

### **3 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ТРЕБОВАНИЯ И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ**

#### **3.1 Классификация оросительных систем**

Построение и использование единой классификации в сфере описания оросительных систем на сегодняшний день является особенно острой проблемой, приводящей к так называемому информационному отставанию. Обилие и плохая упорядоченность новых понятий и терминов, печатных и неопубликованных материалов, различных элементов систем затрудняют поиск и использование нужных данных, что вызывает информационный дефицит, тормозящий общественный прогресс. Поэтому разработка оптимальной классификации становится не только научной, но и экономически важной задачей.

Принимая вышесказанное на фоне современных преобразований в России, разработка документов в области стандартизации и, в частности, разработка национального стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Оросительные системы. Классификация» является актуальной.

В научном исследовании, педагогической и учебной практике часто возникают задачи, в ходе решения которых требуется хранить в памяти большие объемы информации о предметах некоторого класса (множества). При этом все множество предметов этого класса должно быть легко обозримым. Именно для этого предназначен вид деления, который называется классификацией.

Согласно Б. В. Якушкину [28], классификация (от лат. *classis* – разряд, класс и *facio* – делаю, раскладываю) – система соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания или деятельности человека, часто представляемая в виде различных по форме схем (таблиц) и используемая как средство для установления связей между этими понятиями или классами объектов, а также для точной ориентировки в многообразии понятий или соответствующих объектов. Классификация должна фиксировать закономерные связи между классами объектов с целью определения места объекта в системе, которое указывает на его свойства. Другая задача классификации – проведение эффективного поиска информации или каких-либо объектов, содержащихся в специальных хранилищах (информационные фонды, архивы, склады); таковы библиотечные классификации, информационно-поисковые языки, классификаторы изделий.

Подлинно научная классификация должна выражать систему законов, присущих отображенному в ней фрагменту действительности, которые обуславливают зафиксированные свойства и отношения объектов. Их классификация призвана учитывать тот факт, что в природе нет строгих разграничений и переходы от одного класса к другому – неотъемлемое свойство действительности. Классификация содействует движению науки или отрасли техники со ступени эмпирического накопления знаний на уровень теоретического синтеза, системного подхода. Такой переход возможен лишь при условии теоретического осмысления многообразия фактов. Практическая необходимость классификации стимулирует развитие теоретических аспектов науки или техники, а создание классификации является качественным скачком в развитии знания. Классификация, базирующаяся на глубоких научных основах, не только представляет собой в развернутом виде картину состояния науки (техники) или ее фрагмента, но и позволяет делать обоснованные прогнозы относительно неизвестных еще фактов или закономерностей. Примером могут служить предсказания свойств еще не найденных элементов по системе.

Когда классификация представляет собой систему соподчиненных понятий, ее структура иногда может быть изображена в виде перевернутого «дерева»: узлу, являющемуся «корнем», соответствует наиболее общее понятие, «листьям» – самые частные,

а узлам разветвлений – остальные названия классов; отрезки, соединяющие все эти точки, выражают отношение подчинения, в котором находятся более общие и менее общие понятия. Маршруты, идущие от «корня» к «листьям», называются вертикальными рядами классификации (систематизации), а узлы, одинаково отстоящие от общего подчиняющего понятия, образуют горизонтальный ряд. Так, в «Универсальной десятичной классификации» произведений печати «корню» соответствует понятие обо всей совокупности произведений печати, которое делится затем на 10 главных классов, и т. д.

По степени существенности оснований подразделения различаются естественные и искусственные классификации. Если в качестве основания берутся существенные признаки, из которых вытекает максимум производных, так что классификация может служить источником знания классифицируемых объектов, то такая классификация называется естественной (например, периодическая система элементов). Если же в классификации используются несущественные признаки, то классификация считается искусственной; к искусственным классификациям относятся так называемые вспомогательные классификации (алфавитно-предметные указатели, именные каталоги в библиотеках). В зависимости от широты классификации могут быть энциклопедическими (универсальными), специальными (отраслевыми) и классификация узкого круга однородных явлений.

Иногда термином «Классификация» обозначают процесс разнесения объектов по классам. Здесь правильнее употреблять слово «классифицирование». Основным принципом этого процесса является сравнение рассматриваемых объектов с заданными образцами, эталонными представителями классов. Этот принцип используется, например, в биологических систематиках, а также лежит в основе алгоритмов автоматического классифицирования документов или фигур (распознавания образов) [29-31].

Основная цель (и главная полезная функция) классификации – обеспечить однозначное и легко определяемое место для каждого из классифицируемых объектов. Причем эта функция должна одинаково, хорошо выполняться при двух основных видах использования классификации: размещении нового объекта в классифицируемом массиве и нахождении конкретного объекта в этом массиве. Это требует особой тщательности в выборе принципов, оснований логического деления, которые должны однозначно пониматься как человеком, наполняющим классификацию новыми объектами, так и тем, кто разыскивает нужный объект в расклассифицированном массиве.

В большинстве случаев исходной позицией при создании классификатора является наличие массива несистематизированных вариантов некоего объекта (членов нижнего этажа будущей классификации) и осознание обобщенного названия объекта классификации (т.е. вершинной ячейки классификатора). Иначе говоря, имеется вершина классификатора и неорганизованная масса вариантов классифицируемого объекта. Впрочем, часто эта неорганизованная масса содержит еще и массу постороннего для данной классификации материала. Альтернативный путь (снизу вверх) значительно труднее, поскольку он требует попарного сравнения всех вариантов (а их количество, как правило, значительно превышает тот предел комфортных условий работы, о которых уже говорилось) и их группировки по принципу (основанию), которое еще требуется найти.

Правила построения классификации объектов:

- деление множества следует начинать с наиболее общих признаков;
- на каждой ступени можно использовать только один признак, имеющий принципиальное значение для этого этапа;
- разделение объектов должно осуществляться последовательно от большего к меньшему, от общего к частному;
- необходимо установить оптимальное число признаков, ступеней и глубины;

- придерживаться принципа «от трех до семи», который удобен не только для «ручного» выбора, но гораздо важнее также и для компьютерного.

Имея множество объектов, классификация решает следующие задачи:

- упорядочить это множество объектов;
- сделать его хорошо обозримым;
- облегчить доступ в памяти к любому виду предметов данного множества.

Как говорилось ранее, классификация – это система соподчиненных понятий, которая также призвана решать еще две основные задачи: во-первых, представлять в надежном и удобном для обозрения и распознавания виде все объекты этой предметной области; во-вторых, содержать как можно больше существенной информации о них. При этом классификация выступает не просто как констатация уже достигнутого знания, но выполняет важную методологическую функцию: осуществляя систематизацию определенной предметной области, она вместе с этим задает общее направление ее дальнейшего целенаправленного исследования и может провоцировать создание новых научных дисциплин. Хотя отдельные классификационные процедуры можно найти почти во всех областях знания, в качестве основной формы систематизации классификация используется отнюдь не во всех сферах науки. В одних науках классификация играет важную роль, и там мы находим ее в разработанном, развитом виде; в других науках роль классификации второстепенна; а в некоторых она практически не нужна. Впрочем, это относится не только к классификации. Дедуктивные процедуры тоже постоянно встречаются в самых различных научных рассуждениях. Однако далеко не всякое знание укладывается в строгую дедуктивную аксиоматическую систему, примеры которой дает математика. А в целом ряде наук (особенно гуманитарных) неприменима столь характерная для математизированного естествознания параметрическая систематизация, поскольку их объекты не поддаются измерению, и соответствующие им понятия не связываются математическими отношениями [29].

По некоторым свойствам, означающим те особенности объектов, в которых они схожи между собой и отличны от других объектов, осуществляется объединение объектов в классификационные группы. Основание, по которому они объединяются в группу, является важнейшим элементом классификации. С ним связаны самые существенные характеристики классификации, и правильность его выбора определяет успех и в деле ее создания, и в выполнении классификацией своих функций. Это основание может быть более или менее существенным, нести больше или меньше информации. Если группировка осуществляется лишь в целях надежной и удобной регистрации рассматриваемых объектов, их обзора и распознавания, ее информативность одна. Но эта информативность несравнимо большая, когда речь идет об основании, объединяющем объекты в группы по их природной общности, в соответствии с полнотой понимания их содержания. В основание таких группировок обычно кладутся не отдельные или немногие свойства объектов, а возможно большее число их постоянных и неизменных свойств, устойчиво сосуществующих или коррелированных.

Другим элементом строения классификации являются классификационные группы. Совокупность таких групп, организованных в единую систему, составляет тело классификации. Группу образуют сходные в своих свойствах объекты; и в содержании понятия, означающего такую группу, мыслятся общие им сходные свойства при отвлечении от индивидуальных различий этих объектов, которые могут варьировать, не сказываясь, однако, на постоянстве общих сходных свойств. Группа может характеризоваться не одним, а целым комплексом свойств, когда ни одно отдельно взятое свойство не достаточно для установления принадлежности к ней объекта, как не существует и какого-либо одного свойства, необходимого для установления такой принадлежности.

Третьим основным элементом классификации является тот общий принцип, ко-

торый составляет стержень классификационной системы в целом. Этот принцип определяет как общность свойств у объектов, принадлежащих к одним и тем же группам, так и характер отношений между разными группами.

Классификация систем – разделение их на отдельные типы, группы и разряды по различным признакам (факторам), имеющим значение для их эксплуатации, проектирования и строительства.

Цель классификации – обеспечение эффективного использования мелиорируемых земель путем реализации научно обоснованных технологий эксплуатации мелиоративных систем и возделывания сельскохозяйственных культур при сохранении экологической надежности функционирования агроландшафтов и окружающей природной среды.

Классификация систем осуществляется с учетом следующих особенностей: природно-климатических условий мелиорируемых территорий, обосновывающих многообразие конструктивных решений; функциональной и хозяйственной деятельности.

В настоящее время существуют оросительные системы различных типов, которые зависят от характера обслуживания районов орошения, геоморфологических особенностей рельефа, типа водозабора воды из источника и т. д.

Согласно СНиП 2.06.03-85 [9] «Мелиоративные системы и сооружения», оросительная система представляет собой «... комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающий в условиях недостаточного естественного увлажнения поддержание в корнеобитаемом слое почвы орошаемого массива оптимального водно-солевого режима для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур».

Анализ основных составных элементов оросительной системы, встречающихся у различных авторов и в нормативно-технической документации, дал возможность наглядно показать структурные схемы оросительной системы.

Согласно СНиП 2.06.03-85 [9], в состав оросительной системы входят следующие составные элементы (рисунок 3.1): водохранилища, водозаборные и рыбозащитные сооружения на естественных или искусственных водоисточниках, отстойники, насосные станции, оросительная, водосборно-сбросная и дренажная сети, нагорные каналы, сооружения на сети, поливные и дождевальные машины, установки и устройства, средства управления и автоматизации, контроля мелиоративного состояния земель, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения, производственные и жилые здания эксплуатационной службы, дороги, лесозащитные насаждения, дамбы.

Согласно А. Н. Костякову [32], в состав оросительной системы входят следующие элементы, указанные в блок-схеме (рисунок 3.2), которые можно охарактеризовать следующим образом:

- искусственные сооружения – представляют собой арматуру на всех каналах, обеспечивающей регулирование и управление движением воды в оросительной системе;
- водоотводная сеть, включает в себя:

- а) сбросную сеть, обеспечивающую удаление с орошаемых массивов излишек поверхностной воды, образующейся при опорожнении каналов, при авариях, при ливнях и т. д.;

- б) дренажную сеть, устраиваемая на орошаемых землях с близким залеганием грунтовых вод;

- временная оросительная регулирующая сеть. Устраивается внутри крупных поливных участков и состоит из временных выводных борозд и полос, обеспечивающих распределение оросительной воды на полях и переводящая ее при поливе в почвенную влагу нужной величины;

Рисунок 3.1 – Составные элементы оросительной системы  
(согласно СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения)





**Рисунок 3.2 – Составные элементы оросительной системы  
(согласно А. Н. Костякову)**

- распределительные проводящие каналы подразделяются на:
  - а) межхозяйственные, обеспечивающие распределение воды, подаваемой магистральным каналам, между всеми хозяйствами оросительной системы;
  - б) хозяйственные, подающие воду каждому хозяйству;
- главный магистральный канал доставляет воду на орошаемые земельные массивы и состоит из холостой части – от головного сооружения до начала распределительных ка-

налов, и рабочей части, где от магистрального канала отходят распределительные каналы;

- головное сооружение обеспечивает забор воды из источника орошения в магистральных канал в объемах, необходимых для орошения и в установленные сроки в соответствии с планом водопользования;

- источник орошения представляет собой искусственный или природный водоем, обеспечивающий объем воды, необходимого для орошения земельных массивов оросительной системы.

Согласно Б. Б. Шумакову [33], оросительная система – это гидромелиоративная система для орошения земель. Она включает комплекс взаимодействующих сооружений и технических средств для гидромелиорации земель: реку; водозаборное сооружение; магистральный канал; распределитель I порядка; распределитель II порядка; ветви магистрального канала; головную насосную станцию; подкачивающую насосную станцию.

Классификация оросительных систем, по Б. Б. Шумакову представлена в таблице 3.1 и на рисунке 3.3.

**Таблица 3.1 – Классификация оросительных систем, согласно Б. Б. Шумакову**

Признак классификации	Типы оросительных систем	Конструктивные особенности
Геоморфологическое расположение	Предгорные	Водозабор бесплотинного типа. Главные каналы расположены вдоль или под острым углом к направлению уклона местности
	Долинные	Водозабор – бесплотинный или с механическим подъемом. Магистральный канал отходит с уклоном, меньшим уклона реки
	Водораздельных равнин и плато	Водозабор с механическим водоподъемом. Магистральный канал проходит по водоразделу с двусторонним командованием
Конструкция оросительной сети	Открытые	Все элементы оросительной сети выполнены в виде открытых каналов или лотков
	Закрытые	Все элементы оросительной сети выполнены из напорных или безнапорных трубопроводов
	Комбинированные	Сочетание открытых каналов и закрытых трубопроводов
Способ водоподачи	Самотечные	Вода поступает из источника орошения самотеком (самотечное орошение)
	С механическим водоподъемом	Источник орошения расположен ниже орошаемой площади, и подача воды осуществляется насосной станцией (машинное орошение)
	Самотечно-напорные	Вода самотеком транспортируется по закрытым трубопроводам за счет напора, создаваемого естественным уклоном местности
Степень капитальности	Стационарные	Водозаборные сооружения, насосные станции, оросительная сеть и поливная техника занимают постоянное положение
	Полустационарные	Водозаборные сооружения, насосные станции и оросительная сеть занимают постоянное положение, а поливная техника перемещается по полю в процессе полива
	Передвижные	Все элементы системы – насосные станции, оросительная сеть (разборная) и поливная техника – в процессе полива перемещаются с позиции на позицию

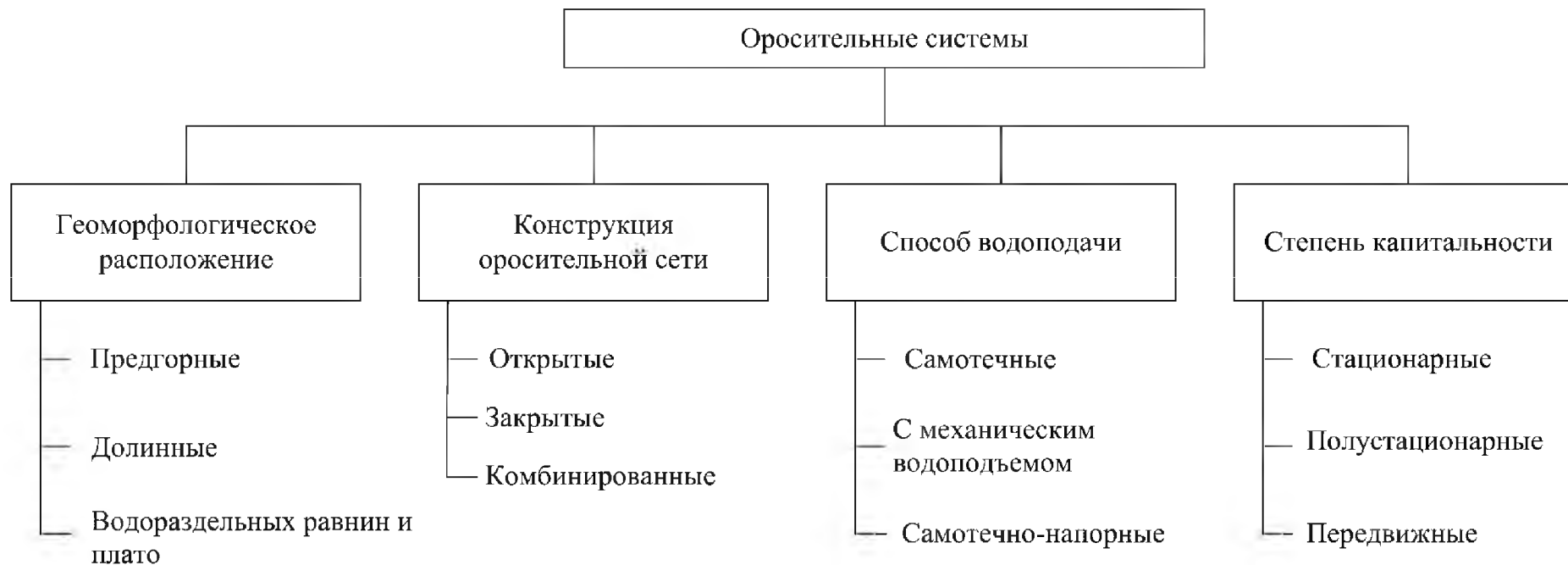


Рисунок 3.3 – Классификация оросительных систем (согласно Б. Б. Шумакову)



Орошаемая площадь нетто – площадь, занятая продуктивными посадками, посевами или естественными лугами и пастбищами.

Орошаемая площадь брутто включает площадь нетто и площади всех видов отчуждений под сооружения мелиоративных систем.

Классы сооружений оросительной системы определяют по обслуживаемой ими площади орошения (таблица 3.2).

**Таблица 3.2 – Классы сооружений оросительной системы**

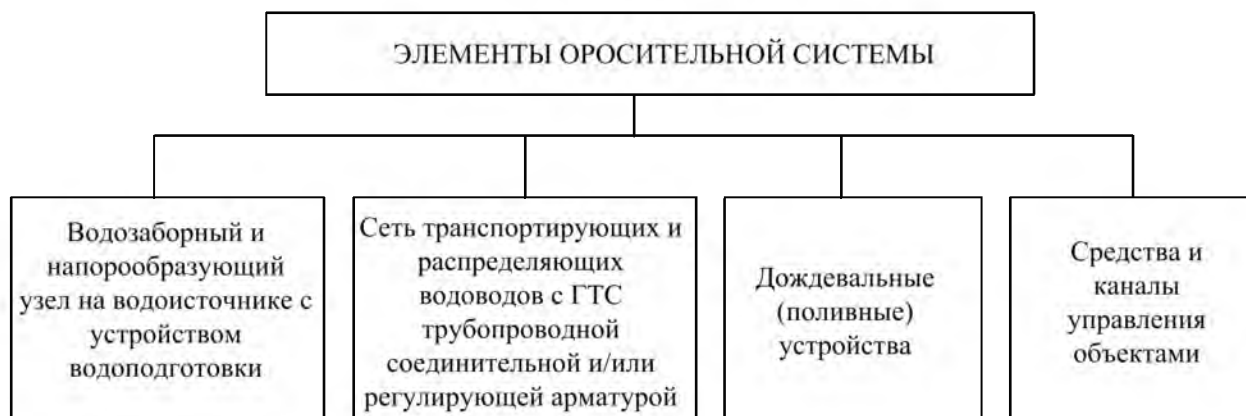
Площадь системы, тыс. га	Свыше 300	100-300	50-100	До 50
Класс сооружений	I	II	III	IV

Класс нагорных каналов принимают равным классу защищаемого сооружения. Расчетная вероятность превышения расходов воды зависит от класса нагорных каналов. Для нагорных каналов IV класса расчетную вероятность превышения расходов воды для оросительных систем принимают равной 10 %.

При составлении проектов оросительной сети для работы различной поливной техники необходимо определить границы и площади севооборотных участков, полей на них, местоположение полевых станков, дорог, лесополос, скотопрогонов, линий электропередачи и связи, других сооружений в увязке с организацией территории всего хозяйства в целом.

Согласно мелиоративной энциклопедии [34] оросительная система состоит из следующих элементов:

- водозаборный и напорообразующий узел на водоисточнике с устройством водоподготовки;
- сеть транспортирующих и распределяющих водоводов с ГТС трубопроводной соединительной и (или) регулирующей арматурой;
- дождевальные (поливные) устройства;
- средства и каналы управления объектами (рисунок 3.4).



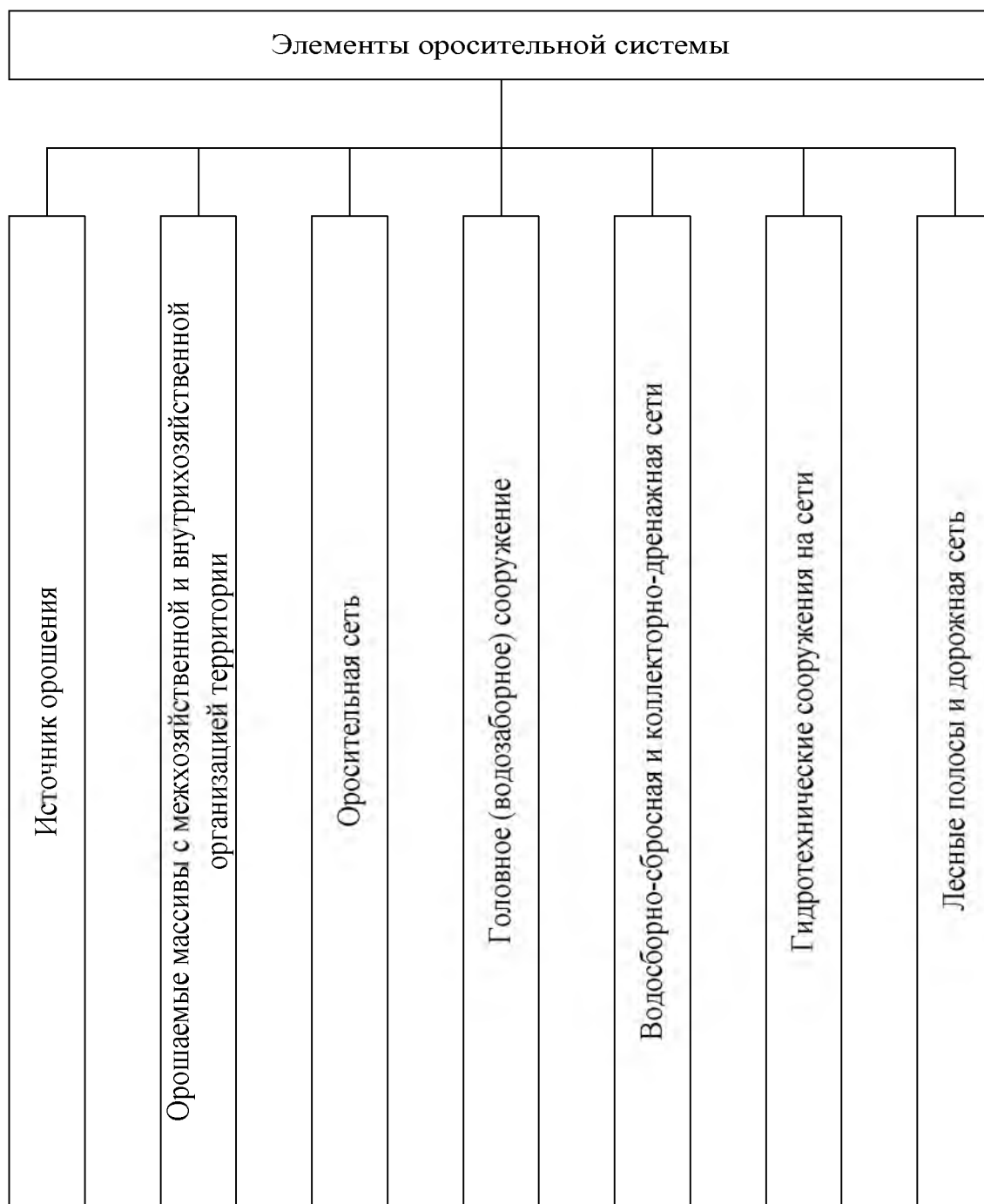
**Рисунок 3.4 – Составные элементы оросительной системы (согласно Мелиоративной Энциклопедии)**

Г. А. Сенчуков [35] отмечает, что в состав оросительной системы входят элементы, представленные на рисунке 3.5.

Компоненты оросительной системы включают в себя:

- источник орошения. К источникам орошения относят реки в их естественном или зарегулированном состоянии, озера, местный поверхностный сток, поступающий в пруды, подземные, сточные, сбросные и коллекторно-дренажные воды;
- орошаемые массивы с межхозяйственной и внутрихозяйственной организацией территории являются основным элементом оросительной системы и от их состава и

качественного состояния зависят состав, число и конструкция остальных компонентов оросительной системы;



**Рисунок 3.5 – Составные элементы оросительной системы  
(по Г. А. Сенчукову)**

- оросительная сеть включает в себя:

а) проводящую сеть. Основной задачей проводящей сети является транспортировка воды от источника орошения к орошаемым земельным массивам и распределение водных ресурсов между отдельными хозяйствами, севооборотными участками и полями;

б) регулирующую сеть. Основной задачей регулирующей сети является распределение воды по площади поля и превращения ее из состояния тока в состояние почвенной влажности;

- головное водозаборное сооружение предназначено для забора воды из источника орошения и подачи ее в оросительную сеть;

- водосборно-сбросная сеть осуществляет сбор и отвод избыточных поверхностных вод и для сброса воды из оросительных каналов. Состоит из: аварийных и концевых сбросов; водосборных каналов различных порядков; нагорных каналов, предохраняющих орошаемые земли от поступления на них поверхностных вод с вышележащей территории;

- коллекторно-дренажная сеть обеспечивает отвод избыточных грунтовых вод с территории оросительной системы и состоит из межхозяйственных и внутрихозяйственных коллекторов и дрен-собирателей;

- гидротехнические сооружения на сети обеспечивают: регулирование уровней и расходов воды в каналах; транспортировку воды через искусственные и естественные препятствия – водопроводящие сооружения (акведуки, дюкеры, тоннели); для сопряжения бьефов – перепады и быстроток;

- лесные полосы и дорожная сеть. Дорожную сеть проектируют для обслуживания оросительной системы и передвижения сельскохозяйственных машин и т. д. Лесные полосы обеспечивают снижение скорости ветра и уменьшают испарения, накапливают снег в зимний период, что обеспечивает систему дополнительным источником воды в период снеготаяния, а также защищают посевы от суховеев. Лесные полосы подразделяются на:

- а) полезащитные;
- б) приканальные;
- в) дренажные;
- г) придорожные;
- д) прибрежные;
- е) приводоёмные;
- ж) пастбищезащитные;
- з) озеленительные;
- и) пограничные.

В свою очередь оросительные системы подразделяются на:

- внутрихозяйственные, обеспечивающие сообщение между полями, усадьбами и полевыми станам;

- межхозяйственные, осуществляющие связь каждого хозяйства с железнодорожными станциями, пристанями, административными центрами;

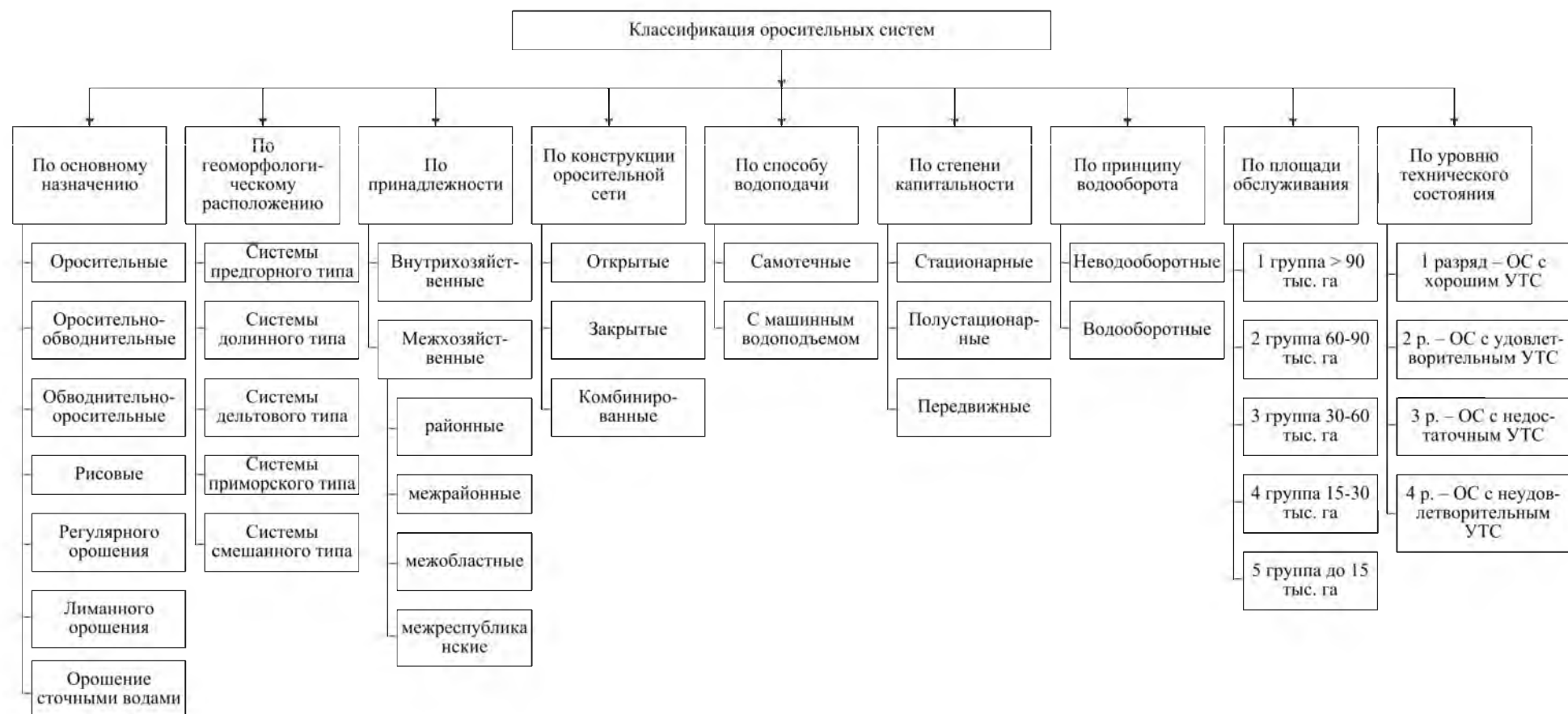
- эксплуатационные, необходимые для обслуживания оросительной системы.

Согласно В. И. Ольгаренко [36] оросительные системы классифицируют по следующим признакам: по основному назначению, геоморфологическому расположению, принадлежности, конструкции оросительной сети, способу водоподачи, степени капитальности, принципу водооборота, площади обслуживания, уровню технического состояния (рисунок 3.6).

По основному назначению оросительные системы подразделяют на:

- оросительные, предназначенные для орошения сельскохозяйственных культур. Орошаемая площадь (брутто) таких систем составляет 50-100 % валовой (подкомандной) площади (меньший процент в степной зоне, больший – в полупустынной и пустынной зонах);

- оросительно-обводнительные, используемые для орошения сельскохозяйственных культур и обводнения территории. Орошаемая площадь (брутто) таких систем составляет – 10-50 % валовой. Обводнение территории осуществляют подачей воды в водохранилища или пруды, частично в каналы, воду из которых используют для водоснабжения;



**Рисунок 3.6 – Классификация оросительных систем (В. И. Ольгаренко)**

- рисовые оросительные системы, предназначенные для орошения риса. Они широко распространены на тяжелых почвах в низовьях больших рек Российской Федерации (Краснодарский край, Ростовская и Астраханская области, Дальний Восток), а также в странах ближнего зарубежья – Украине, Казахстане и Узбекистане. Отличительная особенность рисовых систем – орошение затоплением с созданием и поддержанием слоя воды на поверхности рисового поля. Рисовые системы должны обеспечивать оптимальные условия и для выращивания сельскохозяйственных культур, сопутствующих рису в севообороте;

- регулярного орошения на местном стоке, используемые для орошения сельскохозяйственных культур и обводнения территории водой, собираемой с водосборной площади в прудах и водохранилищах. Такие системы широко распространены в Российской Федерации (Тамбовская, Орловская, Курская, Воронежская области), а также на Украине (Донецкая, Днепропетровская, Харьковская области). Системы регулярного орошения на местном стоке разделяют на: самотечные и с машинным водоподъемом. Последние получили наибольшее распространение;

- лиманного орошения, предназначенные для одноразовой весенней влагозарядки почвы талыми водами и предотвращения водной эрозией почв. Они распространены в степной и полупустынной зонах, где годовая сумма осадков составляет 200-300 мм и более. В Российской Федерации это Поволжье, республика Калмыкия, Западная Сибирь, Якутия, Красноярский край, Урал и Северный Кавказ. В зависимости от источника наполнения водой различают лиманы естественного наполнения, пойменные лиманы и лиманы на оросительно-обводнительных (или обводнительно-оросительных) системах. Системы лиманного орошения используют для орошения естественных пастбищ, сеяных трав, проса, пшеницы, ячменя, сахарного сорго, кукурузы, подсолнечника пожнивного посева и других культур;

- орошения сточными водами, которые используются для решения комплекса задач: орошения сельскохозяйственных культур; повышения плодородия почвы; почвенной очистки и обезвреживания сточных вод и охраны водных объектов от загрязнения. Системы орошения сточными водами устраивают у населенных пунктов и животноводческих комплексов.

По геоморфологическому расположению оросительные системы подразделяют на:

- системы предгорного типа устраивают на предгорных участках местности. Такие системы имеют ряд нижеследующих конструктивных особенностей. Забор воды осуществляют из горных рек, водохранилищ, артезианских скважин. Из рек забор воды осуществляется бесплотинным или плотинным (плотина небольшой высоты) водозабором. Для борьбы с донными и взвешенными наносами в составе водозаборов имеются специальные устройства. При расположении магистральных каналов вдоль горизонталей местности они имеют средства защиты от ливневых и селевых потоков. На каналах, расположенных по наибольшему уклону, устраивают системы перепадов или быстротоков. Коэффициент полезного действия (КПД) системы таких каналов в земляном русле крайне низок (0,4-0,5). Потому, крупные межхозяйственные каналы, как правило, бетонируют, а мелкую внутрихозяйственную сеть выполняют из трубопроводов с самотечной подачей воды в них. При глубоком залегании грунтовых вод коллекторно-дренажная сеть отсутствует. Сбросные и избыточные поверхностные воды отводятся водосборно-сбросной сетью;

- системы долинного типа устраивают в долинах рек и характеризуются следующими конструктивными особенностями. Водозабор из реки может быть бесплотинным, плотинным или осуществляться посредством насосных станций. Магистральный канал трассируют вдоль горизонталей рельефа местности (вдоль реки) по наименьшим его отметкам с уклоном, меньшим уклона реки. Канал имеет одностороннее

командование. Распределительные каналы прокладывают нормально к горизонталям. КПД системы каналов в земляном русле составляет 0,7;

- системы дельтового типа располагают в нижнем течении рек (в их дельтах). Основными отличительными особенностями их является нижеследующие. Воду из реки забирают устройством «водоподъемных плотин» или с помощью насосных станций. Территории систем ограждают от реки дамбами во избежание затопления их паводковыми водами. Необходима коллекторно-дренажная сеть, так как минерализованные грунтовые воды расположены близко к поверхности земли, а почвы заболочены или засолены. Магистральные или крупные распределительные каналы проходят в выемке. В мелкие каналы воду подают машинным способом. КПД системы каналов в земляном русле составляет 0,8; системы водораздельного типа устраивают на водораздельных равнинах и плато. Они характеризуются и отличаются от других систем расположением магистрального канала, который проходит по водоразделу и имеет двустороннее командование. Водозабор предусматривает машинный водоподъем;

- системы приморского типа расположены на приморских низинах. Они отличаются близким расположением (к поверхности) засоленных грунтовых вод. Поэтому здесь всегда необходима коллекторно-дренажная сеть;

- системы смешанного типа расположены на смешанных типах рельефа. Такие системы получили наибольшее распространение.

По принадлежности оросительные системы разделяют на:

- внутрихозяйственные (коллективные, индивидуальные) системы, которые обслуживают земли одного или объединения товаропроизводителей, принадлежат ему и находятся на его балансе. Воду в такие системы подают или из источника орошения (река, пруд, скважина), или из межхозяйственной сети;

- межхозяйственные (государственные) системы, обслуживающие несколько хозяйств. Эти системы по административному признаку могут быть районными, межрайонными, межобластными и межреспубликанскими, обслуживающими земли соответственно одного или нескольких районов, областей, республик.

По конструкции оросительной сети системы разделяют на: открытые, закрытые и комбинированные.

В открытых системах оросительная сеть представлена открытыми каналами или лотками.

В закрытых системах вся оросительная сеть выполнена из трубопроводов (напорных или безнапорных).

В комбинированных системах оросительная сеть представляет собой сочетание открытых каналов (лотков) и закрытых трубопроводов.

По способу водоподдачи оросительные системы подразделяют на: самотечные и с машинным водоподъемом.

В самотечных системах вода поступает из источника орошения самотеком.

В системах с машинным водоподъемом орошаемые земли расположены значительно выше источников орошения. Поэтому, воду из источника орошения подают на орошаемую территорию одной или несколькими ступенями подъема с последующим распределением ее самотечными каналами.

В системах с насосной станцией одноступенчатым подъемом всю воду подают либо на самую высокую отметку орошаемой площади, либо разбивают по высоте на отдельные зоны в каждую из которых поступает часть общего расхода. В системах с каскадом насосных воду подают последовательно расположенными насосными станциями.

Число зон подъема выбирают на основании технико-экономических расчетов и их может быть от 2 до 5-6 и более.

По степени капитальности оросительные системы могут быть стационарными, полустационарными и передвижными.

В стационарных системах все элементы (оросительная сеть и поливная техника) занимают постоянное положение.

В полустационарных системах поливная техника в процессе поливов перемещается по полю, а другие элементы системы (оросительная сеть) занимают постоянное положение.

В передвижных системах все элементы (насосные станции, разборная оросительная сеть, поливная техника) в процессе поливов перемещаются с позиции на позицию.

По принципу водооборота оросительные системы разделяют на неводооборотные (проточные) и водооборотные.

В неводооборотных (проточных) системах все сбросные и дренажно-коллекторные воды полностью сбрасываются в водоприемник.

В водооборотных (рециркуляционных) системах все сбросные воды аккумулируются в прудах (небольших наливных водохранилищах). Эти воды повторно подают в оросительную сеть насосными станциями (установками) по напорным трубопроводам. В некоторых случаях при соответствующем обосновании повторно подают в оросительную сеть также часть дренажно-коллекторных вод (при слабой их минерализации или разбавлении пресной водой, на песчаных почвах). Такие системы обеспечивают высокий коэффициент использования воды.

По площади обслуживания и сложности эксплуатации оросительные системы разделяют на пять групп. При этом за площадь обслуживания принимают приведенную площадь системы.

Первая группа – системы с приведенной площадью орошаемых земель более 90 тыс. га, вторая – 60-90, третья – 30-60, четвертая – 15-30, пятая – до 15 тыс. га.

Приведенную площадь системы рассчитывают с помощью поправочных коэффициентов и эквивалентов. К 1000 га приведенной площади оросительных систем регулярного орошения приравнивают: 625 га машинного орошения (поправочный коэффициент 1,6); 667 га рисовых севооборотов (поправочный коэффициент 1,5); 2000 га лиманного орошения; 10 000 га обводнения из каналов и водопроводов.

