{0,30} = 0,60 < 1$$

г) общая минерализация ($C_{\text{общ}} \leq C_{\text{пдж}}$):

$$C_{\text{общ}} = 202 \text{ мг/л} < C_{\text{пдж}} = 500 \text{ мг/л}$$

Выводы

Анализ результатов расчета позволяет заключить следующее:

1. Увеличение концентрации веществ (кроме аммония) в паводковом стоке реки ниже мелиоративной системы следует ожидать в целом более, чем в 1,5 раза.
2. Несмотря на относительно значительное увеличение, абсолютные величины концентраций ингредиентов остаются в допустимых пределах (значительно ниже ПДК).
3. Выполнимость нормативного условия (4.9) с опр. запасом указывает на несущественное ухудшение качества воды водоприемника.
4. Особое внимание следует обратить на резкое увеличение концентрации аммония (более, чем в 3 раза) – ингредиента, имеющего особый показатель вредности. Рекомендуется анализ причин и проработка мероприятий по снижению выноса аммония.

5 Природоохранные мероприятия

Раздел «Охрана окружающей среды» в проектах мелиорации земель охватывает в основном проработку следующих вопросов [15]:

- охрана земель;
- охрана водных ресурсов;
- охрана недр;
- охрана растительности;
- охрана ландшафта;
- охрана животного мира;

- рекреационные мероприятия;
- сохранение памятников истории и культуры.

Многообразие и степень деятельности рассматриваемых вопросов определяется проектировщиками по конкретным условиям объекта и требованиям по месту проектирования.

Ниже приводится характеристика природоохранных мероприятий, наиболее распространенных в практике мелиорации и рекомендуемых для проработки в проектах гидромелиорации с/х земель.

5.1 Охрана почв

5.1.1 Группы мероприятий по охране почв

Вопросы охраны почв при мелиорации с/х земель охватывают проработку следующих мероприятий:

- сведение к минимуму нарушений почвенного покрова посредством максимального использования щадящих технологий производства мелиоративно-строительных работ;
- компенсация вынужденных потерь гумуса вследствие производства мелиоративно-строительных работ;
- предотвращение эрозионных процессов, связанных с распашкой земель и снижением влажности почв;
- улучшение изменяющихся свойств (структуры) почв под воздействием осушения и интенсивного с/х использования земель;

Компенсирующие дозы внесения органических удобрений определяются расчетным путем на основе прогнозируемых данных по потере гумуса при производстве соотв. видов мелиоративно-строительных работ (см. п.3.1).

Мероприятия по снижению эрозии почв направлены в основном на создание водопроходной структуры почв. Обычно они представляют собой ком-

плексы агротехнических мероприятий в составе почвозащитных севооборотов (с высокой долей многолетних трав при минимизации осушения).

Особую группу составляют почвозащитные мероприятия на осушаемых торфяниках по предотвращению сработки торфа и улучшению его водно-физических свойств, а именно:

- обогащение торфяника свежим органическим веществом (регулярное внесение органики в пределах компенсирующих доз);
- внесение минерального грунта в верхние слои торфяника (пескование, глинование);
- искусственная консервация торфа мелкозалежных торфяников посредством спец. глубокой запашки на глубину до 1,5м (создается новый тип антропогенной почвы посредством перемещения минерального грунта подошвы торфяника в область пахотного горизонта).

Кроме того, на осушаемых торфяниках проектируются системы противопожарных мероприятий, являющихся составной частью мелиорации торфяных почв и входящих в группу мероприятий по охране недр. Эти мероприятия рассмотрены в отдельном параграфе настоящей главы (см. п.5.5).

5.1.2 Определение доз внесения органических удобрений по компенсации потерь гумуса

Расчетная доза внесения удобрения определяется по зависимости:

$$D = \Delta\Gamma \cdot \Delta D, \text{ т/га} \quad (5.1)$$

где $\Delta\Gamma$ -- потери гумуса при производстве различных видов мелиоративно-строительных работ, устанавливаемые на основе прогнозной оценки, % (см. п.3.1);

ΔD - удельная доза удобрения для повышения содержания гумуса в почве на 1% (табл.5.1), т/га.

Таблица 5.1 Дозы органических удобрений для повышения содержания гумуса в минеральных почвах на 1%

Механический состав пахотного или гумусового горизонта	Доза удобрений (ΔД), т/Га	
	навоз	ТМАУ стандартного состава
Песок, супесь легкая	85	110
Супесь тяжелая	90	120
Суглинок легкий	95	130
Суглинок средний	100	135
Суглинок тяжелый	105	140

5.1.3 Определение норм внесения минеральных грунтов на торфяниках

В настоящее время считаются установленными оптимальные дозы песка и глины для различных торфяников. В таблице 5.2 приводятся рекомендуемые добавки минеральных грунтов в зависимости от с/х использования (по данным ВНИИГиМ).

Таблица 5.2 Примерные дозы минерального грунта при различном использовании торфяных почв

Типы болот	Овощекормовой севооборот		Лугопастбищный севооборот	
	песок	глина	песок	глина
Низинные	400	200	400	200
Переходные	500	300	400	300
Верховые	600	500	500	400

Норму внесения песка для получения заданной смеси торф-песок рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$П = \frac{T \cdot M - 100 \cdot A}{(100 - M) \cdot \gamma_{п}}, \text{ м}^3 / \text{га} \quad (5.2)$$

где Т – масса торфяного слоя, подлежащая обогащению песком, т/га;

М – заданное содержание минеральной части в смеси торф-песок, %;

А – масса золы в торфяном слое, т/га;

$\gamma_{п}$ – объемная масса вносимого песка, т/м³.

5.2 Охрана вод водоприемника

5.2.1 Группы водоохраных мероприятий

При осушении с/х земель водоохраные мероприятия направлены в основном на снижение концентрации веществ в водах, отводимых с мелиорируемых земель в водоприемники. Они составляют следующие характерные группы:

а) организационно-хозяйственные:

- установление водоохраных зон и их режима по ограничениям различных видов хозяйственной деятельности;
- обозначение водоохраных зон на местности (установка соотв. знаков) и разработка системы контроля за соблюдением их режима;
- отведение и соотв. обустройство специальных мест для работы с продуктами химической обработки полей в полевых условиях (мест временного складирования удобрений, приготовления растворов, заправки аппаратуры и пр.);
- проработка условий использования с/х авиации по хим. обработке полей (с согласованием с органами санитарного надзора и рыбоохраны).

б) агротехнические мероприятия:

- проведение обработки (распашки) земель вдоль береговой полосы;
- оптимальное сочетание хим. обработок полей с другими видами агротехнической обработки;
- установление оптимального перечня и составление безопасных схем (способов, приемов) по внесению минеральных удобрений и применению пестицидов;
- максимальное повышение барьерных биогеохимических свойств почвы (увеличение аккумулялирующей емкости пахотного слоя, недопущение редкой густоты посевов и пр.).

в) инженерно-гидротехнические мероприятия

Эти мероприятия применяются с целью радикального улучшения каче-

ственных показателей стока мелиоративных систем при повышении в стоке норм ПДК и высоких требованиях к качеству речного стока. Наиболее характерными из них являются:

- создание противоэрозионных систем на водосборе;
- устройство отстойников в устьевых частях каналов;
- устройство фильтрующих перемычек с сорбентами для задержки загрязняющих веществ (пестицидов, тяжелых металлов, нефтепродуктов и пр.);
- строительство аэрирующих перепадных сооружений;
- строительство прудов-аккумуляторов стока перед сбросом его в водоприемник (для выдерживания и обезвреживания дренажного и поверхностного стока).

5.2.2 Определение плановых размеров отстойников на осушительных каналах

При проектировании отстойников на осушительных каналах в их устьевых зонах (перед впадением в водоприемник или в канал старшего порядка) производятся расчеты по установлению их параметров по длине и ширине.

Длина отстойника определяется по формуле:

$$L = \frac{v \cdot H}{k \cdot u}, \text{ м} \quad (5.3)$$

где H – глубина наполнения при пропуске расчетного расхода, м;

v – средняя расчетная скорость движения воды в отстойнике, мм/с;

u – гидравлическая крупность частиц взвесей, мм/с.

Коэффициент (k) и гидравлическая крупность (u) принимаются по справ. таблицам.

Ширина отстойника на уровне проектного дна канала будет равна:

$$b = \frac{Q_p}{3,6 \cdot H \cdot v}, \text{ м} \quad (5.4)$$

где Q_p – расчётный среднесуточный расход, м³/ч.

Геометрические плановые параметры по ширине отстойника будут равны:

а) по верху

$$B = b + 2mh_k, \text{ м} \quad (5.5)$$

б) на уровне проектного дна отстойника

$$B_0 = b - 2mh_{mo}, \text{ м} \quad (5.6)$$

где m – коэффициент заложения откосов;

h_k – проектная глубина канала, м;

h_{mo} – глубина мертвого объема отстойника, м.

5.2.3 Водоохранные зоны и установление их размеров

В проектах мелиорации земель предусматривается выделение двух поясов водоохранного характера:

а) общая водоохранная зона (зона ограничений техногенной деятельности), куда обычно включается пойма и надпойменные террасы;

б) зона строгого режима (особо охраняемая прибрежная полоса), куда включаются верхнебереговые и прирусловые элементы береговой полосы реки-водоприемника.

При установлении размеров водоохранных зон учитываются физико-гидрографические параметры реки, ее бассейновые и экологические особенности. Протяженность водоохранных зон и режим их использования согласовываются с местными органами санитарной охраны и рыбнадзора.

Для установления минимальной ширины водоохранных зон в условиях равнинных рек могут быть использованы следующие расчетные формулы:

а) ширина общей водоохранной зоны (в пределах ширины пояса меандрирования реки):

$$B = K_M \cdot B_P, \text{ м} \quad (5.7)$$

б) ширина особо охраняемой прибрежной полосы:

$$v = B \cdot K_A + \Delta v, \text{ м} \quad (5.8)$$

где B_p - ширина русла реки, м;

K_M - степень развитости меандрирования (табл.4.3);

K_A - коэффициент, принимаемый в зависимости от площади водосбора реки в рассматриваемом створе (табл. 5.3);

Δv - дополнительное расстояние на отступление берегов, прогнозируемое на период до 10 лет.