По уровню технического состояния оросительные системы делят на четыре разряда:

- первый – системы с хорошим уровнем технического состояния. Такие системы оборудованы полным набором всех технических средств. Они имеют необходимую надежность всех элементов и обеспечивают выполнение возлагаемых на них функций в заданных пределах точности. Реконструкция таких систем не требуется;

- второй – оросительные системы с удовлетворительным уровнем технического состояния, то есть нуждающиеся в небольшой реконструкции стоимостью до 25 % балансовой стоимости основных фондов системы;

- третий – системы с недостаточным уровнем технического состояния. Такие системы малоуправляемы. Они нуждаются в реконструкции стоимостью 25-50 % балансовой стоимости основных фондов;

- четвертый – системы с неудовлетворительным уровнем технического состояния. На таких системах требуется комплексная реконструкция стоимостью более 50 % балансовой стоимости основных фондов системы.

В электронной книге «Все о мелиорации земель» [37] указывается, что оросительная система предназначена для подачи воды из источника орошения и распределения ее на полях для полива сельскохозяйственных культур. Оросительные системы классифицируются по сельскохозяйственному назначению, техническому состоянию, мощности, способу подачи воды и количеству обслуживаемых хозяйств (рисунок 3.7).

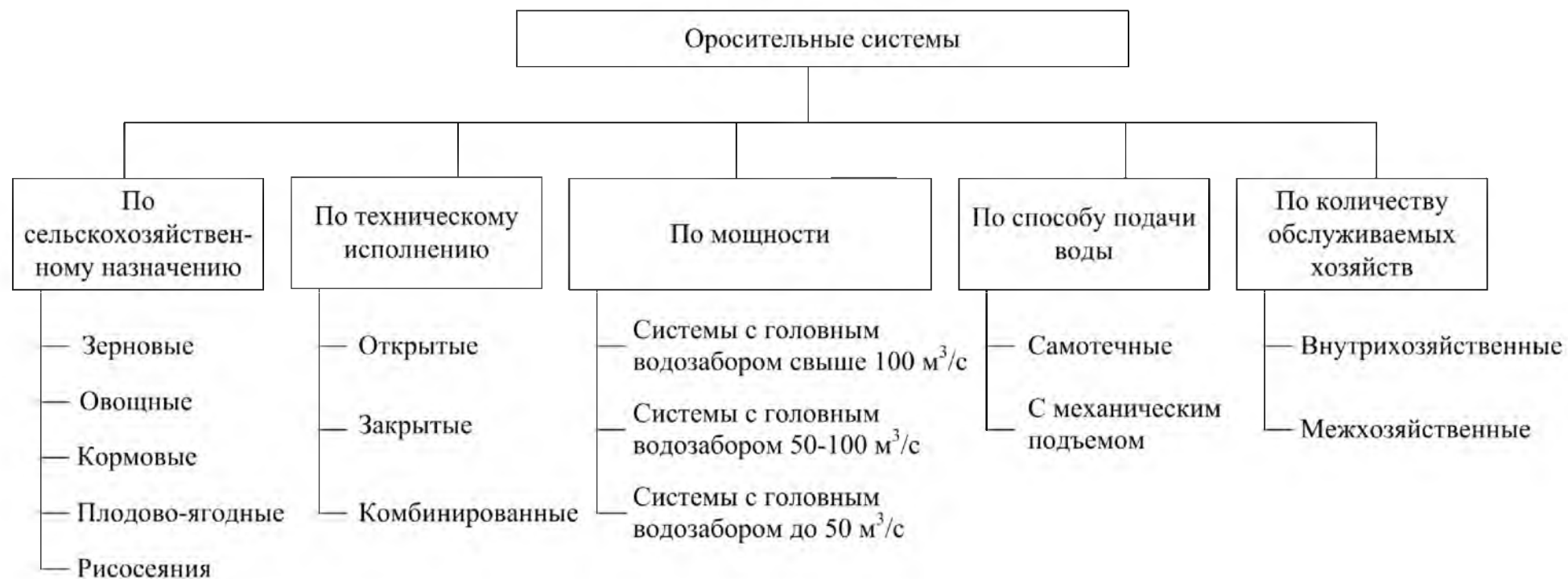


Рисунок 3.7 – Классификация оросительных систем



В зависимости от сельскохозяйственного назначения оросительные системы подразделяются на системы таких направлений: зернового, овощного, кормового, плодово-ягодного и системы районов рисосеяния. Каждая из них отличается расположением элементов, организацией орошаемой территории, организацией труда и механизацией производственных процессов.

По техническому исполнению оросительные системы делятся на открытые, закрытые и комбинированные.

Открытые оросительные системы на Украине сейчас наиболее распространенные. Они представляют собой сеть открытых каналов в земляном русле, бетонированных или в виде железобетонных лотков. Эти каналы составляют постоянную оросительную сеть, предназначенную для подачи воды из источника на поля орошения.

Закрытые оросительные системы состоят из сети магистральных, хозяйственных и полевых трубопроводов. Для их строительства применяют железобетонные, асбестоцементные, металлические и пластмассовые трубы.

В комбинированных оросительных системах часть сети из открытых каналов сочетается с закрытыми трубопроводами.

В зависимости от мощности оросительные системы делят на три группы:

1) системы, в которых головной водозабор составляет свыше  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ , источником орошения служит водохранилище емкостью более 500 млн  $\text{м}^3$ , площадь орошения свыше 60 тыс. га;

2) системы с головным водозабором  $50\text{-}100 \text{ м}^3/\text{с}$ , водохранилищем емкостью 250-500 млн  $\text{м}^3$ , площадью орошения 30-60 тыс. га;

3) системы имеют головной водозабор до  $50 \text{ м}^3/\text{с}$ , водохранилище емкостью до 250 млн  $\text{м}^3$ , площадь орошения до 30 тыс. га.

По способу подачи воды оросительные системы могут быть самотечными и с механическим водоподъемом. Самотечные оросительные системы устраивают в том случае, когда орошаемая площадь расположена ниже горизонта воды в источнике орошения. Самотечные водозаборы могут быть бесплотинные и с плотиной.

При расположении орошаемой площади выше горизонта воды в источнике орошения применяют механический способ подачи воды.

По количеству обслуживаемых хозяйств есть оросительные системы внутрихозяйственного и межхозяйственного значения. Оросительная система, обслуживающая одно хозяйство, называется внутрихозяйственной, а обслуживающая два и более – межхозяйственной.

Согласно М. Ф. Натальчук, Х. А. Ахмедову [38] для научной организации эксплуатации гидромелиоративных систем и составления перспективных планов совершенствования систем необходимо проводить классификацию систем. Классы систем определяют по площади обслуживания, разряды – по техническому состоянию систем.

Оросительная система состоит из четырех звеньев: водозабора из источника орошения, межхозяйственной сети каналов для распределения воды по точкам выдела, внутрихозяйственной сети для подачи воды на поля и поливной техники (рисунок 3.8).

В целях совершенствования структуры эксплуатационных управлений с учетом особенностей гидромелиоративных систем выделяют классы систем в зависимости от площади обслуживания одной системой (одним водозабором из реки или канала или одним водоприемником при сплошном осушении земель): высший – при площади более 50 тыс. га; I – 26-50 тыс. га; II – 11-25 тыс. га; III – 6-10 тыс. га; IV – 1-5 тыс. га; V – менее 1 тыс. га.

По мере развития систем, их укрупнения классы изменяются, уменьшается число систем IV и V классов.



Рисунок 3.8 – Классификация и элементы оросительных систем (согласно М. Ф. Натальчук)

С учетом этого изменяют структуру эксплуатационных управлений и норм эксплуатационного оснащения. Например, в управлениях (УОС) выделяют следующие гидротехнические участки для эксплуатации межхозяйственной сети: при эксплуатации систем IV и V классов – по обслуживанию хозяйств; при эксплуатации систем III, II и I классов – головной по забору воды в систему; по магистральному каналу для распределения воды на массивы, по обслуживанию хозяйств. При эксплуатации систем высшего класса выделяют эксплуатационные отделения по обслуживанию устройств на площади 10-25 тыс. га, а также гидротехнические участки, как для систем I и II классов. В настоящее время во многих районах преобладают системы III, IV и V классов. На системах высшего I и II классов развита взаимно связанная оросительная и осушительная сеть.

На таких системах повышаются требования к надежности водораспределения, что достигается развитой структурой эксплуатационной службы и повышенными нормами эксплуатационного оснащения.

Техническое состояние систем оценивают по четырем разрядам: I – система работает хорошо, управляемая, переустройство и дооборудование не требуются; II – удовлетворительное, система нуждается в частичном дооборудовании и переустройстве в размере до 25 % существующей стоимости; III – недостаточное состояние, система мало управляемая, требуется дооборудование и Переустройство в размере 26-50 % существующей стоимости; IV – неудовлетворительное, требуются большие работы по переустройству и дооборудованию в размере более 51 % существующей стоимости.

Разряды устанавливают по оценке работы системы по основным разделам. По средневзвешенному разряду оценивают техническое состояние системы, обеспечивающее выполнение планового водопользования с различной надежностью. Классы и разряды систем определяют в период паспортизации, и эти данные используют для разработки перспективных планов совершенствования систем (доведения до I и II разрядов) по областям и республикам.

Техническое состояние оросительных систем оценивают по десяти разделам. На системах I и II разрядов они следующие:

- состояние водозабора: он должен обеспечивать плановые наборы воды для орошения во все периоды с допустимыми отклонениями  $C \sim 0,05$ ;
- коэффициент использования орошаемых земель в зоне системы (КИЗ): 0,85 в зоне сплошного орошения и не ниже 0,5 в засушливой зоне;
- мелиоративное состояние земель системы: грунтовые воды должны залегать ниже 3-4 м при минерализации до 5 г/л, слабозасоленных земель – не более 10 %;
- коэффициенты полезного действия сети каналов: 0,8-0,85;
- водообеспеченность системы за период вегетации (апрель – сентябрь) по году 75%-ной обеспеченности 100 %;
- наносы в системе: объемы очистки наносов не более 5 м<sup>3</sup>/га;
- сбросная и коллекторная межхозяйственная сеть: должна обеспечивать отвод избыточных вод за пределы системы;
- каналы и сооружения на межхозяйственной сети: инженерные каналы и сооружения с автоматизацией водораспределения и учета воды. Число точек выдела воды из межхозяйственной сети 1-2 на 1000 га орошаемых земель;
- оросительная сеть и сооружения на внутрихозяйственной сети: протяженность постоянных каналов не более 20-25 м/га; число водовыпусков-водомеров при дождевании ДДА-100М 10-15 на 1000 га; площади поливных участков не менее 20 га;
- поливная техника: трубопроводы, шланги, поливные и дождевальные машины.

По природным зонам необходимо установить шкалы показателей и для оценки технического состояния систем по разделам и по каждой системе определять средний

разряд. По техническому состоянию многие существующие оросительные системы III и IV разрядов, мало систем II разряда и почти нет I разряда.

В нормах предусмотреть: посты учета воды по звеньям и скважины для наблюдений за уровнями грунтовых вод; связь и диспетчерскую аппаратуру для автоматизации водораспределения и дистанционного контроля; здания для эксплуатационного персонала, мастерские, склады, гаражи, строительные дворы; энергетические установки (ЛЭП, трансформаторы) для электрификации эксплуатационных работ и автоматизации водораспределения; служебные дороги вдоль каналов и сооружений; полосы отвода земель каналов и возле гидросооружений, посадки лесных полос вдоль каналов и массивов на головном участке; машины, транспорт, оборудование мастерских для эксплуатационных работ; инструменты, приборы, инвентарь и оборудование лабораторий; запасы строительных материалов для эксплуатации; эксплуатационный штат в управлении и на гидротехнических участках, рабочих и механизаторов для эксплуатационных работ.

При наличии научно обоснованных норм эксплуатационного оснащения усилится процесс совершенствования эксплуатации систем. Степень оснащенности систем эксплуатационным оборудованием необходимо оценивать по разрядам путем сравнения имеющегося на системе на данный период с нормами для типовых систем: I разряд – система оснащена на 86-100 % по сравнению с научно обоснованными нормами; II разряд – на 76-85 %; III разряд – на 66-75 %; IV разряд – система оснащена менее чем на 65 % норм.

При нормальных условиях эксплуатации системы должны быть оснащены по I разряду.

Для примера ниже приведены данные о разрядах и классах некоторых оросительных систем Средней Азии.

В зависимости от природных особенностей орошаемых земель выделяют: системы предгорных районов – орошаемые земли размещены на конусах выноса. Здесь много веерообразных каналов двухстороннего командования. Таких систем много в Ферганской долине, Таджикистане и в Киргизии; системы в долинах средней части рек – орошаемые земли расположены на террасах. Каналы одностороннего командования, размещены вдоль реки под небольшим углом. Большая часть таких систем приурочена к долинам рек; системы в дельтах рек – орошаемые земли расположены в дельтах рек на конусах выноса. Мелиоративное состояние земель в большинстве случаев неблагоприятное из-за высокого стояния минерализованных грунтовых вод.

На больших системах эксплуатационную службу и эксплуатационное оснащение подбирают для одной системы, организуют эксплуатационное управление для обслуживания одной системы. При малых системах эксплуатационные управления обслуживают несколько систем на территории одного или нескольких районов.

Системы, обслуживающие несколько хозяйств, называются межхозяйственными, обслуживающие одно хозяйство – внутрихозяйственными. Условия эксплуатации систем изменяются в зависимости от класса систем и разряда по техническому состоянию. Это учитывают при разработке норм эксплуатационного оснащения для типовых систем. Например, для эксплуатации одной оросительной системы с площадью орошения 50 тыс. га на межхозяйственной сети необходимо иметь 450 постов учета воды, 350 км телефонных линий и 200 человек эксплуатационного штата.

Согласно Н. Н. Мирзаеву [39] оросительные системы классифицируются (рисунок 3.9) по:

- типу водозабора:
- а) самотечная;

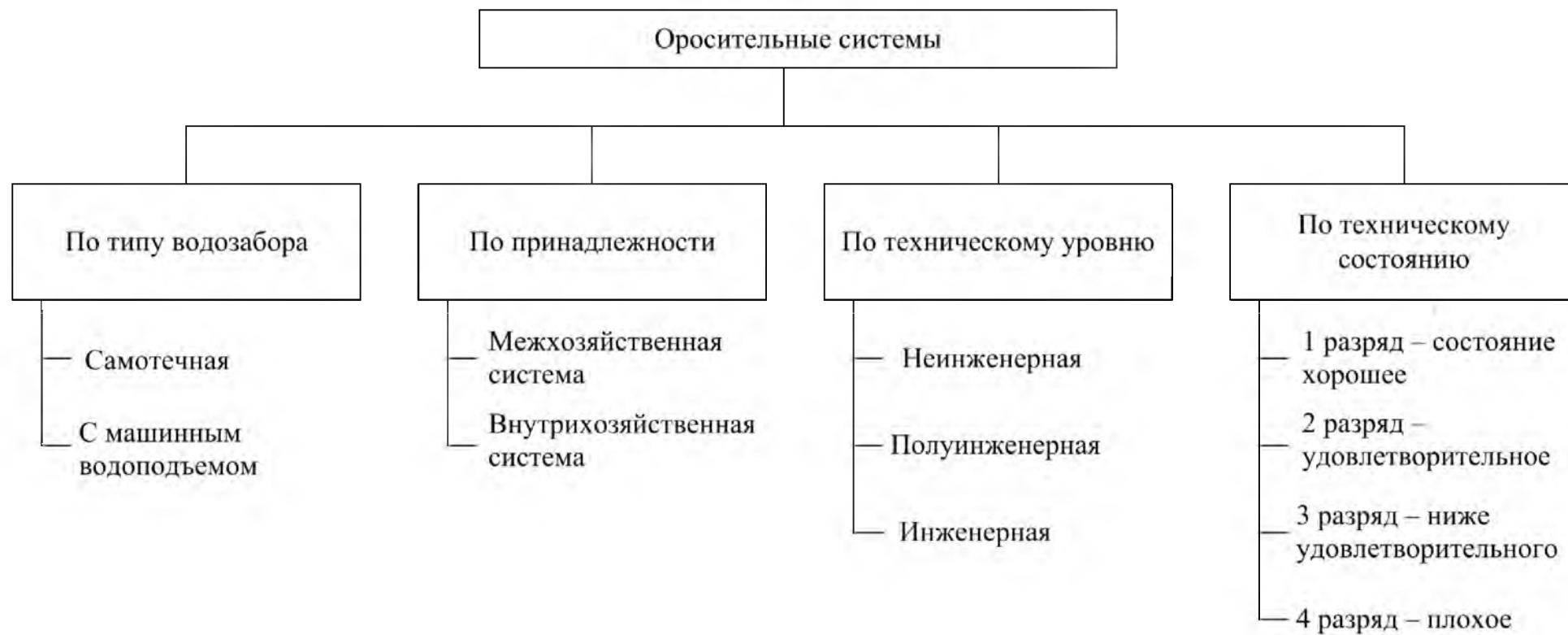


Рисунок 3.9 – Классификация оросительных систем (согласно Н. Н. Мирзаева)

- б) с машинным водоподъемом;
- принадлежности:
  - а) межхозяйственная система (МХС);
  - б) внутрихозяйственная система (ВХС);
- техническому уровню (в зависимости от оснащенности гидротехнической инфраструктуры):
  - а) неинженерная (КПДс-0,3-0,5);
  - б) полуинженерная (КПДс-0,4-0,65);
  - в) инженерная (КПДс-0,5-0,7);
- техническому состоянию:
  - а) 1 разряд – состояние хорошее (реконструкция и дооборудование не нужно);
  - б) 2 разряд – удовлетворительное (требуется частичная реконструкция);
  - в) 3 разряд – ниже удовлетворительного (требуется большие работы по реконструкции и дооборудованию);
  - г) 4 разряд – плохое (требуется коренная реконструкция).

Анализируя все выше изложенное отметить, что все авторы подробно описали составные компоненты оросительных систем, однако основное различие между их мнениями характеризуются четкостью описания составляющих, а их совокупности – в блоки, как это было сделано Г. А. Сенчуковым и В. Ф. Носенко в «Мелиоративной энциклопедии» [34]. Обоснованием блоков служит принцип, согласно которому и обеспечивается совокупность составных элементов оросительной системы, т. е. это может технический, территориальный, по назначению и т. д.

А. Н. Костяков и Г. А. Сенчуков в своих структурных классификациях подразумевают наличие подклассификаций, т. е. наличие различий элементов оросительной системы в зависимости от геоморфологических, технических характеристик, конструктивных особенностей и способов организации эксплуатации оросительной системы. К ним можно отнести дороги, лесные полосы, гидротехнические сооружения, источники орошения и т. д.

Анализируя встречающиеся у различных авторов структурные схемы составных элементов оросительной системы, можно сделать вывод, что основные элементы, отвечающие за нормальное функционирование оросительной системы, представляют собой совокупность технических, технологических и территориальных объектов, которые определяют возможность обеспечения оросительной водой потребителей.

Под техническими объектами следует понимать водозаборы различного типа, дождевальные устройства и машины, гидротехнические сооружения на сети, арматуру на каналах различного назначения и т. д.

Под технологическими объектами следует понимать организацию контроля за состоянием мелиорируемых земель, обеспечение связи между объектами оросительной системы, управление средствами автоматизации и т. д.

К территориальным объектам относятся непосредственно орошаемые массивы и географическое расположение на них каналов различного назначения и т. д.

В различных источниках указываются различные классификации оросительных систем, которые опираются на различные признаки и технические характеристики.

Оросительные системы классифицируют по различным признакам:

- по конструкции [33]:
  - а) открытые оросительные системы. Представляют собой систему, состоящую из открытых каналов, устроенных в естественном грунте. К достоинствам данных систем относится невысокая стоимость;
  - б) закрытые оросительные системы. Представляют собой систему в виде трубопроводов, напорных и безнапорных, которые большей частью находятся под землей.

Выделяют два типа закрытых оросительных сетей – с использованием естественного напора и с механической подачей воды в сеть.

К достоинствам закрытой оросительной системы относят: отсутствие потерь воды при транспортировке и на инфильтрацию; высокий КПД системы; высокая оросительная способность источников орошения; возможность распределения водных ресурсов по орошаемым территориям со сложным рельефом; возможность применения автоматических средств для осуществления эксплуатации системы.

К недостаткам данной системы относят: большое количество труб значительно увеличивает затраты на строительство и эксплуатацию системы [40];

в) комбинированные. Представляют собой системы, в которых крупные внутрихозяйственные и межхозяйственные каналы делаются открытыми, более мелкие – закрытыми;

- по характеру обслуживания районов орошения [41]:

а) системы хлопковых районов орошения;

б) рисовые системы;

в) системы засушливых районов с недостаточным естественным увлажнением;

г) системы пригородных районов.

Данные системы обуславливают подачу воды на определенные районы орошения и имеющие определенные технические и технологические особенности проектирования, строительства и эксплуатации;

- по природным особенностям массивов, на которые подается вода:

а) системы предгорного типа. Представляют собой системы, расположенные на горных конусах. Магистральные каналы расположены вдоль или под острым углом по направлению к уклону местности;

б) системы долинного типа. Представляют собой системы, расположенные на террасах рек. Магистральный канал имеет меньший уклон, чем уклон реки;

в) системы дельтового типа. Представляют собой системы, расположенные в дельтах рек. Магистральные каналы проходят по водоразделу с двусторонним командованием;

- по типу водозабора из источника:

а) с плотинным водозабором. Представляют собой системы, в которых из-за недостаточного уровня воды для самотечной подачи потребителю, устраиваются плотины, обеспечивающие гарантированный водозабор [41];

б) с бесплотинным водозабором. Представляют собой системы, источником орошения в которых является искусственное русло (канал), отходящее от реки под некоторым углом;

в) с машинным водоподъемом. Представляют собой системы, источник орошения в которых расположен ниже орошаемой территории, следовательно водоподача осуществляется при помощи насосных станций;

г) с водозабором из артезианских скважин;

- по степени капитальности [34]:

а) стационарные. Представляют собой системы, в которых водозаборные сооружения, оросительная сеть занимают постоянное положение в территориальном плане;

б) полустационарные. Представляют собой системы, в которых водозаборные сооружения, оросительная сеть занимает постоянное положение, в то время как поливная техника перемещается в процессе орошения по поливаемым полям;

в) передвижные. Представляют собой системы, в которых водозаборные сооружения, оросительная сеть (разборная) и поливная техника в процессе орошения передвигаются с одной позиции на другую и т. д.;

- по техническому состоянию [42]:

а) простые бытовые системы. К данным оросительным системам относят устаревшие системы, т. е. имеющие определенные недостатки, к которым относят: неправильное плановое расположение оросительной сети, отсутствие или недостаточное число сооружений;

б) улучшенные бытовые. К данным системам относятся устаревшие системы, значительная часть которых реконструирована;

в) новые (инженерные). К данным оросительным системам относят системы, имеющие высокий уровень технической эксплуатации и обеспечения;

- по числу обслуживаемых хозяйств [42, 43]:

а) внутрихозяйственные. Оросительные системы, обслуживающие одно хозяйство;

б) межхозяйственные. Оросительные системы, обслуживающие несколько хозяйств одновременно;

в) межобластные. Межхозяйственные системы, находящиеся на территории нескольких областей;

г) межреспубликанские. Межхозяйственные системы, находящиеся на территории двух и более республик;

- по типу источника воды для орошения [44]:

а) оросительные системы, использующие для орошения реки, озера и другие источники;

б) оросительные системы с использованием животноводческих стоков;

в) оросительные системы с использованием сточных вод.

Анализ классификаций оросительных систем показал, что все авторы при классификации оросительных систем опирались на следующие принципы:

- географические, территориальные, климатические, гидрогеологические признаки, от которых зависит расположение оросительной системы;

- технико-экономические показатели, геоморфологические признаки, которые в свою очередь определяют местоположение оросительной системы;

- особенности конструкции, в зависимости от которой будет выбран тип оросительной системы и т. д.

На основе вышеизложенного предлагается следующая классификация элементов оросительной системы (рисунок 3.10), включающая:

- источник;
- водозаборные сооружения;
- рыбозащитные сооружения и устройства;
- отстойник;
- насосная станция;
- оросительная сеть;
- водосборно-сбросная сеть;
- коллекторно-дренажная сеть;
- сооружения на сети;
- поливные машины и установки;
- средства управления и автоматизации;
- сооружения и средства контроля мелиоративного состояния земель;
- объекты электроснабжения и связи;
- противоэрозионные сооружения;
- производственные и жилые здания эксплуатационной службы;
- дороги;
- защитные лесные насаждения;





- дамба;
- орошаемые земли.

Таким образом, все вышеуказанные признаки можно наглядно показать в совокупной классификации оросительной системы, отражающей все вышеуказанные характеристики (рисунок 3.11):

- по типу:
  - а) оросительные;
  - б) оросительно-осушительные;
  - в) оросительно-обводнительные;
  - г) рисовые;
- по виду орошения:
  - а) регулярного орошения;
  - б) периодического орошения;
  - в) циклического орошения;
  - г) лиманного орошения.
- по геоморфологическому расположению:
  - а) системы предгорного типа;
  - б) системы дельтового типа;
  - в) системы долинного типа;
  - г) системы приморского типа;
  - д) системы водораздельных равнин и плато;
  - е) системы смешанного типа;
- по формам собственности:
  - а) индивидуального пользования;
  - б) общего пользования;
  - в) государственные;
- по степени капитальности:
  - а) стационарные;
  - б) полустационарные;
  - в) передвижные;
- по конструкции:
  - а) открытые;
  - б) закрытые;
  - в) комбинированные;
- по способу водоподачи:
  - а) самотечные;
  - б) с машинным водоподъемом;
  - в) самотечно-напорные;
- по типу источника:
  - а) водные объекты (поверхностные, подземные);
  - б) сточные воды (хозяйственно-бытовые, производственные, животноводческие стоки);
- по принципу водооборота:
  - а) неводооборотные;
  - б) водооборотные;
- по площади обслуживания сооружениями системы:
  - а) I класс – свыше 300 тыс. га;
  - б) II класс – 100-300 тыс. га;
  - в) III класс – 50-100 тыс. га;
  - г) IV класс – до 50 тыс. га;

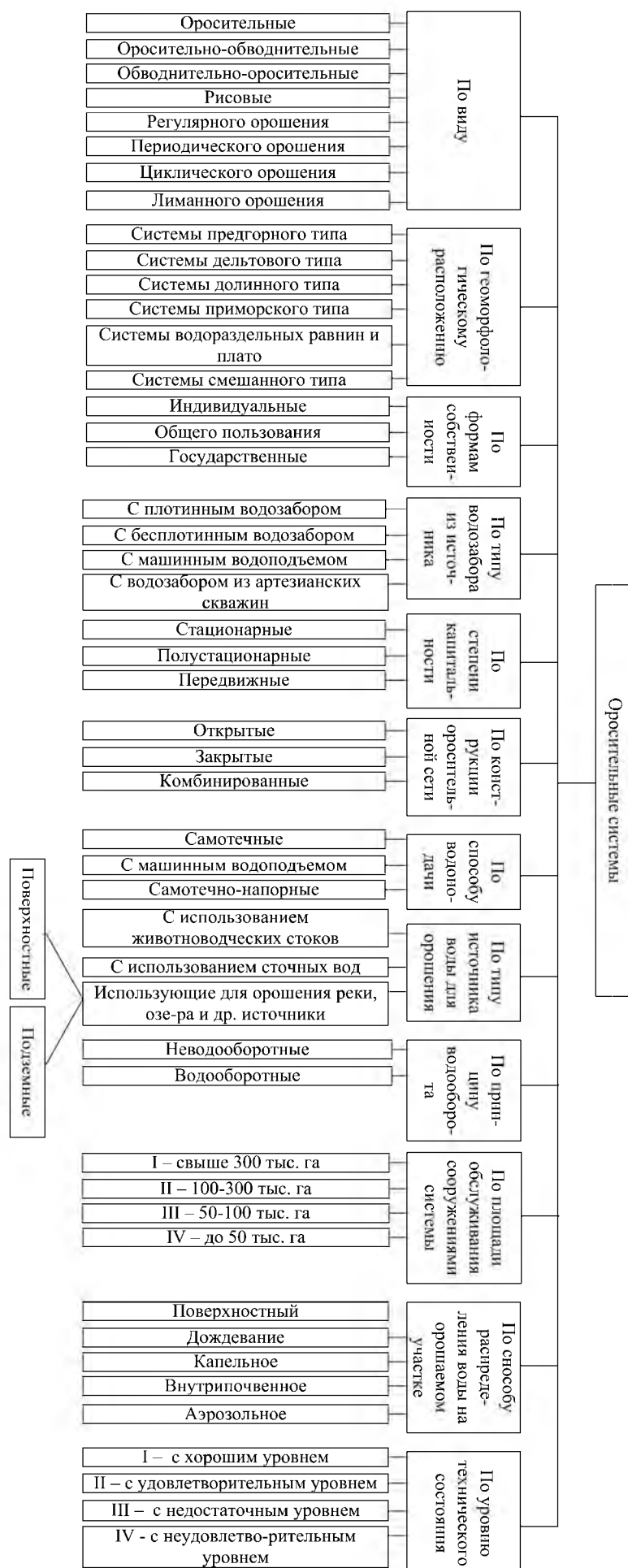


Рисунок 3.11 – Совокупная классификация оросительных систем

- по способу распределения воды на орошаемом участке:
  - а) поверхностное;
  - б) дождевание;
  - в) капельное;
  - г) внутривпочвенное;
  - д) аэрозольное;
- по техническому состоянию:
  - а) разряд I – с хорошим техническим состоянием;
  - б) разряд II – с удовлетворительным техническим состоянием;
  - в) разряд III – с неудовлетворительным техническим состоянием;
- по техническому уровню:
  - а) класс I – с высоким техническим уровнем;
  - б) класс II – с средним техническим уровнем;
  - в) класс III – с низким техническим уровнем.

### 3.2 Классификация осушительных систем

Обилие и плохая упорядоченность терминов и новых понятий, различных элементов осушительных систем в печатных и неопубликованных материалах затрудняют поиск и использование нужных данных, что вызывает информационный дефицит. Поэтому разработка оптимальной классификации осушительных систем является не только научной, но и экономически важной задачей.

Разработка документов в области стандартизации и в частности разработка национального стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Осушительные системы. Классификация» является актуальной.

Классификация систем – разделение их на отдельные типы, группы и разряды по различным признакам (факторам), имеющим значение для их эксплуатации, проектирования и строительства.

Цель классификации – обеспечение эффективного использования мелиорируемых земель путем реализации научно обоснованных технологий эксплуатации мелиоративных систем и возделывания сельскохозяйственных культур при сохранении экологической надежности функционирования агроландшафтов и окружающей природной среды.

Классификация систем осуществляется с учетом следующих особенностей: природно-климатических условий мелиорируемых территорий, обосновывающих многообразие конструктивных решений; функциональной и хозяйственной деятельности.

В соответствии с СНиП 2.06.03-85 [44] «Мелиоративные системы и сооружения», осушительная система – гидромелиоративная система для осушения земель. Осушительная система должна включать комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающий оптимальный водно-воздушный режим переувлажненных земель и надлежащие условия производства сельскохозяйственных работ для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В состав осушительной системы входят: регулируемая часть водоприемника, проводящая, оградительная и регулирующая сети, насосные станции, дамбы, сооружения на сетях, средства управления и автоматизации, контроля за мелиоративным состоянием земель, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения, производственные и жилые здания эксплуатационной службы, дороги и лесозащитные насаждения (рисунок 3.12).

Водотоки и водоемы в естественном состоянии могут быть использованы в качестве водоприемника для сброса воды самотеком, если они отвечают следующим требованиям: - обеспечивают сброс воды с осушительной сети без подпора во все рас-

четные периоды без ущерба для других целей хозяйственного использования водотока или водоема;

- не вызывают ухудшения водного режима земель, расположенных ниже по течению от массивов осушения, после сброса в них дренажных вод;
- имеют устойчивое русло.

Если водоприемник не отвечает одному из перечисленных требований, следует предусматривать откачку воды насосами, устройство при необходимости оградительных дамб. Понижение уровня воды в водоприемнике допускается в случаях, когда это не противоречит требованиям охраны окружающей природной среды

Проводящая сеть проектируется, как правило, прямолинейной с минимальным числом пересечений существующих и проектируемых дорог, подземных коммуникаций, линий электропередач. Пересечение каналов и закрытых коллекторов с различными коммуникациями должно быть под прямым или близким к нему углом. Протяженность каналов и закрытых коллекторов всех порядков должна быть минимальной.

Регулирующая сеть должна обеспечивать отвод поверхностных вод и понижение уровня подземных вод на осушаемом массиве в следующие расчетные периоды:

- от прохождения пика весеннего паводка до начала полевых работ;
- от прохождения пика весеннего паводка до начала вегетации трав (для пастбищ и сенокосов);
- в период выпадения летне-осенних дождей и уборки урожая.

Регулирующая сеть по принципу действия подразделяется на: закрытые дрены и открытые осушители, понижающие уровень подземных вод в требуемые сроки; закрытые и открытые собиратели, отводящие в расчетное время избыточные поверхностные воды.

Выбор конструкции регулирующей сети в конкретных природных условиях должен быть обоснован водно-балансовыми расчетами, опытом эксплуатации существующих осушительных систем или специальными исследованиями.

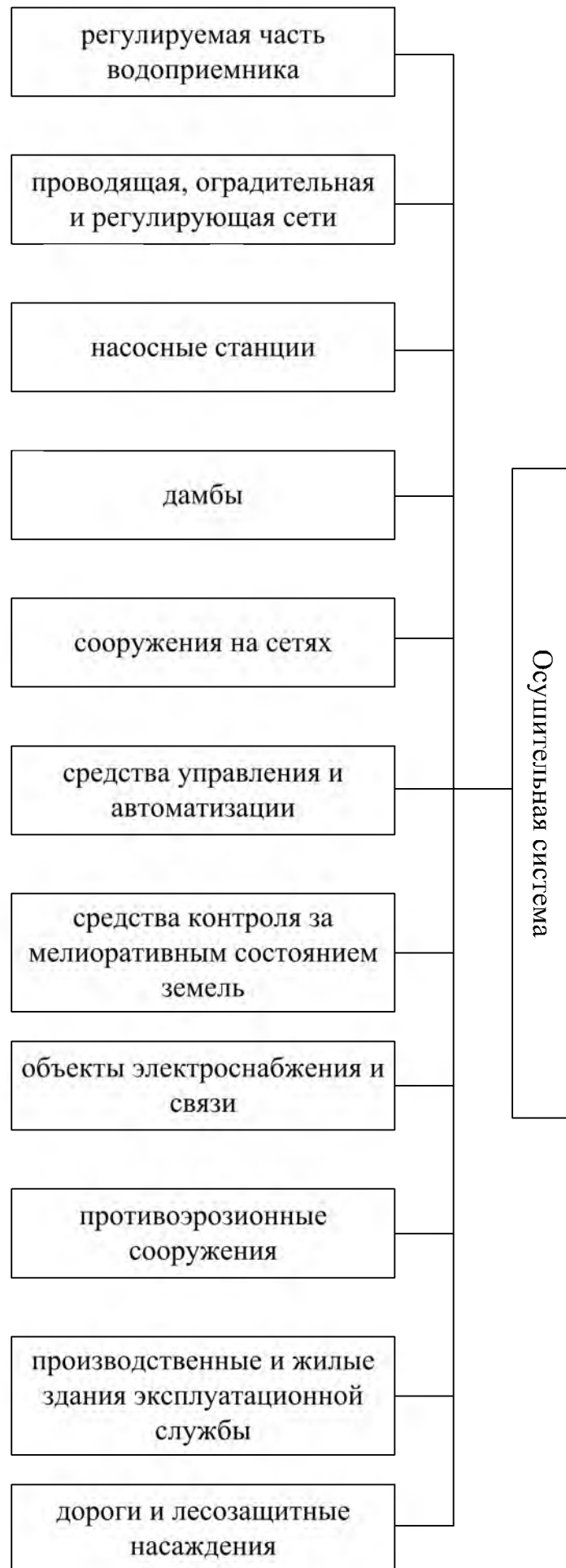
Проанализировав основные составные элементы осушительных систем, встречающихся у различных авторов и в нормативно-технической документации, мы смогли наглядно показать структурные схемы осушительной системы.

Согласно Б. С. Маслову [45] осушительная система – природно-хозяйственный комплекс, в состав которого входят осушаемая площадь и инженерные сооружения, обеспечивающие создание оптимального водного режима почвы путем удаления избытка влаги с целью получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении необходимого уровня экологического равновесия.

В состав осушительной системы входят:

- осушаемая площадь – объект мелиоративного воздействия, на которой создается и поддерживается необходимый для земледелия режим осушения;
- осушительная сеть, отводящая избыточные воды с осушаемой площади и состоящая из регулирующей, оградительной и проводящей сети;
- регулирующая сеть, отводящая избыточные воды с поверхности почвы и из пахотного слоя (открытые и закрытые собиратели) и понижающая грунтовые воды (дрены) для создания оптимального водно-теплового режима почвы;
- оградительная сеть, защищающая осушаемую площадь от поступления с внешнего водосбора поверхностных (нагорные каналы) или грунтовых вод (ловчие каналы);
- проводящая сеть, принимающая воду из регулирующей и оградительной сети и отводящая ее за пределы осушаемой площади;
- водоприемник, принимающий избыточные воды из проводящей сети и обеспечивающий в ней заданные уровни в расчетные периоды;

Рисунок 3.12 – Состав осушительной системы



- гидротехнические сооружения, поддерживающие заданный режим работы закрытой и открытой проводящей сети;

- дорожная сеть, обеспечивающая эксплуатационное обслуживание осушительной сети и сооружений на ней и нормальное хозяйственное функционирование осушительной системы;

- природоохранные сооружения и устройства, служащие для охраны естественного ландшафта, рекреационного и других видов несельскохозяйственного использования земель, видового обогащения сельских ландшафтов;

- эксплуатационная сеть, обеспечивающая контроль и надзор за работой всех звеньев осушительной системы (рисунок 3.13).

В связи с разнообразием природных условий гумидной зоны на протяжении последних лет появилось достаточно большое количество типов и видов мелиоративных систем.

В 1999 году Б. С. Маслов совместно с И. В. Минаевым в своей книге «Осушительные системы XXI» века предложили классифицировать конструктивное обилие мелиоративных систем по сфере их применимости, а детализацию – по конструктивным особенностям.

Классы систем можно считать наиболее крупными единицами, их насчитывается десять (рисунок 3.14):

- 1) осушительные системы одностороннего действия (сброс избыточных вод);
- 2) осушительно-увлажнительные системы;
- 3) осушительно-увлажнительные водооборотные системы;
- 4) мелиоративные системы вертикального дренажа;
- 5) осушительно-увлажнительные системы комплексные (с рыбными прудами, с рекреационными мероприятиями и др.);
- 6) польдерные мелиоративные системы;
- 7) автоматизированные осушительно-увлажнительные системы с использованием сточных вод;
- 8) оросительные системы НЧЗ;
- 9) комбинированные системы на больших площадях;
- 10) адаптивные мелиоративные системы (АМС).

Детализация классов может быть двухступенчатая: в классах выделяются типы систем, а в них – виды систем; например, польдерные системы имеют типы: незатапливаемые (летние); типы в свою очередь подразделяются на виды: осушительные с открытой сетью каналов, осушительные с дренажем и т. д.

К основным элементам [45] относятся дрены, каналы, сооружения на каналах, дождевальные установки, насосные станции, обслуживающие осушительно-увлажнительные системы и средства дождевания, капитальные планировки, агротехнические мероприятия (рисунок 3.15).

В мелиоративной энциклопедии [34] основные элементы осушительной системы представлены так: осушаемая площадь, регулирующая, проводящая и ограждающая сети, составляющие осушительную сеть, водоприемник, ГТС; дорожная сеть (дороги, мосты, трубы-переезды); природоохранные сооружения и устройства (лесные полосы, противопожарные бассейны); эксплуатационная сеть (линии связи, гидрометрические посты, наблюдательные скважины) (рисунок 3.16).

Рисунок 3.13 – Состав осушительной системы (согласно Маслову)

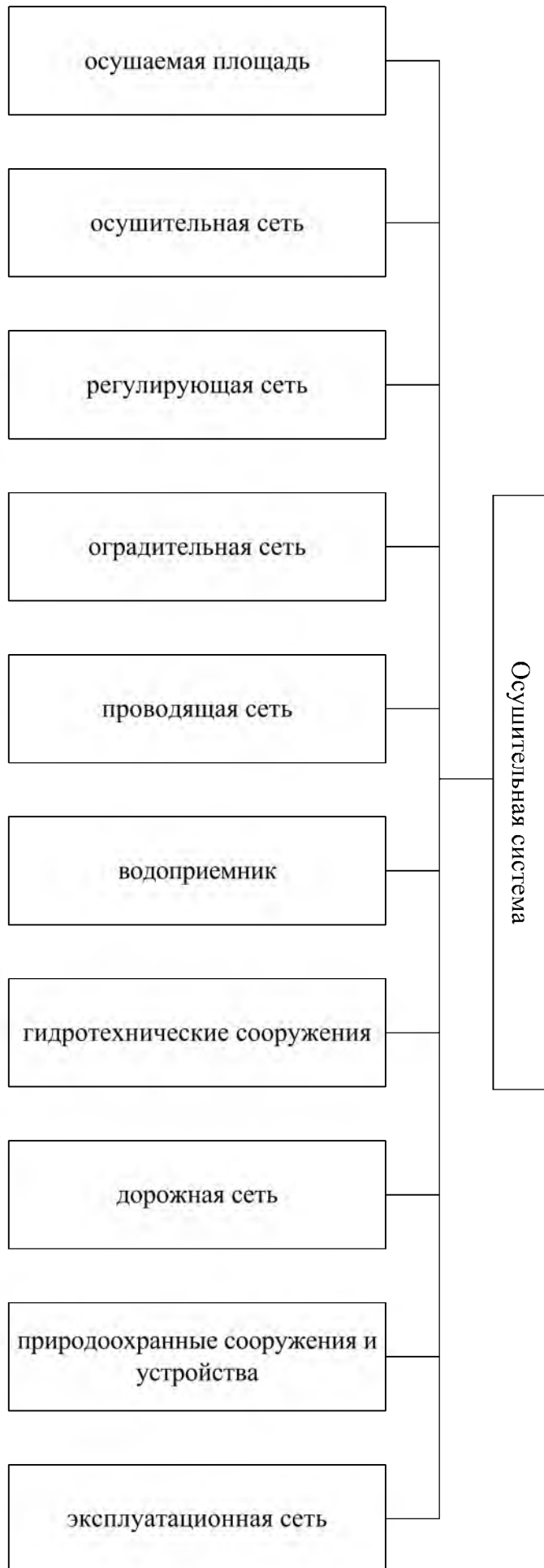
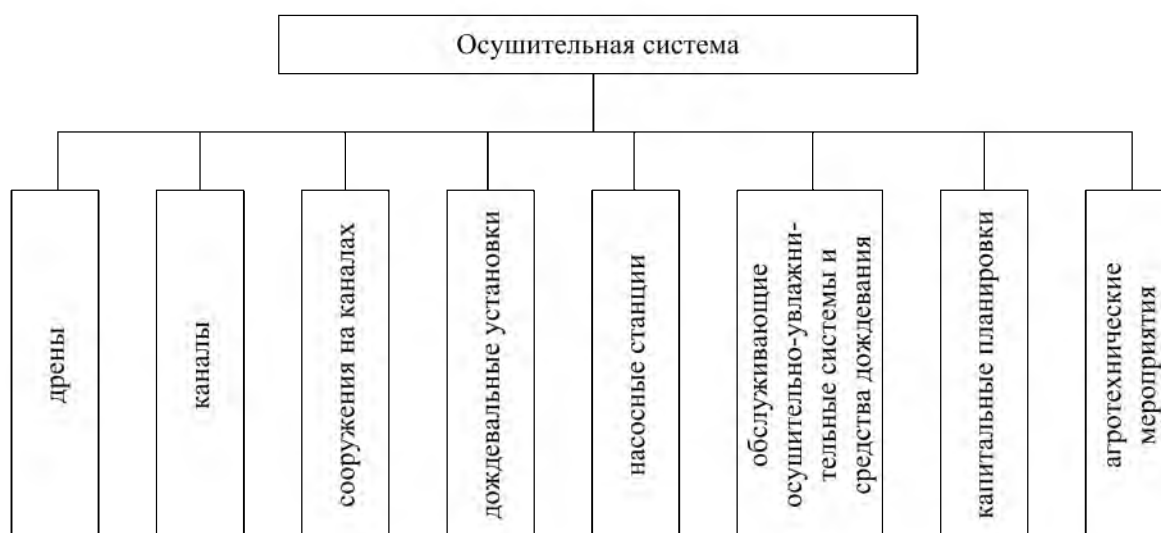


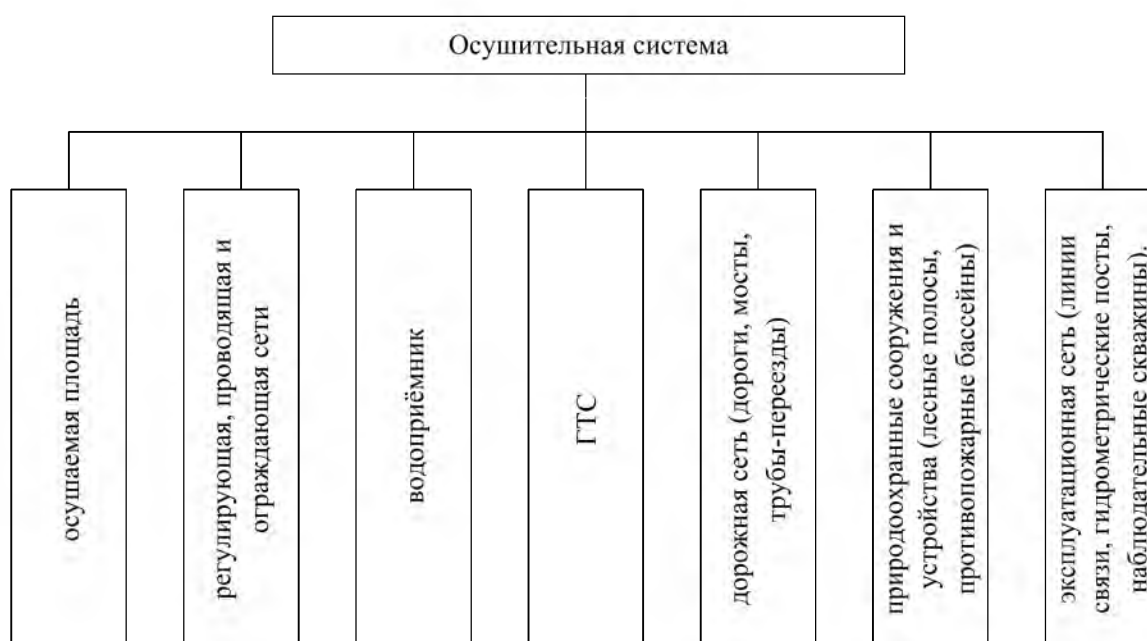


Рисунок 3.14 – Классы мелiorативных систем (согласно Б. С. Маслову и И. В. Минаеву)





**Рисунок 3.15 – Состав осушительной системы  
(согласно Б. С. Маслову и И. В. Минаеву)**



**Рисунок 3.16 – Состав осушительной системы  
(согласно Мелиоративной энциклопедии)**

В зависимости от способа осушения осушительные системы бывают открытые (рисунок 3.17) (регулирующая сеть – каналы) – применяют при предварительном осушении болот, осушении лесов, иногда сенокосов и пастбищ; закрытые (регулирующая сеть – дрены и закрытые собиратели, коллекторы в виде подземных трубчатых водоводов) – технически более совершенны, долговечны, не препятствуют механизации полевых работ, позволяют более полно использовать осушаемые земли, применяются повсеместно. Вода из осушительной сети обычно поступает в реку-водоприемник, редко (при благоприятных гидрогеологических условиях) ее сбрасывают в подземные водоносные горизонты, устраивая поглощающие колодцы.

При неудовлетворительных показателях водоприемника (недостаточная пропускная способность, высокие уровни воды, неустойчивое русло) его регулируют путем расчистки, спрямления, углубления и расширения (иногда сужения) русла.

По способу отвода воды из осушительной сети различают осушительные системы самотечные (вода поступает в водоприемник самотеком, т. е. за счет гидравличе-

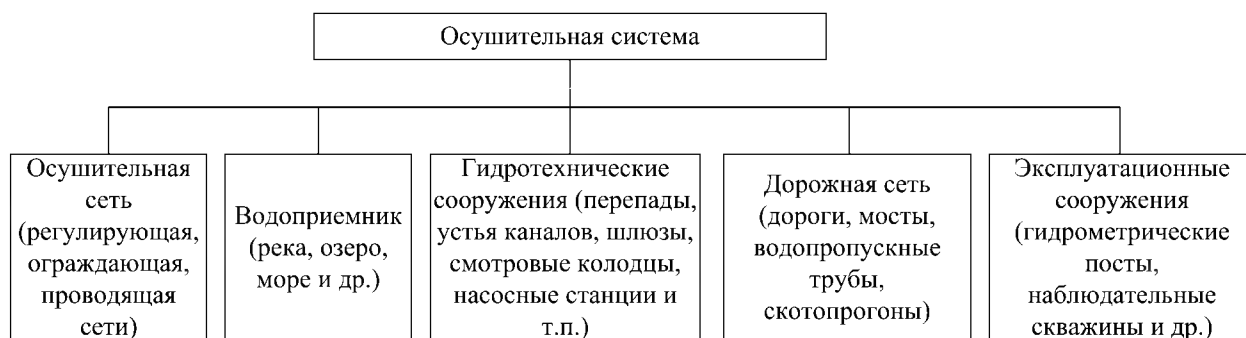
ской энергии потока) с машинным водоподъемом (воду из проводящей сети откачивают с помощью насосной станции).



**Рисунок 3.17 – Классификация осушительных систем (согласно Мелиоративной энциклопедии)**

По характеру воздействия на водный режим земель Осушительные системы подразделяются на системы одностороннего действия (каналы и др. сооружения, обеспечивают только отвод избыточной воды) и двустороннего действия (осушительно-увлажнительные системы), которые в засушливые периоды, кроме отвода воды, обеспечивают ее подачу [34].

В Большой советской энциклопедии [46] осушительная система – это избыточно увлажненная земельная территория вместе с сетью каналов, дрен и другими гидротехническими и эксплуатационными сооружениями, обеспечивающими ее осушение, состоящая из следующих элементов (рисунок 3.18).



**Рисунок 3.18 – Состав осушительной системы (согласно Большой советской энциклопедии)**

Осушительная сеть, состоящая из регулирующей, ограждающей и проводящей сети. Регулирующая сеть служит для своевременного удаления избытков воды из корнеобитаемого слоя почвы, что способствует улучшению водного, газового и теплового режимов почвы и создает условия для эффективной работы с.-х. машин и использования удобрений. На минеральных заболоченных почвах или болотах с атмосферным типом водного питания, требующих при осушении ускорения поверхностного стока, она состоит из постоянных открытых собирателей (каналов – допустимы на естественных сенокосах, при первоначальном осушении торфяных болот, в лесонасаждениях, на пойменных лугах) или закрытых собирателей (траншеи с керамическими перфорированными, пластмассовыми или др. трубами на дне, засыпанные хорошо фильтрующим материалом – песком и др.), систематически располагаемых на осушаемой площади. На зем-

лях с грунтовым типом водного питания регулирующая сеть при любом с.-х. использовании площади делается в виде дренажа, который на землях, заболачиваемых напорными грунтовыми водами, может быть дополнен глубокими каналами (осушителями).

Ограждающая сеть предназначена для защиты осушаемой территории от поступления поверхностных и грунтовых вод со стороны водосбора, водотоков и водоемов: нагорные каналы (по подошвам склонов) служат для сбора склонового стока; нагорно-ловчие каналы улавливают поверхностный склоновый сток и грунтовый поток; ловчие перехватывают грунтовые воды; для защиты земель со стороны водотоков и водоемов строят дамбы.

Проводящая сеть принимает избыточную воду из элементов регулирующей и ограждающей сетей и транспортирует ее в ближайший водоприемник (река, водохранилище, озеро и т. п.). Состоит из открытых магистральных каналов различных порядков, прокладываемых по самым низким местам осушаемой площади, а при осушении дренажем – открытых или закрытых коллекторов, впадающих в магистральный канал и редко – в водоприемник:

- водоприемник (река, озеро, море и др.);
- гидротехнические сооружения (перепады, устья каналов, шлюзы, смотровые колодцы, насосные станции и т. п.);
- дорожная сеть (дороги, мосты, водопропускные трубы, скотопрогоны);
- эксплуатационные сооружения (гидрометрические посты, наблюдательные скважины и др.) [46].

Осушительные системы в зависимости от способа осушения бывают открытые (регулирующая сеть – открытые каналы) и закрытые (регулирующая сеть – закрытые собиратели, дрены-осушители и небольшие магистральные каналы представляют собой подземные трубчатые водоводы). Основные проводящие и ограждающие каналы в обоих случаях – открытые. Открытые осушительные системы применяют при предварительном (первоначальном) осушении болот, лесов, иногда сенокосов и пастбищ. Недостатками их являются: снижение коэффициента земельного использования; препятствия, создаваемые каналами для механизации полевых работ; зарастание и др. виды деформации каналов и пр.

Закрытые осушительные системы более технически совершенны, долговечны, не имеют недостатков открытых систем и представляют большие возможности для увлажнения осушаемых земель в засушливые периоды вегетации растений. Их строят для интенсивного использования осушаемых земель (овощные, кормовые, полевые севообороты, сады, культурные пастбища).

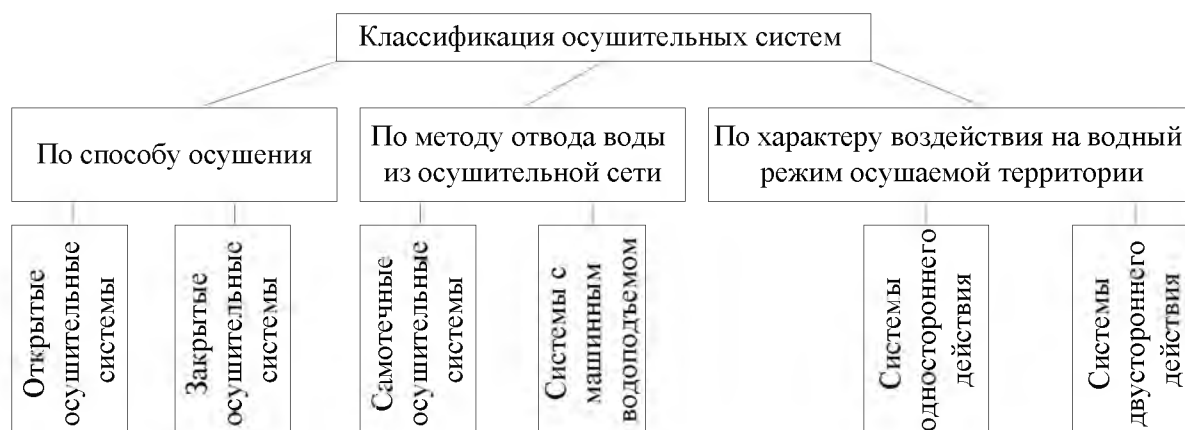
Неотъемлемой частью системы является водоприемник – обычно река или водоем, способный принять сбрасываемую осушительной сетью избыточную воду, не вызывая в ней подпора. Редко, при благоприятных гидрогеологических условиях, воду сбрасывают в подземные водоносные горизонты, устраивая поглощающие колодцы. При неудовлетворительных показателях водоприемника (недостаточная пропускная способность, высокие уровни воды в периоды работы осушительной сети, неустойчивое русло) его урегулируют путем расчистки, спрямления, углубления и расширения (сужения) русла.

По методу отвода воды из осушительной сети осушительные системы бывают самотечные (вода поступает в естественный или урегулированный водоприемник за счет гидравлической энергии потока, т. е. самотеком) и с машинным водоподъемом (воду из магистральных каналов откачивают в водоприемник с помощью насосных станций). Обычно машинный водоподъем применяют при осушении приморских низменностей, низких речных и озерных пойм, плавней, где самотечные системы практически невозможны. Машинный водоподъем используют также при осушении земель в районах национальных парков, охраняемых ландшафтов, в зоне недостаточного ув-

лажнения, где урегулирование рек может привести к их порче, снижению эстетической привлекательности и рекреационной ценности. Строительство и эксплуатация осушительных систем с машинным водоподъемом дороже самотечных, поэтому они экономически эффективны при интенсивном с.-х. производстве.

По характеру воздействия на водный режим осушаемой территории осушительные системы подразделяются на системы одностороннего действия – каналы и др. сооружения обеспечивают только отвод воды; двустороннего действия (осушительно-увлажнительные) – регулирование водного режима путем задержания и перераспределения во времени избыточной воды и пополнения запасов ее в почве в засушливые периоды. Увлажнение осуществляют дождеванием или подпочвенным орошением (шлюзование каналов и дренаж). Функции осушения и увлажнения могут выполнять одни и те же элементы системы (например, магистральные осушительные каналы и водоприемник служат водоисточником и проводящими увлажнительными каналами, каналы-осушители и дрены – участковыми увлажнителями и т. д.). Применение систем двустороннего действия дает возможность в течение вегетационного периода поддерживать в корнеобитаемом слое водный режим для с.-х. растений, близкий к оптимальному.

Классификация осушительных систем в Большой советской энциклопедии выглядит так (рисунок 3.19):



**Рисунок 3.19 – Классификация осушительных систем**

В соответствие с Г. Н. Мартыненко [47] под осушительной системой понимается комплекс инженерных устройств и сооружений для удаления избытков воды из почвы и обеспечения нормальной эксплуатации осушаемых земель.

Осушительные системы могут быть открытого и закрытого типов. В первом случае и регулирующая, и проводящая сети делаются в виде открытых каналов. Во втором – в виде трубчатых подземных дренажных линий (дрены, коллекторы). Исключение составляют лишь крупные коллекторы и магистральные каналы, которые делаются обычно открытыми (рисунок 3.20).

По величине обслуживаемой площади системы делятся на четыре категории: I – осушаемая площадь более 250 тыс. га, II – 250-75 тыс. га, III – 75-25 тыс. га, IV – менее 25 тыс. га.

По принципу поступления воды в водоприемник системы делятся на самотечные и с машинным водоотводом. В самотечных системах вода по каналам проводящей сети поступает в водоприемник самотеком (за счет энергии самого потока). В системах машинного водоотвода вода в водоприемник попадает путем перекачки из проводящей сети (магистрального канала) с помощью насосов.

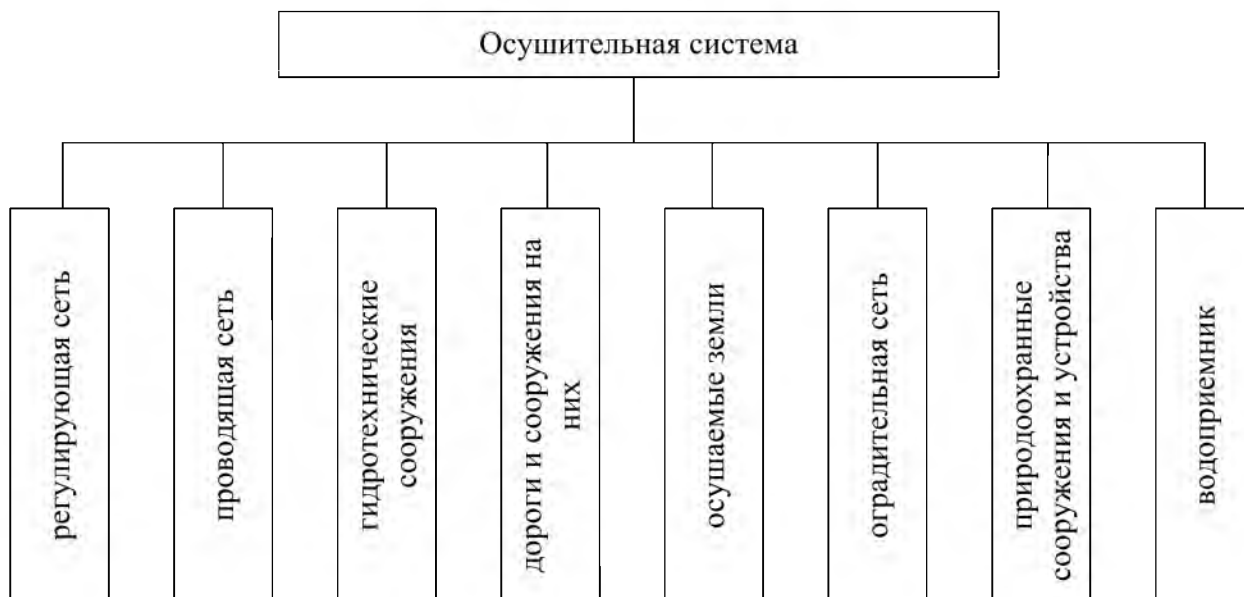


Рисунок 3.20 – Классификация осушительных систем (согласно Г. Н. Мартыненко)

В зависимости от характера воздействия на водный режим осушаемых почв системы могут быть одностороннего и двустороннего действия. Если в первом случае осуществляется только отвод избыточных вод из почвы, то во втором – еще подача и распределение влаги при снижении влажности почвы (в период вегетации растений) ниже допустимых пределов.

По степени использования в дальнейшем собранного осушительной сетью стока системы делятся на неводооборотные и водооборотные. На неводооборотных весь сток сбрасывается в водоприемник. На водооборотных – часть стока или весь сток задерживается в специальных прудах (для проведения орошения в засушливые периоды вегетации и для возврата вынесенных минеральных и органических соединений в осушаемые почвы). Пруды выполняют и природоохранную роль, т. к. препятствуют поступлению загрязненных вод в водоприемник.

У Г. Н. Мартыненко [47] составными элементами осушительной системы являются (рисунок 3.21): регулирующая сеть, проводящая сеть, гидротехнические сооружения, дороги и сооружения на них, осушаемые земли, оградительная сеть, природоохранные сооружения и устройства, водоприемник.



**Рисунок 3.21 – Состав осушительной системы (согласно Г. Н. Мартыненко)**

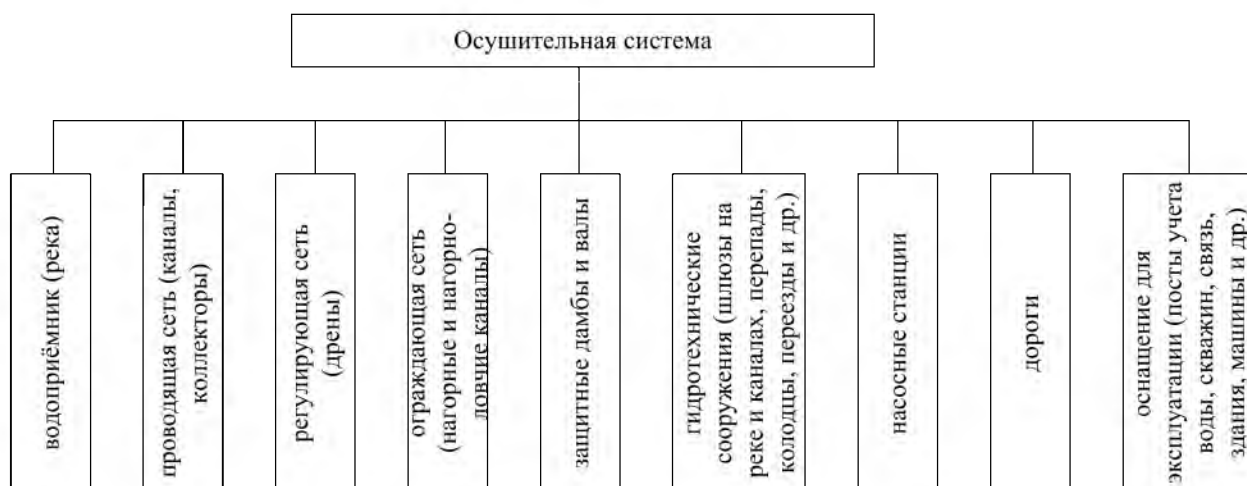
М. Ф. Натальчук в «Эксплуатации гидромелиоративных систем» [38] дает такое описание мелиоративных систем.

В районах избыточного увлажнения в зависимости от типов водного питания переувлажненных земель строят следующие гидромелиоративные системы:

- осушительные, где предусматривают отвод избыточных вод по дренам, коллекторам и каналам в водоприемник;
- осушительно-увлажнительные, где имеются шлюзы для задержания стока в засушливый период, а также перераспределения стока по каналам;
- осушительные на обвалованных землях (польдерные), где осушение проводят путем откачки воды насосными станциями;
- осушительно-оросительные, где на осушаемых землях проводят орошение дождеванием машинами ДДН-70, ДДА-100М, «Фрегат», «Волжанка» и др.

Состав осушительной системы (рисунок 3.22): водоприемник (река), проводящая сеть (каналы, коллекторы), регулирующая сеть (дрены), оградительная сеть (нагорные и нагорно-ловчие каналы), защитные дамбы и валы, гидротехнические сооружения (шлюзы на реке и каналах, перепады, колодцы, переезды и др.), насосные

станции, дороги, оснащение для эксплуатации (посты учета воды, скважин, связь, здания, машины и др.).

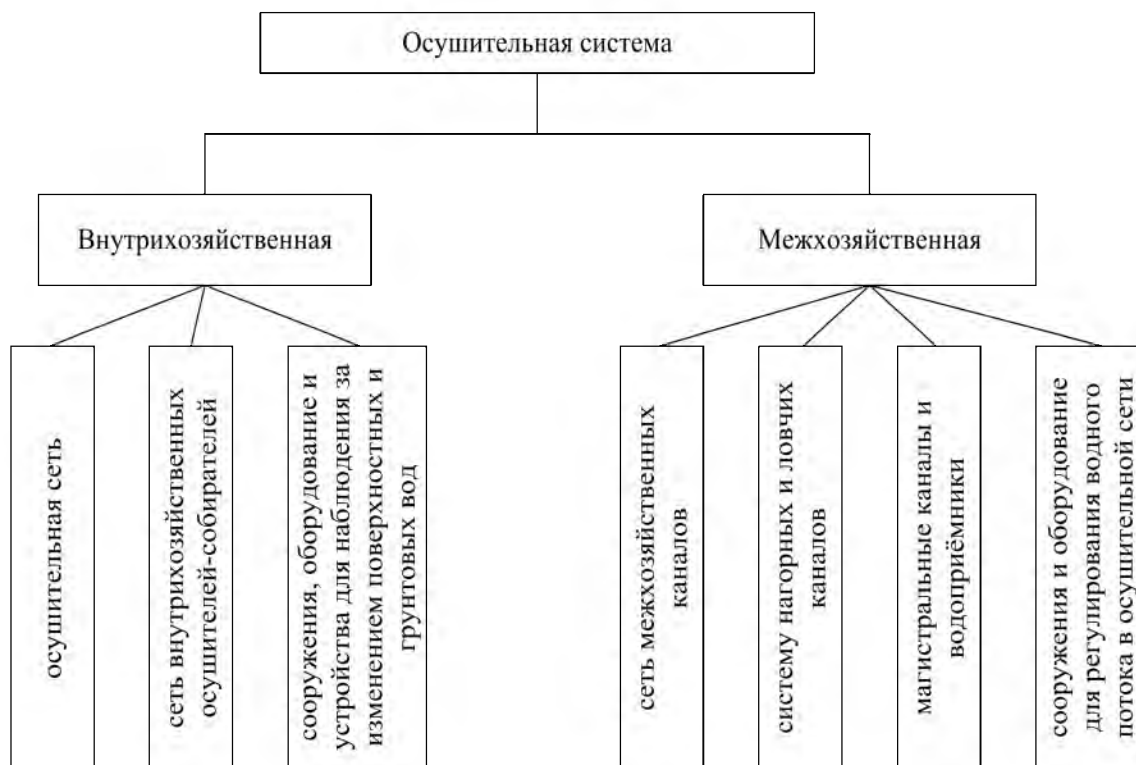


**Рисунок 3.22 – Состав осушительной системы (согласно М. Ф. Натальчук)**

Согласно В. А. Шаумяну [48], осушительная система представляет собой государственное предприятие, служащее для регулирования влажности почвы и связанных с ними факторов плодородия почвы болот и заболоченных минеральных земель для получения предусмотренных планом высоких и устойчивых урожаев.

Осушительная система имеет следующие основные части (рисунок 3.23):

- внутрихозяйственную, находящуюся в ведении отдельных землепользователей;
- межхозяйственную, находящуюся в ведении управлений осушительных систем, подчиненных вышестоящим органам министерств водного и сельского хозяйства республик.



**Рисунок 3.23 – Состав осушительной системы (согласно В. А. Шаумяну)**



В состав внутрихозяйственной части осушительной системы входят:

- осушительная сеть, обеспечивающая регулирование влажности почвы путем своевременного сбрасывания избытков воды за пределы полей;
- сеть внутрихозяйственных осушителей-собирателей, обеспечивающая своевременный сбор и отвод избыточных грунтовых и поверхностных вод в межхозяйственную часть осушительной системы;
- сооружения, оборудование и устройства для наблюдения за изменением поверхностных и грунтовых вод.

Межхозяйственная часть осушительной системы включает в себя:

- сеть межхозяйственных каналов, принимающих воду из внутрихозяйственной осушительной сети и отводящих ее в магистральные каналы или водоприемники;
- систему нагорных и ловчих каналов, которые служат для перехвата поверхностных и грунтовых вод, поступающих на осушаемую территорию и сбрасывания этих вод в магистральные каналы или водоприемники;
- магистральные каналы и водоприемники, отводящие избытки воды за пределы осушаемой территории;
- сооружения и оборудование для регулирования водного потока в осушительной сети, водоприемниках и наблюдения за изменениями поверхностных и грунтовых вод.

П. А. Волковский [49] отмечал, что осушительные системы различают по способам отвода избыточных вод с осушаемой территории, конструкции регулирующей осушительной сети, по способам регулирования водного режима в осушаемом слое почвы (рисунок 3.24).

По способу отвода избыточных вод с осушаемой площади осушительные системы делятся на самотечные, с механическим водоотводом и смешанные. К самотечным относят системы, у которых водоприемник не подпирает уровень воды в осушительной сети в течение всего периода ее работы в режиме осушения. К ним относятся системы открытых каналов и закрытого дренажа.

На системах с механическим водоотводом уровень воды в водоприемнике находится выше проектных отметок дна магистральных каналов, построенных с минимальным уклоном. Осушаемая территория обвалована и защищена нагорными каналами от внешних вод.

К этому виду систем относят: площади, защищенные дамбами от поверхностного затопления и подтопления со стороны моря (приморские польдеры); массивы, расположенные в поймах и дельтах рек и затопляемые на длительный период паводками во время их разлива (пойменные польдеры); приозерные котловины и площади, затопляемые и подтопляемые со стороны крупных водохранилищ (приозерные и приводохранилищные польдеры).

Смешанные системы имеют самотечный и механический водоотводы.

На смешанных системах осушаемая площадь также обвалована и ограждена нагорными каналами.

По конструкции регулирующей осушительной сети осушительные системы делят на три типа: вертикальный, горизонтальный и комбинированный дренажи.

Вертикальный дренаж применяют при осушении с помощью скважин при наличии грунтового водного питания, мощного водоносного пласта и при слабовыраженном рельефе в пределах бассейна реки.



Рисунок 3.24 – Классификация осушительных систем (согласно П. А. Волковскому)

Горизонтальный дренаж имеет самое большое распространение. Его применяют для отвода поверхностных и почвенно-грунтовых вод и поддержания влажности почвы в оптимальных пределах для выращивания сельскохозяйственных культур. К этому типу относят системы открытых каналов и закрытого дренажа. Их применяют для осушения пойм, торфяных массивов и почв тяжелого механического состава.

Системы горизонтального комбинированного дренажа представляют собой сочетание разреженного или систематического материального дренажа с кротовым или щелевым дренажем или кротованием. Такие системы применяют на массивах, где почвы различные по водопроницаемости или почвы слабооструктуренные и подвержены заплыванию, а также на массивах, где почвы имеют тяжелый механический состав и осушаются закрытыми собирателями.

Кротовой и щелевой дренажи применяют и на площадях, осушаемых открытыми каналами. Дополнение открытых осушителей временным дренажем ускоряет отвод как поверхностных, так и грунтовых вод.

По способам регулирования водного режима в осушаемом слое почвы осушительные системы делят на два типа: одностороннего и двустороннего действия. Осушительные системы одностороннего действия работают только в режиме осушения, обеспечивая выполнение всех сельскохозяйственных работ в лучшие агротехнические сроки.

В зависимости от конструкции регулирующей сети осушительные системы одностороннего действия можно разделить на четыре вида: редкие глубокие каналы, редкие каналы в сочетании с агромелиоративными приемами, частая сеть каналов-осушителей и закрытый дренаж.

Осушительные системы двустороннего действия имеют устройства, позволяющие весной осуществлять удобрительное орошение и накапливать влагу в верхнем однометровом слое почвы, а летом поддерживать влажность в корнеобитаемом слое в оптимальных пределах для роста и развития сельскохозяйственных культур. Кроме того, на таких системах можно регулировать биологические процессы по накоплению и разложению органического вещества в почве.

Системы двустороннего действия наряду с наличием всех элементов осушительной системы имеют оросительные устройства: источник орошения, сеть осушительных каналов и трубопроводов, оснащенных гидротехническими сооружениями, дорожную сеть повышенного класса с сооружениями на ней и полный комплекс эксплуатационного оборудования.

В зависимости от рельефа, приемов регулирования водного режима, интенсивности пополнения запасов грунтовых вод и возможности управления их уровнями осушительные системы двустороннего действия подразделяют на: осушительно-оросительные, осушительно-увлажнительные и системы двустороннего или комбинированного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

В настоящее время в практике проектирования и строительства широко применяют два вида систем: осушительно-увлажнительные, обеспечивающие согласованное изменение уровня грунтовых вод с интенсивностью расхода воды на испарение с поверхности почвы и растений, и осушительно-оросительные, у которых на транспортирующих собирателях есть шлюзы-регуляторы, позволяющие осуществлять предупредительное шлюзование и полностью аккумулировать неиспользованную оросительную воду.

Профессор Г. А. Сенчуков [35] пишет, что под осушительной системой следует понимать комплекс инженерных устройств и сооружений для удаления избытков воды из почвы и обеспечения нормальной эксплуатации осушаемых земель, и дает следующий перечень составных элементов системы (рисунок 3.25):

- регулирующая сеть;
- проводящая сеть;
- гидротехнические сооружения;
- дороги и сооружения на них;
- осушаемые земли;
- оградительная сеть;
- природоохранные сооружения и устройства;
- водоприемник.



**Рисунок 3.25 – Состав осушительной системы (согласно Г. А. Сенчукову)**

Согласно А. Н. Костякову [32], осушительная система – направленное регулирование водного режима почв при мелиорациях, т. е. создание вместо наличного естественного нового водного режима, нужного по хозяйственным условиям, достигается при помощи системы приводящих или отводящих водотоков, связывающих данную мелиорируемую площадь с определенным естественным водоемом – источником орошения или водоприемником осушительных систем.

При осушении избыточная почвенная вода системой закрытых дрен или временных осушительных каналов переводится из состояния почвенной влажности на осушаемых землях в состояние водяных токов в осушительных каналах, собирающих воду в отдельные водоотводные каналы в общий магистральный канал, который и доставляет собранные воды в соответствующий водоприемник.

Таким образом, в случае осушения задача мелиоративной системы заключается в удалении из почвы (равномерно по осушаемой площади) излишних количеств воды (сверх требуемых для растений и допустимых по условиям аэрации), превращать их из состояния почвенной влажности в состояние водяных токов и по системе осушительных каналов отводить эти воды с осушаемой площади в определенный водоприемник.

Следовательно, всякую осушительную систему можно разделить на две основные части: во-первых, регулирующую часть, представляющую собой осушительную сеть, задачей которой является обеспечивать и регулировать на осушаемых землях нужный водный, воздушный, питательный и тепловой режимы почвы для эффективного использования этих земель, повышения плодородия почвы, производительности труда и получения высоких урожаев; во-вторых, проводящую часть, состоящую из постоянных водоотводных каналов, задачей которых является отводить избыточную воду из отдельных осушаемых массивов и площадей в магистральный канал и удалять ее по нему в определенный водоприемник. Чтобы наиболее полно использовать осушаемые земли, не стеснять механизации сельскохозяйственных работ на них и отвечать

требованиям агротехники, регулирующая осушительная сеть должна делаться временной (в виде временных осушителей), или закрытой (дрены, закрытые собиратели и трубопроводы).

Осушительная система включает следующие основные части или звенья:

1) мелиорируемые сельскохозяйственные площади, занятые определенными культурами при определенных условиях агротехники, плодородия почвы, организации труда и др.;

2) связанную с этими площадями внутрихозяйственную осушительную регулируемую сеть, создающую и поддерживающую нужный водный и питательный режимы почвы на полях, делающуюся временной (временные осушители), или же закрытой (дрены, трубопроводы);

3) постоянную проводящую сеть водоотводящих каналов – разделяющихся, в свою очередь, на межхозяйственные и внутрихозяйственные каналы;

4) магистральный, или главный, осушительный канал, связывающий систему с определенным водоприемником.

В электронной книге «Все о мелиорации земель» [37] осушительной системой называется комплекс постоянных и временных каналов, дрен и других гидротехнических и вспомогательных сооружений, расположенных на осушаемой площади, устраняющих избыточное увлажнение и создающих благоприятные условия для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

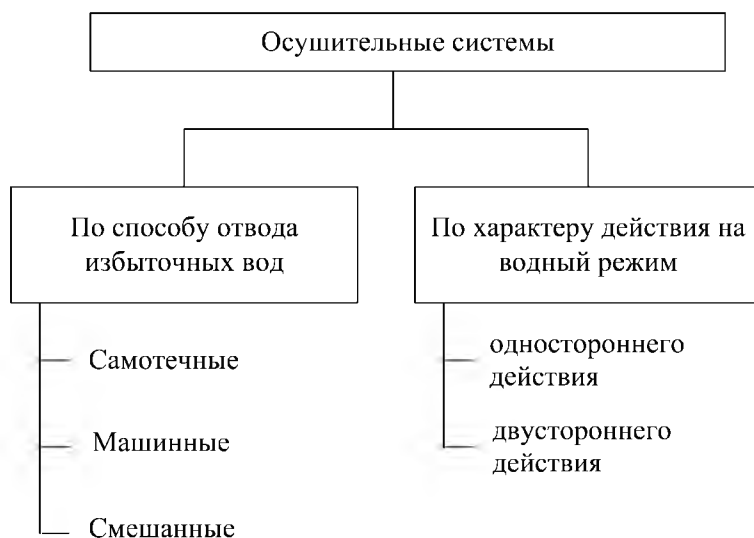
По способу отвода избыточных вод осушительные системы делятся на самотечные, машинные и смешанные.

На Украине действуют в основном самотечные осушительные системы, где вода из осушаемой территории отводится в водоприемник самотеком по уклону русла.

В последние годы все больше строят системы машинного осушения, на которых воду из осушительной сети откачивают в водоприемник при помощи насосных станций.

Смешанные осушительные системы объединяют элементы конструкции самотечной и машинной систем. Устраивают их при резком колебании на протяжении года уровней воды в водоприемнике.

По характеру действия на водный режим осушаемой территории осушительные системы делятся на системы одностороннего действия, которые только отводят избыточную воду, и двустороннего действия, т. е. осушительно-увлажнительные (рисунок 3.26).



**Рисунок 3.26 – Классификация осушительных систем**

В учебном пособии «Эксплуатация гидромелиоративных систем» В. И. Ольгаренко дает такое определение осушительной системы: осушительная система сельскохозяйственного назначения (ОсССН) представляет собой комплекс инженерно-мелиоративных сооружений и устройств для регулирования водного режима болот и заболоченных минеральных земель, чтобы получать на них устойчивые и высокие урожаи сельскохозяйственных культур путем поддержания оптимального для возделывания культур водно-воздушного режима почвы, и представлена элементами регулирующей, проводящей, ограждающей сетей, водоприемника, гидротехнических сооружений, дорожной сети, а также оградительных дамб, насосных станций, эксплуатационных устройств (рисунок 3.27) [50].