Таблица 5.3 Расчетные гидрографические показатели рек к установлению ширины водоохраных зон

Степень развитости меандрирования в зависимости от ширины русла (по Р. Бетсу)					Коэффициенты, учитывающие величину водосборной площади			
B_p	60	100	300	1000	$A, \text{ т.км}^2$	<20	20-75	75-150
K_M	16	14	12	11	K_A	0,25	0,20	0,15

При проектировании мелиоративных систем на водосборах малых рек (при $B_p < 30\text{м}$) следует иметь в виду то, что ширина общей с/х водоохранной зоны (B) обычно устанавливается по согласованию с местными органами санитарного надзора и составляет в среднем 200-300м. Кроме того, для малых рек следует учитывать существующие нормативы (табл. 5.4... 5.6) минимально допустимой ширины водоохранной полосы, т.е. расчетная (проектная) ширина должна быть $v \geq v_{\min} (B \geq B_{\min})$.

Таблица 5.4 Минимальная ширина водоохранной зоны реки в зависимости от ее длины (истока до рассматриваемого створа)

Протяженность реки, км	Ширина водоохранной зоны (B_{\min}), м
10-50	100
50-100	200
100-200	300
200-500	400
>500	500

Таблица 5.5 Минимальная ширина прибрежных защитных полос в зависимости от характера примыкающих территорий

Виды угодий, прилегающих к водному объекту	Ширина прибрежной защитной полосы (ϵ_{\min} , м) при крутизне склонов (i) прилегающих территорий		
	$i \leq 0$	$i = 0 - 3^0$	$i > 3^0$
Пашня	15-30	35-55	55-100
Луга, сенокосы	15-25	25-35	35-50
Лес, кустарник	35	35-50	55-100

Таблица 5.6 Минимальные размеры прибрежных водоохранных полос для рек с особыми условиями

№ п/п	Характеристика (особенности) рек	Ширина прибрежной полосы ϵ_{\min} , м
1	Реки, имеющие рыбохозяйственное значение; длиной менее 10км; протекающие в лесах	50
2	Реки, являющиеся притоками рек, имеющих нерестовое значение	100
3	Реки, имеющие места нереста редких и ценных пород рыб	1000

5.2.4 Режим использования водоохранных зон

В проектах мелиорации земель предусматривается выделение двух поясов водоохранного характера:

- общая водоохранная зона (зона ограничений хозяйственной деятельности);
- прибрежная водоохранная полоса (зона строгого режима).

Размеры водоохранных зон устанавливаются с учетом ряда характеристик реки (см. п. 5.2.3) и по согласованию с местными органами санитарной охраны и рыбнадзора.

Водоохранно-защитный эффект от организации водоохранных зон возможен только при соблюдении соотв. режима хозяйственной деятельности в их пределах. *На территории водоохранных зон запрещается всяческая деятельность, способствующая поступлению загрязняющих веществ в водные объекты, а именно:*

- использование авиации для химической обработки полей;
- применение химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками (пестицидов, гербицидов);
- строительство складов для хранения удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов;
- устройство мест стоянок и мойки машин и пр..

На территории общей водоохранной зоны (за пределами прибрежной полосы) может быть разрешено:

- использование земель для выращивания с/х культур (за исключением пропашных – на расстоянии не менее 200м от прибрежной полосы);
- проведение агротехнических и культуртехнических работ по улучшению лугов;
- выпас скота.

На территории прибрежной водоохранной полосы, согласно нормативным требованиям, должны быть предусмотрены:

- берегоукрепительные мероприятия на участках с неустойчивыми берегами;
- посадка древесно-кустарниковой растительности на безлесных участках с целью ландшафтно-экологического обустройства;
- установка специальных водоохранных знаков (стандартных щитов с надписями и знаками запрещающего характера).

В пределах прибрежной полосы запрещается:

- распашка земель;
- выпас скота;
- организация палаточных городков;

- все виды строительства (кроме сооружений, входящих в состав мелиоративной системы);
- движение автотранспорта (в т.ч. и с/х машин).

5.2.5 Рекомендации по применению минеральных удобрений и пестицидов

а) внесение минеральных удобрений

При планировании агротехнических мероприятий по внесению минеральных удобрений на мелиорируемых землях рекомендуется придерживаться следующих рекомендаций:

- использование минимально-подвижных форм азотных удобрений (сульфат аммония, аммиачная селитра);
- дробное внесение повышенных доз азотных удобрений с 2...3-х разовой подкормкой в период наибольшей потребности растений в азоте;
- внесение фосфорно-калийных удобрений под зяблевую вспашку в полной или не менее 65% от полной нормы;
- исключение внесения минеральных удобрений вразброс;
- запрещение внесения любых видов удобрений по снежному покрову.

б) применение пестицидов

При использовании пестицидов рекомендуется соблюдать следующие правила:

- максимальное использование пестицидов кратковременного действия;
- чередование применения в севооборотах различных групп пестицидов;
- применение хлорорганической группы пестицидов в севообороте не чаще одного раза в три года;
- максимальное использование ленточного способа внесения пестицидов одновременно с междурядной обработкой почвы;
- применение гранулированных форм почвенных пестицидов (с целью снижения вероятности смыва их поверхностным стоком).

5.3 Охрана флоры и фауны

5.3.1 Мероприятия по сохранению естественной растительности

Сохранение существующей растительности во многих случаях имеет важное природоохранное значение.

Для сохранения и улучшения ландшафтно-экологических условий рекомендуется проектная проработка следующих мероприятий:

- сведение к минимуму потерь растительности при производстве мелиоративно-строительных работ посредством исключения (запрета) использования прибрежной полосы и прилегающей территории для расположения стоянок строительных машин, складирования материалов, устройства подъездных дорог и пр.;
- максимальное использование сводимой древесной растительности в лесопосадках на объектах мелиорации (посредством перемещения молодых деревьев, например, для устройства лесополос на земляной подушке вдоль каналов или в прибрежную полосу для облесения открытых участков водоприемника);
- компенсация вынужденных потерь древесно-кустарниковой растительности посредством соотв. посадок ее на прилегающих малопродуктивных и эродируемых землях.

Для предотвращения прогнозируемых изменений на прилегающей территории вследствие снижения УГВ (по растительным сообществам и биопродуктивности угодий - в том числе и лесных), рекомендуется проектирование инженерных сооружений и систем[8], сохраняющих прежний (домелиоративный) уровень грунтовых вод, а именно:

- инфильтрационные системы по восполнению запасов грунтовых вод;
- подземные водопроницаемые подпорные стенки-диафрагмы с водопоглощающими устройствами.

На территориях, где сосредоточены редкие и исчезающие виды растений, особо охраняемые ценные биоценозы, а также виды, занесенные в Красную книгу, предусматриваются особые меры по сохранению растений – в виде специальных комплексов инженерных мероприятий или создания заповедных территорий.

5.3.2 Мероприятия по охране животного мира

Для максимального сохранения фауны, обитающей в условиях мелиорируемого объекта, рекомендуется проведение следующих мероприятий:

- максимальный учет вопросов охраны фауны при проектировании землеустройства мелиорируемой территории (расположение угодий, полей, лесополос и пр.);

- планирование производства культуртехнических работ и рубок ухода за лесонасаждениями в периоды, исключая время гнездования и выкармливания молодняка;

- смещение растительной среды обитания для некоторых видов животных и птиц на прилегающую территорию посредством компенсирующих сводимую растительность посадок;

- устройство искусственных микрорезерватов (природных островков) как в пределах объекта, так и на прилегающей территории по принципу – существующий или искусственный водоем, обустроивается соотв. древесно-кустарниковой растительностью;

- отлов и перенаселение на новые места колоний ценных видов животных (бобр, выдра, нутрия) по согласованию с охотничьими хозяйствами;

- устройство на путях миграции животных спец. переходов через каналы и дороги;

- устройство на каналах в местах обитания крупных животных (лось, олень) положенных входов-выходов (мест водопоя) через каждые 400-600м;

- устройство специальных кормовых зон по краям полей, примыкающих к территориям обитания животных, посредством посева кормовых культур (топинамбур, люпин, клевер и пр.).

Если в пределы объекта мелиорации попадают места традиционного пребывания водоплавающих и болотных птиц редких видов, а также территории поселения птиц и животных, занесенных в Красную книгу, то в схемах по

обоснованию мелиоративных мероприятий обязательно должны рассматриваться вопросы о создании резерватов или заповедных территорий.

5.4 Улучшение и облагораживание ландшафта

Ландшафт мелиоративной системы должен повышать эстетическую привлекательность сельской местности и максимально сохранять ее исторически сложившиеся элементы ландшафта.

Основными мероприятиями по формированию и улучшению ландшафта являются:

а) увязка проектных решений с современными требованиями к формированию архитектурно-художественного облика ландшафта мелиоративной системы;

б) представление основных объектов (сооружений, каналов, дорог) в сочетании с природными компонентами в виде отдельных композиционных элементов, формирующих ландшафт в целом и представляющих собой воплощение современных методов ландшафтного искусства (линии, объемы, цвета, формы, материалы, архитектурная выразительность);

в) максимальное сохранение существующих элементов ландшафта, являющихся живописными, достопримечательными, редкими или ценными как в культурно-познавательном и оздоровительном, так и в научном отношении. Сюда могут быть включены:

- отдельно стоящие вековые деревья;
- живописные группы обычных деревьев;
- водоемы, затопленные водой глубиной более 1м (понижения, старицы водоприемника, выемки от торфокарьеров и пр.);
- каптаж родников (ключей) у дорог с соотв. оформлением (например, камнем-валуном и древесно-кустарниковой растительностью);
- памятные знаки и прочие элементы, повышающие контрастность и видовую ценность ландшафта.

г) ликвидация существующих компонентов ландшафта, снижающих его контрастность и видовую ценность и не имеющих практической ценности. Этими компонентами обычно являются: замкнутые понижения глубиной менее 1м, участки с малоценной древесной растительностью, зарастающие мелководные зоны водоприемника, места складирования выкорчеванных камней, валы раскорчевки древесно-кустарниковой растительности и пр..