**Рисунок 3.27 – Состав ОсССН (по В. И. Ольгаренко)**

Осушительные системы подразделяют: по способу отвода избыточных вод на самотечные (вода отводится осушительной сетью, сбрасывается в водоприемник самотеком) и с машинным водоподъемом (вода, собранная осушительной сетью, перекачивается насосами); по виду осушительно-регулирующей сети на открытые и закрытые; по характеру воздействия на водный режим корнеобитаемого слоя осушаемых земель на системы одностороннего и двустороннего действия (в первом случае сеть только отводит избыточные воды, а во втором – обеспечивает отвод и подачу воды в корнеобитаемый слой почвы). Осушительные системы могут быть межхозяйственными, которые обслуживают земли двух и более хозяйств, и внутрихозяйственными, которые располагаются на территории одного хозяйства (рисунок 3.28).

Осушительная система [36] – сложный природно-технический комплекс, являющийся составной частью агроландшафта, обеспечивающий сбор избыточных объемов воды с осушаемых земель, их транспортировку и сброс за пределы системы в водоприемники. Осушительная система включает следующие подсистемы: регулирующую, проводящую и водосбросную.

В состав осушительной системы входят:

- осушаемые площади сельскохозяйственных земель, водный, воздушный и питательный режимы почв которых регулируются комплексом мелиоративных и агротехнических приемов;

- регулирующие устройства (осушительные каналы, борозды, дрены и другие устройства), предназначенные для сбора и отвода с осушаемой площади избыточных поверхностных или почвенно-грунтовых вод, в соответствии с потребностями хозяйственного использования этой площади;

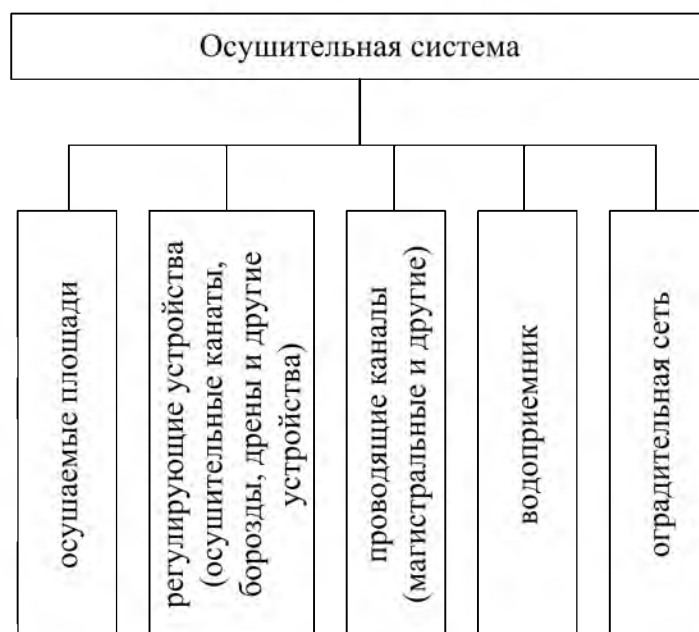


Рисунок 3.28 – Классификация осушительных систем

- проводящие каналы (магистральные и другие), предназначенные для приема воды из регулирующих каналов или дрен и отвода ее в водоприемники:

- водоприемник, принимающий из магистральных осушительных каналов удаляемые с осушаемой площади воды и отводящий их в более крупную гидрографическую сеть;

- оградительную сеть, состоящую из дамб обвалований, транспортирующих собирателей, нагорных и ловчих каналов или дрен, береговых дрен или каналов (рисунок 3.29).



**Рисунок 3.29 – Состав осушительной системы**

Классификация осушительных и осушительно-оросительных систем предложена по следующим признакам: основному назначению, принадлежности, конструкции осушительной сети, способу отвода избыточных вод, принципу размещения осушительной сети по площади, принципу водооборота, площади обслуживания, уровню технического состояния (рисунок 3.30).

По основному назначению различают:

- осушительные системы, предназначенные для осушения переувлажненных сельскохозяйственных земель. Они имеют только осушительную систему и обеспечивают отвод избыточных вод. Основной недостаток таких систем – отсутствие возможности орошения земель в засушливые годы или периоды;

- осушительно-оросительные системы, служащие для осушения земель во влажные годы или периоды и для орошения их в засушливые годы или периоды. Они обеспечивают не только отвод воды, но и подачу ее в почву. На таких системах применяют два основных способа орошения – внутрипочвенное (шлюзование) и дождевание. Иногда применяют капельный или поверхностный способы орошения;

- польдерные системы (польдеры), защищающие мелиорируемые земли от затопления водами рек, озер, морей и водохранилищ, а также обеспечивающие осушение и орошение этих земель. Отличительной особенностью польдерных систем являются дамбы обвалования, предотвращающие затопление земель. Воду с территории польдера в большинстве случаев отводят с помощью насосных станций. В зависимости от конструктивного решения и гидрологического режима, создаваемого на осушаемой территории, различают затопляемые и незатопляемые польдеры.



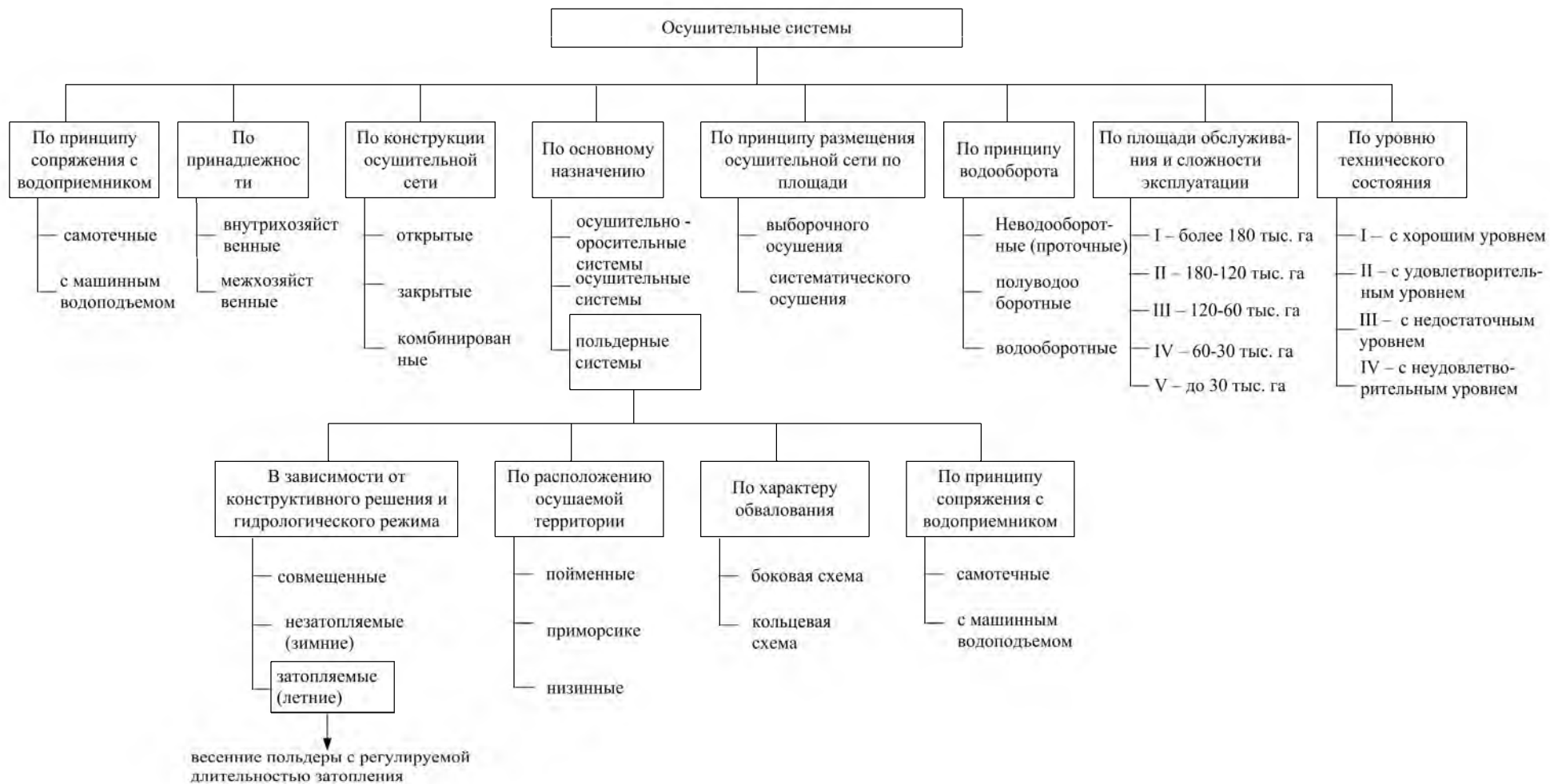


Рисунок 3.30 – Классификация осушительных систем (по В. И. Ольгаренко)

Разновидность летних – весенние польдеры с регулируемой длительностью затопления.

Для рационального использования пойм равнинных рек применяют совмещенные польдерные системы.

По расположению осушаемой территории относительно водоприемника различают три типа польдеров: пойменные, приморские и низинные.

Пойменный польдер защищает осушаемую территорию от затопления паводковыми водами реки, приморский – от морских приливов, низинный – от затопления водами озер и водохранилищ.

По характеру обвалования выделяют боковую и кольцевую схемы польдерной системы. В боковой схеме концы оградительной дамбы примыкают к надпойменной террасе. По кольцевой схеме польдерные системы устраивают, как правило, на крупных затопляемых островах.

По принципу сопряжения с водоприемником различают самотечные польдеры и польдеры с машинным водоподъемом.

В самотечных польдерах избыточную воду удаляют самотеком посредством каналов и водовыпусков без применения насосных станций. Таких польдеров относительно немного.

В польдерах с машинным водоподъемом расчетный уровень воды на осушаемых землях ниже уровня воды в прилегающих к ним водоприемниках. Избыточную воду из них удаляют с помощью осушительных насосных станций. Такие польдерные системы наиболее распространены.

По принадлежности системы разделяют на внутрихозяйственные (коллективные, индивидуальные) и межхозяйственные (государственные).

Внутрихозяйственная осушительная сеть на осушительно-оросительных и осушительных системах отводит с территории хозяйств избыточные поверхностные и грунтовые воды, поддерживает оптимальные мелиоративные режимы осушаемых сельскохозяйственных земель и глубину залегания уровня грунтовых вод. Она состоит из собирателей и кротовин (для перехвата и отвода поверхностных вод), открытых осушителей и дрен (для понижения уровня грунтовых вод), коллекторов, поглощающих и смотровых колодцев, устьевых сооружений.

Межхозяйственная осушительная сеть на осушительно-оросительных и осушительных системах собирает воду из внутрихозяйственной осушительной сети и отводит ее в водоприемник. Она состоит из транспортирующих собирателей, нагорных и ловчих каналов, нагорно-ловчих каналов или дрен, береговых дрен или каналов, магистрального канала, осушительных насосных станций, гидротехнических сооружений (перепадов, быстротоков, дюкеров, консольных водосбросов и др.).

По конструкции осушительной сети различают закрытые, открытые и комбинированные системы.

В закрытых системах все элементы осушительной сети представлены закрытым дренажем или закрытыми собирателями.

В открытых системах все элементы осушительной сети представлены открытыми каналами.

В комбинированных системах регулирующая и часть проводящей сети (коллекторы) представлены в виде закрытых элементов, а остальная часть проводящей сети – открытыми каналами.

По принципу сопряжения с водоприемником осушительные системы подразделяют на самотечные и с машинным водоподъемом.

В самотечных системах вода из осушительной сети поступает в водоприемник самотеком.

В системах с машинным подъемом вода из магистрального осушительного канала отводится в водоприемник насосной станцией.

По принципу размещения осушительной сети по площади осушаемого массива системы могут быть систематического и выборочного осушения.

В системах систематического осушения осушительную сеть размещают равномерно по всей осушаемой площади, а в системах выборочного осушения – неравномерно (выборочно) в зависимости от расположения переувлажненных участков.

По принципу водооборота отличают неводооборотные (проточные), полуводооборотные и водооборотные осушительно-оросительные системы.

В неводооборотных (проточных) системах все избыточные воды с осушаемой площади сбрасываются в водоприемник.

В полуводооборотных системах (с частично замкнутым водооборотом) часть стока с осушаемой площади (преимущественно в летний период) аккумулируется для последующего орошения сельскохозяйственных культур.

В водооборотных системах все избыточные воды с осушаемой площади задерживаются в искусственно созданных водоемах для орошения сельскохозяйственных культур в засушливые периоды.

По площади обслуживания и сложности эксплуатации осушительные системы подразделяют на пять групп. При этом за площадь обслуживания принимают приведенную площадь системы.

Первая группа – системы с приведенной площадью осушаемых земель более 180 тыс. га, вторая – 180-120, третья – 120-60, четвертая – 60-30, пятая – до 30 тыс. га.

Приведенную площадь системы рассчитывают с учетом поправочных коэффициентов и эквивалентов. К 1000 га приведенной площади осушительной системы приравнивают: 1000 га фактически используемых осушенных земель; 500 га орошаемых земель на осушительно-оросительной системе; 625 га полейдерных систем с машинным водоподъемом (поправочный коэффициент 1,6).

По уровню технического состояния осушительные и осушительно-оросительные системы делятся на четыре разряда:

1) системы с хорошим уровнем технического состояния. Такие системы оборудованы полным набором всех технических средств. Они имеют необходимую надежность всех элементов и обеспечивают выполнение возлагаемых на них функций в заданных пределах точности. Реконструкция таких систем не требуется;

2) осушительные системы с удовлетворительным уровнем технического состояния, то есть нуждающиеся в небольшой реконструкции стоимостью до 25 % балансовой стоимости основных фондов системы;

3) системы с недостаточным уровнем технического состояния. Такие системы малоуправляемы. Они нуждаются в реконструкции стоимостью 25-50 % балансовой стоимости основных фондов;

4) системы с неудовлетворительным уровнем технического состояния. На таких системах требуется комплексная реконструкция стоимостью более 50 % балансовой стоимости основных фондов системы.

Согласно [51] для сооружений осушительных систем, устанавливают деление на четыре класса по капитальности: I – сооружения, удовлетворяющие повышенным требованиям, II – средним, III – ниже средних и IV – минимальным.

По сроку службы сооружения мелиоративных систем подразделяются на постоянные и временные. К постоянным сооружениям относятся сооружения, используемые при постоянной эксплуатации объекта. К временным относятся сооружения, используемые в период строительства объекта, временной его эксплуатации и ремонта.

Постоянные сооружения осушительных систем в зависимости от их значения

в объекте строительства разделяют на основные и второстепенные. К основным относятся сооружения, прекращение работы которых во время ремонта или аварии влечет за собой подтопление осушаемой территории (постоянные осушительные каналы и сооружения на них). Сооружения или отдельные конструкции (ремонтные затворы, крепления каналов и пр.), временный выход которых не прекращает работы осушительной системы, относят к второстепенным. Класс капитальности сооружений мелиоративной системы назначают в зависимости от размеров осушаемых площадей. При площади осушения 50 тыс. га и более основные сооружения относятся к III классу капитальности, а второстепенные – к IV классу. При площади осушения менее 50 тыс. га основные и второстепенные сооружения относятся к IV классу капитальности (рисунок 3.31).



**Рисунок 3.31 – Классификация осушительных систем**

Если на осушаемой площади расположены населенные пункты и предприятия, подтопление которых может принести значительный ущерб народному хозяйству, то при достаточных обоснованиях можно повысить на один класс капитальность сооружения против указанных выше.

Назначение класса основных сооружений следует снизить на один класс капитальности, если эти сооружения работают с длительными перерывами, если ремонт их не вызовет нарушения работы системы или если срок службы сооружения заранее ограничен сроком не более 10 лет.

Временные сооружения осушительных систем относят к V классу капитальности.

Класс капитальности сооружений необходимо определять для назначения коэффициентов при расчетах сооружений на прочность, устойчивость и долговечность (выбор строительных материалов и конструкций), для назначения расчетных расходов воды, которые должны пропускать сооружения, и, наконец, установления состава и объема изыскательских и проектных работ.

Осушительную сеть проектируют открытой и закрытой. Защиту от поверхностных и подземных вод выполняет оградительная часть сети, состоящая из нагорных или ловчих каналов или ловчих дрен. Регулирующая часть осушительной сети в виде

открытых осушителей или закрытых дрен перехватывает грунтовые воды и регулирует уровень их стояния.

По проводящей части сети поверхностные и грунтовые воды отводят в водоприемник (реки, озера, моря, балки, овраги). Воду отводят по открытым или закрытым коллекторам разных порядков, по магистральным каналам или главным коллекторам.

Разнообразие классификаций составных элементов осушительных систем можно охарактеризовать следующим образом:

- все авторы описали составные компоненты осушительных систем, однако основное различие между их мнениями характеризуется четкостью описания составляющих.

Анализируя встречающиеся у различных авторов структурные схемы составных элементов осушительной системы, можно сделать вывод, что основные элементы, отвечающие за нормальное функционирование осушительной системы, представляют собой совокупность технических, технологических и территориальных объектов. На рисунке 3.32 представлена совокупная классификация осушительных систем.

По основному назначению осушительные системы подразделяют на:

- осушительные;
- осушительно-оросительные;
- осушительно-увлажнительные;
- польдерные.

По пользованию осушительные системы подразделяют на:

- индивидуального пользования;
- общего пользования;
- государственные.

По принципу сопряжения с водоприемником осушительные системы подразделяют на:

- самотечные;
- с машинным водоподъемом.

По принципу размещения осушительной сети по площади бывают:

- выборочного осушения;
- сплошного осушения.

По конструкции осушительной сети осушительные системы подразделяют на:

- открытые;
- закрытые;
- комбинированные.

По принципу водооборота осушительные системы подразделяют на:

- неводооборотные;
- водооборотные;
- с частично замкнутым водооборотом.

По площади обслуживания сооружениями системы осушительные системы подразделяют на четыре класса:

- I класс – свыше 300 тыс. га;
- II класс – 100-300 тыс. га;
- III класс – 50-100 тыс. га;
- IV класс – до 50 тыс. га.

По техническому состоянию осушительные системы подразделяют:

- разряд I – с хорошим техническим состоянием;
- разряд II – с удовлетворительным техническим состоянием;
- разряд III – с неудовлетворительным техническим состоянием.



Рисунок 3.32 – Классификация осушительных систем

По техническому уровню осушительные системы подразделяют на:

- класс I – с высоким техническим уровнем;
- класс II – с средним техническим уровнем;
- класс III – с низким техническим уровнем.

### 3.3 Идеология оценки технического уровня мелиоративных систем и сооружений

Мелиоративные системы и сооружения в процессе эксплуатации под влиянием различных факторов получают повреждения, изнашиваются и стареют. Постепенно ухудшаются показатели технического состояния мелиоративной системы: увеличиваются износ элементов системы и затраты на техническое обслуживание и ремонты; возрастают фильтрационные потери воды и уменьшается КПД системы; снижаются расходы воды в каналах и трубопроводах; изменяется напор насосных станций; ухудшается работоспособность поливной техники; уменьшается коэффициент технического использования.

Влияющие факторы можно разделить на три группы: неуправляемые (природные), фактически управляемые (технологические), потенциально управляемые (экономические) [52].

В результате качество системного водораспределения и водопользования, водотведения и мелиоративного состояния земель, надежность работы системы, эффективность сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях, экологическая ситуация ухудшаются. Очевидна необходимость поддерживать все элементы мелиоративной системы в работоспособном состоянии в течение нормативного срока их службы [52].

На основании вышесказанного можно составить иерархическую структуру факторов, влияющих на техническое состояние систем и безопасное использование орошаемых почв (БИОП), и провести их ранжирование по степени значимости.

На схеме (рисунок 3.33) показаны основные группы факторов (природные, технологические и экономические).

Комплексная система оценки, лежащая в основе этой модели, может быть составлена на базе накопленного опыта и анализа последних работ по истории и последствиям регулярного орошения.

Одной из основных причин снижения безопасности использования орошаемых почв является длительность орошения грузными поливными нормами. Следует отметить, что соблюдение всех рекомендаций по ограничению размеров поливных норм с учетом биоклиматических коэффициентов, агротехники, необходимости наличия дренажных систем и пр., по всей видимости, лишь несколько отсрочит появление первых признаков деградации почвенного покрова.

Так, например, наличие дренажной системы на тяжелых суглинистых почвах зачастую не устраняет процессы закисления в закупоренных порах, приводит к развитию анаэробных процессов, которые являются причиной появления ядовитых для растений веществ, образуемых соединениями макромолекул воды с некоторыми компонентами вносимых удобрений [52].

Технологические факторы, отнесенные нами к фактически управляемым, включают такой технологический блок, как «длительность орошения», который может оказать одно из основных влияний на безопасную эксплуатацию орошаемых земель в группе технологических факторов. Поэтому оценить состояние элементов мелиоративной системы (и всего мелиорируемого ландшафта в целом) можно по пяти укрупненным критериям (вынос гумуса, эрозия почв, подъем УГВ, засоление и загрязнение), используя модель оценки.



**Рисунок 3.33 – Блок-схема оценки экологической безопасности орошения**

Оценив факторное пространство рядом кодируемых переменных, становится возможным построить модель оценки управления качеством плодородия орошаемых почв. Данная модель использует иерархический принцип применения количественных и качественных факторов второго порядка (рельеф, местности, способ орошения и др.), воздействующих на весовые коэффициенты факторов первого порядка (эрозия, вынос гумуса, УГВ, и т. п.).

Предлагаемая классификация факторов представляется более удобной по сравнению с общепринятым делением их на управляемые и неуправляемые, так как позволяет за счет введения потенциально управляемых факторов расширить область поиска оптимального решения безопасного использования земель в цикле орошения. Список управляемых факторов (максимальные и минимальные значения которых являются критериями) может быть получен на основе иерархической модели, содержащей как управляемые, так и неуправляемые факторы [52].

Модель включает оценку условий по засолению и эрозии почв, подъему уровня грунтовых вод, выносу гумуса из корнеобитаемого слоя и преобразования ландшафта орошаемых почв (рисунок 3.34).

Подъем уровня грунтовых вод на орошаемых почвах:

$$\phi(\Delta h_{г.в.}) = \Delta h_{г.в. доп} - \Delta h_{г.в.} > 0, \quad (3.1)$$

где  $\Delta h_{г.в. доп}$  – допустимое повышение уровня грунтовых вод;

$\Delta h_{г.в.}$  – общее среднее повышение уровня грунтовых вод на орошаемой площади за время  $t$  (определяется по формуле А. Н. Костякова).





**Рисунок 3.34 – Структурная схема оценки экологической безопасности полива и устойчивости агроландшафта**

Засоление почв вследствие подъема уровня грунтовых вод:

$$\varphi(C) = C_{\text{доп}} - C > 0, \quad (3.2)$$

где  $C_{\text{доп}}$  – допустимая концентрация солей в почвогрунте;

$C$  – концентрация солей в точке на глубине  $h$  в момент  $t$  (определяется по уравнению солепереноса С. Ф. Аверьянова).

Вынос гумуса за пределы корнеобитаемого слоя почвы:

$$\varphi(\delta B_{\text{гум}}) = \delta B_{\text{гум доп}} - \delta B_{\text{гум}} > 0, \quad (3.3)$$

где  $\delta B_{\text{гум доп}}$  – допустимое уменьшение запасов гумуса;

$\delta B_{\text{гум}}$  – изменение вымывания гумуса из почвы.

Эрозия почв при поливе дождеванием и поверхностных способах полива (по бороздам и полосам):

$$\varphi(q) = q_{\text{доп}} - q > 0, \quad (3.4)$$

где  $q_{\text{доп}}$  – допустимая норма эрозии почв;

$q$  – величина водной эрозии почв за счет склонового стока, размыва борозды или полосы и разрушающего действия капель дождя на почву.

Смена естественного ландшафта орошаемых почв на антропогенный:

$$\varphi(L) = L_{\text{ест}} - L_{\text{антр}} > 0; \alpha L_{\text{ест}} \geq \varphi(L) \geq 0, \quad (3.5)$$

где  $L_{\text{ест}}$  – комплексная оценка (показатель) видового состава естественного ландшафта;

$L_{\text{антр}}$  – показатель видового состава антропогенного ландшафта (при орошении);

$\alpha$  – допустимая степень снижения видового состава ландшафта.

Для определения показателей вывода староорошаемых земель использовали

данные, характеризующие агрофизическое, физико-химическое, биохимическое, гидрохимическое состояние почв, эрозионную опасность и загрязнение тяжелыми металлами. При длительном орошении почв должно соблюдаться условие, которое позволяет им постоянно находиться в состоянии необходимой продуктивности и выполнять свои воспроизводящие функции:

$$\varphi(СТОч) = СТОч_{н.с.} - СТОч_{д.} > 0; \alpha СТОч_{н.с.} \geq \varphi(СТОч) \geq 0, \quad (3.6)$$

где  $СТОч_{н.с.}$  – комплексная оценка (показатель) состояния ненарушенных почв;

$СТОч_{д.}$  – комплексная оценка (показатель) деградированных почв;

$\alpha$  – допустимая степень снижения показателей ненарушенных почв.

Поддержание мелиоративной системы в работоспособном состоянии, своевременное восстановление ее первоначального вида и технических характеристик – одна из основных задач эксплуатационной службы, которая должна проводить осмотр (надзор) мелиоративной системы и мелиорированных земель, определять (оценивать) уровень технического состояния системы в целом и отдельных ее элементов, выполнять техническое обслуживание и ремонты [52].

Каждая мелиоративная система имеет техническую документацию (паспорта, ведомости, карточки), в которой приведены проектные и фактические показатели и параметры системы, а также изменения, происшедшие в процессе эксплуатации.

Первичными документами по оценке технического состояния мелиоративной системы являются журналы ежедневных наблюдений за состоянием отдельных ее элементов. В них отмечают обнаруженные дефекты и их места, расходы фильтрующей воды через дамбы канала, отметки уровня воды, принятые меры по устранению дефектов и т. п.

На каждой мелиоративной системе проводят также периодические обследования и проверки технического состояния элементов системы. Сроки их проведения устанавливаются правилами технической эксплуатации и зависят от типа и конструкции системы. На основе этих обследований составляют акты технического состояния элементов системы.

В актах технического состояния дают наименования элементов системы, места обнаружения дефектов, краткое описание необходимых ремонтных работ, вид ремонта, объемы работ и рекомендуемые сроки их выполнения. В ведомостях дефектов указывают наименования элементов системы и места обнаружения дефектов, дают описание дефектов, наименование ремонтных работ, их объемы и стоимость.

Техническое состояние отдельных элементов мелиоративной системы оценивают сравнением фактических показателей с их базовыми значениями, полученными при проектировании и строительстве. При оценке технического состояния устанавливают физический износ и изменения показателей отдельных элементов системы в процессе эксплуатации, а затем необходимые виды ремонта и технического обслуживания [52].

Техническое состояние систем необходимо оценивать по трем уровням: 1 – система работает хорошо, управляемая, переустройство и дооборудование не требуются; 2 – удовлетворительное, система нуждается в частичном дооборудовании и переустройстве в размере до 25 % существующей стоимости; 3 – неудовлетворительное состояние, система мало управляемая, требуется дооборудование и переустройство в размере более 26 % существующей стоимости.

Уровни технического состояния устанавливают по оценке работы системы по основным разделам, которые определяют в период паспортизации. Полученные

данные могут использоваться для разработки перспективных планов совершенствования систем, доведения их до 1 уровня [52].

Определяют следующие разделы:

- 1) состояние водозабора (обеспечение плановых заборов воды для орошения во все периоды с допустимыми отклонениями  $C_v \leq 0,05$ );
- 2) коэффициент использования орошаемых земель в зоне системы (КИЗ): 0,85 в зоне сплошного орошения и не ниже 0,5 в засушливой зоне;
- 3) КПД сети каналов (0,8-0,85);
- 4) водообеспеченность системы за период вегетации (апрель-сентябрь) по году 75 %-ной обеспеченности 100 %;
- 5) наносы в системе: (объем очистки наносов не более  $5 \text{ м}^3/\text{га}$ );
- 6) функционирование сбросной и коллекторной сети;
- 7) каналы и сооружения на сети (автоматизация водоучета и водораспределения);
- 8) поливная техника (трубопроводы, шланги, дождевальные машины);
- 9) степень оснащённости систем эксплуатационным оборудованием, % (1 разряд – система оснащена на 86-100 %; 2 разряд – на 76-85 %, 3 разряд – на 66-75 %, 4 разряд – менее чем на 65 %).

Для определения значений весовых коэффициентов необходимо рассмотреть каждый раздел в отдельности и оценить его значимость при определении технического уровня (рисунок 3.35).

Главная особенность при определении технического уровня связана с выбором или разработкой критериальных показателей разделов, являющихся, по существу, результатом экспертной оценки по каждому разделу. Также их можно определять путем суммирования составляющих их показателей с учетом соответствующих весовых коэффициентов по формуле (3.7):

$$m = \sum C_i \cdot P_i, \quad (3.7)$$

где  $C_i$  – значения весовых коэффициентов;

$P_i$  – показатели БИОП:

$$P_i = f(X, Y, U),$$

$X = f(x_1, x_2, x_n)$  – неуправляемые факторы;

$Y = f(y_1, y_2, y_n)$  – фактически управляемые факторы;

$U = f(u_1, u_2, u_n)$  – потенциально управляемые факторы.

Определение значений весовых коэффициентов  $C_i$ , отражающих относительную значимость частных показателей  $P_i$ , производится следующим образом. Все показатели  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) располагают в ряд в предполагаемом порядке уменьшения их важности, затем производится сравнение соседних показателей, и в результате сравнения с учетом нормировки решается вопрос об их относительной значимости.

Эколого-экономическую эффективность орошаемого земледелия с учетом определенного технического уровня мелиоративной системы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\mathcal{E}f_{э-э} = (\Delta \mathcal{C}D_{орощ} + \Delta \mathcal{E}_{экол}) \cdot TУ, \quad (3.8)$$

где  $\mathcal{E}f_{э-э}$  – эколого-экономическая эффективность орошаемого земледелия, руб.;

$\Delta \mathcal{C}D_{орощ}$  – изменение чистого дохода с орошаемых почв, руб.;

$\Delta \mathcal{E}_{экол}$  – изменение экологического эффекта с орошаемых почв, руб.

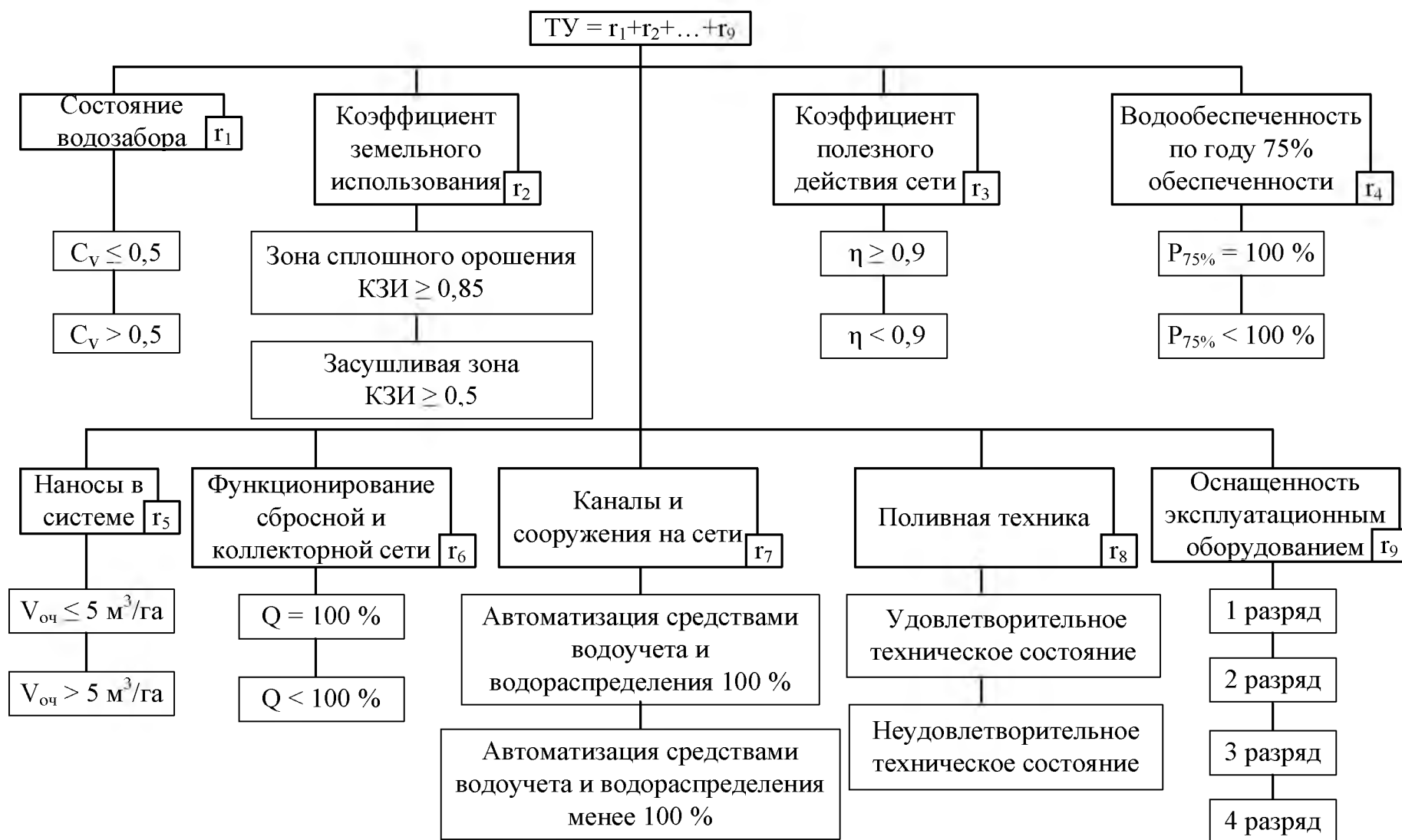


Рисунок 3.35 – Блок-схема модели оценки технического уровня оросительных систем

В условиях нашей модели оценки и управления почвенным плодородием орошаемых почв учитываются следующие факторы: эрозия почвы, гумус, уровень грунтовых вод, засоление, загрязнение при использовании удобрений.

Следовательно, формула для расчета эколого-экономической эффективности от  $j$ -й культуры на одном поле примет следующий вид:

$$\Phi_{\varepsilon, j, l} = \frac{\Delta \Pi_{\text{орос}} + \Delta \varepsilon_{\text{экол}}}{\sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} + Q_{\text{гум}}}, \quad (3.9)$$

где  $\sum_{i \in I} Z_i$  – дополнительные затраты на мероприятия  $i$ -го вида по улучшению почв, руб.;

$Q_{\text{эроз}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от эрозии, обусловленного мелиорацией, руб.;

$Q_{\text{УГВ}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от подъема УГВ, обусловленного мелиорацией, руб.;

$Q_{\text{засол}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от засоления, руб.;

$Q_{\text{удобр}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от внесения удобрений, руб.;

$Q_{\text{гум}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от потерь гумуса, руб.

Основным критерием является минимум приведенных затрат и величины возможного ущерба. Функция цели примет следующий вид:

$$F \left( \sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} + Q_{\text{гум}} \right) \rightarrow \min, \quad (3.10)$$

или

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} X_{jl} \left( \sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} + Q_{\text{гум}} \right) \rightarrow \min,$$

где  $X_{jl}$  – искомая площадь  $j$ -й культуры на одном поле.

Эколого-экономическая эффективность проведения мелиоративных мероприятий:

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} X_{jl} \left( \sum_{i \in I} (Z_i + Z_{i, \text{доп}}) \right) \leq \Pi_m, \quad (3.11)$$

где  $Z_{i, \text{доп}}$  – дополнительные текущие затраты по каждому агромероприятию для получения прироста продукции, руб.;

$\Pi_m$  – средний прирост продукции на сельскохозяйственных угодьях от мелиорации, руб.

Будем учитывать имеющиеся в наличии площади культур в севообороте:

$$X_{jl} \leq S_j; j \in J; l \in L, \quad (3.12)$$

Предельно допустимая деградация почвы: при низком уровне состояния почв:

$$\sum_{j \in J} f_{jl} X_{jl} \leq F; l \in L, \quad (\text{по патенту № 2324331}). \quad (3.13)$$

Далее в модели будем учитывать временной критерий. Примем следующее допущение:

$$t_{jl} = \begin{cases} 0 / \text{культура } j - \text{отвергается} \\ 1 / \text{культура } j - \text{принимается} \end{cases} \text{ на } l\text{-м поле.} \quad (3.14)$$

Критерием экономической эффективности будет являться максимум эколого-экономического эффекта от использования орошаемых почв. Необходимо найти значение переменной  $X_{jl}$ , обеспечивающей максимум целевой функции:

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} \Phi_{\alpha \rightarrow \beta, jl} X_{jl} t_{jl} \rightarrow \max. \quad (3.15)$$

В данной задаче необходимо учесть следующие ограничения:

1) по балансу гумуса в почве:

$$k_{j\mu}^n W_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + U_{jl} k_{jl}^b k_{jl}^e X_{jl} t_{jl} + h_{j\mu} k_{j\mu}^0 X_{jl} t_{jl} - M_{jl} t_{jl} - f_{jl} t_{jl} = 0; j \in J; l \in L.$$

Запасы гумуса зависят от запасов гумуса в почве и гумификации растительных остатков и органических удобрений с учетом потерь почвы от минерализации и деградации.

2) по балансу азота в почве:

$$k_{j\mu}^n W_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^{om} p_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^0 h_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + a_{jl} U_{jl} X_{jl} t_{jl} + b_{j\mu} J_{jl} X_{jl} t_{jl} + f_{j\mu} X_{jl} t_{jl} - X_{jl}^0 t_{jl} = 0; j \in J; l \in L.$$

Данное ограничение учитывает использование азота из почвы, его поступление из минеральных и органических удобрений, вынос азота урожаем культур и потери от деградации почв.

3) по балансу фосфора и калия:

$$k_{j\mu}^n W_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^{om} p_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^0 h_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + b_{j\mu} U_{jl} X_{jl} t_{jl} + f_{j\mu} X_{jl} t_{jl} - X_{jl}^0 t_{jl} = 0; j \in J; l \in L.$$

Ограничение также учитывает использование фосфора и калия из почвы, его поступление из минеральных и органических удобрений, вынос фосфора и калия урожаем культур и потери от деградации почв.

4) по засолению почвы:

$$\sum_{j \in J} k_{jl}^{ob} X_{jl} t_{jl} + \sum_{j \in J} k_{jl}^{om} X_{jl} t_{jl} + \sum_{j \in J} f_{jl} X_{jl} t_{jl} = 0; l \in L.$$

В засолении почвы важную роль играют степень пригодности вод для орошения по С. Я. Бездниной и потери от деградации почвы.

5) по величине эрозии при поливе:

$$q_{don} - \sum_{j \in J} k_{jl}^{om} X_{jl} t_{jl} + \sum_{j \in J} X_{jl} t_{jl} (I - v_e)(1 + A) \geq 0; l \in L.$$

В данном уравнении учитываются твердый и жидкий стоки, рассчитываемые по методике Ю. П. Полякова.