5.5 Противопожарные мероприятия на осушаемых торфяниках

Противопожарные мероприятия разрабатываются при следующих параметрах торфяников:

- мощность торфяной залежи $>0,5$ м;
- зольность торфа $<50\%$;
- площадь торфяника >50 -100га.

5.5.1 Основная группа противопожарных мероприятий

В основную группу входят мероприятия, рекомендуемые к обязательной проработке при проектировании осушительной системы, а именно:

- проектирование системы противопожарного водообеспечения;
- установление размеров и проектирование противопожарных полос;
- определение потребного количества пожарной техники и инвентаря;
- организация контроля за соблюдением общих и объектных правил пожарной безопасности в процессе строительства и эксплуатации осушительной системы.

Проектирование системы противопожарного водообеспечения включает в себя решение следующих вопросов:

- определение потребного количества воды для нужд пожаротушения;
- выбор источников противопожарного водоснабжения (реки, водоемы, трубопроводы, грунтовые воды и пр.);
- проектирование или выбор типовых сооружений и устройств, обеспечи-

вающих водозабор и подачу воды к вероятным местам возникновения пожаров (пожарные водоемы; пожарные гидранты, колодцы, подводящие каналы, трубопроводы; площадки для стоянок в местах водозабора пожарной техники; шлюзы-регуляторы на каналах и пр.);

- проектирование мелиоративной сети с максимальными техническими возможностями для пожаротушения (обеспечение подачи воды в истоковые зоны каналов, шлюзование осушительной сети, использование оросительных трубопроводов для подачи воды и пр.).

Противопожарные разделительные полосы устраиваются по принципу отделения торфяника от объектов, имеющих соотв. степень пожароопасности. Противопожарные полосы формируются путем внесения минерального грунта в верхний слой торфяника (0,15-0,20м) методом запашки.

Для установления местоположения и минимальной ширины противопожарных полос рекомендуется использовать рекомендации БелНИИМ и ВХ (табл. 5.8). Нормативы для определения потребного количества пожарной техники и инвентаря [18] приводятся в таблице 5.7. Требуемое количество техники и инвентаря согласовывается с соответствующим составом противопожарных средств хозяйства – землепользователя.

Таблица 5.7 Потребное количество противопожарной техники и инвентаря

№ п/п	Наименование	Площадь осушаемого болота, га				
		до 100га	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
1	Пожарный автомобиль	-	-	-	-	1
2	Мотопомпа	1	1	2	3	4
3	Тракторы с коловратными насосами	2	2	2	2	2
4	Опрыскиватели тракторные	-	-	-	1	1
5	Опрыскиватели ранцевые	1	2	3	5	5
6	Ведра металлические	10	15	25	50	100
7	Лопаты штыковые	5	10	20	35	65
8	Топоры лесорубные	3	5	7	10	20
9	Грабли	10	20	50	100	200
10	Очки противодымные	15	30	50	100	200
11	Распираторы	10	30	50	100	200

Таблица 5.8 Ширина противопожарных полос из смеси торфа с минеральным грунтом

Место устройства противопожарных полос	Ширина полосы(м) при зольности торфа(%)					
	полевые севообороты			сенокосы и пастбища		
	5	15	25	5	15	25
1	2	3	4	5	6	7
Вдоль автомобильных дорог категории (с обеих сторон):						
- первой	372	303	216	275	224	160
- второй	310	252	180	229	186	133
- третьей	248	202	144	184	149	106
- четвертой	198	162	115	146	120	85
- пятой	174	141	101	129	104	75
Вдоль железных дорог (с каждой стороны)	149	121	86	110	90	64
Вдоль водоприемников и магистральных каналов (включая ширину их поверху)	198	162	115	146	120	85
Вдоль открытых коллекторов	174	141	101	129	104	75
От населенных пунктов	572	303	216	275	224	160
От объектов добычи угля	298	242	172	220	180	128
От леса:						
- из хвойных пород	248	202	144	184	149	106
- из лиственных пород	186	152	108	138	112	80
От лесных полос	149	121	86	110	90	64
От электрических подстанций	161	131	95	119	97	70
Вдоль линий электропередачи, газопроводов, нефтепроводов	149	121	86	110	90	64
От складов ГСМ	372	303	216	275	224	160

5.5.2 Дополнительные противопожарные мероприятия

На осушаемых торфяниках в качестве дополнительных рекомендуются следующие противопожарные мероприятия:

- минерализация торфа (глинование, пескование);
- устройство защитных экранов из минеральных почвогрунтов (на системах закрытого типа);
- устройство полезащитных лесополос.

Использование метода структурной мелиорации торфа посредством внесения в него минеральных грунтов (песка, глины), кроме повышения урожайности и снижения интенсивности сработки торфа, позволяет значительно повышать пожаростойкость верхней части торфяной залежи.

Основной целью устройства защитных экранов является локализация очагов возгорания на отдельных (небольших) участках площадью 1-2га. Наиболее экономичным является вариант устройства экранов с максимальным использованием технологии строительства закрытого дренажа, а именно:

- обратная засыпка части коллекторно-дренажных траншей производится минеральным грунтом;
- дополнительно устраивается некоторое количество поперечных траншей, которые без укладки дренажных труб засыпаются минеральным грунтом.

Особенности конструкции и основные проектные параметры противопожарной защитной системы показаны на рис. 5.1.

В целях ограничения распространения пожаров в пределах осушаемых торфяников рекомендуется проектирование полезащитных лесополос из деревьев лиственных пород. Оптимальные параметры лесополос на мелиорируемой территории со стороны противопожарных требований: расположение в плане через 1,0-1,5км, ширина 10-15м.

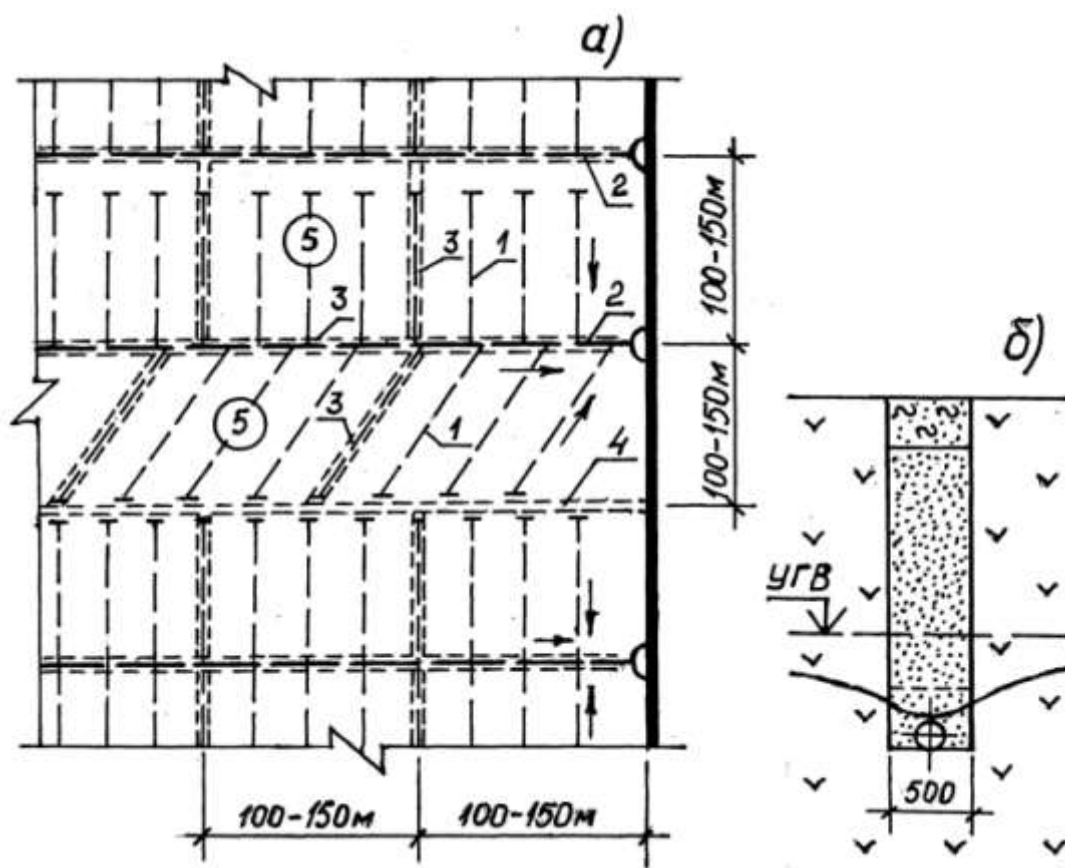


Рис 5.1 Противопожарная система из минеральных экранов

а – плановая компоновка (фрагмент); *б* – поперечный профиль коллекторно-дренажной траншеи.

1 – закрытая дрена; 2 – закрытый коллектор; 3 – обратная присыпка строительной траншеи минеральным грунтом (экран); 4 – дополнительно устраиваемая экранная траншея; 5 – локализуемый участок (секция).

5.6 Расчет противопожарной водообеспеченности на мелиорируемых торфяниках

5.6.1 Основные положения и расчетные формулы

Территория осушаемого массива разбивается на расчетные участки по нормативному критерию: отдельный водоисточник для пожаротушения – на площади $A_i \leq 1000$ га, т.е. количество водоисточников (расчетных участков) должно быть не менее:

$$n = 0,1 \cdot A_{oc}, \text{шт} \quad (5.9)$$

где A_{oc} – площадь осушаемых торфяников, км².

Потребный расход воды для пожаротушения на соответствующем расчетном участке определяется по формуле:

$$Q_{ni} = \frac{q_n \cdot \sqrt{A_i}}{3600}, \text{м}^3 / \text{с} \quad (5.10)$$

где q_n - удельный (нормативный) расход воды на пожаротушение, м³ / с · км;

A_i - площадь торфяника на расчетном участке, км².

Потребный объем воды на пожаротушение:

$$W_{ni} = 24 \cdot Q_{ni} \cdot t_n, \text{м}^3 \quad (5.11)$$

где t_n - расчетная продолжительность тушения одного пожара (для участков площадью ≤1000га в условиях Нечерноземной зоны РФ: $t_n = 2 \text{сут}$, $q_n = 160 \text{ м}^3 / \text{ч} \cdot \text{км}$).

При использовании в качестве водоисточника воды «живого» стока реки должно выполняться условие:

$$Q_M \geq \sum Q_{ni} + Q_{\min}, \text{м}^3 / \text{с} \quad (5.12)$$

где Q_M - среднедекадный расход воды в реке в период летней межени для года 75% обеспеченности (в отдельных особых случаях $P=90\%$), м³ / с;

Q_{\min} - минимально допустимый расход воды ниже расчетного створа, м³ / с.

При отсутствии ниже по течению соотв. водопотребителей:

$$Q_{\min} = K_C \cdot Q_M, \text{м}^3 / \text{с} \quad (5.13)$$

где K_C – доля санитарного расхода воды в реке для периода летней межени ($K_C = 0,75$ – при соблюдении природоохранных норм и требований по отбору

естественного тока воды).

При невыполнении вышеуказанного условия (5.12) рекомендуется проектирование противопожарных водоемов с вариантами частичного использования живого тока воды рек-водоисточников.

5.6.2 Противопожарные водоемы

При проектировании противопожарных водоемов (см. рис.5.2) рекомендуется соблюдать следующие нормативно- типовые показатели:

- полезная емкость водоема должна быть $V_{пол} \geq 100 м^3$;
- глубина мертвого объема $h_{МО} \geq 0,5 м$;
- глубина наполнения водой $h \geq 1,5 м$;
- ширина по дну $b \geq 6,0 м$, коэффициент заложения откосов $m=2,0$;
- предусматриваются два зумпфа по обоим торцам с параметрами: размеры в плане $3 \times 4 м$, $h_3=0,5 м$, $m=2,0$.

Потребное количество противопожарных водоемов на соответствующих расчетных участках определяется по формулам:

а) при проектировании забора воды на пожаротушение непосредственно из водоема:

$$n_B = \frac{A_i \cdot 10^4}{R^2}, \text{шт} \quad (5.14)$$

где R – нормативный радиус действия ($R=250-300 м$).

б) при заборе и доставке воды к очагу возгорания при помощи специальной пожарной техники (пожарные автомобили, прицепы, цистерны и пр.):

$$n_B = \frac{A_i}{A_B}, \text{шт} \quad (5.15)$$

где A_B – площадь обслуживания одним водоемом, га.

При обосновании (A_B) рекомендуется принимать $A_B=50 \dots 100 га$, а размещение водоемов производить в пределах одного-двух полей в зависимости от

их геометрических параметров.

Полезный объем противопожарного водоема устанавливается по следующим формулам:

а) при использовании только водоемов:

$$V_{\text{ПОЛ}} = \frac{W_{ni}}{n_B}, \text{м}^3 \quad (5.16)$$

б) при проектировании водоемов в условиях частичного использования живого тока реки:

$$V_{\text{ПОЛ}} = \frac{(Q_n + Q_{\text{min}} - Q_M) \cdot t_n}{n_B}, \text{м}^3 \quad (5.17)$$

В случаях получения результата $V_{\text{ПОЛ}} < 100 \text{м}^3$, к проектированию следует принимать минимальный объем $V_{\text{ПОЛ}} = 100 \text{м}^3$.

Полный объем запаса воды противопожарного водоема будет равен:

$$V_{\text{П}} = V_{\text{ПОЛ}} + V_{\text{МО}}, \text{м}^3 \quad (5.18)$$

где $V_{\text{МО}}$ - мертвый объем, определяемый по формуле:

$$V_{\text{МО}} = \frac{h_{\text{МО}}}{h} \cdot V_{\text{П}}, \text{м}^3 \quad (5.19)$$

5.6.3 Пример расчета противопожарной водообеспеченности

Исходные расчетные показатели:

1. Местоположение объекта – Брянская область.
2. Площадь осушаемого торфяника $A_{\text{ОС}}=535$ га, в том числе: пашня 375га (7-польный севооборот), сенокосы – 160га.
3. Рассматриваемый вариант водоисточника – река с расходом летней межени для условий года 75% обеспеченности: $Q_M=0,26 \text{м}^3/\text{с}$.

а) расчет противопожарной водообеспеченности

На основе действующих нормативов устанавливаем:

- количество независимых водоисточников (расчетных участков) должно быть не менее (ф-ла 5.1):

$$n = 0,1 \cdot 5,35 = 0,535 (n=1 \text{ шт})$$

- удельный расход на пожаротушение $q_n = 160 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{км}$;

- расчетная продолжительность тушения пожара $t_n = 2 \text{ сут}$;

- минимальный допустимый расход (санитарный) ниже мелиоративной системы должен составлять (ф-ла 5.5):

$$Q_{\min} = 0,75 \cdot 0,26 = 0,195 \text{ м}^3 / \text{с}$$

где $K_c = 0,75$ – доля санитарного расхода (по природоохранным требованиям) при отборе естественного тока воды.

Потребный расход воды на пожаротушение будет равен (ф-ла 5.10):

$$Q_{ni} = \frac{160 \cdot \sqrt{5,35}}{3600} = 0,103 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Проверяем условие (5.12) достаточности живого тока воды в реке:

$$0,260 \text{ м}^3 / \text{с} < 0,103 + 0,195 = 0,298 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Условие (5.12) не выполняется, что указывает на возможность только частичного использования речного стока для целей пожаротушения. Принимаем вариант частичного использования живого тока воды реки и проектирования противопожарных водоемов.

б) расчет противопожарных водоемов

Общее количество противопожарных водоемов в условиях данного объекта может быть принято из расчета (ф-ла 5.15):

$$n_B = \frac{535}{50} \dots \frac{535}{100} = 10,7 \dots 5,35 (6 \dots 11 \text{ шт})$$

Количество водоемов из условия их размещения по факторам организации территории:

- на пашне – 7шт ($A_B = 375/7 = 53,62a$) - из расчета: на одном поле – один водоем;

- на сенокосном участке ($A_B = 160/2 = 802a$)

Общее количество водоемов будет равно:

$$n_B = 7 + 2 = 9шт$$

Полезный объем противопожарного водоема будет равен (ф-ла 5.17):

$$V_{пол} = \frac{(0,103 + 0,195 - 0,260) \cdot 2 \cdot 86400}{9} = 729,6 (730 м^3)$$

Принимаем строительную глубину водоема (см.рис. 5.2) в пределах средней глубины проводящих осушительных каналов ($H_{oc}=2,5м$) и минимальной глубины мертвого объема ($h_{mo} \geq 0,5м$):

$$H = 2,5 + 0,5 = 3,0м$$

Требуемая глубина наполнения водоема составит:

$$h = H - \Delta H = 3,0 - 0,4 = 2,6м (h \geq 1,5м)$$

где $\Delta H = 0,3...0,5м$ - запас от бровки до уровня воды.

Величина мертвого объема будет равна (ф-ла 5.19):

$$V_{mo} = \frac{0,5}{2,6} \cdot 730 = 140,4 м^3 (140 м^3)$$

Требуемый объем воды противопожарного запаса должен быть не менее (ф-ла 5.18):

$$V_{II} = 730 + 140 = 870 м^3$$

Задаваясь проектными параметрами: $b = 6м, m = 2,0$, определяем длину донной части водоема (см.рис.5.2):

$$l = \frac{870}{(6 + 2,0 \cdot 2,6) \cdot 2,6} = 32,8 м (35 м)$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Расчетные формулы и расчетные показатели для установления параметров дренажного стока

Приложение 1.1 Расчетные формулы

Модуль дренажного стока (по данным УкрНИИГиМ):

$$q_{P\%} = q \cdot K_0 \cdot K_B \cdot K_p, \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Объем дренажного стока: $W_{P\%} = 86,4 \cdot q_{P\%} \cdot T, \text{ м}^3 / \text{га}$

Слой дренажного стока: $h_{P\%} = 8,64 \cdot q_{P\%} \cdot T, \text{ мм}$

где q – модуль стока заданной обеспеченности для расчетного периода при годовой норме осадков 500 мм и расстоянии между дренами 10м (прилож.1.2);

K_0 - коэффициент, зависящий от годовой нормы осадков (прилож.1.3);

K_B - коэффициент, зависящий от водопроницаемости почв(прилож.1.3);

K_p — коэффициент, зависящий от расстояния между дренами;

T – продолжительность расчетного периода, сут.

Приложение 1.2 Модули дренажного стока для расчетных периодов

Обеспеченность, %	Модули стока, л/с·га					
	Максимальный (весенний)	Предпосевной (средний за 10 суток)	Послепосевной (средний за период стока)	Летне - осеннего паводкового стока (ср. за 10 сут)	Летне-осенняя межень (ср. за месяц)	Средний за весь период стока
10	1,15	0,70	0,40	0,95	0,35	0,60
25	0,95	0,60	0,30	0,75	0,25	0,52
50	0,75	0,50	0,25	0,60	0,20	0,40

Приложение 1.3 Значения коэффициентов K_0, K_B, K_p

Расстояние между дренами, м	K_p	Годовая норма осадков, м	K_0	Степень водопроницаемости	Кэфф. фильтрации, см/с	K_B	
						торф	минеральные грунты
5	1,38	500-600	1,00	Малая	0,0005	0,8	0,70
10	1,00	600-700	1,19	Средняя	0,001-0,0005	1,0	0,90
20	0,70	700-800	1,21	Большая	> 0,001	1,3	1,38
30	0,65	800-900	1,26				
40	0,59						

Приложение 1.4 Внутригодовое распределение дренажного стока в % от годового для условий НЗ РФ