6) по затратам на восстановление утраченного плодородия почвы от деградации:

$$\sum_{j \in J} f_{jl} Z_{jl} X_{jl} t_{jl} - \sum_{j \in J} W_{j\mu} X_{jl} t_{jl} \geq 0; l \in L.$$

7) неотрицательность переменных:

$$X_{jl} \geq 0; X_{jl}^0 \geq 0; j \in J; l \in L.$$

Для записи экономико-математической модели задачи оптимизации были введены следующие обозначения:

- индексы:  $\mu$  – виды удобрений (питательных веществ);  $l$  – посевные площади;  $j$  – сельскохозяйственной культуры

- множества:  $M$  – виды удобрений;  $L$  – посевной площади;  $J$  – сельскохозяйственной культуры;

$Z_{jl}$  – затраты на восстановление плодородия 1 т почвы, руб.;

$S_j$  – заданная площадь  $j$ -й культуры в севообороте, ц/га;

$k_{j\mu}^n$  – коэффициент использования  $j$ -й культурой  $\mu$ -го вида питательных веществ из пахотного слоя почвы;

$W_{j\mu l}$  – запас  $\mu$ -х питательных веществ в пахотном слое на одном поле под  $j$ -й культурой, ц/га;

$U_{jl}$  – запланированная урожайность  $j$ -й культуры на  $l$ -м поле, ц/га;

$k_{jl}^b$  – коэффициент выхода пожнивных и корневых остатков по  $j$ -й культуре, выращиваемой на одном поле;

$k_{jl}^z$  – коэффициент гумификации пожнивных и корневых остатков по  $j$ -й культуре на одном поле;

$h_{j\mu}$  – количество  $\mu$ -х питательных веществ, полученных  $j$ -й культурой из органических удобрений;

$k_{j\mu}^0$  – коэффициент использования  $j$ -й культуры питательного вещества  $\mu$ -го вида из органических удобрений;

$M_{jl}$  – минерализация гумуса под  $j$ -й культурой на одном поле, ц/га;

$f_{jl}$  – деградация гумуса под  $j$ -й культурой на одном поле;

$k_{j\mu l}^{om}$  – коэффициент использования  $j$ -й культуры питательного вещества из минеральных удобрений  $\mu$ -го вида;

$P_{j\mu l}$  – рекомендуемая доза внесения минеральных удобрений  $\mu$ -го вида по  $j$ -й культуре на одном поле;

$a_{jl}$  – коэффициент биологической фиксации  $j$ -й культурой на одном поле;

$b_{j\mu}$  – коэффициент выноса  $\mu$ -го питательного вещества с гектара пахотного слоя  $j$ -й культуры;

$f_{j\mu l}$  – потери от деградации  $\mu$ -го питательного вещества под  $j$ -й культурой на одном поле;

$X_{jl}^{\theta}$  – «отраженная» переменная, корректирующая выращивание  $j$ -й культуры на одном поле;

$F$  – предельно допустимая деградация почвы в севообороте, ц;

$k_{jl}^{oa}$  – коэффициент свойств оросительной воды;

$k_{jl}^{on}$  – коэффициент свойств орошаемой почвы;

$\partial_{oon}$  – допустимая норма эрозии;

$t_{jl}$  – продолжительность полива  $j$ -й культуры на одном поле, мин.;

$I$  – интенсивность полива, мм/мин.;

$v_e$  – скорость впитывания, м/мин.;

$A$  – коэффициент, учитывающий наличие твердых частиц в жидком стоке.

### 3.4 Правила эксплуатации оросительных систем

Главная задача оросительной системы – это управление мелиоративными режимами орошаемых земель в оптимальных пределах в целях повышения плодородия почвы и получения высоких экономически обоснованных урожаев сельскохозяйственных культур при экономном использовании водных, земельных, трудовых и энергетических ресурсов и обязательном проведении мероприятий, предотвращающих отрицательное воздействие мелиораций на окружающую природную среду.

При распределении между эксплуатантами мелиоративных объектов в границах оросительной системы общего пользования эксплуатация осуществляется на долевой основе с заключением соответствующих договоров и соблюдением требований № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [53].

За нарушение правил эксплуатации оросительных систем ответственность несет эксплуатант в порядке, установленном № 195-ФЗ Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях [54] и № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [53].

В состав оросительной системы могут входить: водохранилища, водозаборные и рыбозащитные сооружения на естественных или искусственных водоисточниках, отстойники, насосные станции, оросительная, водосборно-сбросная и дренажная сети, нагорные каналы, сооружения на сети, поливные и дождевальные машины, установки и устройства, средства управления и автоматизации, контроля за мелиоративным состоянием земель, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения, производственные и жилые здания эксплуатационной службы, дороги, лесозащитные насаждения, дамбы [44]. Земельный участок является объектом мелиорации.

Для эффективного функционирования и улучшения системы эксплуатации оросительных систем необходимо наличие требуемого количества ресурсов. К ресурсам относятся человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные и финансовые ресурсы. Управление ресурсами осуществляется с применением позиций ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Человеческие ресурсы, т.е. персонал, выполняющий работу, влияющую на осуществление стратегических целей применения и поддержки оросительной системы, должен быть компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и опыта.

Инфраструктура включает в себя такие ресурсы, как сооружения, производственные помещения, рабочее пространство, средства труда и оборудование, вспомогательные службы, информационные и коммуникационные технологии, а также транспортные средства. Инфраструктура включает в себя все основные средства производства.

Производственная среда есть совокупность факторов, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

К информации относятся национальные стандарты, своды правил, стандарты организации, инструкции по эксплуатации, процедурная документация, накапливаемые данные о состоянии орошаемых земель и работоспособности оросительной системы и т. п. Информация необходима при принятии решений, основанных на фактах и стимулировании нововведений.

Эксплуатация оросительных систем может осуществляться представителями нескольких организаций. С целью взаимного повышения результативности и эффективности процессов, создающих ценность организациям, следует установить взаимодействие с поставщиками и партнерами для поддержки и облегчения обмена информацией, а так же получения от них услуг, которые не присутствуют в планах развития одного из участников эксплуатации.

Следует учитывать наличие природных ресурсов, которые могут влиять на деятельность участников эксплуатации оросительных систем. На случай непредвиденных обстоятельств эксплуатанты должны иметь планы действий по обеспечению природными ресурсами или их возобновлению с целью предотвращения или минимизации негативного воздействия на их деятельность.

Управление финансовыми ресурсами включает планирование, обеспечение наличия и контроль необходимых финансовых ресурсов для достижения целей участников эксплуатации оросительных систем, а также предусматривает разработку прогрессивных финансовых методов для поддержки и поощрения улучшения их деятельности.



Стадия эксплуатации оросительных систем следует разделять на этапы:

- этап применения оросительной системы заключается в реализации всей совокупности свойств системы, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребность в обеспечении оптимального водного режима почв с максимальной эффективностью;

- этап поддержки оросительной системы заключается в материально-техническом обеспечении, проведении мероприятий по восстановлению качественного состояния орошаемых земель (агромелиорация) и технического обслуживания (ухода), производстве текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают непрерывное функционирование системы и устойчивую реализацию всей совокупности ее свойств.

На этапе применения оросительной системы решаются следующие задачи:

- организация водопользования и водопотребления;
- организация первичного учета воды;
- учет качественного состояния орошаемых земель, качества подземных и поверхностных вод;
- эксплуатационный контроль технического состояния элементов оросительных систем;
- руководство и управление этапом применения.

На этапе поддержки оросительной системы решаются следующие задачи:

- материально-техническое обеспечение эксплуатации оросительных систем;
- проведение мероприятий по восстановлению (улучшению) качественного состояния орошаемых земель;
- проведение технического ухода за элементами оросительной системы;
- проведение технического обслуживания элементов оросительной системы;
- производство ремонтов на элементах оросительных систем;
- руководство и управление этапом поддержки.

Для выполнения работ по техническому уходу (обслуживанию) и ремонту элементов системы на этапе поддержки эксплуатанту предоставляются специальные земельные участки в виде полос отвода в соответствии с действующим законодательством. Нормативы отвода земель и порядок пользования ими должны быть утверждены региональными органами законодательной власти.

На стадии эксплуатации осуществляется управление системами применения и поддержки.

Руководство и управление этапами применения и применения осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапов применения и поддержки обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности участников эксплуатации оросительных систем;
- управление документацией этапа применения;
- управление показателями эксплуатации оросительных систем;
- управление технологическими процессами системы применения;
- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

### **3.4.1 Организация водопользования и водопотребления**

Эксплуатанты, осуществляющие эксплуатацию оросительной сети до точек водовыдела, являются водопользователями. Они используют водные объекты для обеспечения нужд водопотребителей и осуществляют свою деятельность в соответствии с договором водопользования и решением о представлении водного объекта в пользование.

При эксплуатации оросительной сети несколькими водопользователями, должны быть разработаны мероприятия по их взаимодействию, без нарушения чьих либо прав.

При планировании водопользования должно быть выдержано условие оптимального обеспечения оросительной водой и доведения ее в необходимых количествах и в нужные агротехнические сроки до растений.

Распределение воды между водопотребителями производится на основе лимитов, графиков водоподачи и договоров с водопотребителями.

Лимиты водопотребления на определенный период времени (год, вегетационный сезон и т. п.) и календарный график подачи воды устанавливаются исходя из намеченной площади полива сельскохозяйственных культур, оптимального поливного режима применительно к природным условиям данной зоны и мелиоративного состояния орошаемых угодий.

Объем изъятия (забора воды) из водного объекта в целом по оросительной системе определяется на основании утвержденных лимитов отдельных водопотребителей с учетом потерь в магистральной и распределительной сети до водовыдела оросительной сети.

Мероприятия по распределению оросительной воды должны быть тесно увязаны с технологиями возделывания сельскохозяйственных культур на орошении, почвенно-климатическими условиями орошаемого участка и направлены на минимизацию количества коллекторно-дренажных и сбросных вод с оросительной сети.

Документация по водопользованию и водопотреблению должна быть определена и поддерживаться в рабочем состоянии для предоставления свидетельств соответствия требованиям и результативности функционирования оросительной системы.

### **3.4.2 Организация первичного учета воды**

Одним из основных условий правильной эксплуатации оросительных систем и рационального использования воды является надлежащая организация системы первичного учета и измерения объемов воды.

Оросительная система должна иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарифованных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой.

Организация первичного учета воды складывается из следующих позиций:

- систематическое наблюдение за расходами, уровнями и другими характеристиками водного потока в пунктах водозабора, распределения, выдела и сброса воды;
- составление гидрометрических таблиц, графиков и т.п. для контроля за режимом работы каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, оросительной, коллекторно-дренажной и сбросной сети;
- ведение водного баланса по оросительной системе в целом и отдельным участкам с установлением величины потерь воды, коэффициента использования воды, коэффициента полезного действия системы и участков;
- осуществление эксплуатации, ремонта, тарифовки и поверки гидрометрических постов, сооружений, оборудования и приборов.

На оросительной системе устраиваются следующие группы гидрометрических постов по функциональному назначению:

- опорные посты – для определения основных параметров гидрологического режима водного объекта в месте изъятия воды в оросительную систему (устанавливаются в случае отсутствия аналогичных постов органов управления использованием и охраной водного фонда или органов управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды);

- головные посты – для учета объема водозабора из водного объекта в оросительную систему, самотечный или машинный магистральный канал;
- распределительные посты – для учета объема подачи воды в головах ветвей магистрального канала и распределителей различных порядков на границах административных районов, субъектов Российской Федерации в пунктах выдела водопотребителям;
- сбросные (концевые) посты – для учета неиспользованных остатков оросительной воды и объемов коллекторно-дренажного стока.

Выбор метода измерения параметров водного потока производится в зависимости от условий хозяйственной деятельности, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов. Выбор метода измерения параметров водного потока производится с применением ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

### **3.4.3 Учет качественного состояния орошаемых земель, качества подземных и поверхностных вод**

Учет качественного состояния осуществляется на орошаемых землях и землях, примыкающих к оросительным системам и орошаемым массивам, и испытывающим их непосредственное воздействие.

Необходимо проводить сбор данных о следующих характеристиках орошаемых земель:

- режим грунтовых вод;
- солевой режим;
- водно-физические свойства и водно-воздушный режим почв;
- качество подземных вод;
- микрорельеф.

Наблюдения за режимом подземных вод в орошаемых районах обеспечивают:

- определение характера сезонной, годовой и многолетней динамики уровня, минерализации и химического состава грунтовых вод;
- расчет баланса и прогноз режима грунтовых вод;
- установление влияния грунтовых вод на водный и солевой режим орошаемых почв и определение на этой основе оптимального режима орошения;
- решение практических задач по обоснованию гидротехнических, агрономических и других мероприятий на орошаемых землях.

При наблюдениях за солевым режимом почв устанавливают:

- степень, тип засоления и осолонцевания почв;
- связь между динамикой засоления и режимом грунтовых вод;
- направленность изменения засоленности в многолетнем разрезе;
- причины засоления почв.

Наблюдения за водно-физическими свойствами и водно-воздушным режимом почв обеспечивают:

- выявление признаков развития оглеения, заиления, ожелезнения и других неблагоприятных процессов, связанных с переувлажнением;
- установление сроков и норм поливов, расчет запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы, составления информации и прогнозов влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

Наблюдения за качеством поверхностных и подземных вод ведутся для:

- оценки качества подземных и поверхностных вод, включая коллекторно-дренажные, их пригодности для орошения сельскохозяйственных культур;
- выявления и предупреждения опасности засоления почв;

- определения сроков и режимов промывок орошаемых земель и оценки эффективности промывок;

- контроля за степенью загрязнения коллекторно-дренажных и сбросных вод с оросительной сети, выноса этими водами минеральных удобрений, пестицидов и других химических веществ.

Наблюдения за микрорельефом поверхности орошаемого участка производится с целью оценки необходимости планировки полей.

Результаты наблюдений (обследований) мелиорируемых земель используются эксплуатантом как исходная информация для соблюдения требований Административного регламента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по исполнению государственной функции по ведению учета мелиорированных земель [55].

#### **3.4.4 Эксплуатационный контроль технического состояния элементов оросительных систем**

Эксплуатационный контроль технического состояния элементов системы включает:

- получение первичной информации о фактическом состоянии, признаках и показателях свойств элементов оросительной системы;

- сопоставление первичной информации с заранее установленными требованиями, нормами, параметрами. Информация о расхождении фактических и требуемых данных является вторичной.

Сбор первичной информации производится в соответствии с проектом натурных наблюдений, который формируется исходя из конкретных условий и может включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействия на сооружения;
- перечень контролируемых и диагностических показателей состояния сооружения и его основания;

- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;

- технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры, спецификацию измерительных приборов и устройств;

- эксплуатационную документацию на контрольно-измерительную аппаратуру;

- структурную схему и технические решения системы мониторинга состояния элементов оросительной системы, природных и техногенных воздействий на них;

- инструктивные и методические рекомендации по проведению натурных наблюдений за работой и состоянием элементов оросительных систем.

Первичная и вторичная информация заносится в отчеты и далее используется как исходная на этапе поддержки для выработки соответствующих управленческих воздействий на элементы оросительной системы.

#### **3.4.5 Материально-техническое обеспечение эксплуатации оросительных систем**

Материально-техническое обеспечение включает в себя обеспечение оборотными средствами производства (сырье, материалы, энергия, малоценный инвентарь и т. п.) и должно осуществляться с учетом:

- спроса и предложения на все потребляемые участниками эксплуатации материальные ресурсы;

- уровня и изменения цен на материальные ресурсы и на услуги посреднических организаций;

- выбора наиболее экономичной формы товародвижения;

- оптимизации запасов и снижения складских расходов.

### **3.4.6 Проведение мероприятий по восстановлению (улучшению) качественного состояния орошаемых земель**

Данные мероприятия производятся при накоплении в результате эксплуатации неблагоприятных свойств и параметров орошаемых земель и включают:

- промывку засоления почвы;
- восстановление улучшение водно-физических свойств почв;
- планировку земель.

Исходной информацией для принятия решений служат наблюдения, проводимые за:

- водно-физическими свойствами и водно-воздушным режимом почв;
- качеством поверхностных и подземных вод;
- микрорельефом поверхности орошаемого участка.

Промывочные поливы проводят при наличии дренажа или без него, с расчетом промывной нормы и назначением срока промывки.

Промывку почв без дренажа применяют в том случае, если:

- грунтовые воды залегают глубоко;
- подпочвенные грунты имеют достаточную водопроницаемость для отвода промывочных вод;
- грунтовые воды имеют достаточно хороший отток за пределы орошаемого массива.

Промывку почв с дренажем применяют в случаях, если:

- минерализованные грунтовые воды залегают близко к поверхности (менее 2-3 м) и не имеют оттока;
- почвы имеют малую водопроницаемость и промывка их без дренажа требует длительных сроков;
- почвы сильно засолены и требуют для промывки больших норм.

Промывная норма должна рассчитываться с учетом степени засоления почвы, химического состава солей, глубины залегания грунтовых вод, влажности почвы до промывки.

Сроки промывки устанавливаются с учетом минимизации загрязнения поверхностных и грунтовых вод пестицидами и минеральными удобрениями.

Восстановление (улучшение) водно-физических свойств почв может производиться за счет применения агротехнических, агрохимических мероприятий или их комбинаций с учетом конкретных почвенных, климатических и организационно-хозяйственных условий.

Комплекс агротехнических мероприятий может включать:

- посев многолетних трав на орошаемых землях;
- разработку мероприятий по обогащению почв органическими веществами за счет растительных остатков;
- минимизацию воздействия на почву почвообрабатывающих машин;
- минимизацию сроков иссушения верхнего слоя почвы.

Агрохимические мероприятия могут включать:

- планирование внесения органических удобрений;
- планирование проведения гипсования или известкования.

### **3.4.7 Технический уход за элементами оросительной системы**

Технический уход за элементами оросительной системы состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание систем в исправном состоянии. К таким мероприятиям относятся:

- удаление из водопроводящих сооружений посторонних предметов, в том числе скашивание травяной растительности на откосах и бермах каналов, дамб, дорожных насыпей и удаление кустарника;
- очистка от мусора и посторонних предметов отверстий мостов, труб-переездов, регуляторов, смотровых колодцев и других гидротехнических сооружений;
- промывка и прочистка закрытого дренажа;
- исправление указательных знаков и мелких повреждений на каналах и сооружениях.

#### **3.4.8 Техническое обслуживание элементов оросительной системы**

Техническое обслуживание оросительной системы состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание элементов и системы в целом в исправном состоянии и направлено на предотвращение эрозионных процессов или замену быстроизнашиваемых частей элементов оросительной системы.

Техническое обслуживание также включает консервацию мелиоративных сооружений, гидромеханического и электротехнического оборудования на зимний период и расконсервацию их при подготовке к работе в вегетационный период.

Мероприятия по техническому обслуживанию осуществляют с учетом эксплуатационной документации (по ГОСТ 2.601), а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

#### **3.4.9 Производство ремонтов на элементах оросительных систем**

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств оросительной системы в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту системы. Выполняют ремонты следующих видов:

- текущий;
- капитальный;
- аварийный.

В зависимости от сложности проведения, физических объемов и стоимости, плановый ремонт системы подразделяется на текущий и капитальный. Решения по проведению ремонтов производятся на основании проведенного мониторинга состояния элементов оросительной системы.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой и 15 % на закрытой гидромелиоративной сети. К наиболее распространенным работам на оросительных системах относятся: исправление повреждений в креплениях и одеждах каналов и сооружений, заделки трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях, восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозийного покрытия и окраски конструкций, вскрытие поврежденных участков трубопроводов и устранение течи, ремонт уплотнений затворов, и т. п.

К капитальному ремонту относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются отдельные сооружения, конструктивные элементы и части, осуществляется замена их на более прочные и экономичные. Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта. В противном случае объект подлежит реконструкции или восстановлению.

Повреждения аварийного характера устраняются в первоочередном порядке.

Отдельные элементы системы и гидротехнических сооружений должны быть обеспечены в доступных местах возобновляемым аварийным запасом строительных материалов в необходимых объемах.

Планы и графики проведения текущих и капитальных ремонтных работ на оросительных системах не должны препятствовать проведению сельскохозяйственных работ. Сельхозпроизводители должны быть уведомлены о предстоящих работах.

Текущий ремонт необходимо проводить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектно-сметной документацией, составленной по материалам инженерных изысканий.

Производство приемки ремонтных работ осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

#### **3.4.10 Охрана оросительных систем**

Для элементов оросительных систем, относящихся к I и II классу, необходимо предусмотреть мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности. Мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 22.1.12.

Эксплуатант должен обеспечивать надзор за нормальной работой с охраной от повреждений оросительной системы.

#### **3.4.11 Охрана труда**

На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

### **3.5 Правила эксплуатации осушительных систем**

Главная задача эксплуатации осушительной системы – это управление мелиоративными режимами осушаемых земель в оптимальных пределах в целях повышения плодородия почвы и получения высоких экономически обоснованных урожаев сельскохозяйственных культур при экономном использовании водных, земельных, трудовых и энергетических ресурсов и обязательном проведении мероприятий, предотвращающих отрицательное воздействие мелиораций на окружающую среду.

Здесь и далее, если это специально не оговорено, под термином «осушительная система» (далее – система) понимаются и ее частные виды – польдерная и осушительно-увлажнительная система.

При распределении между эксплуатантами мелиоративных объектов в границах осушительной системы общего пользования эксплуатация осуществляется на долевой основе с заключением соответствующих договоров и соблюдением требований № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [53].

За нарушение правил эксплуатации осушительных систем ответственность несет эксплуатант в порядке, установленном № 195-ФЗ Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях [54] и № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [53].

В состав осушительной системы входят: регулируемая часть водоприемника, проводящая, ограждающая и регулирующая сети, насосные станции, дамбы, сооруже-

ния на сети, средства управления и автоматизации, контроля за мелиоративным состоянием земель, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения, производственные и жилые здания эксплуатационной службы, дороги и лесозащитные насаждения [44]. Земельный (мелиорируемый) участок является объектом мелиорации.

Для эффективного функционирования и улучшения системы эксплуатации осушительных систем необходимо наличие требуемого количества ресурсов. К ресурсам относятся человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные и финансовые ресурсы. Управление ресурсами осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Человеческие ресурсы, т. е. персонал, выполняющий работу, влияющую на осуществление стратегических целей применения и поддержки осушительной системы, должен быть компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и опыта.

Инфраструктура включает в себя следующие ресурсы: сооружения, производственные помещения, рабочее пространство, средства труда и оборудование, вспомогательные службы, информационные и коммуникационные технологии, а также транспортные средства. Инфраструктура включает в себя все основные средства производства.

Производственная среда – совокупность факторов, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

К информации относятся национальные стандарты, своды правил, стандарты организации, инструкции по эксплуатации, процедурная документация, накапливаемые данные о состоянии осушаемых земель и работоспособности осушительной системы и т. п. Информация необходима для принятия обоснованных решений и стимулирования нововведений.

Эксплуатация осушительных систем может осуществляться представителями нескольких организаций. С целью взаимного повышения результативности и эффективности процессов, создающих ценность, организациям следует: установить взаимодействие с поставщиками и партнерами для поддержки и облегчения обмена информацией, а также получения от них услуг, которые не присутствуют в планах развития одного из участников эксплуатации.

Следует учитывать наличие природных ресурсов, которые могут влиять на деятельность эксплуатанта. На случай непредвиденных обстоятельств эксплуатант должен иметь планы действий по обеспечению природными ресурсами или их возобновлению с целью предотвращения или минимизации негативного воздействия на их деятельность.

Управление финансовыми ресурсами включает планирование, обеспечение наличия и контроль необходимых финансовых ресурсов для достижения целей эксплуатанта, а также предусматривает разработку прогрессивных финансовых методов для поддержки и поощрения улучшения их деятельности.

Эксплуатацию осушительных систем следует разделять на этапы применения и поддержки системы.

На этапе применения системы обеспечивается реализация всей совокупности свойств системы, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребность в обеспечении оптимального водного режима почв с максимальной эффективностью.

На этапе применения осушительной системы реализуются следующие процессы:

- использование осушительной системы для предоставления услуг (водоотведение, водопользование);
- эксплуатационный контроль совокупности свойств системы;
- руководство и управление этапом применения.

На этапе поддержки системы осуществляется организация и материально-



техническое снабжение эксплуатанта, мелиоративное и техническое обслуживание (уход), производство текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают непрерывное функционирование осушительной системы и устойчивую реализацию всей совокупности ее свойств.

На этапе поддержки осушительной системы реализуются следующие процессы:

- технический уход и обслуживание элементов системы;
- ремонт (капитальный, текущий, аварийный) элементов системы;
- организация управления системой;
- проведение агромелиоративных мероприятий.

Для выполнения работ по техническому уходу (обслуживанию) и ремонту элементов системы на этапе поддержки эксплуатанту предоставляются специальные земельные участки в виде полос отвода в соответствии с действующим законодательством. Нормативы полос отвода и порядок пользования ими должны быть утверждены региональными органами законодательной власти.

На стадии эксплуатации осуществляется управление системами применения и поддержки.

Руководство и управление этапами применения и поддержки осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапов применения и поддержки обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности эксплуатанта;
- управление документацией этапа применения;
- управление показателями эксплуатации осушительной системы;
- управление технологическими процессами этапа применения;
- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

### **3.5.1 Организация водоотведения**

При организации водоотведения эксплуатанту необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- своевременный отвод избыточных грунтовых и поверхностных вод с мелиорированных земель;
- безаварийный сброс воды к водоприемнику, каналам и сооружениям;
- откачку из польдеров весенних и летне-осенних паводков;
- осуществление планирования мероприятий по эксплуатации сбросной, проводящей и регулирующей осушительной сети и сооружений;
- осуществление мер по предупреждению заболачивания земель;
- проведение систематических наблюдений за режимом поверхностных и грунтовых вод на осушенных территориях, влажностью почвы в корнеобитаемом слое;
- поддержание необходимой нормы осушения и влажности корнеобитаемой зоны в засушливые периоды вегетации на системах двустороннего регулирования;
- проведение учета объемов воды, сбрасываемых проводящей осушительной сетью в водоприемники, и контроль за их качеством с последующим документированием данных и их анализом.

### **3.5.2 Организация водопользования**

Целесообразность увлажнения почв в засушливые периоды должна быть обоснована водно-балансовыми и технико-экономическими расчетами.

Мероприятия по двустороннему регулированию водного режима почв необходимо осуществлять в форме:

- предупредительных (шлюзование открытых и закрытых осушительных систем в целях предохранения корнеобитаемого слоя от пересыхания путем закрытия шлюзов в период спада весеннего половодья – на открытой сети и при достижении требуемой нормы осушения (на тяжелых почвах верхнего предела оптимальной влажности) для возделываемых культур – на закрытой сети);

- увлажнительных (искусственная подача воды в корнеобитаемый слой с помощью полива дождеванием, поверхностным и подпочвенным увлажнением и т. п.).

При планировании увлажнения корнеобитаемого слоя осушенных земель должно быть выдержано условие оптимального обеспечения оросительной водой и доведения ее в необходимых количествах и в нужные агротехнические сроки до растений.

Мероприятия по увлажнению корнеобитаемого слоя осушенных земель должны быть тесно увязаны с технологиями возделывания сельскохозяйственных культур, почвенно-климатическими условиями орошаемого участка и направлены на минимизацию количества коллекторно-дренажных и сбросных вод.

Увлажнение корнеобитаемого слоя осушенных земель проводится в соответствии с ежегодно составляемыми хозяйственными планами регулирования водного режима и осуществляется способами, предусмотренными в проектах.

До начала работ по увлажнению осушенных земель каналы, сооружения и оборудование, предназначенные для подачи и распределения воды, должны быть осмотрены и опробованы. После окончания работ по увлажнению корнеобитаемого слоя почвы они должны быть подготовлены к консервации, которая проводится в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

На всех этапах (стадиях) водопользования необходимо предусматривать регулярное фиксирование данных о фактическом функционировании осушительной системы.

### **3.5.3 Организация эксплуатационного контроля**

Для организации контроля системы необходимо получение информации о фактическом состоянии осушительной системы, о признаках и показателях ее свойств, а также сопоставление их с заранее установленными требованиями, нормами, показателями, для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым (ожидаемым) и установления первопричины существующих и потенциальных проблем и принятия корректирующих и предупреждающих действий.

Эксплуатационный контроль выполняется эксплуатантом в форме осмотров и обследований, в том числе с применением испытательного оборудования и измерительных средств (инструментальный контроль).

На осушительной системе необходимо предусматривать:

- контроль за соблюдением правил пользования осушительной системой;
- наблюдения за работой системы и выявления причин, вызывающих нарушение ее работы;

- выявление мест возможного возникновения аварий;

- наблюдения за мелиоративным состоянием осушаемых земель, включающие:

- а) контроль за режимом уровней грунтовых вод, объемом поступающих и сбрасываемых поверхностных вод;

- б) исследования динамики влагозапасов в корнеобитаемом слое почвы в течение вегетационного периода;

- в) контроль за качеством поверхностных и грунтовых вод;

г) оценку мелиоративной обстановки в динамике ее развития с прогнозом возможных изменений в последующие годы;

д) разработку мероприятий по улучшению мелиоративного состояния осушенных земель, обеспечению на них оптимального водно-воздушного режима;

е) регулярный сбор и обработку информации об осушенных землях и их мелиоративном состоянии и необходимости проведения мероприятий по его улучшению.

- контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на осушенных торфяниках;

- контрольные нивелирования осушительных каналов, дамб, плотин и других сооружений и замеры их параметров.

Выбор метода изменения параметров водного потока производится в зависимости от условий хозяйственной деятельности, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов. Выбор метода измерения параметров водного потока производится с применением ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

Результаты наблюдений (обследований) мелиорируемых земель используются эксплуатантом как исходная информация для соблюдения требований Административного регламента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по исполнению государственной функции по ведению учета мелиорированных земель [55].

Эксплуатационный контроль выполняется с периодичностью, предусмотренной в проектной документации на элементы и осушительную систему в целом, а также в случаях проявления неисправностей конструкций и систем инженерного обеспечения.

На все виды работ, проводимых в результате эксплуатационного контроля, составляются акты с приложениями описи ремонтных работ по каждому элементу системы, с обоснованием ремонтных работ и сроков их выполнения.

### **3.5.4 Технический уход и обслуживание элементов системы**

Технический уход и обслуживание осушительной системы состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание элементов и системы в целом в исправном состоянии.

Техническое обслуживание элементов системы проводят на основе мониторинга их технического состояния.

Мероприятия по техническому обслуживанию осуществляют с учетом эксплуатационной документации (по ГОСТ 2.601), а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

Элементами системы, к которым применяется техническое обслуживание, относят орудия и предметы производственной и трудовой деятельности, т. е. длительно используемые средства производства, участвующие в производстве в течение многих циклов и имеющие длительные сроки амортизации (здания, сооружения на системе, транспортные средства, оборудование, инструменты и т. п.).

Оценку технического состояния элементов системы в части их безопасного использования необходимо производить ежедневно перед началом работ, а также периодически с применением средств диагностики, предусмотренных эксплуатационной документацией.

Техническое обслуживание элементов системы выполняется эксплуатантом на эксплуатационной базе или на местах их использования с помощью передвижных средств.

Выполненные работы по техническому обслуживанию подлежат учету и завершаются прогнозом технического состояния и остаточного ресурса элемента системы с последующим документированием.

К таким мероприятиям необходимо относить:

- удаление из водоприемников и каналов посторонних предметов, скашивание травяной растительности на откосах и бермах каналов, дамб, дорожных насыпей и удаление кустарника;

- очистку от мусора и посторонних предметов водосбросных воронок, отверстий мостов, труб-переездов, регуляторов, смотровых колодцев, фильтров-поглоителей, дренажных устьев и других гидротехнических сооружений;

- предохранение водохранилищ от заиливания; подготовка сооружений к пропуску весенних и летне-осенних паводков;

- исправление знаков береговой обстановки и мелких повреждений на каналах и сооружениях;

- консервацию мелиоративных сооружений, гидромеханического и электротехнического оборудования на зимний период и расконсервацию их при подготовке к работе в летний период;

- проведение противопожарных и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Проведение мероприятий подлежит учету и документированию, согласно действующей нормативно-технической документации.

### **3.5.5 Производство ремонтов на элементах осушительных систем**

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств системы в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту системы.

Выполняют следующие виды ремонтов:

- текущий;

- капитальный;

- аварийный.

Ремонт элементов системы необходимо выполнять на основе мониторинга их технического состояния. Мероприятия по ремонту осуществляют с учетом ремонтной документации (по ГОСТ 2.602), а также требований к техническому состоянию элементов системы и правил безопасной эксплуатации, установленных в нормативно-технических документах.

При установлении сроков ремонтных работ необходимо учитывать местные условия, специфику каждого вида работ, а также условия работы отдельных сооружений.

Производство ремонтно-строительных работ на системе должно быть согласовано с заинтересованными организациями.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой и 15 % на закрытой осушительной сети.

При текущем ремонте выполняют работы: исправление повреждений в креплениях и одеждах каналов и сооружений; заделка трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях; восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозийного покрытия и окраски конструкций; ремонт дренажных устьев, колодцев и других мелких сооружений на закрытой сети; ремонт отдельных участков дорог, сооружений на них; мелкий ремонт жилых, производственных и складских строений и помещений, линий электропередач и связи; мелкий ремонт насосных станций, трубопроводов и дождевального оборудования и т. п.

Текущий ремонт необходимо проводить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Работы по текущему ремонту допускается вести на осушительной системе как в целом, так и по отдельным ее элементам.

Приемку и оценку выполненных работ по текущему ремонту проводят по каждому объекту отдельно. Ремонтные работы скрытых частей сооружений (засыпанных земель, затопленных водой) принимаются на основе документов промежуточного освидетельствования этих работ.

Необходимо предусматривать ведение учета и документирование проводимых работ.

Капитальный ремонт проводится на объектах с износом 20-50 %.

При капитальном ремонте выполняются: работы по восстановлению проектных размеров отрегулированных водоприемников, каналов, дамб и дорог; промывка закрытых дрен и коллекторов с необходимым ремонтом; капитальный ремонт гидротехнических сооружений; строительство дополнительных дрен, поглощающих колодцев, открытых каналов, гидротехнических сооружений, дорог, мостов, труб-переездов, необходимость в котором выявилась в процессе эксплуатации системы и т. п.

Капитальный ремонт может проводиться на всей осушительной системе с сооружениями или выборочно, когда ремонтируются элементы системы на части ее площади.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектно-сметной документацией, составленной по материалам инженерных изысканий.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается устройство дополнительных объектов и конструкций, направленных на повышение технического уровня и эксплуатационной надежности системы, улучшение мелиоративного состояния осушенных земель.

Стоимость указанных сооружений и дополнительных работ допускается в размере 20 % (единовременно) от первоначальной балансовой стоимости той части мелиоративного канала или сооружения на сети, работа которого улучшается в связи с устройством дополнительных сооружений.

Приемку работ по капитальному ремонту необходимо осуществлять в соответствии с действующим законодательством.

Все результаты проверок и обследований в процессе капитального ремонта должны быть документированы. Соответствующая документация должна храниться у эксплуатанта.

Повреждения элементов и системы в целом, вызванные последствиями стихийных явлений (паводков, ледяных заторов), нарушением правил эксплуатации или плохим качеством проекта и строительства, повлекшим за собой размыв бьефа сооружения, обход сооружения водой, разрушение сооружения вследствие фильтрации, перелив воды через гребень дамбы, размыв канала и др., необходимо устранять в первоочередном порядке.

Отдельные элементы системы должны постоянно иметь в доступных местах возобновляемый аварийный запас строительных материалов в объемах, устанавливаемых эксплуатантом, ее части или сооружения.

По окончании аварийных работ должен быть составлен акт согласно действующей нормативно-технической документации.

### **3.5.6 Организация управления системой**

Управление системой эксплуатантом должно обеспечить:

- заданные нормативно-технической (проектной) документацией показатели работы, безопасности, надежности, экономичности и экологичности системы;

- совершенствование организации и технологии производства работ по эксплуатации элементов и системы в целом;
- организацию технологической подготовки производства – обеспечение готовности средств и служб на запланированном уровне качества и в заданных объемах для целей эксплуатации;
- организацию материально-технического обеспечения – обеспечение оборудованием, средствами механизации, запасными частями, эксплуатационными материалами и другими материально-техническими ресурсами, номенклатура, объем поставок и показатели качества которых определены документацией по эксплуатации элементов системы;
- организацию метрологического обеспечения эксплуатации системы – обеспечение единства, точности и достоверности измерений параметров и показателей;
- организацию подготовки и обучения кадров – обеспечение предприятия необходимыми кадрами рабочих и инженерно-технических работников, повышение их квалификации и обучения;
- организацию информационного обеспечения системы – обеспечение документацией, характеризующей элементы системы (планы, продольные и поперечные профили, ведомости и схемы, эксплуатационная, ремонтная и др.); рабочие и должностные инструкции; своевременной и полной информацией о фактических показателях (параметрах) эксплуатации элементов системы, причинах имеющихся отклонений от установленного уровня и эффективности мероприятий по обеспечению заданного уровня;
- организацию правового обеспечения – организация функционирования системы управления эксплуатацией элементов системы в соответствии с законодательством Российской Федерации, включая договорные отношения с предприятиями (сельхозпроизводителями), поставщиками материально-технических ресурсов;
- организацию контроля за качеством функционирования системы, организацию внутренних проверок, анализа их результатов, контроля за исполнением рекомендаций по результатам проверок, ведение документированных процедур.

### **3.5.7 Агромелиоративные мероприятия**

Агромелиоративные мероприятия проводятся эксплуатантом на этапе поддержки осушительных систем, являются обязательным дополнением к мероприятиям при осушении земель и периодически возобновляются на осушенных землях сельскохозяйственного использования.

Агромелиоративные мероприятия проводятся на осушаемых сельскохозяйственных землях с неблагоприятным водным режимом, особенно с низкой водопроницаемостью, с целью отвода избыточной воды по поверхностному слою почвы, усиления внутрипочвенного стока и создания дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое, повышения биологической активности почвы и других, направленных на повышение продуктивности мелиорированных земель.

К агромелиоративным мероприятиям относятся работы по выравниванию и планировке поверхности, глубокому рыхлению, кротованию, узкозагонной вспашке, бороздovанию, профилированию, организации поверхностного стока, комплексу по обработке почвы и т. п.

Выбор агромелиоративных мероприятий зависит от почвенных условий, рельефа территории, водно-физических свойств пахотного и подпахотного горизонта почв и сельскохозяйственного назначения мелиорированных земель.

При выполнении агромелиоративных мероприятий должен быть организован учет и документирование проводимых работ.

### **3.5.8 Охрана труда**

При производстве всех видов работ по эксплуатации осушительной системы эксплуатант должен соблюдать правила техники безопасности и охраны труда в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

### **3.5.9 Охрана и противопожарная защита сооружений**

Для элементов осушительной системы, относящихся к I и II классу, необходимо предусмотреть мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности. Мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 22.1.12.

Эксплуатант должен обеспечить охрану элементов осушительной системы в целях недопущения: использования не по назначению

- переездов через каналы, защитные валы и дамбы в местах, не предназначенных для этих целей;
- выпаса скота на откосах и бермах каналов, отрегулированных водоприемников, защитных валов, дамб и других земляных сооружений;
- засорения, повреждения и разрушения русла водоприемников и каналов, защитных валов и других элементов системы;
- самовольного устройства на водоприемниках и каналах перегораживающих сооружений, сброса в них неочищенные сточных вод;
- добычи торфа в местах, не предусмотренных проектами осушительных систем, закладывания вблизи каналов и гидротехнических сооружений карьеров для разработки грунтов.

Эксплуатантом должны быть разработаны противопожарные мероприятия в соответствии с требованиями № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [56] и № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [57].

### **3.5.10 Экологическая безопасность при эксплуатации**

Эксплуатантом должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000 и проводиться с соблюдением требований земельного, водного, лесного законодательства Российской Федерации, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды, о недрах, о растительном мире и о животном мире (№ 4-ФЗ «О мелиорации земель» [53], № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [58], № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [59]).

## **3.6 Правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Главная задача эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений (ОР ГТС) – это рациональное управление работой сооружений в течение (жизненного цикла) нормативного срока работы ОР ГТС с целью выполнения ими функциональных требований и обеспечения нормального (исправного) технического состояния и нормального уровня безопасности при экономном использовании водных, земельных, трудовых, энергетических ресурсов и обязательном проведении мероприя-

тий, предотвращающих отрицательное воздействие работы сооружений на окружающую природную среду.

По функциональному назначению мелиоративные ОР ГТС подразделяются: на водоподпорные, водозаборные, водоводы, водопропускные, водосбросные, сопрягающие, регулирующие, защитные, специальные и относятся к основным и постоянным сооружениям.

При эксплуатации ОР ГТС должны выполняться следующие виды работ: технологическое обслуживание (включая технические осмотры, обследования, режимные наблюдения); техническое обслуживание и ремонт.

Технологическое обслуживание должно быть направлено на эффективное использование ОР ГТС по назначению (т. е. выполнение ОР ГТС функциональных требований), обуславливающих их пригодность удовлетворять потребности пользователя с максимальной эффективностью.

Технологическое обслуживание должно определяться назначением мелиоративных ОР ГТС. При технологическом обслуживании реализуются следующие задачи:

- использование ОР ГТС с целью предоставления услуг пользователям в режиме оптимизации и полного соответствия выполнения ими функциональных требований;
- эксплуатационный контроль работы ОР ГТС (обследование, технические осмотры, режимные наблюдения);
- руководство и управление технологическими (функциональными) процессами.

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) должны быть направлены на поддержание ОР ГТС в исправном состоянии, на производство текущих и капитальных ремонтов, обеспечивающих безотказное функционирование ОР ГТС в требуемом режиме с нормальным уровнем безопасности.

При проведении технического обслуживания и ремонта ОР ГТС должны решаться следующие задачи:

- проведение мероприятий по восстановлению (улучшению) их качественного технического состояния;
- проведение технического обслуживания элементов и ОР ГТС в целом;
- производство ремонтов элементов и сооружений в целом;
- руководство и управление системой ТОиР.

На стадии эксплуатации должно осуществляться управление технологическим и техническим обслуживанием.

Руководство и управление технологическими процессами осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование ОР ГТС должно обеспечиваться выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности службы эксплуатации ОР ГТС;
- управление документацией, относящейся к ОР ГТС;
- управление показателями надежности эксплуатации ОР ГТС;
- управление технологическими процессами, обеспечивающее ОР ГТС;
- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

Для эффективного функционирования и улучшения работ по эксплуатации ОР ГТС необходимо наличие требуемого количества следующих ресурсов: трудовых, инфраструктуры, материально-технических, соответствующей производственной среды, информации, поставщиков и партнеров, природных и финансовых ресурсов. Управле-



ние ресурсами осуществляется с помощью применения позиций ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Трудовые ресурсы, т. е. персонал, выполняющий работу, обеспечивающий функционирование ОР ГТС, должен быть полностью укомплектован, компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и практического опыта.

Инфраструктура, включающая вспомогательные и основные средства производства, должна быть направлена на эффективное функционирование ОР ГТС.

Материально-техническое обеспечение включает мероприятия по планированию, своевременному и комплексному обеспечению материально-техническими ресурсами ОР ГТС, необходимых для поддержания их в работоспособном состоянии.

Материально-техническое обеспечение должно осуществляться с учетом:

- выбора наиболее экономичной формы материалооборота;
- оптимизации запасов и снижения складских расходов;
- уровня изменения цен на материальные ресурсы и услуги посреднических организаций при выполнении ремонтных работ;
- обязательного контроля за движением и расходом материально-технических ресурсов.

Производственная среда должна обеспечивать рациональное и эффективное (безвредное и безопасное) выполнение трудовых процессов.

Ресурсная информация, к которой относятся национальные стандарты, своды правил, стандарты организаций, инструкции по эксплуатации, процедурная документация, эксплуатационные данные о техническом состоянии и уровне безопасности ОР ГТС, необходима для своевременного принятия технических и технологических решений, обеспечивать стимулирование нововведений и безотказную работу ОР ГТС с нормальным уровнем безопасности.

Эксплуатация ОР ГТС может осуществляться несколькими организациями, в связи с этим для повышения эффективности их работы по технологическому и техническому обслуживанию ОР ГТС, организациям необходимо установить взаимодействие с поставщиками и партнерами для облегчения обмена информацией и получения услуг на основании заключенных договоров.

При эксплуатации ОР ГТС необходимо учитывать наличие на объектах природных ресурсов (строительных материалов, водных ресурсов и т. д.), которые можно использовать при выполнении технологического и технического обслуживания с целью предотвращения и минимизации негативного воздействия природных и техногенных факторов.

При эксплуатации особое внимание должно уделяться управлению финансовыми ресурсами, которое включает планирование, рациональное и эффективное их использование и контроль за их движением.

### **3.6.1 Обеспечение выполнения отдельно расположенными гидротехническими сооружениями функциональных требований**

При технологическом обслуживании по видам услуг мелиоративные ОР ГТС в общем случае должны обеспечить требуемый гидравлический напор, допустимые потери воды на фильтрацию и испарение, выполнение заявок по водоподаче, требуемую пропускную способность, расчетное (проектное) сопряжение бьефов, защиту почв от водной эрозии, защиту территории от селей, затопления и оползневых явлений (обеспечение водоотвода открытой и дренажной системами), требуемую устойчивость и прочность (в т. ч. фильтрационную) в соответствии с проектными данными.

### 3.6.2 Организация эксплуатационного контроля

Эксплуатационный контроль должен осуществляться с целью получения информации о фактическом функциональном состоянии ОР ГТС. Для ОР ГТС эксплуатационный контроль производится по следующим показателям:

- действующему напору;
- пропускной способности;
- условиям сопряжения бьефов;
- коэффициенту полезного действия;
- параметрам сооружений (геометрические размеры, прочность, устойчивость);
- по параметрам надежности;
- режиму грунтовых вод.

Эксплуатационный контроль ОР ГТС должен включать:

- получение первичной информации о фактическом выполнении ими функциональных и технических требований;
- сравнение первичной информации с заранее установленными (проектными) требованиями, нормами, параметрами и получение вторичной информации о расхождении фактических данных с проектными.

Сбор первичной информации должен проводиться по данным натурных инструментальных наблюдений и должны включать:

- количественные показатели, определяющие функциональное назначение;
- количественные показатели контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение;
- количественные показатели контролируемых параметров эксплуатационных качеств (ПЭК);
- количественные показатели риска аварии, критериев диагностических показателей безопасности сооружения и его основания;
- количественные и качественные показатели технического состояния ОР ГТС;
- программу и состав обследований, инструментальных и визуальных наблюдений;
- технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры;
- спецификацию измерительных приборов и устройств (при их наличии);
- эксплуатационную документацию на контрольно-измерительную аппаратуру (КИА) (при их наличии);
- данные системы мониторинга состояния элементов ОР ГТС, природных и техногенных воздействий на них.

Количественные показатели первичной информации ОР ГТС повышенного и нормального уровня ответственности должны определяться по данным КИА, инструментальных обследований с помощью автоматизированной системы обработки данных.

Для ОР ГТС с нормальным уровнем ответственности при отсутствии КИА, количественные показатели контролируемых параметров определяются при проведении преддекларационных обследований, а в период эксплуатации, при отсутствии деструктивных процессов, по данным визуальных и инструментальных обследований методом экспертных оценок.

Для сооружений инженерной защиты (противоэрозионные, противоселевые, противопаводковые, противооползневые) дополнительно должны проводиться обследования и контроль состояния территории опасной зоны.

Первичная и вторичная информация должна заноситься в отчеты и использоваться как исходная для выработки соответствующих управленческих решений при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту.

### **3.6.3 Мероприятия по восстановлению (улучшению) качественного технического состояния отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Данные мероприятия производятся при снижении основных функциональных и технических показателей ОР ГТС и должны быть направлены на:

- снижение потерь на фильтрацию и испарение;
- повышение КПД;
- снижение уровня грунтовых вод;
- повышение параметров надежности работы сооружений;
- обеспечение нормального работоспособного состояния и нормального уровня безопасности ОР ГТС.

### **3.6.4 Техническое обслуживание отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Техническое обслуживание должно состоять из проведения мероприятий, обеспечивающих поддержание конструктивных элементов и сооружений в целом в работоспособном состоянии и ликвидацию выявленных незначительных дефектов, неисправностей ОР ГТС.

Техническое обслуживание должно также включать консервацию сооружений, гидромеханического и электротехнического оборудования на зимний период и расконсервацию их при подготовке к работе в вегетационный период.

Мероприятия по техническому обслуживанию ОР ГТС должны осуществляться с учетом эксплуатационной документации (по ГОСТ 2.601), а также требований по техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

### **3.6.5 Производство ремонтов конструктивных элементов и сооружений**

Поддержание и восстановление первоначальных параметров эксплуатационных качеств ОР ГТС, отдельных его конструктивных элементов и частей должно осуществляться проведением комплекса технических мероприятий по их ремонту. В соответствии с ГОСТ 18322 выполняются следующие виды ремонтов:

- текущий;
- капитальный;
- аварийный.

К текущему ремонту отдельно расположенных гидротехнических сооружений относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы по специальным графикам. Затраты на текущий ремонт не должны превышать 20 % от первоначальной балансовой стоимости ремонтируемого объекта.

К капитальному ремонту относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются ОР ГТС, конструктивные элементы и части, осуществляется замена их на более прочные и экономичные. Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % первоначальной балансовой (восстановительной) стоимости ремонтируемого объекта. При повышении 50 % балансовой стоимости объект подлежит реконструкции или восстановлению.

Повреждения аварийного характера должны устраняться в первоочередном порядке.

Собственники ОР ГТС должны постоянно иметь в доступных местах возобновляемый аварийный запас строительных материалов.

При проведении капитальных ремонтов обязательно предварительное составление проектно-сметной документации.

В соответствии с Федеральным законом «О мелиорации земель», финансирование ремонтно-эксплуатационных работ, включая расходы на проектно-изыскательские работы, должно осуществляться за счет средств федерального бюджета – для ОР ГТС федеральной собственности, за счет средств бюджета субъектов Российской Федерации и местных бюджетов – для ОР ГТС соответствующей собственности, за счет средств собственников – для ОР ГТС общего и индивидуального пользования [60].

Производство приемки ремонтных капитальных работ осуществляется в соответствии с действующим законодательством, а текущих ремонтов – комиссией, назначаемой собственником ОР ГТС.

### **3.6.6 Организация мониторинга отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Мониторинг должен проводиться с целью:

- постоянного контроля за показателями работы сооружений, техническим состоянием и безопасностью;
- регистрации всех случаев отказов в работе, их частоты, интенсивности и среднего значения времени между соседними отказами (наработки на отказ);
- проведения мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности;
- установления конкретного места, времени и причины, характеристики отказа и размера причиненных повреждений;
- установления времени на обнаружение повреждений и начала выполнения ремонтных работ и время их проведения;
- определения трудоемкости, затрат материалов, деталей и денежных средств на устранение повреждения.

Мониторинг должен предусматривать целенаправленные исследования эксплуатационной надежности (обеспечение безотказной работы, а также минимальных затрат времени и средств на техническую эксплуатацию сооружений) путем решения следующих задач:

- определения конструктивных элементов, надежность которых не удовлетворяет требованиям эксплуатации, и уровень надежности сооружения в целом;
- разработки нормативов периодичности и объема ремонтов, а также норм продолжительности проведения работ;
- определения показателей безотказности и ремонтпригодности гидротехнических сооружений.

Контроль безопасности ОР ГТС в период эксплуатации должен осуществляться путем комплексных инструментальных и визуальных натурных наблюдений за критериями диагностических показателей безопасности.

В течение всего периода эксплуатации ОР ГТС эксплуатирующая организация должна обеспечивать поддержание в исправном состоянии технические средства (КИА) контроля состояния сооружения. Вышедшая из работы КИА подлежит замене на новую.

Мониторинг безопасности и комплексные натурные наблюдения ОР ГТС должны проводиться персоналом необходимой квалификации, аттестованным на проведение данного вида работ. Для проведения указанных работ могут привлекаться специализированные организации.

Критерии диагностических показателей безопасности ОР ГТС должны быть установлены по следующим основным показателям безопасности: прочности (в том чис-

ле фильтрационная); устойчивости; пропускной способности водосбросного сооружения; превышения гребня сооружения над уровнем воды в водоеме с учетом волновых воздействий.

Критерии диагностических показателей безопасности каждого ОР ГТС должны быть установлены для двух уровней:

К 1 – первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, характеризующих переход сооружения от работоспособного состояния к частично работоспособному состоянию, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность, пропускная способность водосбросных сооружений еще соответствуют условиям нормальной эксплуатации;

К 2 – второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, характеризующий переход сооружения от частично работоспособного в неработоспособное (предаварийное) состояние, при превышении которых эксплуатация гидротехнического сооружения в проектных режимах недопустима.

На стадии эксплуатации ОР ГТС, по данным обследований должно проверяться соответствие фактических критериев диагностических показателей безопасности с критериями, установленными на стадии проектирования. В случае их несоответствия должны приниматься технические и технологические решения, обеспечивающие безопасность сооружений.

При эксплуатации гидротехнических сооружений должно быть соблюдено условие недопущения наступления предельных состояний на всех этапах эксплуатации, в том числе и в конце назначенного срока их службы.

Служба мониторинга должна обеспечивать информацией собственников ОР ГТС и контролирующие организации. От достоверности и достаточности информации зависит своевременность и правильность принимаемых эксплуатационных технических решений, и следовательно, обеспечение безопасности ОР ГТС.

Служба эксплуатации ОР ГТС может быть объектом мониторинга, должна быть укомплектована персоналом согласно штатному расписанию, с достаточным квалификационным уровнем, исполнительской дисциплиной и укомплектована в достаточном количестве машинами и механизмами.

### **3.6.7 Организация работы службы эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Началом эксплуатации (обслуживания) ОР ГТС является дата утверждения акта приемки их в эксплуатацию с передачей пользователям, организациям по эксплуатации ОР ГТС следующей технической документации:

- акты отвода земельных участков под сооружения (границы полосы отвода должны быть обозначены по местности указательными знаками);
- акты приемки скрытых работ, сооружений и их элементов, в том числе закладных контрольно-измерительных устройств;
- акты государственной и рабочей приемочных комиссий, генеральный план сооружения с нанесением границы полосы отвода под сооружение и зоны (территории защиты);
- утвержденная проектная документация со всеми последующими изменениями (с чертежами и пояснительной запиской);
- технические паспорта гидротехнических сооружений;
- исполнительные чертежи;
- документация по контрольно-измерительной аппаратуре (при ее наличии);
- журналы авторского надзора в период строительства;
- стандарты организаций «Правила эксплуатации ОР ГТС»;

- журналы осмотра и инструментальных наблюдений за сооружениями и их отдельными элементами;
- декларация безопасности и диагностические критерии безопасности гидротехнических сооружений, значения параметров риска аварии, принятые и утвержденные органами государственного надзора («Ростехнадзор»);
- количественные значения параметров эксплуатационных качеств;
- разрешение на эксплуатацию гидротехнических сооружений;
- свидетельство о государственной регистрации прав на недвижимое имущество (№ 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» ст. 22.1);
- кадастровый паспорт на земельный участок.

Эксплуатация ОР ГТС осуществляется на основании заключения с собственником договора на оказание услуг по эксплуатации ОР ГТС.

Структура и штаты эксплуатирующей организации определяются характером выполняемой ею работы, насыщенностью и сложностью сооружений.

Для эксплуатационного персонала, в зависимости от занимаемых должностей, должны быть разработаны должностные инструкции, утвержденные собственником ОР ГТС.

### **3.6.8 Обеспечение безопасности работы отдельно расположенных гидротехнических сооружений при эксплуатации**

Эксплуатация гидротехнического сооружения осуществляется собственником этого сооружения или эксплуатирующей организацией только при наличии разрешения на эксплуатацию гидротехнического сооружения, выданного органом, на который Постановлением Правительства Российской Федерации возложено осуществление государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений (Ростехнадзор).

Эксплуатация гидротехнического сооружения должна осуществляться в соответствии с правилами эксплуатации этого сооружения, утверждаемыми по согласованию с органом государственного надзора.

Собственник гидротехнического сооружения или эксплуатирующая организация несет ответственность за обеспечение безопасности гидротехнического сооружения вплоть до момента перехода прав собственности (или обязанностей эксплуатирующей организации) к другому физическому или юридическому лицу либо до полного завершения работ по ликвидации гидротехнического сооружения.

Гидротехнические сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от состояния должны подвергаться многофакторному обследованию с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности, но не реже чем 1 раз в 5 лет.

Уровни безопасности гидротехнических сооружений, по терминологии МПР и экологии, определяются качественной оценкой в зависимости от количественного значения риска аварии следующим образом: нормальный, пониженный, неудовлетворительный, критический (опасный).

### **3.6.9 Охрана отдельно расположенных гидротехнических сооружений**

Мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 22.1.12.

Собственник должен обеспечивать надзор за нормальной работой с охраной от повреждений ОР ГТС.

### **3.6.10 Охрана труда**

Ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации возлагается на собственника ОР ГТС. Применение системы управления охраной труда осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

### **3.6.11 Экологическая безопасность при эксплуатации ОР ГТС**

Управлением эксплуатации ОР ГТС должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам заложенных в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000.

Мероприятия могут включать следующие направления:

- контроль качества вод;
- экономное использование вод;
- охрана прилегающих территорий от затопления, подтопления и других вредных последствий для окружающей природной среды;
- охрана прибрежной зоны;
- охрана водных и околотоводных животных и растений.

## **3.7 Правила эксплуатации мелиоративных каналов и сооружений на сети**

Главной задачей мелиоративных каналов на стадии эксплуатации является: обеспечение бесперебойной подачи воды, согласно графикам водопользования, и своевременный отвод избыточных вод в водоприемник.

Главной задачей сооружений на сети на стадии эксплуатации является: регулирование объемов подачи или отвода воды, обеспечения требуемых режимов водораспределения и водоотведения защиты водоводов, внутрисистемных резервуаров от заиливания, размывов и других вредных воздействий, а также для предотвращения ущерба инфраструктуре и природной среде территорий, прилегающих к мелиоративным объектам.

К постоянным мелиоративным каналам относятся:

- магистральные (главные) каналы и их ветви, распределительные каналы различных порядков оросительных систем;
- магистральные, осушительно-собираательные, тальвеговые каналы, открытые коллекторы и собиратели осушительных систем.

К сооружениям на сети относятся:

- регулирующие сооружения (регуляторы перегораживающие, водовыпускные, устьевые; аварийные сбросы; вододелители и др.);
- сопрягающие сооружения (перепасы, быстротоки);
- дорожные сооружения (переезды трубчатые; пешеходные мостики);
- водопроводящие сооружения (дюкеры, акведуки, трубы);
- пересекающие канал сооружения (трубы-ливнепропуски и др.).

Эксплуатация мелиоративных каналов и сооружений на сети разделяется на этапы применения и поддержки.

На этапе применения обеспечивается реализация использования по функциональному назначению мелиоративных каналов и сооружений на сети.

На этапе применения мелиоративных каналов и сооружений на сети реализуются следующие процессы:

- организация водораспределения и водоотведения;

- эксплуатационный контроль технического состояния элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети;
- руководство и управление этапом применения.

На этапе поддержки осуществляется организация и материально-техническое снабжение эксплуатанта, мелиоративное и техническое обслуживание (уход), производство текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают непрерывное функционирование мелиоративных каналов и сооружений на сети и устойчивую реализацию всей совокупности их свойств.

На этапе поддержки мелиоративных каналов и сооружений на сети реализуются следующие процессы:

- техническое обслуживание и уход;
- ремонт (капитальный, текущий, аварийный);
- эксплуатация в экстремальных условиях;
- руководство и управление этапом поддержки.

На стадии эксплуатации осуществляется управление этапами применения и поддержки. Руководство и управление этапами применения и поддержки осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапами обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности эксплуатанта;
- управление документацией этапом применения;
- управление показателями эксплуатации мелиоративных каналов и сооружений на сети;
- управление технологическими процессами этапа применения;
- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

Для эффективного функционирования и улучшения этапов эксплуатации мелиоративных каналов и сооружений на сети необходимо наличие требуемого количества ресурсов. К ресурсам относятся человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные и финансовые ресурсы. Управление ресурсами осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Инфраструктура включает в себя следующие ресурсы: сооружения, производственные помещения, рабочее пространство, средства труда и оборудование, вспомогательные службы, информационные и коммуникационные технологии, а также транспортные средства. Инфраструктура включает в себя все основные средства производства.

Производственная среда есть совокупность факторов, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

К информации относятся национальные стандарты, своды правил, стандарты организации, инструкции по эксплуатации, процедурная документация, накапливаемые данные о состоянии мелиоративных каналов и сооружений на сети и т.п. Информация необходима для принятия обоснованных решений и стимулирования нововведений.

Эксплуатация мелиоративных каналов и сооружений на сети осуществляется эксплуатантом. С целью взаимного повышения результативности и эффективности процессов, создающих ценность, эксплуатанту следует установить взаимодействие с поставщиками и партнерами для поддержки и облегчения обмена информацией, а также получения от них услуг, которые не присутствуют в планах развития эксплуатанта.

Следует учитывать наличие природных ресурсов, которые могут влиять на деятельность эксплуатанта. На случай непредвиденных обстоятельств эксплуатант дол-



жен иметь планы действий по обеспечению природными ресурсами или их возобновлению с целью предотвращения или минимизации негативного воздействия на их деятельность.

Управление финансовыми ресурсами включает планирование, обеспечение наличия и контроль необходимых финансовых ресурсов для достижения целей эксплуатанта, а также предусматривает разработку прогрессивных финансовых методов для поддержки и поощрения улучшения их деятельности.

### **3.7.1 Техническая документация**

Эксплуатант мелиоративных каналов и сооружений на сети должен иметь в наличии следующую документацию:

- полный экземпляр утвержденной проектной документации, в том числе инженерные изыскания, (топографические, геологические, гидрогеологические, гидрологические);
- акты приемки в эксплуатацию;
- технические паспорта на сооружения и устройства, входящие в их состав;
- исполнительная документация, составленная в ходе выполнения строительно-монтажных работ (чертежи, схемы, акты на скрытые работы, журналы производства работ, журналы авторского надзора);
- исполнительные акты приемки работ по закладке реперов, марок, пьезометров с соответствующими материалами (исполнительными чертежами, паспортами пьезометров и др. в случае наличия);
- перечень недоделок, оставшихся при приемке сооружений в эксплуатацию, и акты по их устранению;
- акты о выполнении ремонтных работ;
- материалы предыдущих плановых или специальных обследований, технические отчеты об исследовании состояния сооружений и их элементов;
- правила и инструкции по эксплуатации мелиоративных каналов и сооружений на сети;
- планы противоаварийных мероприятий, мероприятий по пропуску паводков, подготовка сооружений к работе в зимних условиях и данные о реализации этих планов;
- графики водоподачи на текущий год;
- полевые журналы и ведомости произведенных в период эксплуатации наблюдений и исследований;
- декларации безопасности, при наличии мелиоративных каналов и сооружений на сети подлежащих декларированию;
- местные должностные инструкции и журналы с подписями лиц, ответственных за эксплуатацию мелиоративных каналов и сооружений на сети;
- инструкции и журнал инструктажа по технике безопасности для различных видов работ.

### **3.7.2 Организация водораспределения и водоотведения**

Распределение воды между водопользователями производится на основе лимитов, графиков водоподачи и договоров с водопользователями.

Мероприятия по распределению оросительной воды должны быть тесно увязаны с технологиями возделывания сельскохозяйственных культур на орошении, почвенно-климатическими условиями орошаемого участка и направлены на минимизацию количества коллекторно-дренажных и сбросных вод с оросительной сети и для обеспечения сельскохозяйственного водоснабжения.

Наполнение и опорожнение каналов и подпертых бьефов сооружений должно быть постепенным, с интервалом между отдельными ступенями перерегулирования не менее двух часов и величинами этих ступеней не более 10 % проектной пропускной способности для магистральных и распределительных каналов и 20 % для внутрихозяйственной сети.

Превышение дамб каналов и верха подпорных стенок сооружений над форсированным уровнем воды должно соответствовать величине, установленной проектом.

Пропуск форсированных расходов по крупным каналам пропускной способностью свыше  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ , а также по всем каналам в первый год их эксплуатации и в течение 2-3 месяцев после капитального ремонта не допускается.

При организации водоотведения эксплуатанту необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- своевременный отвод избыточных грунтовых и поверхностных вод с мелиорированных земель;
- безаварийный сброс воды к водоприемнику, каналам и сооружениям;
- откачку из польдеров весенних и летне-осенних паводков;
- осуществление планирования мероприятий по эксплуатации сбросной, проводящей и регулирующей осушительной сети и сооружений;
- проведение учета объемов воды, сбрасываемых проводящей осушительной сетью в водоприемники, и контроль за их качеством с последующим документированием данных и их анализом.

Одним из основных условий правильной эксплуатации мелиоративных каналов и сооружений на сети и рационального использования воды является надлежащая организация системы первичного учета и измерения объемов воды.

Мелиоративные каналы должны иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарифованных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой.

Выбор метода измерения параметров водного потока производится согласно проектному решению в зависимости от условий хозяйственной деятельности, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов. Выбор метода измерения параметров водного потока производится с применением ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

Документация по водораспределению и водоотведению должна быть определена и поддерживаться в рабочем состоянии для предоставления свидетельств соответствия требованиям и результативности функционирования мелиоративных каналов и сооружений на сети.

### **3.7.3 Эксплуатационный контроль**

Эксплуатационный контроль за мелиоративными каналами и сооружениями на сети необходимо осуществлять сразу же после приемки в эксплуатацию.

Для организации эксплуатационного контроля за мелиоративными каналами и сооружениями на сети необходимо получение информации о фактическом состоянии, о признаках и показателях свойств элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети, а также сопоставление их с заранее установленными проектом требованиями, нормами, показателями, для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым (ожидаемым) и установления первопричины существующих и потенциальных проблем и принятия корректирующих и предупреждающих действий.

На мелиоративных каналах и сооружениях на сети необходимо предусматривать:

- контроль технического состояния мелиоративных каналов и сооружений на сети;

- контроль за режимом уровней грунтовых вод, химическим составом и объемом поступающих и сбрасываемых вод;

- контроль за соблюдением правил пользования мелиоративными каналами и сооружениями на сети;

- контроль за соблюдением противопожарных мероприятий и техники безопасности при выполнении работ на мелиоративных каналах и сооружениях на сети.

Эксплуатационный контроль выполняется эксплуатантом в форме наблюдений, в том числе с применением испытательного оборудования и измерительных средств (инструментальный контроль).

Проведение последовательных визуальных и инструментальных наблюдений необходимо выполнять по заранее определенной программе, разрабатываемой эксплуатантом, с целью установления причин и характера происходящих изменений на отдельных участках мелиоративных каналов, по отдельным сооружениям или их конструкциям и принятия мер по их устранению.

Плановые наблюдения подразделяются на:

- общие, обследуются все мелиоративные каналы и сооружения на сети;

- частичные, обследуются отдельные участки мелиоративных каналов, отдельные сооружения на сети или только их узлы и конструкции.

В состав наблюдений за техническим состоянием мелиоративных каналов и сооружений на сети входят:

- обследование состояния мелиоративных каналов, с целью установления наличия размывов, подмывов, мест фильтрации, ее характера, кротовин (нор) и других нарушений;

- нивелирование мелиоративных каналов и сооружений на сети в начальный период эксплуатации с целью установления характера и величин заиления и просадок;

- наблюдения за степенью засорения мелиоративного канала сдуваемой с прилегающих полей сорной растительностью и другими предметами, степенью зарастания откосов, каналов, берм, гребня и откосов дамб растительностью;

- наблюдения за химическим составом воды при водоподаче и водоотведении, и уровнем грунтовых вод;

- определение мест и степени (путем инструментальной съемки) размывов и заиления каналов;

- установление мест, причин и характера нарушения облицовок канала, повреждения лотков;

- проверка состояния и надежности работы дренажа мелиоративных каналов на участках в насыпи, в полувыемке-полунасыпи и сооружений на сети, установление мест и причин нарушений;

- установление степени подготовленности мелиоративных каналов и сооружений на сети к эксплуатации в экстремальных условиях;

- проверка (инструментальная) пропускной способности каналов и состояния сооружений на сети;

- проверка состояния и наличия дефектов, неисправностей и разрушений на сооружениях на сети и установление причин, характера и степени опасности для сохранности их (наличие размывов и разрушений конструкций в нижнем бьефе, просадок (провалов) грунта за наружными подпорными стенками, работы дренажа, качества деформационных швов, уплотнений и др.);

- проверка состояния и опробование работоспособности всех видов оборудования гидротехнических сооружений (гидромеханического, электрического, автоматики, телемеханики и связи);

- проверка внешнего вида площадок в местах гидротехнических сооружений и их благоустройство.

Общие наблюдения на оросительных системах за мелиоративными каналами и сооружениями на сети необходимо проводить два раза в год: весной – до вегетационных поливов и осенью – по окончании их.

Общие наблюдения на осушительных системах за мелиоративными каналами и сооружениями на сети необходимо проводить в весенний период – один-два раза, в осенний период – в случае выпадения значительных ливневых осадков.

Наблюдения за сооружениями на сети, расположенные в зонах высоких горизонтов грунтовых вод, агрессивных вод, подверженных оползневым явлениям, проводятся не реже одного раза в месяц.

Гидромеханическое и грузоподъемное оборудование осматривается раз в квартал, если в процессе эксплуатации производится дополнительный осмотр.

Оценку технического состояния элементов сооружений на сети в части их безопасного использования необходимо производить ежедневно перед началом работ, а также периодически с применением средств диагностики, предусмотренных эксплуатационной документацией.

Результаты наблюдений записываются в журнал оперативного учета.

На все виды работ, проводимые в результате эксплуатационного контроля, составляются акты с приложениями описи ремонтных работ по каждому участку канала и по каждому сооружению на сети, с обоснованием ремонтных работ и сроков их выполнения.

### **3.7.4 Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание элементов сооружений на сети проводят на основе эксплуатационного контроля их технического состояния.

Мероприятия по техническому обслуживанию осуществляют с учетом эксплуатационной документации (по ГОСТ 2.601), а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

Элементами сооружений на сети, к которым применяется техническое обслуживание, относят орудия и предметы производственной и трудовой деятельности, т. е. длительно используемые средства производства, участвующие в производстве в течение многих циклов и имеющие длительные сроки амортизации (здания, сооружения на системе, гидромеханическое и электрическое оборудование гидротехнических сооружений, транспортные средства, оборудование, инструменты и т. п.).

Техническое обслуживание элементов сооружений на сети выполняется эксплуатантом на эксплуатационной базе или на местах их использования с помощью передвижных средств.

Выполненные работы по техническому обслуживанию подлежат учету и завершаются прогнозом технического состояния и остаточного ресурса элемента сооружения на сети с последующим документированием.

### **3.7.5 Технический уход**

Работы по уходу сочетаются с эксплуатационным контролем и заключаются в повседневном устранении возникающих повреждений мелиоративных каналов и сооружений на сети.

В состав мероприятий по уходу за каналами и сооружениями на сети входит:

- своевременное устранение всех неисправностей, нарушений, дефектов, деформаций и разрушений, не требующих капитальных строительных работ;

- замена быстроизнашивающихся деталей оборудования сооружений на сети;
- окашивание откосов каналов, дамб и берм;
- очистка каналов от мусора, сторонних предметов и сухой полевой растительности;
- антикоррозийное покрытие и окраска конструкций;
- благоустройство территорий, прилегающих к каналам и сооружениям;
- регулярное подновление внешнего вида сооружений;
- консервация сооружений на сети, гидромеханического и электротехнического оборудования на зимний период и расконсервация их при подготовке к работе в летний период;
- проведение противопожарных и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Проведение мероприятий подлежит учету и документированию согласно действующей нормативно-технической документации.

### **3.7.6 Ремонт мелиоративных каналов и сооружений на сети**

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств мелиоративных каналов и сооружений на сети в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту.

На мелиоративных каналах и сооружениях на сети выполняют ремонты следующих видов:

- текущий;
- капитальный;
- аварийный.

Ремонт элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети необходимо выполнять на основе эксплуатационного контроля их технического состояния. Мероприятия по ремонту осуществляют с учетом ремонтной документации (по ГОСТ 2.602), а также требований к техническому состоянию элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети и правил безопасной эксплуатации, установленных в нормативно-технических документах.

При установлении сроков ремонтных работ необходимо учитывать местные условия, специфику каждого вида работ, а также условия работы отдельных сооружений.

Производство сложных ремонтно-строительных работ на системе должно быть согласовано с заинтересованными организациями.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта.

При текущем ремонте выполняют работы: исправление повреждений в креплениях и одеждах каналов и сооружений; заделка трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях; проведение мероприятий по сокращению потерь воды на фильтрацию (уплотнение грунта, кольматация, глинистая облицовка ложа, битумизация грунта, инъекция растворов и др.); перемещение и разравнивание кавальеров; ремонт креплений; удаление топляков и перемычек; перекладка в нормальное положение сдвинутых плит облицовок сборной конструкции и т. п.

Текущий ремонт необходимо проводить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Работы по текущему ремонту допускается вести на мелиоративных каналах и сооружениях на сети как в целом, так и по отдельным элементам.

Приемку и оценку выполненных работ по текущему ремонту проводят по каж-

дому объекту отдельно. Ремонтные работы скрытых частей сооружений (засыпанных земель, затопленных водой) принимаются на основе документов промежуточного освидетельствования этих работ.

Необходимо предусматривать ведение учета и документирование проводимых работ.

Капитальный ремонт проводится на объектах с износом 20-50 %.

При капитальном ремонте выполняются: работы по восстановлению проектных размеров каналов и сооружений на сети; капитальный ремонт сооружений на сети; строительство дополнительных открытых каналов и сооружений на сети, необходимость в котором выявилась в процессе эксплуатации системы; проведение мероприятий по борьбе с фильтрацией – облицовка канала бетонными плитами, монолитным бетоном или устройство противофильтрационного покрытия из других материалов; выравнивание просевших лотковых каналов и т. п.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектно-сметной документацией, составленной по материалам инженерных изысканий.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается устройство дополнительных объектов и конструкций на основании вновь утвержденной проектной документации в соответствии с действующим законодательством, обеспечивающих на повышение технического уровня и эксплуатационной надежности мелиоративных каналов и сооружений на сети.

Стоимость указанных сооружений и дополнительных работ допускается в размере 20 % (единовременно) от первоначальной балансовой стоимости той части мелиоративного канала или сооружения на сети, работа которого улучшается в связи с устройством дополнительных сооружений.

Все результаты проверок и обследований в процессе капитального ремонта должны быть документированы. Соответствующая документация должна храниться у эксплуатанта.

Приемку работ по капитальному ремонту необходимо осуществлять в соответствии с действующим законодательством.

Повреждения элементов и мелиоративных каналов и сооружений на сети в целом, вызванные последствиями стихийных явлений (паводков, ледяных заторов), нарушением правил эксплуатации или плохим качеством проекта и строительства, повлекшим за собой размыв бьефа сооружения, обход сооружения водой, разрушение сооружения вследствие фильтрации, перелив воды через гребень дамбы, размыв канала и др., необходимо устранять в первоочередном порядке.

Отдельные элементы мелиоративных каналов и сооружений на сети должны постоянно иметь в доступных местах возобновляемый аварийный запас строительных материалов в необходимых объемах.

По окончании аварийных работ должен быть составлен акт согласно действующей нормативно-технической документации.

### **3.7.7 Эксплуатация при пропуске паводковых расходов и плавника**

В порядке подготовки к пропуску паводка должны быть проведены:

- опробование затворов и подъемных механизмов на предмет оперативного маневрирования;
- восполнение аварийного запаса материалов, запасных деталей и узлов оборудования;
- завершение ремонта сооружений и оборудования;

- обследования сооружений гидроузла, подводящего русла и нижнего бьефа и защита гидроузла от плавающего мусора;

- в весенний период должны быть восстановлены водомерные посты и предупредительные знаки.

- организация и инструктаж аварийных бригад, установление графиков и мест их дежурства, оснащение инструментами, средствами транспорта и связи.

При пропуске весеннего паводка основное внимание необходимо уделять возможному возникновению заторов и зажоров льда, принимать оперативные меры по их предупреждению, организовать мероприятия по чернению и продольным разрезам льда, дробление льда мелкими взрывами на участках каналов, подверженных заторо- образованию при ледоходе.

При пропуске летних паводков, формируемых таянием ледников и снега в верховьях реки, обильными ливнями или сочетанием того или другого, эксплуатант должен особое внимание уделять маневренности гидромеханического оборудования, ответственности потребного времени на открытие затворов скорости нарастания паводка.

### **3.7.8 Эксплуатация в зимних условиях**

Эксплуатация мелиоративных каналов и сооружений на сети в зимний период может проводиться с целью:

- проведения плановых промывных, влагозарядковых и других видов поливов;
- обеспечения работы гидроэлектростанций, тепловых электростанций и других гидросиловых установок, водоснабжения, использующих воду мелиоративных каналов.

Работа в зимнее время должна производиться по заранее составленному плану мероприятий, в котором предусматриваются все необходимые организационно-технические меры, обеспечивающие безаварийный пропуск воды на весь зимний период, в том числе:

- усиленный контроль над работой мелиоративных каналов и сооружений на сети;
- защита от затопления прилегающих территорий;
- борьба с образованием опасных заторов у подпорных сооружений и на каналах;
- заблаговременная очистка русел каналов от различных предметов, мусора, сухой полевой растительности, препятствующих свободному проходу шуги и льда;
- проведение основных объемов работ по текущему и капитальному ремонту сооружений на сети;
- пропуск шуги через сооружения или отвод ее через шугосбросы посредством шуготаски или затони;
- обогрев затворов, если они имеются, проведение других мероприятий, исключаящих обмерзание и примерзание их к пазовым конструкциям;
- сколка льда у сооружений, креплений и одежд каналов;
- снятие решеток перед регуляторами, дюкерами, отстойниками, напорными трубопроводами и др.;

- устройство приспособлений на гидротехнических сооружениях для пропуска шуги, если таковые не предусмотрены проектом или не обеспечивают ее пропуск.

Не допускается в зимнее время резких колебаний расходов и горизонтов воды в каналах, во избежание усиленного обмерзания берегов каналов и стен гидротехнических сооружений.

Маневрирование затворами в зимнее время не работающих сооружений должно осуществляться с учетом следующих требований:

- в работоспособном состоянии задействуется минимальное количество затворов, обеспечивающих пропуск максимального зимнего расхода, которыми ведется регулирование пропуска воды;

- при отсутствии водозабора из магистрального или распределительного канала затворы сооружения-регулятора поднимаются навзмет на весь период и стопорятся в таком положении;

- при отсутствии обогрева затворов и пазов от примерзания и обмерзания производят прокручивание (продергивание) затворов через 15-30 минут в зависимости от температуры воздуха или используют специальные незамерзающие смазки и т. д.

Эффективной мерой борьбы с образованием шуги является создание на мелиоративных каналах устойчивого ледяного покрова при более высоких постоянных рабочих уровнях воды, не приводящих к другим отрицательным последствиям: обрушению откосов, выходу воды из каналов при заторах льда.

Ликвидация зажоров и заторов на мелиоративных каналах перед перегораживающими сооружениями и другими сооружениями может осуществляться взрывами при соблюдении правила взрывных работ согласно ПБ 13-407-01 [27].

На всех опасных участках во время прохождения льда или шуги должно быть организовано дежурство работников эксплуатанта и обеспечено освещение в ночное время.

### **3.7.9 Эксплуатация в аварийных ситуациях**

Действия персонала эксплуатанта должны быть направлены на устранение возможных причин, создающих угрозу аварий, а в случае невозможности их устранения – на выполнение мероприятий по уменьшению ущерба от аварии.

Причинами возникновения аварийных ситуаций могут быть:

- прохождение высокого паводка с расходами, превышающими расчетную пропускную способность мелиоративных каналов и водопропускных сооружений;

- катастрофические атмосферные осадки (ливень, снегопад), ледовые и шуговые явления;

- ухудшение неблагоприятного фильтрационного режима в основаниях и примыканиях гидротехнических сооружений;

- снижение прочности и устойчивости гидротехнических сооружений и отдельных их элементов;

- недостаточная пропускная способность каналов и сооружений на сети в результате недостатков допущенных при проектировании и строительстве, а также неудовлетворительной эксплуатации;

- отказы в работе гидромеханического оборудования.

В местной производственной инструкции эксплуатанта должен быть изложен план действий эксплуатационного персонала при возникновении на мелиоративных каналах и сооружениях на сети аварийных ситуаций.

Планом действий при аварийной ситуации должны быть определены:

- меры по оповещению персонала и местного населения об угрозе возникновения аварийной ситуации, основные и резервные средства связи;

- вероятные сценарии аварийных повреждений и под них разработаны планы мероприятий;

- проектная документация по возможному предотвращению и ликвидации наиболее вероятных аварийных разрушений гидротехнических сооружений;

- места размещения и объемы аварийных материалов и инструментов;



- привлекаемые транспортные средства и основные маршруты их передвижения.