Тип водного питания	Месяцы												Зима (XII- II)	Вес- на (III- V)	Лето (VI- VII)	Осень (IX- XI)	Год (XII- XI)
	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI					
I. Для условий юго-западных районов																	
Атмосферное	12	3	2	4	22	17	5	3	2	6	9	15	17	43	10	30	100
Атмосферное с дополнительным увлажнением в теплый период	12	3	2	4	20	16	6	4	5	6	10	12	17	40	15	28	100
Атмосферно-намывное грунтовое	12	4	4	7	14	14	6	4	5	6	9	15	20	35	16	30	100
II. Для условий северо-восточных районов																	
Атмосферное	4	1	0	0	0	5	20	18	6	6	12	28	5	25	30	40	100
Атмосферное с дополнительным увлажнением в теплый период	4	1	0	0	0	5	20	17	10	8	14	21	5	25	35	35	100
Атмосферно-намывное грунтовое	7	2	1	0	0	8	17	12	9	9	14	21	10	25	30	35	100

Приложение 2

Формулы и расчетные показатели для оценки выноса биогенных ингредиентов дренажным стоком

Приложение 2.1 Формулы для определения массы выноса биогенных элементов дренажным стоком

Ингредиенты	Среднегодовой вынос дренажным стоком, кг/га
Азот	$M_N = \frac{(K_1 \cdot N_M + 0,2 \cdot N_0 + 0,07 \cdot N_n) \cdot W_{ДР}}{W_{ДР} + W_{ППВ}}$
Нитраты	$M_{NO_3^-} = 4,5 \cdot M_N \cdot \alpha$
Аммоний	$M_{NH_4^+} = 1,28 \cdot M_N \cdot \beta$
Фосфор	$M_P = \frac{n_1 \cdot W_{ПГ} \cdot W_{ДР}}{W_{ПГ} + W_{ДР}}$
Калий	$M_{K^+} = \frac{[(0,2 \cdot K_M + 1,2 \cdot K_0 + 0,008 \cdot K_B) \cdot 0,018] \cdot W_{ДР}}{W_{ДР} + W_{ППВ}}$

Показатели расчетных формул:

$W_{ДР}^{P\%}$ - ср. годовой объем дренажного стока, м³/га;

$W_{ППВ}$ - запас влаги при ППВ в почвенном слое до уровня грунтовых вод (прилож.2.3), м³/га;

$W_{ПГ}$ - запас влаги в пахотном слое почв (прилож.2.3), м³/га;

N_M, K_M - нормы внесения соотв. минеральных удобрений (действ. вещества), кг/га;

N_0, K_0 - тоже в составе органических удобрений, кг/га;

N_n - содержание мин. азота в пахотном слое (прилож.2.2), кг/га;

K_B - валовое содержание калия в пахотном слое (прилож. 2.2), кг/га;

K_1 - коэффициент, характеризующий остаточное количество подвижных форм азота в минеральных удобрениях (прилож. 3.3);

n_1 – коэффициент, характеризующий содержание растворенного фосфора в почвенной влаге (прилож. 3.4);

α, β - коэффициенты, характеризующие соотношение нитратов и аммонийного азота в дренажном стоке (прилож. 2.4).

Приложение 2.2 Ориентировочное содержание азота, фосфора и калия
в пахотном слое почвы, кг/га

Почва	Азот		Фосфор		Калий
	валовый N _в	минеральный N _н	валовый P _в	подвижный P _н	валовый K _в
1	2	3	4	5	6
Низинная торфяная	15200	218	1600	640	480
Подзолистая и дерново- сильноподзолистая песчаная и супесчаная	1755	21	780	82	50000
Дерново-слабоподзолистая песчаная и супесчаная	1920	29	1440	170	48800
Дерново-среднеподзолистая су- песчаная	2438	38	1547	222	50000
Дерново-среднеподзолистая суглинистая и тяжело- суглинистая	3613	43	3120	390	58000
Подзолистая и дерново- сильноподзолистая суглинистая и тяжелосуглинистая	4160	49	2860	342	58000
Дерново-слабоподзолистая суглинистая и тяжело- суглинистая	4500	68	2860	312	48000
Дерново-подзолистая глеевая и глееватая супесчаная	4000	66	1820	300	50000
Дерново-подзолистая глеевая в глееватая суглинистая и тяжело- суглинистая	8500	128	3380	210	58000
Светло-серая лесная суглини- стая и тяжелосуглинистая	5400	81	3600	420	50600
Серая лесная легкосуглинистая	5106	102	3000	180	39000
Дерново-луговая легкосуглинистая	6300	126	4060	203	40000
Пойменная дерново-луговая средне- и тяжелосуглинистая	4713	94	6988	690	50000

Приложение 2.3 Значения $W_{пг}$, $W_{ппв}$, м³/га
(средние по справочным данным)

Почва и ее механический состав	Запас влаги в слое почвы	
	в пахотном горизонте (0-25см) $W_{пг}$	в зоне аэрации до УГВ (0-100см) $W_{ппв}$
1. Дерново-подзолистая:		
- песчаная на песках	250	1300
- песчаная на суглинках	175	875
- супесчаная	250	1250
- супесчаная на песках	278	1245
- супесчаная на суглинках	350	1750
- легкосуглинистая	400	2000
- легкосуглинистая на тяжелом суглинке	305	1525
- среднесуглинистая	265	2175
- суглинистая	380	1571
- глинистая	410	1689
- глинистая	550	2750
2. Торфяная	1350	4500
3. Дерново-слабоподзолистая песчаная и супесчаная	370	1850
4. Дерново-слабоподзолистая суглинистая и тяжелосуглинистая	537	2682
5. Светло-серая лесная суглинистая и тяжелосуглинистая	428	2138

Приложение 2.4 Величины коэффициентов α и β , характеризующие соотношение NO_3^- и NH_4^+ в стоке мелиоративных систем (средние для всех периодов)

№ п/п	Почвы	α	β
1	Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	0,92	0,08
2	Дерново-подзолистые глинистые и суглинистые	0,97	0,03
3	Торфяные низинные	0,75	0,25
4	Темно-каштановые	0,89	0,11
5	Серые лесные	0,88	0,12
6	Черноземы обыкновенные	0,86	0,24

Приложение 3

Формулы и расчетные показатели для оценки выноса биогенных ингредиентов поверхностным стоком

Приложение 3.1 Формулы для определения массы выноса биогенных элементов поверхностным стоком

Ингредиенты	Среднегодовой вынос поверхностным стоком, кг/га
Азот	$M_N = \omega \cdot (K_2 \cdot N_M + 2 \cdot N_0 + 0,66 \cdot N_B) + \gamma \cdot (K_1 \cdot N_M + 0,2 \cdot N_0 + 0,07 \cdot N_{II})$
Нитраты	$M_{NO_3^-} = 4,5 \cdot M_N \cdot \alpha$
Аммоний	$M_{NH_4^+} = 1,28 \cdot M_N \cdot \beta$
Фосфор	$M_P = \omega \cdot (n_2 \cdot P_M + n_3 \cdot P_0 + n_4 \cdot P_{II} + P_B)$
Калий	$M_K = (\omega + 0,018 \cdot \gamma) \cdot (0,2 \cdot K_M + 1,2 \cdot K_0 + 0,008 \cdot K_B)$

Показатели расчетных формул:

N_M, K_M, P_M - нормы внесения соотв. минеральных удобрений (действ. вещества), кг/га;

N_0, K_0, P_0 - то же в веществе органических удобрений, кг/га;

N_{II}, P_{II} - содержание подвижных соотв. азота и фосфора в пахотном слое почвы (прилож.2.2) кг/га);

K_B, N_B, P_B - валовое содержание соотв. компонентов в пахотном слое почв (прилож. 2.2), кг/га;

ω, γ - коэффициенты, характеризующие долю выноса поверхностным стоком соотв. сорбированного и растворенного ингредиента (прилож. 3.2);

α, β - коэффициенты, характеризующие соотношение нитратов и аммонийного азота в поверхностном стоке (прилож. 2.4);

K_1 - коэфф., характеризующий остаточное количество подвижных форм азота в относимых минеральных удобрениях (прилож. 3.3);

K_2 – коэфф., характеризующий количество азота в пахотном слое, фиксированного почвой из азотных удобрений (прилож. 3.3); n_2, n_3, n_4 – коэфф., характеризующие остаточное количество фосфора после выноса его урожаем соотв. из минеральных и органических удобрений и почвы (прилож. 3.4);

Приложение 3.2 Значения коэффициентов ω и γ для различных почвогрунтов и годового слоя поверхностного стока

№ п/п	Почвы	Среднегодовой слой поверхностного стока, мм	ω	γ
1	Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	300	0,0031	0,35
		500	0,0040	0,50
		600 и выше	0,0060	0,60
2	Дерново-подзолистые глинистые и суглинистые	300	0,0034	0,37
		500	0,0060	0,40
		600 и выше	0,0070	0,48
3	Торфяные низинные	300	0,0017	0,28
		500	0,0026	0,36
		600 и выше	0,0031	0,43
4	Чернозем обыкновенный, темно-каштановая и светло-каштановая почва	250	0,0026	0,55
		400	0,0028	0,60
		500 и выше	0,0040	0,84

Приложение 3.3 Коэффициенты (K_1, K_2), характеризующие количество азота в почве от вносимых азотных минеральных удобрений

Типы минеральных удобрений	K_1	K_2
Селитра: - аммониевая	0,02	0,65
- натриевая и кальциевая	0,01	0,18
- известково-аммиачная (гранулированная)	0,02	0,065
Сульфат аммония	0,03	0,35
Хлористый аммоний	0,06	0,16

Приложение 3.4 Коэффициенты ($n_1 \dots n_4$), характеризующие остаточное количество фосфора в почве от вносимых удобрений

Типы почв по механическому составу	n_1	n_2	n_3	n_4
Почвы легкого механ. состава	0,002	0,80	1,4	0,85
Тяжелые почвы	0,00017	0,26	0,4	0,28
Торфяные почвы	0,0015	0,32	0,5	0,34

Приложение 4

Обобщенные показатели качества стока мелиоративных систем

Приложение 4.1

Концентрации взвешенных веществ (мг/л), поступающих в водоприёмники
(по наблюдениям СевНИИГиМ на гидромелиоративных системах НЗ РФ)