Немедленному устранению подлежат нарушения и процессы в работе гидротехнических сооружений и механического оборудования, представляющие опасность для людей и создающие угрозу устойчивости и работоспособности основных гидротехнических сооружений и технического оборудования:

- резкое усиление фильтрационных процессов и суффозионных явлений с образованием просадочных зон и оползневых участков;

- неравномерная осадка гидротехнических сооружений и их оснований, превышающая предельно допустимые значения и создающая угрозу их устойчивости;

- забивка (заносы, завалы, и т. п.) водопропускных и водосбросных сооружений, что может привести к переливу воды через гребень земляных сооружений с последующим разрушением их;

- выход из строя основных затворов или их подъемных механизмов, водосбросных и водопропускных устройств.

При угрозе возникновения катастрофических ситуаций необходимо организовать усиленный контроль за состоянием возможных зон повышенной опасности, а также иметь информацию от соответствующих государственных органов об угрозе возникновения стихийных явлений.

Для гидротехнических сооружений, подлежащих декларированию безопасности, мероприятия по действию персонала в аварийных ситуациях должны быть разработаны эксплуатантом и согласованы с органами местного управления и подразделениями МЧС РФ.

### **3.7.10 Эксплуатация (временная) на просадочных грунтах**

Временная эксплуатация предусматривается при устройстве мелиоративных каналов и сооружений на сети на просадочных грунтах, и начинается с момента сельскохозяйственного использования всех или части мелиорируемых земель, обслуживаемых данными сооружениями.

Необходимость временной эксплуатации определяется эксплуатантом в техническом порядке.

Во временную техническую эксплуатацию могут передаваться все каналы, сооружения и другие объекты, образующие самостоятельно функционирующий комплекс.

Продолжительность временной эксплуатации в зависимости от степени просадочности грунтов:

- для слабопросадочных грунтов 1 год;
- для среднепросадочных грунтов 2 года;
- для сильнопросадочных грунтов 3 года.

Продолжительность временной эксплуатации может быть увеличена, если целесообразность ее будет обоснована в проекте.

Функции эксплуатанта при временной эксплуатации должны учитывать специфические условия работы на просадочных грунтах, такие как:

- организация круглосуточных наблюдений с целью предупреждения повреждений или прорывов каналов на трассе и в местах сооружений, а также аварий последних;

- выявление и немедленная ликвидация опасных зон фильтрации, возможных прорывов, провалов и других разрушений каналов и сооружений на сети;

- организация круглосуточных дежурств строительных машин, механизмов и транспортных средств, а также обеспечения необходимого аварийного запаса строительных материалов.

### **3.7.11 Охрана труда обслуживающего персонала**

На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

### **3.7.12 Охрана и противопожарная защита сооружений**

Для мелиоративных каналов и сооружений на сети, относящихся к I и II классу, необходимо предусмотреть мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности. Мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 22.1.12.

Эксплуатант должен обеспечивать надзор за нормальной работой мелиоративных каналов и сооружений на сети с охраной его элементов от повреждений и с соблюдением требований пожарной безопасности.

Эксплуатацию элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети необходимо осуществлять в соответствии с действующими нормативными документами и обеспечить:

- содержание строительных конструкций в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них;
- недопущение изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта;
- недопущение применения конструкций и материалов, не отвечающих требованиям действующих норм, при проведении ремонтных работ.

### **3.7.13 Экологическая безопасность при эксплуатации**

Эксплуатантом должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000 и проводиться с соблюдением требований земельного, водного, лесного законодательства Российской Федерации, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды, о недрах, о растительном мире и о животном мире.

Мероприятия могут включать следующие направления:

- соблюдение водного баланса;
- экономное использование вод;
- охрана прилегающих территорий от затопления, подтопления и других вредных последствий для окружающей природной среды;
- охрана водных объектов;
- охрана водных и околотоводных животных и растений.

## **3.8 Правила эксплуатации головных (водозаборных) сооружений**

Главной задачей головных (водозаборных) сооружений на стадии эксплуатации является: обеспечение бесперебойного забора и подачи воды согласно графику; обеспечение нормального уровня воды для бесперебойной работы последующих гидротехнических сооружений; обеспечение заданной степени очистки воды от наносов; безаварийный пропуск паводка, шуги и плавника. Эксплуатация сооружений производит-

ся с учетом экономного использования водных, трудовых и энергетических ресурсов и обязательным проведением мероприятий, предотвращающих отрицательное воздействие сооружений на окружающую природную среду.

В состав элементов головных (водозаборных) сооружений могут входить:

- прилегающая к водозаборному сооружению часть водного объекта в проектных границах земельного отчуждения;
- гидротехнические сооружения, обеспечивающие транзитный пропуск воды по водотоку;
- гидротехнические сооружения защиты прилегающих территорий;
- гидротехнические сооружения, регулирующие поступление воды в оросительную систему;
- сооружения и устройства, обеспечивающие требуемое качество воды (промывные и наносоперехватывающие галереи, отстойники, песколовки, запаны, пороги, сорозадерживающие, ледозащитные, шугоотбойные и другие устройства);
- часть магистрального канала;
- сооружения и устройства рыбозащиты.

В зависимости от конструкции, головного (водозаборного) сооружения, состав элементов может уточняться.

Стадия эксплуатации головных (водозаборных) сооружений разделяется на этапы применения и поддержки.

Этап применения осуществляется для того, чтобы использовать головные (водозаборные) сооружения по их функциональному назначению в заданных условиях и гарантировать продолжительную результативность предпринимаемых действий.

На этапе применения головных (водозаборных) сооружений решаются следующие задачи:

- забор воды из водного объекта;
- эксплуатационный контроль технического состояния элементов головных (водозаборных) сооружений;
- руководство и управление системой применения.

Этап поддержки заключается в материально-техническом обеспечении, технического обслуживания (ухода), производстве текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают непрерывное функционирование головных (водозаборных) сооружений.

На этапе поддержки головных (водозаборных) сооружений решаются следующие задачи:

- материально-техническое обеспечение эксплуатации;
- обеспечение эксплуатационных режимов вне оросительного сезона и в аварийной ситуации;
- проведение технического обслуживания (ухода);
- производство ремонтов;
- руководство и управление системой поддержки.

На стадии эксплуатации осуществляется управление этапами применения и поддержки. Руководство и управление этапами применения и поддержки осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапов обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности участников эксплуатации головных (водозаборных) сооружений;
- управление документацией этапа применения;
- управление показателями эксплуатации головных (водозаборных) сооружений;
- управление технологическими процессами этапа применения;

- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

Для эффективного функционирования и улучшения системы эксплуатации головных (водозаборных) сооружений необходимо наличие требуемого количества ресурсов. К ресурсам относятся человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные и финансовые ресурсы. Управление ресурсами осуществляется с применением позиций ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Человеческие ресурсы, т. е. персонал, выполняющий работу, влияющую на осуществление стратегических целей применения и поддержки головных (водозаборных) сооружений, должен быть компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и опыта.

Инфраструктура включает в себя такие ресурсы, как сооружения, производственные помещения, рабочее пространство, средства труда и оборудование, вспомогательные службы, информационные и коммуникационные технологии, а также транспортные средства. Инфраструктура включает в себя все основные средства производства.

Производственная среда есть совокупность факторов, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

К информации относятся национальные стандарты, своды правил, стандарты организации, инструкции по эксплуатации, процедурная документация, накапливаемые данные о состоянии и работоспособности сооружений и т. п. Информация необходима при принятии решений, основанных на фактах и стимулировании нововведений.

Эксплуатация головных (водозаборных) сооружений осуществляется эксплуатантом. С целью взаимного повышения результативности и эффективности процессов, создающих ценность, эксплуатанту следует установить взаимодействие с поставщиками и партнерами для поддержки и облегчения обмена информацией, а также получения от них услуг, которые не присутствуют в его планах развития.

Следует учитывать наличие природных ресурсов, которые могут влиять на деятельность участников эксплуатации головных (водозаборных) сооружений. На случай непредвиденных обстоятельств эксплуатанты должны иметь планы действий по обеспечению природными ресурсами или их возобновлению с целью предотвращения или минимизации негативного воздействия на их деятельность.

Управление финансовыми ресурсами включает планирование, обеспечение наличия и контроль необходимых финансовых ресурсов для достижения целей участников эксплуатации головных (водозаборных) сооружений, а также предусматривает разработку прогрессивных финансовых методов для поддержки и поощрения улучшения их деятельности.

### **3.8.1 Техническая документация**

Эксплуатант головных (водозаборных) сооружений должен иметь в наличии следующую документацию:

- полный экземпляр утвержденной проектной документации на сооружения и устройства, входящие в состав водозабора (в том числе инженерные изыскания – топографические, геологические, гидрогеологические, гидрологические);
- акты приемки в эксплуатацию головного (водозаборного) сооружения и его элементов;
- технические паспорта на сооружения и устройства, входящие в состав головного (водозаборного) сооружения;
- исполнительная документация, составленная в ходе выполнения строительно-

монтажных работ по возведению сооружения (чертежи, схемы, акты на скрытые работы, журналы производства работ, журналы авторского надзора);

- исполнительные акты приемки работ по закладке реперов, марок, пьезометров с соответствующими материалами (исполнительными чертежами, паспортами пьезометров и др. в случае наличия);

- перечень недоделок, оставшихся при приемке сооружений в эксплуатацию, и акты по их устранению;

- акты о выполнении ремонтных работ;

- материалы предыдущих плановых или специальных обследований, технические отчеты об исследовании состояния сооружений и их элементов;

- правила и местные инструкции по эксплуатации головного (водозаборного) сооружения;

- планы противоаварийных мероприятий, мероприятий по пропуску паводков, подготовка головного сооружения к работе в зимних условиях и данные о реализации этих планов;

- графики пропускной способности водопропускных отверстий и графики связи расходов водного объекта с уровнями воды в нижнем бьефе узла;

- схемы маневрирования затворами водопропускных сооружений водозабора в зависимости от расходов воды в реке и необходимости водоподачи;

- графики водоподачи на текущий год;

- фактический гидрограф реки за прошедший период;

- полевые журналы и ведомости произведенных в период эксплуатации наблюдений и исследований;

- местные должностные инструкции и журналы с подписями лиц, ответственных за эксплуатацию головного сооружения;

- инструкции и журнал инструктажа по технике безопасности для различных видов работ.

Режимы эксплуатации конкретных типов водозаборов должны быть разработаны в соответствующих стандартах организаций, учитывающих привязку к конкретным условиям эксплуатации и типу водозабора.

### **3.8.2 Забор воды из водного объекта**

Забор воды из водного объекта обеспечивается выполнением основных видов работ, к которым относятся:

- определение объемов изъятия воды;

- регулирование расходов;

- учет воды;

- защита водоприемника от влекомых наносов;

- защита водоприемника от сора и плавающих тел;

- защита рыбных ресурсов от попадания в водоприемник.

Объем изъятия (забора воды) из водного объекта определяется на основании утвержденных лимитов и графиков водопотребления отдельных водопользователей с учетом потерь в магистральной и распределительной сети до водовыдела оросительной сети.

Схемы маневрирования затворами устанавливают на основании сопоставления режима жидкого и твердого стока реки, русловых переформирований и графика водозабора.

Схемы маневрирования затворами при прохождении по реке и через сооружения различных расходов воды должны составляться для каждого головного сооружения индивидуально с учетом компоновочных и конструктивных особенностей при со-

блюдении следующих общих принципов и данных о влиянии наносов на работу водопропускных отверстий.

Головное сооружение должно иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарифованных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой.

Организация учета воды складывается из следующих позиций:

- систематическое наблюдение за расходами, уровнями и другими характеристиками водного потока в пунктах водозабора;
- составление гидрометрических таблиц, графиков и т. п. для контроля за режимом работы водозабора;
- осуществление эксплуатации, ремонта, тарифовки и поверки гидрометрических постов, сооружений, оборудования и приборов.

На головном сооружении устраиваются следующие группы гидрометрических постов по функциональному назначению:

- опорные посты – для определения основных параметров гидрологического режима водного объекта в месте изъятия воды в оросительную систему (устанавливаются в случае отсутствия аналогичных постов органов управления использованием и охраной водного фонда или органов управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды);
- головные посты – для учета объема водозабора из водного объекта в оросительную систему.

Выбор метода измерения параметров водного потока производится в зависимости от условий хозяйственной деятельности, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов. Выбор метода измерения параметров водного потока производится с применением ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

Промывки от наносов, подводящего русла необходимо проводить в начале подъема и конце спада паводка. Периодические промывки верхнего бьефа следует проводить по мере приближения бара наносов к водоприемному фронту.

Наносы, отложившиеся в русловом наносохранилище, подлежат механической разработке в период межени для резервирования последующего объема осадения.

Для недопущения отложения влекомых наносов в зоне затворов целесообразно производить периодические промывки наносов в нижний бьеф.

В процессе промывок необходимо ограничивать сбойность течений в зоне откосов дамб подводящего русла и не допускать скоростей потока, могущих вызвать размыв облицовок, путем соответствующего маневрирования затворами.

Защиту от сора и плавающих тел производят посредством диафрагм (забрала, плавучие запани) и сороудерживающих решеток.

Диафрагмы очищают при толщине слоя не более 50 см. При этом крупные плавающие тела (стволы деревьев, бревна, карчи), которые могут повредить нижележащие сооружения, извлекают из воды.

Для условия удобства очистки решеток не рекомендуется создавать на сороудерживающих решетках перепад более 25 см.

### **3.8.3 Эксплуатационный контроль технического состояния элементов головных (водозаборных) сооружений**

Эксплуатационный контроль технического состояния элементов головных (водозаборных) сооружений включает:

- получение первичной информации о фактическом состоянии, признаках и показателях свойств элементов головного сооружения;

- сопоставление первичной информации с заранее установленными требованиями, нормами, параметрами. Информация о расхождении фактических и требуемых данных является вторичной.

Сбор первичной информации производится в соответствии с проектом натурных наблюдений, который формируется исходя из конкретных условий и может включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействия на сооружения;
- перечень контролируемых и диагностических показателей состояния сооружения и его основания;
- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;
- технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры, спецификацию измерительных приборов и устройств;
- эксплуатационную документацию на контрольно-измерительную аппаратуру;
- структурную схему и технические решения системы мониторинга состояния элементов головных (водозаборных) сооружений, природных и техногенных воздействий на них;
- инструктивные и методические рекомендации по проведению натурных наблюдений за работой и состоянием элементов головных (водозаборных) сооружений.

Первичная информация производится посредством проведения натурных наблюдений.

Эксплуатант производит систематические наблюдения за:

- уровнями воды верхнего и нижнего бьефов всех сооружений;
- положением затворов и пропуском расходов через сооружения;
- размывом дна и берегов в верхнем и нижнем бьефах;
- отложением наносов в подводящем и отводящем руслах, головных участках каналов и отстойниках;
- воздействием потока на сооружения (разрушением креплений, истиранием поверхности сооружений, выщелачиванием бетона и т. д.);
- осадками сооружений водозабора и всеми видами других деформаций;
- фильтрацией через сооружения и в обход их;
- пропуском паводковых расходов, наносов, шуги и др.;
- всеми видами ранее замеченных начинающихся деформаций и участков возможного возникновения аварий;
- состоянием телефонной и диспетчерской связи, электрохозяйством, складами, служебными помещениями и подъездными путями.

Подробные осмотры производятся в весенний и осенний периоды. В весенний период до и после прохождения паводка. В осенний период после завершения подачи оросительной воды потребителям.

Натурные наблюдения подразделяются на визуальные и инструментальные.

Визуальные наблюдения проводят на сооружениях всех классов капитальности. Они проводятся с целью определения состава последующих инструментальных измерений и исследований.

Инструментальные наблюдения и исследования направлены на уточнение визуальных наблюдений за:

- режимом водотока в створах гидростов, размещенных на устойчивых участках русел в верхнем и нижнем бьефах вне зоны кривых подпора или спада;
- переформированием бьефов и наносным режимом головного сооружения;
- процессами размыва и заиления, истирания, вибрации и др.;
- деформацией сооружений и их элементов;
- прочностью материалов;
- истираемостью облицовки;

- фильтрацией и суффозией грунта.

Инструментальные наблюдения и исследования проводят при помощи установленного измерительного оборудования: контрольных реперов, знаков-указателей, щелемеров, марок, отвесов, клинометров, мерных водосливов, пьезометров, а также с использованием переносной аппаратуры и инструментов (нивелиров, теодолитов, штангенциркулей и т. п.).

Эксплуатация контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) должна проводиться с учетом следующих позиций:

- эксплуатация КИА производится в соответствии с инструкциями завода-изготовителя;
- за эксплуатацией и безопасностью обслуживания КИА следит специально назначенный работник;
- для КИА должно быть определено место и соблюдаться условия хранения;
- вся КИА должна иметь действующие поверительные пломбы или свидетельства о государственной поверке;
- за КИА устанавливается постоянный надзор, гарантирующий их безопасную и правильную работу и правильное применение в соответствии с государственными стандартами и другой документацией в области стандартизации;
- ремонт и профилактические испытания КИА осуществляются по графику, утвержденному техническим руководством организации в установленном порядке.

Первичная и вторичная информация заносится в отчеты (журналы) и далее используется как исходная на этапе поддержки для выработки соответствующих управленческих воздействий на элементы головного сооружения.

### **3.8.4 Материально-техническое обеспечение эксплуатации головных (водозаборных) сооружений**

Материально-техническое обеспечение включает в себя обеспечение оборотными средствами производства (сырье, материалы, энергия, малоценный инвентарь и т. п.).

Для проведения срочных аварийно-ремонтных работ должен иметься аварийный запас материалов, инструментов и подъемно-транспортных средств.

Материалами из аварийного запаса следует пользоваться строго по назначению. Израсходованные запасы материалов или пришедшие в негодность из-за длительного хранения должны возобновляться.

Эксплуатантом должен быть определен перечень, объем и место хранения аварийного запаса материалов и инструмента.

### **3.8.5 Обеспечение эксплуатационных режимов вне оросительного сезона и в аварийной ситуации**

К основным видам работ на головных (водозаборных) сооружениях вне оросительного периода, относятся:

- зимняя эксплуатация;
- пропуск паводка.

Для условий зимней эксплуатации головного сооружения, при отсутствии забора воды, эксплуатантом должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие:

- устойчивую работу и маневрирование затворов и головных регуляторов;
- защиту запаней и прочих плавучих временных сооружений в период ледостава;
- препятствование зажоров и заторов, в период формирования шуги и льда, на подводящем естественном и зарегулированном участках русла;



- пропуск льда через водосброс, подводящее и отводящее русло;
- восстановление элементов головного сооружения в случае возникновения аварийных ситуаций.

При наличии водозабора в зимний период, эксплуатантом должны быть дополнительно разработаны мероприятия, обеспечивающие:

- забор воды в необходимых объемах;
- бесшумовый забор воды.

На период ледохода устанавливается ответственное лицо и организуется круглосуточное дежурство работников эксплуатационного штата.

В случае возникновения напряженного положения, эксплуатант должен использовать все каналы оповещения для оказания помощи. Порядок действий устанавливается предварительно.

За месяц до наступления систематического (не внезапного) паводка, эксплуатантом должна быть организована паводковая комиссия.

На основании прогнозов Гидрометслужбы о сроках, характере и величине предстоящего паводка комиссия разрабатывает мероприятия по его пропуску через головное сооружение.

При подготовке к паводку комиссия должна провести:

- освидетельствование сооружений водозабора, креплений нижнего бьефа и подводящего русла;
- опробование затворов и подъемных механизмов;
- мероприятия по завершению капитального и текущего ремонтов сооружений и устройств;
- согласование пропуска паводка выше и ниже расположенными по реке эксплуатантами гидротехнических сооружений и другими заинтересованными организациями;
- подготовку аварийного запаса материалов, инструментов, механизмов и транспортных средств;
- на время прохождения паводка разработку взаимодействий аварийных бригад и составить расписание их дежурств;
- ремонт дорог и подъезда к складам строительных материалов, проездов вдоль дамб подводящего и отводящего русел и головных участков каналов;
- освобождение водопроводящих сооружений от временных сооружений и конструкций, необходимость которых обуславливалась зимним режимом, ремонтными работами и т. п.

Начинать пропуск паводка рекомендуется при превышении нормального уровня воды в верхнем бьефе головного (водозаборного) сооружения.

При достижении максимального уровня воды следует принимать срочные меры против перелива потока через сооружения, сосредоточенных выходов фильтрационного потока, разрушения облицовки и т. п. Необходимо своевременно наращивать высоту сооружения, незамедлительно укреплять деформирующуюся облицовку, незакрепленные откосы дамб и пр.

В случае подачи в каналы форсированных расходов, необходимо заранее уведомить линейный персонал каналов.

В период прохождения паводка должны быть усилены наблюдения за струеносными дамбами подводящего и отводящего русел.

При прохождении расходов, близких к максимальному расчетному, эксплуатант выходит с ходатайством о предоставлении помощи органами местного управления и подразделениями МЧС РФ.

После прохождения паводка необходимо провести подробный осмотр всех

сооружений и устройств для выявления повреждений и их последующей ликвидации.

Эксплуатантом должна быть разработана внутренняя документация, включающая мероприятия, план действий и ответственность эксплуатационного персонала при возникновении аварийных ситуаций на головном (водозаборном) сооружении.

Действия в аварийной ситуации должны быть доведены до сведения эксплуатационного персонала.

Мероприятия должны быть направлены на устранение возможных причин, создающих угрозу аварий, а в случае невозможности их устранения – на уменьшение ущерба от аварии, и основываются на следующих позициях:

- определения возможных причин возникновения аварийных ситуаций;
- выявления нарушений и процессов в работе, представляющих опасность для людей и создающих угрозу устойчивости и работоспособности головного сооружения;
- предварительной разработки документации по возможному предотвращению и ликвидации наиболее вероятных аварийных разрушений элементов головного сооружения;
- организации контроля за состоянием возможных зон повышенной опасности;
- обладание информацией от соответствующих государственных органов об угрозе возникновения стихийных явлений;
- поддержание противоаварийных устройств и спасательных средств в исправном состоянии.

Планом должны быть определены:

- меры по оповещению персонала и местного населения об угрозе возникновения аварийной ситуации, основные и резервные средства связи;
- места размещения и объемы аварийных материалов и инструментов;
- привлекаемые транспортные средства и основные маршруты их передвижения.

Для головных сооружений, подлежащих декларированию безопасности, мероприятия по действию персонала в аварийных ситуациях должны быть разработаны и согласованы с органами местного управления и подразделениями МЧС РФ.

### **3.8.6 Техническое обслуживание (уход) элементов головных (водозаборных) сооружений**

Техническое обслуживание головного сооружения состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание его элементов в исправном состоянии, и направлено на предотвращение эрозионных процессов или замену быстроизнашиваемых частей.

Техническое обслуживание также включает консервацию не используемых частей головного сооружения, в том числе гидромеханического и электротехнического оборудования на зимний период и расконсервацию их при подготовке к работе в вегетационный период.

Мероприятия по техническому обслуживанию осуществляют с учетом эксплуатационной (по ГОСТ 2.601) документации завода-изготовителя, а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

### **3.8.7 Производство ремонтов на элементах головных (водозаборных) сооружений**

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств оросительной системы в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту системы. Выполняют ремонты следующих видов: текущий, капитальный, аварийный.

Текущие и капитальные ремонты относятся к плановым и их вид зависит

от сложности проведения, физических объемов и стоимости. Решения по проведению ремонтов производятся на основании проведенного мониторинга состояния элементов головного (водозаборного) сооружения.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы сооружения по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта. К наиболее распространенным работам на головных сооружениях относятся: исправление повреждений в креплениях и одеждах каналов и сооружений, заделки трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях, восстановление защитного слоя изоляции, ремонт уплотнений затворов и т. п.

К капитальному ремонту относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются конструктивные элементы и части сооружения, осуществляется замена их на более прочные и экономичные. Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта. В противном случае объект подлежит реконструкции.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается устройство дополнительных объектов и конструкций на основании вновь утвержденной проектной документации в соответствии с действующим законодательством, обеспечивающих повышение технического уровня и эксплуатационной надежности системы, улучшение мелиоративного состояния осушенных земель.

Повреждения аварийного характера устраняются в первоочередном порядке.

Отдельные элементы головного сооружения должны быть обеспечены в доступных местах возобновляемым аварийным запасом строительных материалов в необходимых объемах.

Планы и графики проведения ремонтных работ на головных (водозаборных) сооружениях должны быть увязаны с графиками проведения сельскохозяйственных работ. Сельхозпроизводители должны быть уведомлены о предстоящих работах.

Для проведения сложных ремонтных работ необходимо предварительное составление проектно-сметной документации.

На все ремонтные работы по установленным объемам на основании единичных расценок составляют сметы. На сметную стоимость ремонтных работ начисляют в установленном размере накладные расходы. По составленным сметам составляют план ремонтных работ.

Производство приемки ремонтных работ осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

### **3.8.8 Охрана труда обслуживающего персонала**

На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

### **3.8.9 Охрана и противопожарная защита сооружений**

Для головных сооружений, относящихся к I и II классу, необходимо предусмотреть мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности. Мероприятия комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 22.1.12.

Эксплуатант должен обеспечивать надзор за нормальной работой головного сооружения с охраной его элементов от повреждений.

Эксплуатацию элементов головных сооружений необходимо осуществлять в соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности и обеспечить:

- содержание здания и состояние строительных конструкций в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них;
- недопущение изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта;
- недопущение применения конструкций и материалов, не отвечающих требованиям действующих норм, при проведении ремонтных работ.

### **3.8.10 Экологическая безопасность при эксплуатации**

Эксплуатантом должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000.

Мероприятия включают следующие направления:

- соблюдение водного баланса;
- экономное использование вод;
- охрана прилегающих территорий от затопления, подтопления и других вредных последствий для окружающей природной среды;
- охрана водных объектов;
- охрана рыбных ресурсов;
- охрана водных и околотоводных животных и растений.

## **3.9 Эксплуатация водохранилищ мелиоративного назначения**

### **3.9.1 Наличие и современное состояние водохранилищ Российской Федерации**

Водохранилищами называют искусственные водоемы с гидрологическим режимом, измененным человеком. Их обычно создают в долинах рек, ручьев или в чашах естественных озер путем возведения подпорного сооружения – плотины. В отдельных случаях водохранилища образуют путем сооружения выемки (наливные водохранилища). Создание на одной реке (потоке) нескольких водохранилищ приводит к формированию каскада водохранилищ, что позволяет управлять водными ресурсами в пределах всего бассейна. Основным признаком водохранилища, отличающим его от естественного водоема, является возможность регулирования расхода воды, а следовательно, и режима его уровня. Водохранилище мелиоративного назначения – это искусственный водоем специального или комплексного назначения, приоритетным направлением использования которого является удовлетворение нужд мелиорации земель.

Водохранилищный фонд в Российской Федерации насчитывает более 2200 водохранилищ объемом более 1 млн м<sup>3</sup>, в том числе, более 10,0 млн м<sup>3</sup> – 327 объектов (таблица 3.3). При этом большинство относятся к категории малых с объемом от 1 до 10 млн м<sup>3</sup>, общая доля которых составляет 85 %.

Средние морфологические характеристики прудов объемом менее 500 тыс. м<sup>3</sup> представлены в таблице 3.4 [61, 62].

Представление о характере использования и территориальном распределении малых водохранилищ объемом 1-10 млн м<sup>3</sup> дает таблица 3.5.

**Таблица 3.3 – Распределение водохранилищ и прудов по размерам и территории Российской Федерации**

Категория водоемов	Полный объем при НПУ	Площадь водной поверхности при НПУ, км <sup>2</sup>	Общее число водоемов	На европейской территории			На азиатской территории		
				Число водоемов	Суммарная площадь зеркала, тыс. км <sup>2</sup>	Суммарный объем при НПУ, км <sup>3</sup>	Число водоемов	Суммарная площадь зеркала, тыс. км <sup>2</sup>	Суммарный объем при НПУ, км <sup>3</sup>
Крупные водохранилища	Более 1 км <sup>3</sup>	Более 100	41	31	38,3	280	10	18,5	482
Средние и небольшие водохранилища	0,01-1 км <sup>3</sup>	10-100	286	211	5,1	20	75	1,2	6
Малые водохранилища	1-10 млн м <sup>3</sup>	1-10	1897	1565	1,5	4	332	0,4	1
Пруды	Менее 1 млн м <sup>3</sup>	Менее 1	27800	22240 <sup>1)</sup>	1,8 <sup>1)</sup>	6,7 <sup>1)</sup>	5560 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	1,7 <sup>1)</sup>
<sup>1)</sup> – ориентировочные данные									

**Таблица 3.4 – Средние морфологические характеристики прудов объемом менее 500 тыс. м<sup>3</sup>**

Зона, регион	Число водоемов	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Объем водоема, тыс. м <sup>3</sup>	Площадь зеркала, га	Средняя глубина, м	Удельный водосбор	Слой аккумуляции, мм
Лесостепная, в т. ч. Русская равнина, Западная Сибирь	94	11,4	138	7,3	1,9	156	12,1
	78	11,9	151	7,6	2,0	156	12,7
	16	8,5	77	5,2	1,5	164	9,0
Степная, в т. ч. Русская равнина, Западная Сибирь	239	18,0	92	4,9	1,9	366	5,1
	173	15,4	96	4,9	2,0	314	6,2
	66	24,9	80	5,2	1,6	482	3,2
Горные области Урала и Предкавказья	53	8,1	101	5,8	1,7	140	12,4

**Таблица 3.5 – Использование и территориальное распределение малых водохранилищ РФ**

Регион	Тип водохранилищ	Количество водохранилищ		
		коммунальное и промышленное водоснабжение	сельскохозяйственное водоснабжение	прочие
Европейская территория РФ	Долинные	162	1279	100
	Озерные	7	8	9
Азиатская территория РФ	Долинные	79	213	25
	Озерные	3	8	3
Итого		251	1508	137

Так, в лесостепной зоне средняя площадь водосбора составляет 11,4 км<sup>2</sup>, объем водоема – 138 тыс. м<sup>3</sup>, площадь зеркала – 7,3 га, средняя глубина – 1,9 м. В степной зоне площадь водосбора увеличивается до 18,0 км<sup>2</sup>, объем водоема – 77 тыс. м<sup>3</sup>, площадь зеркала – 5,2 га, средняя глубина – 1,9 м.

Данные таблицы 3.5 показывают, что основная часть малых водохранилищ сосредоточена в наиболее обжитой – Европейской части РФ, преобладают водоемы долинного типа, используемые для сельскохозяйственного водоснабжения и других хозяйственных нужд [62].

Интенсивное строительство малых водохранилищ и прудов на юге ЕТР в Саратовской, Оренбургской, Волгоградской, Ростовской, Астраханской, Курганской областях; Краснодарском и Ставропольском крае началось в период с 1950 по 1960 гг. Наибольший рост числа техногенных водоемов произошел в России в 1960-1979 гг. За это двадцатилетие построено множество малых водохранилищ и прудов сельскохозяйственного и рыбоводного назначения. Наиболее густа сеть прудов и водохранилищ сельскохозяйственного назначения (до 30 водоемов на 1 млн га) в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Поволжском, южных областях Центрального, Волго-Вятского, Уральского экономических районов.

В некоторых регионах, особенно в южных, пруды практически есть в каждом населенном пункте. Например, в Краснодарском крае в 1977 сельских населенных пунктах насчитывается 1400 прудов, а в Ростовской области на 2274 сельских населенных пункта приходится 2600 прудов.

На Урале и Сибири число прудов значительно меньше: например, в Челябинской области 120, в Курганской области – 19.

Сельские пруды используются в целях рекреации, полива сельскохозяйственных угодий, разведения домашней водоплавающей птицы, водопоя скота и создания противопожарных запасов воды.

Около 30 % сельских прудов, в основном малого размера, являются непроточными, а остальные – на постоянно действующих водотоках. Средние глубины водоемов, как правило, менее 3 м, наполнение прудов происходит в период избыточного стока, т. е. весной при таянии снега, сработка – в меженный период в режиме водопотребления [63, 64].

Количество водохранилищ и прудов ежегодно изменяется в связи со строительством новых плотин и разрушением или заиливанием старых.

Точного учета количества водохранилищ и прудов на территории нет. Последняя паспортизация водохранилищ и прудов проводилась в Российской Федерации в середине 1970-х гг.

В верховьях водотоков водохранилища, как правило, более мелкие, но густота их размещения более плотная, что объясняется большей удаленностью от крупных водных источников (русел рек) и острой необходимостью в создании емкостей в повышенных местах рельефа для аккумуляции воды и использования ее для хозяйственных нужд.

Крупные, речные водохранилища – водоемы многолетнего регулирования. Малые и небольшие водохранилища и пруды рассчитываются на сток 50-80 % обеспеченности и являются водохранилищами сезонного регулирования.

Форма и размеры водохранилищ зависят от рельефа бассейна водотока. Речные водохранилища чаще всего имеют лентовидную форму; балочные пруды – форму удлиненного треугольника с основанием у плотины. Длина водохранилищ зависит от уклона водотоков.

По форме размещения водохранилищ и прудов на водосборе их можно разделить: одиночные, каскадные (цепочкой) и веерные.

Объемы водохранилищ изменяются в значительных пределах. Малые водохранилища (пруды) объемом от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup> составляют 72 %, средние от 100 до 1000 тыс. м<sup>3</sup> – 25 %, и крупные пруды объемом 1-15 млн м<sup>3</sup> – 3 % от общего числа прудов. Около половины прудов относится к категории малых с площадью зеркала менее 2 га.

Важной характеристикой водохранилищ и прудов является их средняя глубина, которая определяет запас воды, испарения с водной поверхности в год, санитарное состояние и их хозяйственное значение.

В результате заиления водохранилища ежегодно теряют от 2 % до 8 % своей емкости. Объем наносов зависит от многих факторов, главным из которых является площадь водосбора водохранилища, его распаханность, залесенность береговой зоны, и в среднем составляет 100-200 м<sup>3</sup> в год в малых водохранилищах и 1000-2000 м<sup>3</sup> – в крупных. Отложения наносов распределяются по дну от верховья к плотине с некоторым равномерным увеличением толщины слоя, уменьшением размеров частиц ила и увеличением доли органических веществ. Таким образом, водохранилища и пруды осветляют поверхностные стоковые воды и аккумулируют плодородный слой смытой почвы. Эти процессы характерны для всех водохранилищ и прудов, поэтому в перспективе следует смелее решать проблему очистки водоемов от наносов землесосными установками и использовать илы в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Продолжительность эксплуатации большинства водохранилищ и прудов составляет более 30-40 лет.

В южной части России география водоемов обусловлена продолжительностью стока в течение года: на реках, где сток наблюдается круглогодично, водохранилищ и прудов нет.

Показателем рациональности эксплуатации территории как природного ресурса является коэффициент удельной площади водоемов, который определяется как отношение площади зеркала воды к объему воды данного водоема. Для практики более выгодными являются водохранилища и пруды с коэффициентом удельной площади, близким к нулю, т. е. более глубокие.

Для водохранилищ и прудов, расположенных на реках, их влияние на естественный сток рек сводится к задержанию части объема их стока, которая идет на наполнение водохранилищ и влечет снижение максимальных расходов стока реки. Объем зарегулированного стока увеличивается в связи с ростом числа водохранилищ и их размеров. Относительная емкость водохранилищ и прудов в процентах к местному стоку составляет в среднем 10 %, а для отдельных бассейнов малых рек изменяется от 1 % до 107 %.

Термический режим в водохранилищах зависит от температуры воздуха и питающего источника, глубины воды в чаше водохранилища, облесенности берегов и наличия водной растительности в водоеме. Более глубокие водохранилища имеют больший период с благоприятными температурными условиями и менее подвержены суточным колебаниям температуры воздуха, поэтому они перспективнее для рыбоводства. Колебания уровня воды в водохранилищах зависят от атмосферных осадков, температуры воздуха, величины изъятия воды на хозяйственные нужды. Влияние температуры воздуха на уровень воды сказывается через испарение. Потеря воды из водохранилищ от испарения за теплый сезон составляет от 10 до 15 тыс. м<sup>3</sup> с гектара водного зеркала водохранилища. Следовательно, в водохранилищах с большей площадью водного зеркала будет и большая испаряемость воды, поэтому более рациональными являются водохранилища с минимальной площадью водного зеркала. В пересчете на средний объем потеря воды за сезон от испарения равна 30-50 % общего объема водоема.

Причинами засоления воды в водохранилищах и прудах являются температура воздуха, химический состав почвогрунтов и источников питания водоема, рельеф местности. В водохранилищах, расположенных вверху водораздела (в начале пути стока), вода более пресная, а в низовых (в устьях балок) – более засоленная.

Основным гидротехническим сооружением в составе водохранилищ мелиоративного назначения является земляная плотина. К характерным причинам аварий земляных плотин водохранилищ относятся: перелив воды через гребень плотины, усиленная фильтрация воды через тело и основание плотины, оползание откосов и отсутствие ухода за плотинами. Перелив воды через гребень плотины вызывается следующими факторами: недостаточная пропускная способность водосбросов, катастрофические расходы, превышающие расчетные; несвоевременное открытие затворов, неисправность водосбросов. Усиленная фильтрация через грунтовые плотины наблюдается при недостаточном уплотнении грунта тела плотины вследствие большой водопроницаемости основания, плохого уплотнения грунта у водосбросных сооружений, располагаемых в теле плотины. Оползанию откосов способствуют большая их крутизна с коэффициентом заложения откосов менее 2,0, недостаточное уплотнение грунта тела при послойном уплотнении, выход из строя и заиливание дренажа в теле плотины.

### **3.9.2 Эксплуатационный режим работы водохранилища**

Главная задача эксплуатации водохранилищ мелиоративного назначения – это обеспечение требуемых гарантий удовлетворения нужд водопользователей в различных гидрологических ситуациях при обеспечении надлежащего технического состояния водохранилища и гидротехнических сооружений, соблюдении требований безопасности населения на прилегающей территории и охраны природной среды.

Управление эксплуатацией водохранилища осуществляется эксплуатантом и должно обеспечить:

- заданные проектной документацией показатели работы, безопасности, надежности, экономичности и экологичности сооружений водохранилища;
- совершенствование организации и технологии производства работ по эксплуатации сооружений и водохранилища в целом;
- организацию технологической подготовки производства – обеспечение готовности средств и служб на запланированном уровне качества и в заданных объемах для целей эксплуатации;
- организацию материально-технического обеспечения – обеспечение оборудованием, средствами механизации, запасными частями, эксплуатационными материалами и другими материально-техническими ресурсами, номенклатура, объем поставок и показатели, качества которых определены правилами эксплуатации сооружений водохранилища;
- организацию метрологического обеспечения эксплуатации водохранилища – обеспечение единства, точности и достоверности измерений параметров и показателей;
- организацию подготовки и обучения кадров – обеспечение предприятия необходимыми кадрами рабочих и инженерно-технических работников, повышение их квалификации и обучение;
- организацию информационного обеспечения эксплуатации водохранилища – обеспечение документацией, характеризующей сооружения водохранилища (планы, продольные и поперечные профили, ведомости и схемы, эксплуатационная, ремонтная и др.); рабочими и должностными инструкциями; своевременной и полной информацией о фактических показателях (параметрах) эксплуатации сооружений водохранилища, причинах имеющихся отклонений от установленного уровня и эффективности мероприятий по обеспечению заданного уровня;



- организацию правового обеспечения – организация функционирования системы управления эксплуатацией водохранилища в соответствии с законодательством Российской Федерации, включая договорные отношения с предприятиями (сельхозпроизводителями), поставщиками материально-технических ресурсов;

- организацию контроля за качеством функционирования водохранилища, организацию внутренних проверок, анализа их результатов, контроля за исполнением рекомендаций по результатам проверок, ведение документированных процедур.

Режим работы водохранилища должен обеспечивать:

- выдерживание требуемых гарантий удовлетворения нужд водопользователей и обеспечения санитарных попусков в соответствии с проектом водохранилища;

- нормальные условия и безопасность работы всех сооружений водохранилища;

- минимальный объем заиления и занесения с целью удлинения срока службы водохранилища;

- минимальные объемы холостых сбросов.

Необходимо соблюдать следующие общие правила управления режимом водохранилища:

- уровень воды в водохранилище в проектных условиях его водохозяйственного использования не должен превышать нормальный подпертый уровень;

- уровень воды в водохранилище в условиях пропуска расчетного максимального паводка не должен превышать установленный проектом форсированный уровень;

- при наполнении водохранилища излишки воды следует сбрасывать, не допуская превышения уровней воды выше допустимых по диспетчерскому графику.