Характеристика почвогрунтов на мелиорируемой территории		Средний уклон дневной поверхности земли								Ремонтные работы (промывка закрытого дренажа, устранение обвалов каналов, перекладка ГТС, уборка наилки из каналов и пр.)
		менее 0,033				более 0,033				
		Строительство и реконструкция, мелиоративное улучшение				Строительство и реконструкция, мелиоративное улучшение				
		I этап - устройство открытой сети		II этап - укладка дренажа		I этап - устройство открытой сети		II этап - укладка дренажа		
		ВП	ЛОП	ВП	ЛОП	ВП	ЛОП	ВП	ЛОП	
Глина, суглинок тяжелый и средний /исключая пылеватые, иловатые, гидрофильные и микропористые (без примеси и с примесью гальки, гравия или щебня, торфа всех видов со степенью разложения до 50%	мин.	60	50	30	20	80	70	30	20	300
	макс.	90	60	50	40	100	90	40	30	1200
	сред.	75	75	40	30	90	80	35	25	750
Суглинок легкий и супесь (исключая пылеватые и иловатые) песок крупно- и среднезернистый с примесью и без примеси гальки, гравия или щебня, торф всех видов со ст. разложения от 50 до 70%	мин.	90	80	40	35	100	90	60		400
	макс.	100	90	50	45	120	100	80	40	1200
	сред.	95	85	45	40	110	95	70	50	800
Песок мелкозернистый, торф всех видов со ст. разложения более 70%	мин.	100	90	90	80	120	100	90	80	600
	макс.	200	130	120	90	200	120	110	90	1600
	сред.	150	110	105	90	160	110	100	85	1100
Средняя		107	83	63	53	120	95	68	52	883

Приложение 4.2

Показатели химического состава **дренажных** вод осушительных и осушительно-увлажнительных систем на **минеральных** переувлажненных землях суглинистого и супесчаного мех. состава в гумидной зоне РФ (в зоне распространения грунтовых вод преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 1г/л)

Показатели химического состава воды	Единица измерения показателя	Пропашные севообороты с внесением органических удобрений 0-100т/га и минеральных N=35-180, P=20-110, K=30-220кг/га действ. вещества			Лугопастбищные севообороты с внесением минеральных удобрений N=40-200, P=20-120, K=40-240кг/га действ. вещества			Овощные севообороты, севообороты с высоким уровнем агротехники и при внесении повышенных доз удобрений		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
pH	ед. pH	6,5	7,0	6,7	7,4	7,4	7,1	6,4	6,9	6,4
Ca ²⁺	мг/л	70	78	84	80	100	100	54	93	101
Mg ²⁺	мг/л	24	25	32	30	40	24	29	30	38
Na ⁺	мг/л	33	34	34	14	18	13	56	51	56
K ⁺	мг/л	9	10	11	4	5	3,5	18	20	16
NH ₄ ⁺	мг/л	1,4	1,4	1,2	0,9	0,9	1,3	3,2	3,2	2,8
HCO ₃ ⁻	мг/л	240	215	204	320	320	290	312	280	256
SO ₄ ²⁻	мг/л	59	59	76	42	49	42	88	89	114
Cl ⁻	мг/л	66	68	75	44	45	60	70	77	89
NO ₃ ⁻	мг/л	11	20	19	6	4	6	45	82	78
NO ₂ ⁻	мг/л	0,6	0,19	0,15	0,09	0,05	0,17	1,0	0,40	0,20
сумма ионов	мг/л	530	570	600	550	600	620	636	684	720
P _{мин}	мг/л	0,13	0,11	0,09	0,18	0,14	0,14	0,19	0,11	0,08
Fe _{общ}	мг/л	0,8	1,2	0,9	1,0	1,3	1,3	0,15	1,4	1,0
ПО	мг(O ₂)/л	12	6	9	11	12	12	12	6	9
ХПК	мг/л	-	(33)	(68)	16	26	34	-	(33)	(68)
БПК ₅	мг/л	-	-	(3,8)	2,0	1,5	1,4	-	-	(3,8)

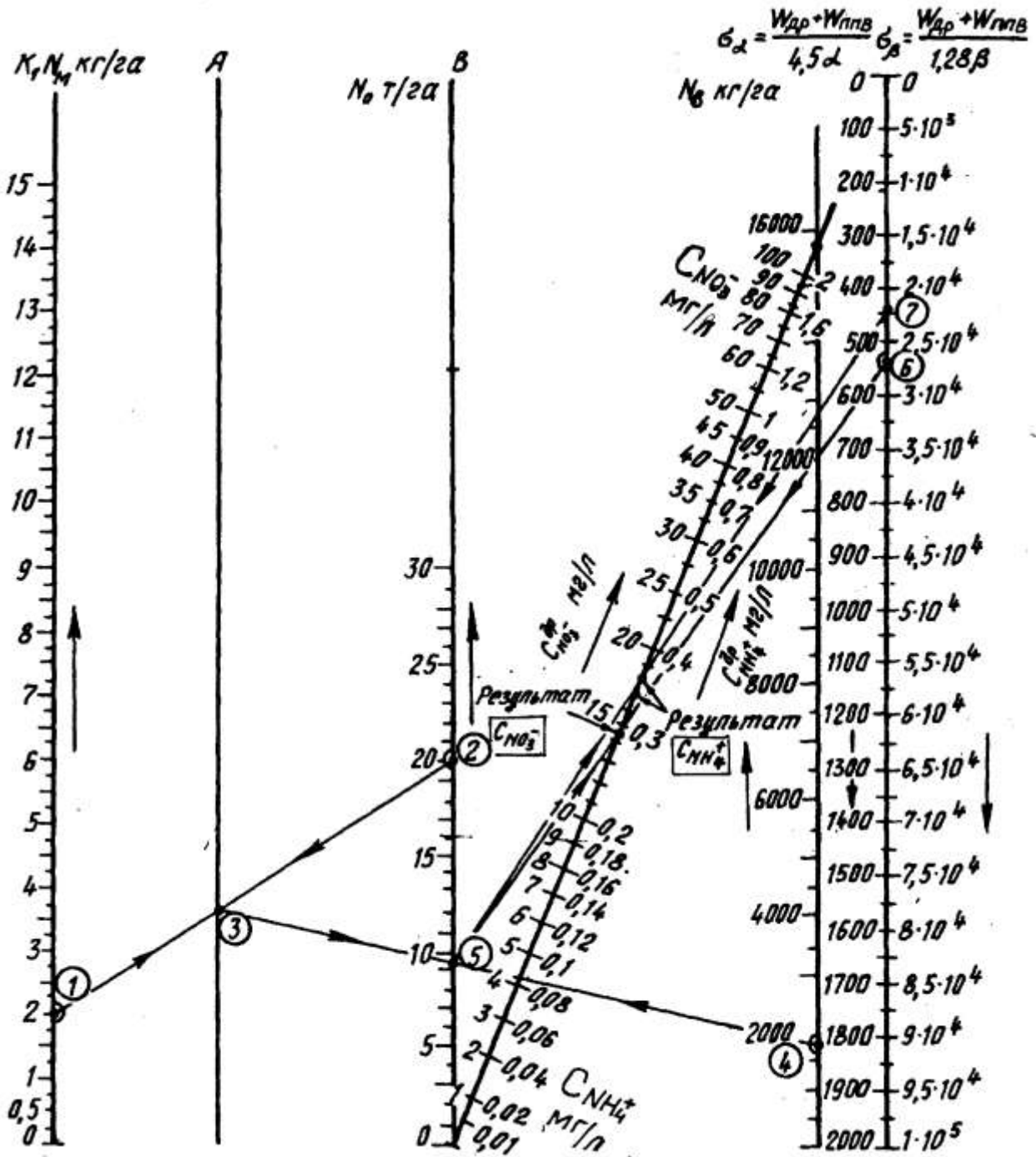
Приложение 4.3

Показатели химического состава **дренажных** вод осушительных и осушительно-увлажнительных систем на **торфяных** почвах различной мощности, включающих и погребенный торф в гумидной зоне РФ (в зоне распространения гр. вод преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 1 г/л)

Показатели химического состава воды	Единица измерения показателя	Пропашные севообороты с внесением минеральных удобрений N=30-200, P=30-200, K=90-260кг/га действ. вещества			Лугопастбищные севообороты с внесением минеральных удобрений N=60-150, P=60-120, K=120-180кг/га действ. вещества			Овощные севообороты, севообороты на высококультуренных высокозольных (>20%) торфяниках и при внесении повышенных доз удобрений		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
pH	ед. pH	6,7	6,9	6,7	6,8	6,5	6,8	7,3	7,6	6,8
Ca ²⁺	мг/л	80	90	87	60	50	62	104	117	113
Mg ²⁺	мг/л	26	34	29	17	18	21	29	35	32
Na ⁺	мг/л	34	34	44	3,4	4,2	5,1	43	43	45
K ⁺	мг/л	2,6	3,7	1,8	2,2	1,7	1,3	3,2	3,5	2,8
NH ₄ ⁺	мг/л	1,7	1,0	0,8	1,0	1,3	1,9	3,5	2,1	1,7
HCO ₃ ⁻	мг/л	330	380	340	130	140	150	340	375	345
SO ₄ ²⁻	мг/л	60	45	54	30	25	20	168	126	151
Cl ⁻	мг/л	35	40	40	22	20	18	51	53	55
NO ₃ ⁻	мг/л	8,0	11,0	2,0	1,5	1,0	1,1	29	39	8
NO ₂ ⁻	мг/л	0,16	0,10	0,05	0,05	0,02	0,02	0,17	0,11	0,07
сумма ионов	мг/л	610	650	640	244	248	318	730	780	768
P _{мин}	мг/л	0,63	0,28	0,32	0,80	0,60	0,70	0,71	0,40	0,42
Fe _{общ}	мг/л	3,7	1,6	1,1	2,3	1,8	2,7	3,7	1,6	1,1
ПО	мг(O ₂)/л	11	(15)	14	20	22	18	11	(15)	15
ХПК	мг/л	-	(33)	(68)	26	32	34	-	(32)	(66)
БПК ₅	мг/л	-	-	(3,8)	3,3	2,5	2,7	-	-	(3,7)

Приложение 5

Номограммы для определения концентраций нитратного и аммонийного азота в стоке осушительных систем



Номограмма для расчета концентраций NO_3^- и NH_4^+
в дренажном стоке в вегетационный период

**Правила пользования номограммой для определения концентраций
нитратов и аммонийного азота в дренажном стоке**

1. На оси ($K_1 \cdot N_m$) откладывается произведение $K_1 \cdot N_m$ (точка 1), где N_m - количество внесенного минерального азотного удобрения в кг/га действующего вещества; K_1 – коэфф., определяемый по прилож. 3.3.

2. На оси N_0 откладывается норма внесения органического удобрения в т/га (точка 2).

3. На пересечении прямой 1-2 со вспомогат. осью A находят точку 3.

4. По шкале N_B откладывается валовое содержание азота в почве (точка 4). Значение N_B принимается по прилож. 2.2.

5. Точки 3 и 4 соединяют прямой и на пересечении их со вспомогательной шкалой B (она совмещена со шкалой N_0) отмечается точка 5.

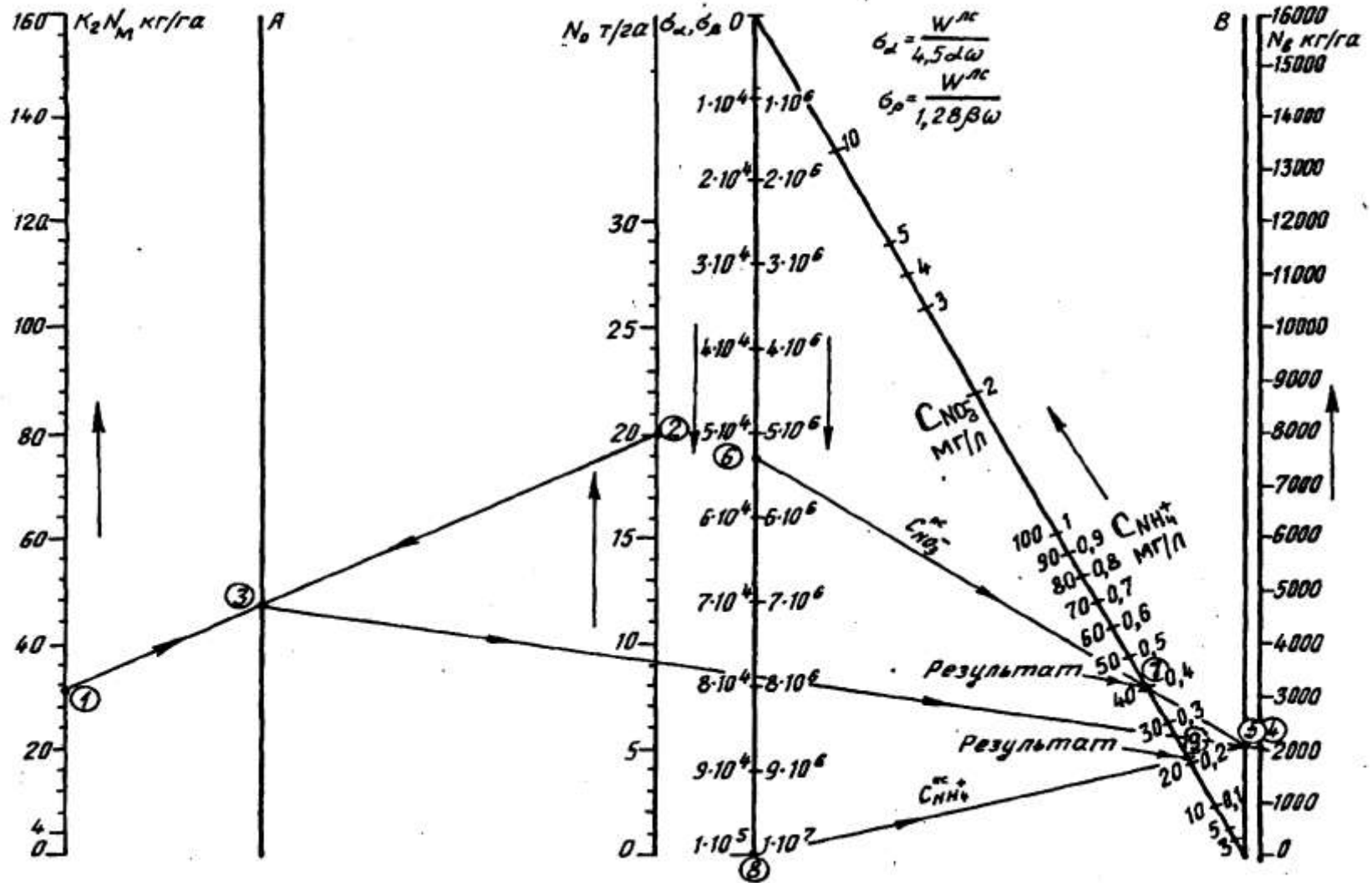
6. На шкале σ_α слева откладывается величина $\sigma_\alpha = \frac{W_{др} + W_{ППВ}}{4,5 \cdot \alpha}$ (точка 6),

где α и β - коэффициенты, определяемые по прилож. 2.4, величина $W_{ППВ}$ – по прилож. 2.3.

Объем дренажного стока ($W_{др}$, м³/га) определяется отдельным соотв. расчетом.

7. Точки 5 и 6 соединяют прямой и на пересечении их с наклонной осью концентраций по левой части шкалы определяется концентрация $C_{\text{NO}_3^-}$ в мг/л.

8. Аналогично определяется значение концентрации аммонийного азота по величине σ_β (точка 7), откладываемой на правой стороне совмещенной шкалы ($\sigma_\alpha; \sigma_\beta$). Отсчет концентрации на наклонной шкале производят в месте пересечения линии 5-7 (по правой части наклонной шкалы).



Номограмма для расчета концентраций NO_3^- и NH_4^+ , выносимых поверхностным стоком в вегетационный период

Правила пользования номограммой для определения концентраций нитратов и аммонийного азота в поверхностном стоке

1. На оси (K_2N_m) откладывается произведение нормы внесения минерального удобрения (N_m) в кг/га действующего вещества на коэфф. K_2 (точка 1), где K_2 – коэффициент, устанавливаемый по прилож. 3.3.

2. На оси N_0 откладывается норма внесения органического удобрения в т/га (точка 2).

3. Между точками 1 (ось K_2N_m) и 2 (ось N_0) проводят прямую и на пересечении со вспомогательной осью A ставят точку 3.

4. На оси N_B откладывается валовое содержание азота в пахотном слое (точка 4).

5. Из точки 3 (ось A) к точке 4 (ось N_B) проводится прямая и на пересечении со вспомогательной осью B откладывается точка 5.

6. Вычисляются значения:

$$\sigma_\alpha = \frac{W_{ПС}}{4,5 \cdot \alpha \cdot \omega}; \quad \sigma_\beta = \frac{W_{ПС}}{1,28 \cdot \beta \cdot \omega},$$

после чего на оси σ_α и σ_β наносят точки 6 и 8.

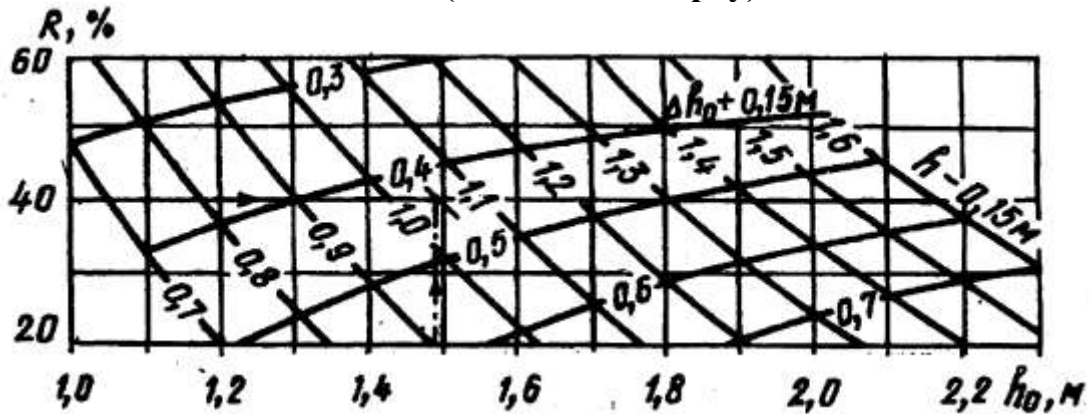
Коэффициенты α и β определяются по прилож. 2.4, коэфф. ω – по прилож. 3.2, а расчетный объем поверхностного стока ($W_{ПС}$, м³/га) – на основе отдельных соотв. расчетов.

7. Из точки 5 в точку 6 (значение σ_α) проводится прямая 5-6 и на пересечении с наклонной осью концентраций (точка 7) определяется значение концентрации $C_{NO_3^-}$ левой части наклонной шкалы.

8. Из точки 5 в точку 8 (значение σ_β) проводится прямая 5-8 и на пересечении с наклонной шкалой (точка 9) по правой части наклонной шкалы определяется концентрация $C_{NH_4^+}$.

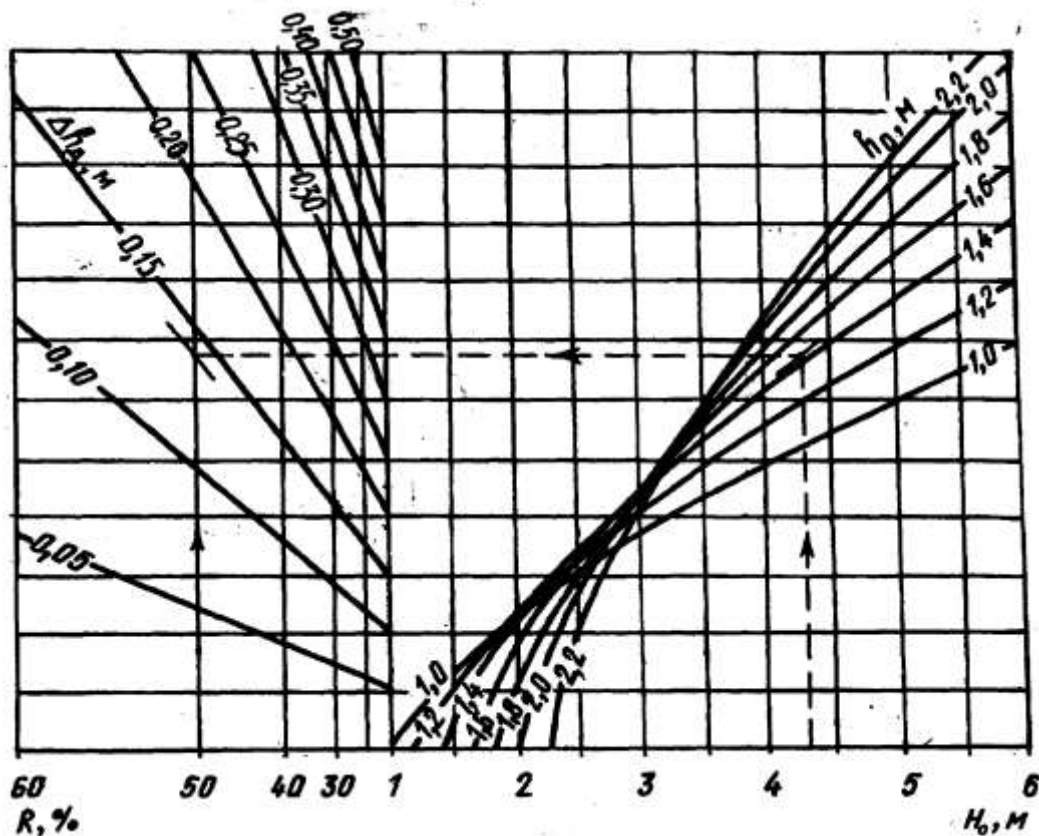
Приложение 6

Номограммы для определения осадки торфа при осушении болот (по У.Х. Томбергу)



Приложение 6.1 Номограмма для определения снижения глубины осушителей (дрен).

R – степень разложения торфа; h_0 – глубина осушителя до осадки торфа; h – глубина осушителя после осадки торфа; Δh_0 – уменьшение глубины осушителя; поправка $\pm 0,15 \text{м}$ – уменьшение слоя торфа за 10 лет после осушения (с учетом сработки)



Приложение 6.2 Номограмма для определения осадки дна канала или дрены ($\Delta h_{\text{д}}$).

R – степень разложения торфа; H_0 – толщина слоя торфа до осадки; h_0 – глубина осушителя (дрены) до осадки

Приложение 7

Общие требования к составу и свойствам воды водотоков и водоемов

Показатели	Цели водопользования			
	хозяйственно-питьевые нужды населения	коммунально-бытовые нужды населения	нужды рыбного хозяйства	
			высшая и первая категории	вторая категория
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в конкретном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более, чем:			
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25 мг/л	0,75 мг/л
	Для водотоков, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержание в воде в пределах 5%. Возвратные (сточные) воды, содержащие взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0,2м/с, запрещается сбрасывать в водоемы, а более 0,4м/с в водотоки			
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей			
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике		Вода не должна приобретать посторонней окраски	
	20см	10см		
Запахи, привкусы	Не должна приобретать запахи интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемые:		Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мяса, рыбы	
	непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно		
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 ⁰ С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет		Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5 ⁰ С с общим повышением темп. не более чем до 20 ⁰ С летом и 5 ⁰ С зимой для водных объектов, где обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28 ⁰ С летом и 8 ⁰ С зимой. В местах нерестилищ налима запрещается повышать темп. воды зимой более чем до 2 ⁰ С	
Водород. показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5			

<i>Продолжение приложения 7</i>				
1	2	3	4	5
Минерализация воды	Не более 1000 мг/л в том числе хлоридов – 350 мг/л, сульфатов - 500 мг/л	Нормируется по приведенному показателю «привкусы»	Нормируется согласно таксациям рыбохозяйственных водных объектов	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/л в любой период года	В зимний период должен быть не менее		
		6 мг/л		4 мг/л
		В летний период (открытый) на всех водных объектах должен быть не менее 6 мг/л		
Биохим. потребление O ₂ БПК _{полн}	Не должно превышать при температуре 20 ⁰ С			
	3 мгO ₂ /л	6 мгO ₂ /л	3 мгO ₂ /л	3 мгO ₂ /л
	Если в зимний период содержание растворённого кислорода в водных объектах высшей и первой категории снижается до 6 мг/л, а в водных объектах второй категории до 4 мг/л, то можно допустить сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют БПК воды.			
Хим. потреб. O ₂ (бихроматная окисляемость) ХПК	Не должно превышать:			
	15 мгO ₂ /л	30 мгO ₂ /л	-	-
Хим. вещества	Не должны содержаться в воде водотоков и водоемов в концентрациях, превышающих нормативы, установленные по п.2.2 настоящих Правил			
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, в том числе жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших			
Лактоположительные кишечные палочки (ЛКП)	Не более:			
	10000 в 1 л	5000 в 1 л	-	-
Колифаги (в бляшкообразующих един.)	100 в 1 л	100 в 1 л	-	-

Литература

1. Биомелиорация и технология фитомелиоративного окультуривания торфяных почв. Информационный обзор. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 1999. – 104с.
2. Водооборотные системы в мелиорации и пути повышения эффективности их действия. – Л.: СевНИИГиМ, 1979. – 162с.
3. А. Е. Волков, В.Ф. Московиченко, М.Ф. Козлов и др.. Мелиорация и освоение поймы Припяти. – Минск: Ураджай, 1982. – 248с.
4. Вопросы охраны природы при мелиоративном строительстве: Сб.научн.тр.. – Ленгипроводхоз, 1987. – 105с.
5. А.И. Голованов, Ф. М. Зимин, Д.В. Козлов и др.. Природообустройство. – М.: Колос, 2008. -522с.
6. А.И. Голованов, Ю.И.Сухарев, В.В. Шабанов. Оценка воздействия осушения на окружающую среду (ОВОС): Учебное пособие . – М.: МГУП, 2009. – 46с.
7. А.И. Дунаев, Л.А. Зверева. Проектирование осушительной сети: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Брянск: изд-во Брянской ГСХА, 2011. – 154с.
8. Б.С. Маслов, И.В Минаев.. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271с.
9. И.В. Минаев. Экологическое совершенствование мелиоративных систем. – Минск: Ураджай, 1986. – 152с.
10. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: Справочник / Под ред. Б.С.Маслова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 447с.
11. И.В. Минаев, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов и др.. Методические указания по разработке природоохранных мероприятий и сооружений при дипломном и курсовом проектировании. – Горки: Белорусская СХА, 1983. – 47с.
12. В.Б. Михно. Ландшафтно-экологические основы мелиорации: Учебник. – Воронеж: ВГУ, 1995. – 208с.

13. Г.И. Михайлов. Методические указания по гидрологическим и гидравлическим расчетам. Часть 1. Гидрологические расчеты. – Горки: Изд-во Белорусской СХА, 1980. – 24с.
14. Правила охраны поверхностных вод. – М.: ГК СССР по охране природы, 1991. – 35с.
15. Рекомендации по разработке раздела «Охрана окружающей среды» в проектах мелиорации и водохозяйственного строительства. – Л.: Ленгипроводхоз, 1987. – 47с.
16. Рекомендации по определению хим. состава и количества поверхностных и дренажных вод, сбрасываемых осушительными и оросительными системами на территории Нечерноземной зоны РСФСР РД-10 НЗ РСФСР 06.01-89. – Л.: Главнечерноземмеливодхоз, 1989. – 62с.
17. Руководство по определению расчетных концентраций минеральных и органических веществ и пестицидов в дренажном и поверхностном стоке с мелиорируемых земель ВТР-П-30-81. – М.: ВНИИГиМ, 1982. – 43с.
18. Руководство по проектированию осушительных и осушительно-увлажнительных систем. – М.: Главнечерноземводстрой, 1976 – 133с.
19. Экологические и географические основы мелиорации земель в бассейне реки Десны. – М.: МФ ГО СССР, 1980. – 182с.

Учебное издание

Дунаев Александр Иванович

**Оценка воздействия и природоохранные мероприятия
при осушении с/х земель**

Учебное пособие

по курсовому и дипломному проектированию

Подписано к печати 11.04.2013 г. Формат 60:84 1/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л.7,67. Тираж 100 экз. Изд. №2328.

Издательство Брянской государственной с/х академии

243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА

Рецензия

на учебное пособие «*Оценка воздействия и природоохранные мероприятия при осушении с/х земель*»

Автор: Дунаев А.И., доцент кафедры природообустройства и водопользования Брянской ГСХА.

Содержание: введение, 5 глав, 7 приложений, список литературы.

Содержательная часть: материалы учебного пособия охватывают вопросы оценки воздействия осушительных систем с/х назначения на окружающую природную среду и ландшафты, а также методические рекомендации природоохранного характера. Приводятся примеры расчетов и основные справочные материалы в виде таблиц, рисунков и отдельных приложений.

Положительные качества пособия:

- материал в пособии изложен на достаточно высоком профессиональном уровне, в подробной и доступной форме, по ключевым вопросам приводятся конкретные примеры расчетов;

- собраны в единый источник материалы, рассредоточенные по различным литературным источникам, многие из которых изданы малыми тиражами, отсутствуют в библиотеках и малодоступны для студентов;

- по ряду расчетных материалов (п.1.5, п.3.5, п.4.2 и др.) предлагаются новые варианты и формы оформления расчетов, отсутствующие в современных литературных источниках.

Замечания и пожелания автору:

- с целью облегчения пользования пособием, перенести часть справочных материалов из текстовой части в раздел «ПРИЛОЖЕНИЯ» ;

- для улучшения восприятия материала дополнить ряд вопросов графическими иллюстрациями, например: по использованию ф-лы (1.12), опр. размеров отстойников на каналах (п.5.2.2), установлению размеров водоохранных зон (п.5.2.3).

Заключение:

- настоящее учебное пособие может быть полезным для студентов, выполняющих практические задания и разделы «ОВОС и природоохранные мероприятия» при курсовом и дипломном проектировании;

- пособие заслуживает издания и внедрения в учебный процесс.

ГИП ОАО «Брянскгипроводхоз»

А.А. Кужелев