Ежегодно на основании долгосрочного гидрологического прогноза стока водного источника эксплуатант должен рассчитывать максимальный объем наполнения водохранилища.

Ежегодно на основании расчетов долгосрочного гидрологического прогноза стока водного источника и проектного водохозяйственного расчета эксплуатант разрабатывает диспетчерские графики наполнения и сработки водохранилища. Диспетчерские графики должны корректироваться в зависимости от уточненных характеристик гидрологических прогнозов стока источника и в ходе прохождения паводка.

Сроки и объемы наполнения и сработки водохранилища, принятые в диспетчерском графике и утвержденные к исполнению, могут быть изменены в связи с чрезвычайными условиями работы водохранилища. Все распоряжения по изменению режима работы водохранилища, переданные через диспетчера, должны быть подтверждены письменным распоряжением, которое регистрируется и хранится в диспетчерском журнале.

Предельно допустимая интенсивность сработки и наполнения водохранилища и допустимая суточная амплитуда колебания уровней должна устанавливаться исходя из безаварийных условий эксплуатации и требований водопользователей. Интенсивность наполнения и опорожнения водохранилища, рекомендованную проектом, необходимо уточнять в процессе эксплуатации.

В каскаде водохранилищ одного водотока в первую очередь необходимо наполнять более глубокие водохранилища с меньшей площадью зеркала, дающие меньшие удельные потери воды на испарение и фильтрацию. В последнюю очередь заполняются мелководные водохранилища. Водохранилища, расположенные в верхних створах наполняются на спаде пика половодья. Продолжительность хранения воды в мелководных водохранилищах необходимо сокращать до возможного минимума, с целью уменьшения непроизводительных потерь воды.

### 3.9.3 Работа водохранилища в чрезвычайных условиях

До начала устойчивых холодов должно быть опробовано и приведено в рабочее состояние специальное оборудование, предназначенное для обогрева затворов и конструкций. Обогрев конструкций следует производить периодически в зависимости от температуры воздуха (его прогноза), не допуская даже малейшего обледенения.

Максимально возможный для зимних условий уровень воды в водохранилище должен устанавливаться с учетом подпора его ледяным покровом.

В зимних условиях эксплуатации водохранилища различают три периода: замерзание, ледостав и вскрытие.

В период замерзания, в целях борьбы с образованием навалов льда перед сооружениями и на откосах водохранилища и возникновением зажоров в нижнем бьефе, необходимо уменьшить попуски воды из водохранилища и амплитуду колебаний уровней воды в нем, т. е. добиваться быстрее образования сплошного ледяного покрова.

В период ледостава также должны исключаться резкие колебания уровней воды в водохранилище во избежание подвижек ледяного покрова. В этот период ведутся наблюдения за состоянием ледяного покрова.

В период вскрытия толщина переливающегося слоя воды при пропуске льда через водосбросные сооружения должна быть не менее полуторной толщины сбрасываемого льда. Наиболее надежным способом защиты сооружений от льда является задержка его в верхнем бьефе до полного таяния.

Если дренажная сеть в зимний период промерзает, место промерзания необходимо утеплить присыпкой песка, грунта, камышитовых матов и др., а при наличии снега – дополнительной присыпкой снега. Если промерзает выходная часть дренажа, то целесообразно в месте выхода ставить обогреваемый тепляк.

К началу паводка должны быть выполнены следующие мероприятия:

- завершен ремонт всех сооружений, конструкций и механизмов, связанных с его пропуском;
- проверена работа контрольно-измерительной аппаратуры (особенно пьезометров по земляным сооружениям и основанию);
- произведено опробование затворов, подъемных механизмов и устройств автоматического управления;
- обеспечена надежность электропитания подъемных механизмов затворов и т. д.

Пропуск паводка через каскад водохранилищ производится с учетом наполнения и пропускной способности нижележащих водохранилищ.

При выпадении сильного дождя ливневого характера в период максимальных уровней воды в водохранилище водосбросные и водозаборные сооружения должны открываться для пропуска поступающей воды с учетом пропускной способности отводящего тракта.

При пропуске катастрофических расходов, превышающих расчетную пропускную способность сооружений, допускается кратковременно повысить уровень воды до форсированного уровня (определенного расчетом на стадии проектирования), при которой сохраняется устойчивость плотины.

Ветровая волна при штормовом ветре воздействует на крепление напорного откоса плотин с нагрузками, близкими к экстремальным, поэтому в этот период с особым вниманием необходимо следить за его состоянием. В случаях повреждения крепления необходимо принимать незамедлительные меры к прекращению дальнейшего разрушения, которое может быть очень интенсивным.

Аварийными ситуациями считаются:

- повышение уровня воды в водохранилище относительно допустимых проектом;
- повышение сверх проектной величины фильтрационных расходов в дренаже, особенно с появлением признаков суффозии;
- сосредоточенные фильтрационные выходы воды на сухом откосе грунтовых плотин выше дренажной призмы;
- появление тока воды по контакту тела земляной плотины с поверхностями бетонных конструкций со стороны нижнего бьефа (вдоль труб водовыпускных сооружений, вдоль береговых устоев, вдоль подпорных стенок, разделяющих тело земляной плотины и бетонных сооружений и т. д.) или обходной фильтрации с выходом у подошвы плотины в нижнем бьефе;
- обрушение или оползание откосов грунтовой плотины (возможно с выпором основания плотины со стороны подошвы нижнего бьефа), которые могут повлиять на целостность всей плотины;
- разрушение какого-либо сооружения или его отдельного элемента, которое может привести к общей аварии.

В случае аварийной ситуации эксплуатант должен изменить запланированный режим работы водохранилища с целью уменьшения возможных негативных последствий аварии. Изменения планового режима работы водохранилища немедленно доводятся до сведения эксплуатантов других водохранилищ, на которые такое изменение может оказать непосредственное влияние.

### **3.9.4 Эксплуатационный контроль за состоянием водохранилища**

Эксплуатационный контроль за состоянием водохранилища заключается в сборе информации о показателях фактического состояния водохранилища и сопоставлении их с установленными проектной документацией и декларацией безопасности ГТС показателями для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым. Результатом постоянно выполняемого эксплуатационного контроля за всеми элементами водохранилища является принятие решения о необходимости проведения работ по уходу, текущему и капитальному ремонтам. Сбор информации о показателях фактического состояния водохранилища выполняется эксплуатантом путем производства визуальных и (или) инструментальных наблюдений. Состав и объем наблюдений и исследований и необходимая для этих работ контрольно-измерительная аппаратура (КИА) предусматриваются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС. Эксплуатационный контроль выполняется с периодичностью, предусмотренной в проектной документации, а также после случаев работы водохранилища в чрезвычайных условиях. Результаты наблюдений должны фиксироваться в журналах наблюдений.

Наблюдения за уровнем воды в водохранилище должны производиться в соответствии с назначением и классом ответственности водохранилища. Для водохранилищ 1-го и 2-го классов ответственности наблюдения должны производиться ежедневно 2 раза в сутки с точностью до 1,0 см.

Плановый осмотр чаши водохранилища производится один-два раза в год. После прохождения паводка, дождей ливневого характера или сильного шторма необходимо производить внеплановый осмотр чаши.

Наблюдения на неукрепленных участках берега проводятся с целью установления интенсивности его переработки и оценки влияния размыва на процесс заиления водохранилища. В состав работ должны входить:

- рекогносцировочное обследование побережья;
- топографическая съемка береговой полосы на участках размыва (нивелировка поперечников) и промеры глубин воды в зоне отложения;

- геологическое и гидрогеологическое обследование участков переработки с отбором проб грунта, а также наблюдения за развитием оползневых явлений;
- гидрометеорологические наблюдения.

Наблюдения за переработкой берегов проводятся два раза в год: весной после прохождения паводка и осенью после окончания интенсивных дождей. Наблюдения за структурой отмелей проводятся один раз в год.

Наблюдения за оползневыми явлениями должны проводиться в следующей последовательности:

- рекогносцировка оползневого склона (общий осмотр, выбор объектов наблюдения, описание характерных деформаций рельефа и т. д.);
- составление схематического плана с нанесением на него элементов оползня: бровок ступеней срыва, языка оползня, крупных трещин, участков застоя воды, границ поверхности скольжения и других характерных деталей;
- привязка элементов оползня к стационарным неподвижным предметам или знакам;
- зарисовка деталей оползня, фотографирование (регулярно, при повторном – с того же места);
- систематизация сведений о всех работах, выполнявшихся ранее в районе оползня.

Наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями тела оползня, а также за гидрогеологическими процессами должны проводиться систематически.

Наблюдения за заилением чаши водохранилища должны включать в себя следующие мероприятия:

- промеры глубин;
- отбор проб донных отложений (гранулометрический состав, объемная масса, содержание органических веществ и т. д.).

Промеры глубин и отбор проб донных отложений следует производить через каждые два-три года после начала эксплуатации. С выявлением закономерности заиления по площади чаши промеры можно ограничить зонами интенсивного отложения и смыва наносов.

В результате наблюдений уточняются кривые зависимостей объемов и площадей зеркала водохранилища от отметок горизонтов воды верхнего бьефа вблизи основных водоподпорных сооружений.

Наблюдения за характером зарастания ведутся в летнее время. В ходе наблюдений должны выявляться границы произрастания того или иного вида водной растительности.

В состав наблюдений за проявлением подтопления территорий, прилегающих к водохранилищу, должны входить следующие работы:

- обнаружение подтопления;
- измерение распространения подтопления;
- определение глубины залегания грунтовых вод.

На стадии эксплуатации за состоянием гидротехнических сооружений регулярно должны проводиться наблюдения за:

- уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах сооружений;
- деформациями сооружений;
- горизонтальными смещениями сооружений;
- образованием трещин и состоянием швов;
- напряженным состоянием сооружений;
- состоянием откосов и гребней сооружений и их креплений;
- температурным режимом сооружений;
- фильтрацией воды через сооружения и в обход их;

- работой противоточных и дренажных устройств;
- воздействием потоков воды, волн и атмосферных осадков;
- поровым давлением в основании и теле сооружений;
- размывом и разрушением русбед, дна и берегов;
- воздействием льда на сооружения и за обледенением их;
- прохождением паводков.

Состав и объем натурных наблюдений и исследований, порядок и сроки их проведения, необходимая для этих работ контрольно-измерительная аппаратура определяются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС.

При визуальных наблюдениях – обходах и осмотрах грунтовых плотин необходимо следить:

- за общим состоянием гребня, брем и откосов;
- состоянием крепления верховых и низовых откосов сооружений;
- состоянием ливнесбросной сети в зоне сооружений;
- выходами фильтрационных вод на низовом откосе и в нижнем бьефе плотин, в береговых примыканиях и в обход сооружений;
- состоянием и работой дренажных устройств;
- выпором грунта;
- состоянием элементов контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и оборудованием гидрометрических постов;
- состоянием берегов, склонов балок и оврагов в районе гидроузла;
- горизонтальными смещениями сооружений и т. д.

На подводящих и отводящих каналах визуальные наблюдения должны производиться:

- за состоянием откосов и их креплений;
- заилением и зарастанием русел;
- примыканием каналов к бетонным сооружениям и т. д.

Визуальные наблюдения – обходы и осмотры металлоконструкций и механического оборудования включают в себя:

- периодическую проверку наличия деформаций и коррозионных повреждений на затворах, монорельсах, колоннах эстакад и подкрановых балках;
- тщательный внешний осмотр, оценку состояния основных сварных швов, крепления полос, опорных узлов;
- периодическую проверку работы ходовых частей соединений, передач, тормозов, проводящих частей затворов и других механизмов;
- периодическую проверку состояния резины и металла в уплотняющих устройствах;
- периодический контроль за работой рыбозаградительного устройства, его техническим состоянием в соответствии с инструкцией по эксплуатации рыбозаградителя.

Результаты обследований в виде описаний, фотоснимков, эскизов, зарисовок, линейных измерений и других систематизируются в специальном журнале.

Инструментальные наблюдения за сооружениями водохранилища должны включать следующие работы:

- наблюдения за деформациями грунтовых сооружений;
- наблюдения за горизонтальными смещениями грунтовых сооружений;
- наблюдения за фильтрационным режимом;
- наблюдения за бетонными и железобетонными сооружениями.

Наблюдения за деформациями грунтовых сооружений должны проводиться систематически, начиная во время строительства и продолжая в период эксплуатации вплоть до их полной стабилизации. Величина деформации сооружений определяется

измерениями показаний реперов и марок – геодезических знаков плановой и высотной сети, конструкции и размещение которых предусматриваются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС.

Для выполнения инструментальных измерений горизонтальных смещений контролируемый объект на стадии строительства оснащается плановыми знаками, сеть которых включает в себя:

- опорные знаки, закладываемые вблизи объекта, относительно которых определяют смещения сооружений или его частей;
- контрольные знаки, которые закладываются в сооружение и, перемещаясь вместе с ним, характеризуют горизонтальные смещения сооружения;
- исходные знаки, закладываемые за пределами возможных деформаций пород, относительно которых определяют смещения опорных и контрольных пунктов.

Результаты измерений должны фиксироваться в журналах наблюдений за горизонтальными смещениями контрольных пунктов. По результатам измерений составляется сводная ведомость и графики горизонтальных смещений сооружения и его отдельных секций.

При инструментальных наблюдениях за фильтрационным режимом грунтовых сооружений необходимо определять:

- положение депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовых сооружений и в обход их в береговых примыканиях;
- пьезометрические напоры в основаниях сооружений, в сопряжениях с берегами и встроенными сооружениями;
- величины фильтрационных расходов;
- очаги сосредоточенной и контактной фильтрации;
- скорость течения и вынос грунта фильтрационным потоком;
- химический состав фильтрационных вод.

К показателям неблагополучной работы сооружений относятся:

- значительные изменения положения депрессионных кривых;
- увеличение суммарного фильтрационного расхода при относительно постоянном напоре;
- возникновение новых очагов фильтрации и наличие взвешенных частиц грунта в фильтрующейся воде;
- образование просадок в зонах контакта грунтовых сооружений с бетонными и т. д.

В состав обязательных инструментальных наблюдений за бетонными и железобетонными сооружениями должны входить наблюдения:

- за осадками сооружений и их элементов;
- фильтрацией воды через бетон и швы;
- прочностью и водонепроницаемостью бетона;
- образованием и изменением размеров трещин;
- фильтрационным режимом в основании сооружений и др.;
- напряженным состоянием и температурным режимом массивных бетонных сооружений.

Инструментальные наблюдения должны производиться не менее двух раз в год, а при заметных нарушениях и деформациях – по мере необходимости, до полной их стабилизации.

### **3.9.5 Техническое обслуживание (уход) сооружений водохранилища**

Техническое обслуживание (уход) сооружений водохранилища состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание сооружений водохранилища

в исправном состоянии. Техническое обслуживание сооружений водохранилища должно проводиться на основе требований проектной документации, результатов контроля их технического состояния, а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных нормативными и правовыми актами Российской Федерации.

Выполненные работы по техническому обслуживанию подлежат учету и завершаются прогнозом технического состояния и остаточного ресурса элемента системы с последующим документированием.

Мероприятия технического ухода за грунтовыми плотинами должны быть направлены на предотвращение размыва и деформации тела плотины.

Гребень плотины должен поддерживаться на проектной отметке. Понижения гребня не допускаются.

Ливнеотводящая сеть должна поддерживаться в исправном состоянии путем регулярной очистки.

Бермы необходимо регулярно очищать от грунта осыпей и выносов.

Грунтовые сооружения должны предохраняться от землероев, проделывающих ходы в теле плотины, что может создать опасные пути для сосредоточения фильтрации воды. Поэтому необходима систематическая борьба с грызунами (заделка вскрытых ходов, заливка нор водой, применение химических средств и т. п.).

Травяной покров, одерновка или другой вид крепления низового откоса нуждается в постоянном уходе и восстановлении. Не допускается наличие на откосах и берегах грунтовых сооружений деревьев и кустарников, если это не предусмотрено проектом. Сорную растительность следует постоянно скашивать и удалять. Запрещается выпас скота в пределах гидротехнических сооружений.

Отводные дренажные каналы, сборные колодцы и дренажные трубы должны содержаться в чистоте. При появлении симптомов, свидетельствующих об ухудшении их работы (прекращение поступления воды, намокание откосов, выход фильтрационной воды выше дренажа, заболачивание у подошвы низового откоса), дренаж должен быть тщательно осмотрен, установлены места нарушения, засорения, заилиenia и приняты меры к его расчистке и восстановлению. Категорически запрещается допускать образование подпоров, зарастания, заилиenia и оплывания отводящих открытых дрен, коллекторов, заилиenia смотровых колодцев и труб закрытых дрен.

Бетонные и железобетонные гидротехнические сооружения следует предохранять от повреждений, вызываемых коррозией бетона, кавитацией, трещинообразованием, повышенной деформацией и другими неблагоприятными явлениями, связанными с воздействием воды и нагрузок.

Аэрационные и вентиляционные отверстия труб должны постоянно находиться в рабочем состоянии. Запрещается закрывать решетки аэрационных и вентиляционных отверстий щитами и крышками.

Необходимо обращать особое внимание на входные отверстия водозаборных и водосбросных сооружений, где возможно образование завалов плавающими предметами, льдом и наносами; на размывы дна за сооружением в нижнем бьефе; на уплотнение затворов и работу механизмов, приводящих затворы в действие.

Все водоотводящие сооружения после снеготаяния и каждого ливня должны очищаться, а в случае необходимости ремонтироваться.

Мероприятия технического обслуживания металлоконструкций и механического оборудования должны быть направлены на предупреждение нарушений в работе оборудования. Механическое оборудование должно использоваться в соответствии с проектными и паспортными данными и содержаться в порядке, гарантирующем его полную сохранность и исправность.

Мероприятия по предупреждению нарушений в работе металлоконструкций и механического оборудования определяются конкретно для каждого вида конструкций.

Смазка трущихся в работе деталей должна производиться систематически. Места смазок должны быть прочищены и свободно пропускать смазку; качество смазочных материалов и сроки смены его назначаются проектной документацией.

Металлоконструкции и рабочее оборудование должны ежегодно, независимо от того, подвергались они ремонту или нет, тщательно зачищаться и окрашиваться антикоррозионной и противообрастающей красками.

Затворы, пазы, опорные и ходовые части должны регулярно очищаться от грязи, случайных предметов, а в зимнее время – от льда и снега.

Периодически должна проверяться регулировка блокировочных устройств для отключения электропривода: при работе подъемного механизма на ручном приводе и ручного привода при работе механизма от электропитания.

Периодически должна проверяться надежность затяжки болтовых соединений.

Перед наступлением очередного паводка следует произвести осмотр, проверку действия и исправление дефектов затворов и оборудования, работа которых связана с пропуском паводка.

### **3.9.6 Ремонт гидротехнических сооружений водохранилища**

Ремонт гидротехнических сооружений водохранилища должен осуществляться путем проведения комплекса технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств сооружений.

Планирование и проведение ремонтных работ на сооружениях водохранилища необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 2.602. Мероприятия по ремонту осуществляют с учетом ремонтной документации заводов-изготовителей, а также требований к техническому состоянию сооружений водохранилища и правил безопасной эксплуатации, установленных в нормативно-технических документах. На сооружениях водохранилища должны планироваться и выполняться ремонты следующих видов: текущий, капитальный, аварийный.

Состав и содержание работ по ремонту сооружений водохранилища должны назначаться в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Финансирование работ по ремонту сооружений водохранилища должно производиться в соответствии с действующими нормативными и правовыми актами Российской Федерации.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы водохранилища по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта.

При текущем ремонте выполняются наиболее распространенные на сооружениях водохранилища работы: исправление повреждений в креплениях сооружений (в объеме до 20 % общей их площади), заделки трещин, каверн, выбоин и пустот в грунтовых и бетонных конструкциях, восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозионного покрытия и окраски конструкций, очистка русла водоотводных каналов, колодцев, дренажа от мусора, наносов, растительности, вскрытие поврежденных участков и устранение течи, ремонт уплотнений затворов и т. п.

Эксплуатант обязан вести учет и документирование проводимых работ по текущему ремонту сооружений водохранилища.

К капитальному ремонту относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются сооружения водохранилища, конструктивные элементы и части, осуществляется замена их на более прочные и экономичные. Стои-



мость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта. При превышении 50 % балансовой стоимости объект подлежит реконструкции.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектной документацией, разработку которой обеспечивает эксплуатант.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается за счет тех же средств устройство дополнительных объектов и конструкций на основании вновь утвержденной проектной документации в соответствии с действующим законодательством, обеспечивающих повышение технического уровня и эксплуатационной надежности сооружений водохранилища, в размере не более 20 % от стоимости капитального ремонта.

Повреждения сооружений водохранилища аварийного характера, вызванные последствиями стихийных явлений, нарушением правил эксплуатации или плохим качеством проекта и строительства, создающие опасность для жизни людей или больших материальных ущербов, необходимо устранять немедленно путем проведения аварийного ремонта. К таким повреждениям относятся протечки тела плотины, нарушение работы дренажных и противофильтрационных устройств, размыв сооружения, обход сооружения водой, разрушение сооружения вследствие фильтрации, перелив воды через гребень плотины и др.

Отдельные элементы сооружений водохранилища должны постоянно иметь в доступных местах возобновляемый аварийный запас строительных материалов.

По окончании аварийных ремонтных работ должен быть составлен акт согласно действующим законодательным и нормативным актам Российской Федерации.

Приемку и оценку выполненных работ по текущему ремонту проводит эксплуатант по каждому сооружению отдельно. Ремонтные работы скрытых частей сооружений (засыпанных земель, затопленных водой) принимаются на основе документов промежуточного освидетельствования этих работ.

Законченные работы по капитальному и аварийному ремонтам сооружений водохранилища или их отдельных элементов должны приниматься комиссиями в соответствии с законодательными и нормативными актами Российской Федерации.

В процессе эксплуатации водохранилищ первого, второго и третьего класса ответственности, а также после проведения капитального ремонта сооружений этих водохранилищ, эксплуатант должен получить разрешение на эксплуатацию. Выдача разрешения на эксплуатацию водохранилища осуществляется органом государственного надзора.

Срок действия разрешения на эксплуатацию водохранилища устанавливается органом государственного надзора, зависит от технического состояния и безопасности водохранилища и его гидротехнических сооружений и не может превышать 5 лет.

Для получения разрешения на эксплуатацию сооружений первого, второго и третьего класса ответственности эксплуатант должен представить в орган государственного надзора следующие основные документы:

- декларацию безопасности гидротехнических сооружений водохранилища;
- правила эксплуатации водохранилища, разработанные и утвержденные в соответствии с порядком, установленным правительством Российской Федерации.

### **3.9.7 Эксплуатационные природоохранные мероприятия**

Под эксплуатационными природоохранными мероприятиями подразумевается комплекс организационно-хозяйственных, агролесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных, гидротехнических и других работ, способствующих поддержанию санитарной обстановки и равновесия экологических систем в водоохранной зоне

и акватории водохранилища и обеспечивающих качество воды на уровне действующих санитарных норм. Состав мероприятий определяется проектом. При выполнении природоохранных мероприятий должен быть организован учет и документирование проводимых работ.

Прогноз санитарного состояния и возможного изменения качества воды в водохранилище составляется в процессе проектирования. Проектом определяется состав эксплуатационных водоохраных мероприятий. В период эксплуатации, на основании наблюдений за качеством воды и ее соответствием действующим нормам, состав проектных водоохраных мероприятий может качественно и количественно изменяться, дополняться и уточняться. При этом используются следующие директивные документы:

- положение о порядке проведения мероприятий по подготовке зон затопления водохранилищ в связи со строительством гидроэлектростанций и водохранилищ (утверждено Постановлением Совета Министров СССР от 2 февраля 1976 г. № 76);

- санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ (№ 3907-85 от 1 июля 1985 г.).

Наиболее действенными мероприятиями для поддержания надлежащего качества воды в водохранилище является создание достаточной проточности с годовым водообменом не менее 10. Летняя периодическая сработка уровней воды в водохранилище на 1-2 м улучшает паразитологическую ситуацию, усиливая водообмен в водохранилище и уменьшая интенсивность «цветения». При опорожнении водохранилища мелководные участки необходимо подвергать санитарной обработке. Категорически запрещается водопой и выпас скота в пределах опорожненной чаши.

Эксплуатант должен осуществлять постоянное наблюдение за хозяйствами, расположенными вблизи с водоохранной зоной, применяющими в хозяйственной деятельности и имеющими на хранении ядохимикаты и минеральные удобрения. При появлении подозрения о возможности попадания в реку и водохранилище сточных вод и поверхностного стока, насыщенного ядохимикатами и минеральными удобрениями, эксплуатант обязан сообщить об этом в государственные органы по охране окружающей среды. Стоки животноводческих и птицеводческих ферм должны быть изолированы от водохранилища.

Наиболее действенным мероприятием, оказывающим многообразное мелиоративное влияние на защищаемую территорию (укрепление берегов, борьба с ветровой и водной эрозией, защита водохранилища от заиления, сокращение испарения с водной поверхности, создание благоприятных условий для использования вод местного стока и рыбозаведения, улучшения санитарного состояния водохранилища и прилегающих к ним территорий и т. д.), является создание лесных насаждений вокруг водохранилища.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения предотвращают развитие эрозионных процессов. В зависимости от назначения, противоэрозионные сооружения подразделяются на водозадерживающие, водонаправляющие, водосбросные и донные. Их располагают на водосборной площади, в вершинах (и токах) и по дну балок и оврагов.

Состав мероприятий по защите от переработки берегов и эрозии почв прилегающей к водохранилищу территории определяется проектом. Берегоукрепительные мероприятия и сооружения подразделяются на два основных вида:

- сооружения и мероприятия по защите берегов водохранилища от размыва и разрушения при сезонных колебаниях горизонтов воды и волновых воздействиях;

- мероприятия и сооружения по предотвращению эрозии почв и развития овражной системы на территории, прилегающей к водохранилищу.

В процессе эксплуатации при изменении состава проектных мероприятий, реконструкции старых или строительстве новых защитных сооружений, следует руководствоваться положениями действующих нормативных документов:

- по проектированию и строительству противообвальных и противооползневых защитных сооружений;
- по проектированию гидротехнических сооружений, подверженных волновым воздействиям.

Комплекс эксплуатационных мероприятий по предотвращению заиливания и занесения водохранилища задается проектом и отображается в специальном разделе правил эксплуатации водохранилища. С накоплением опыта, учитывая особенности местных условий эксплуатации, намеченные проектом мероприятия могут изменяться, дополняться, корректироваться и уточняться.

К мероприятиям по предотвращению заиливания и занесения водохранилища относятся:

- пропуск нерегулируемой водохранилищем части стока (особенно в паводок при высоких мутностях потока) при пониженных уровнях воды или в обход водохранилища;
- периодические промывки верхних бьефов водохранилища от отложений наносов;
- регулирование сосредоточенных попусков из водохранилища;
- аккумуляция твердого стока в специально устраиваемых емкостях (наносохранилищах) на притоках, доля которых в общем твердом стоке весьма существенна;
- проведение регулировочных работ по равномерному распределению наносов по чаше водохранилища;
- лесо- и лугомелиоративные мероприятия по закреплению осыпей, оползней, склонов балок, оврагов и суходолов в зоне влияния водохранилища;
- поддержание (в необходимых случаях – создание) в рабочем состоянии водохранилищных полос и илофильтров;
- механическая расчистка водохранилища от отложений наносов.

Выбор того или иного мероприятия по продлению срока службы и поддержанию регулирующей емкости водохранилища должен определяться технико-экономическим сравнением и конкретными условиями эксплуатации.

### **3.10 Требования к технологической безопасности водозаборных, водосбросных сооружений и затворов**

Проблема безопасности гидротехнических сооружений в настоящее время приобретает наибольшую актуальность. С принятием правительством РФ Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» (1997 г.) возросли требования к обеспечению безопасности всех гидротехнических сооружений независимо от их назначения. О важности и повышенном внимании к безопасности ГТС свидетельствуют принятые нормативные документы РФ:

- Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002;
- Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009;
- Постановление Правительства РФ «Об организации государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений» от 16.10.1997 (изм. и доп. 20.05.1998, 30.11.2009);
- Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений от 26.05.1998;
- СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» от 01.01.2004 и т. п.

Оценка безопасности каждого сооружения гидроузла осуществляется путем сопоставления значений контролируемых диагностических нагрузок и воздействий на момент обследования с проектными. Значения контролируемых показате-

лей, определяющих прочность, устойчивость и водопропускную способность сооружений, а также его долговечность, сопоставляются с соответствующими нормативными критериями безопасности для отдельных видов гидротехнических сооружений.

Критерии безопасности гидротехнических сооружений устанавливаются по основным показателям технического состояния сооружения: прочность (в том числе фильтрационная), устойчивость, пропускная способность, превышение гребня сооружения над уровнем воды в водоеме с учетом волновых воздействий. Критерии безопасности гидротехнических сооружений должны быть установлены на стадии проектирования. На стадиях строительства, эксплуатации или реконструкции гидротехнического сооружения, а также изменений условий его эксплуатации, требований норм и правил безопасности гидротехнических сооружений критерии подлежат уточнению.

### **3.10.1 Технологическая классификация сооружений**

Водозабор – технологический процесс подачи в водовод требуемого количества очищенной от крупных наносов и плавающих тел воды. Включает технологические операции:

- водоотбор (отбор из водоисточника объема воды, достаточного для обеспечения требуемой водоподачи);
- водоподачу (регулирование расхода воды, подаваемого в открытые (каналы, лотки) или закрытые (трубопроводы) водоводы с использованием затворов, входящих в состав механического оборудования водозаборного сооружения);
- борьбу с наносами (конструктивные и эксплуатационные мероприятия, не допускающие попадания в водовод крупных донных наносов, плавника и других плавающих предметов);
- рыбозащиту (конструктивные устройства и эксплуатационные мероприятия, предотвращающие попадание рыб в отводящие водоводы);
- аварийную защиту механического оборудования и др.

Общее число и вид технологических операций определяется типом водозаборного сооружения и особенностями используемого водоисточника.

По типу используемого водоисточника водозаборные сооружения делятся на речные, водохранилищные, озерные.

Водоисточники речного типа характеризуются гидрологическими особенностями участков рек и составом донных наносов:

- горный (уклон дна русла  $i > 0,05$ ), донные наносы валунно-галечниковые, гравелистые (более 50 мм);
- предгорный (уклон дна русла  $i = 0,05-0,001$ ), донные наносы гравелисто-галечниково-песчаные (1-30 мм);
- равнинный (уклон дна русла  $i < 0,001$ ), донные наносы мелкопесчаные и пылеватые (менее 1 мм).

Водоисточник аккумулирующего типа – водохранилище, озеро и т. п. различается действующим напором:

- низконапорный (напор до 10 м);
- средненапорный (напор 10-50 м);
- высоконапорный (напор более 50 м).

Водозаборные сооружения мелиоративного назначения различаются по технологическим признакам:

- по условиям транспортирования воды от водозаборного сооружения – самотечные и с машинной (механической) подачей воды (совмещенные с насосной станцией и раздельного типа);

- по местоположению водоприемника относительно речного русла – русловые, ковшовые и береговые;

- по наличию плотины в составе сооружения – плотинные и бесплотинные;

- по типу применяемых средств борьбы с наносами – с промывными карманами, с промывными галереями, с циркуляционными порогами, с отверстиями в быках и устоях, лотковые, двухъярусные и др.

- по расположению водозаборных отверстий в вертикальной плоскости – с поверхностным и глубинным водозабором.

Выбор типа водозаборного сооружения производят в зависимости от уровней воды в реке и уровней, требуемых в проектируемом магистральном канале, с учетом топографических, гидрологических и геологических условий. Конструкция водозаборного сооружения выбирается в соответствии с его назначением в зависимости от типа водовода, характера водозабора, условий эксплуатации, природных условий, гидрогеологического режима водоема и водотока, морфологии берегов и т. д.

Водосброс – технологический процесс удаления излишков воды (паводковые или целенаправленные попуски воды в нижний бьеф) из мелиоративных сооружений в природные водные объекты или искусственные водоприемники сбросных вод.

Основные технологические операции:

- водоприем (формирование потока воды, направляемой на сброс);

- регулирование сбросных расходов (уровней) воды;

- гашение гидравлической энергии потока сбрасываемых вод.

Водосбросные сооружения классифицируют по общим технологическим признакам:

- по функциональному назначению (водосбросы, водовыпуски, водоспуски);

- по времени использования (постоянные, временные (строительные), временно-эксплуатационные);

- по повторяемости пропускаемых паводков (основные, вспомогательные (резервные или аварийные);

- по местоположению (русловые, береговые, пойменные);

- по оборудованию водосливных отверстий (регулируемые, нерегулируемые (автоматического действия);

- по конструкции поперечных сечений (открытые (поверхностные), закрытые, комбинированные).

Водосбросные сооружения мелиоративных систем выполняют функции аварийных регулируемых водосбросов. Для этого используется открытый (поверхностный) тип водосбросного сооружения. В зависимости от технологии водораспределения водосбросные сооружения могут быть автоматические нерегулируемые (основной вариант) и регулируемые с управляемыми затворами.

Водосбросные сооружения аккумулирующих сооружений мелиоративных систем могут быть закрытыми или комбинированными. Сооружения закрытого типа оснащаются регулирующими затворами. В комбинированных водосбросных сооружениях регулирующие затворы применяются в технологических целях для поддержания требуемого уровня воды в чаше аккумулирующего сооружения.

Затворы мелиоративного назначения классифицируются по технологическому назначению и условиям работы, по конструктивным признакам и типам приводов для маневрирования затворами, по способу автоматизации управления и др.

Механическое оборудование гидротехнических сооружений включает:

- затворы (главные элементы механического оборудования для регулирования уровней или расходов воды, пропуска плавающих тел и т. д.);

- механизмы и устройства для маневрирования затворами (регулирование степени открытия водопропускных отверстий);
- сороудерживающие решетки и другие заграждения (защита водопропускных отверстий против попадания в них плавающих тел);
- решеткоочистительные машины и устройства (очистка решеток от сора и других плавающих тел);
- подъемно-транспортные механизмы и захватные балки (монтаж, демонтаж и транспортирование элементов механического оборудования в пределах сооружения);
- механические, гидромеханические и электромеханические регистрирующие устройства (регистрация уровней и расходов воды в водопропускных отверстиях).

По технологическому назначению затворы подразделяются на:

- основные затворы (обеспечивают регулирование пропускаемого расхода воды или поддержание уровней воды в бьефах на заданных отметках, всегда находятся в рабочем состоянии, гарантируют любое маневрирование в текущей воде под напором, время работы основных затворов под напором и в текущей воде не ограничивается);
- аварийные затворы (прекращают течение воды в водопропускных сооружениях при аварии, гарантируют закрытие отверстия в текущей воде при любых возможных напорах на сооружении, время работы под напором в текущей воде может быть ограничено);
- ремонтные затворы (временно перекрывают водопропускные отверстия с целью осмотра и ремонта оборудования или частей сооружений, работают в условиях статических нагрузок, допускают маневрирование только в стоячей воде);
- аварийно-ремонтные затворы (соединяют функции и признаки аварийных и ремонтных, что дает существенный технико-экономический эффект);
- строительные затворы (закрывают водопропускные отверстия только в период пропуска строительных расходов воды).

По основным конструктивным признакам затворы классифицируются:

- по технологическому режиму работы (не регулирующие, регулирующие, то есть приспособленные работать при частичном открытии);
- по способу передачи давления воды на сооружение (на быки и устои, на порог сооружения, на быки и порог, на контур глубинного отверстия, не передающие давление на сооружение);
- по способу движения (перемещающиеся поступательно, вращающиеся, перекатывающиеся, свободно плавающие);
- по конструкции опорно-ходовых частей (со скользящими опорами, с опорами качения, с зубчатыми опорами, с опорами гидравлического действия);
- по способу управления (с механическим приводом (ручным, электрическим), с гидравлическим приводом, вододействующие (с перемещением затвора под действием напора воды), со смешанным приводом (полувододействующие);
- по материалу конструкции (металлические (основной тип), деревянные (используются как временные), железобетонные, композитные, тканевые).

Безопасность эксплуатации затворов определяется следующими показателями:

- нагрузкой на затвор (осредненной во времени);
- надежностью (выполнение заданных функций с сохранением эксплуатационных показателей в течение требуемого промежутка времени);
- безотказностью в работе;
- водонепроницаемостью контактов затвора с сооружением;
- необходимой скоростью и диапазоном маневрирования;
- минимальной мощностью механизмов для операций с затвором и при необходимости дублирования управления;

- максимально возможным использованием энергии потока воды для обеспечения выполнения функций затвора;
- удобством монтажа, ремонта, осмотра;
- совмещением (по возможности) нескольких функций, выполняемых затвором (например, регулирование, учет и т. д.);
- взаимозаменяемостью основных элементов для ремонтных затворов;
- быстродействием для аварийных затворов.

Оборудование для маневрирования затворов разделяется на две группы.

*I группа – стационарные механизмы*, которые применяются:

- при необходимости в короткий срок поднять или опустить один или несколько затворов, если применение подвижного механизма экономически не оправдано;
- при автоматизации управления обычными затворами (не автоматами);
- при ручном маневрировании;
- при малом числе затворов на сооружении, особенно их рассредоточенности по объекту;
- при автоматизированном управлении, когда подвижное оборудование неэкономично.

*II группа – подвижные механизмы*, которые применяются:

- при большом числе однотипных затворов (более 4-х) и отсутствии необходимости в быстром и одновременном маневрировании;
- при наличии аварийных или ремонтных затворов, переставляемых из одного отверстия в другое;
- при посадке на порог затворов, не требующих дожимных усилий.

Особенности механизмов для маневрирования затворами:

- небольшая скорость подъема и опускания затворов (от 0,2 до 2 м/мин., при ручном приводе – от 0,01 до 0,05 м/мин.);
- большие тяговые усилия при небольшой мощности двигателей (исключение составляют механизмы маневрирования затворов сооружений на реках с быстронарастающими паводками);
- использование при заклинивании или зависании крупных затворов автоматических ограничителей перегрузки или свободного хода.

### **3.10.2 Анализ нормативно-правовых и методических документов по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений**

Нормативно-правое и методическое обеспечение безопасности гидротехнических сооружений представляет собой систему нормативно-правовых и методических документов (актов, законов, норм проектирования, правил технической эксплуатации, стандартов, типовых инструкций, методических рекомендаций, правил техники безопасности), регламентирующих состав мероприятий, направленных на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, в том числе ее нормирование, различного рода запреты и ограничения [65].

О важности и повышенном внимании к безопасности ГТС свидетельствуют принятые нормативные документы РФ:

- Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 [1];
- Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений от 26.05.98 [66];
- Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 [67];
- СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» от 01.01.2004 [68];

- Постановление Правительства РФ «Об организации государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений» от 16.10.1997 (изм. и доп. 20.05.98, 30.11.2009) [69].

В последние годы ранее разработанные документы дополняются необходимыми положениями, разделами и пунктами по безопасности, так в 2004 году в разработанном документе (СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения») взамен СНиП 2.06.01.-86 были введены дополнительно разделы: 4.3 «Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений» и 5.3 «Обоснование надежности и безопасности гидротехнических сооружений».

Так, в составе проекта ГТС должны быть разработаны критерии их безопасности, которые будут уточняться перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации. Обязательной частью проекта будет декларация безопасности ГТС, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций [68].

При проектировании гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены конструктивно-технологические решения по предотвращению развития опасных повреждений и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в периоды строительства и эксплуатации.

Пункт 5.3 [68] дополнен обоснованием надежности и безопасности гидротехнических сооружений, включающий выполнение расчетов гидравлического, фильтрационного и температурного режимов, а также напряженно-деформированного состояния системы «сооружение-основание». Обеспечение надежности системы «сооружение-основание» будет обосновываться результатами расчетов по методу предельных состояний их прочности, устойчивости, деформаций и смещений. Расчеты будут производиться по двум группам предельных состояний: потеря несущей способности и (или) полная непригодность сооружений, их конструкций и оснований к эксплуатации; непригодность к нормальной эксплуатации.

В целях защиты жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды и предупреждения беспорядочных действий в 2009 году вышел Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [67]. В законе установлены минимально необходимые требования безопасности к зданиям и сооружениям, в том числе требования:

- механической безопасности;
- пожарной безопасности;
- безопасности при опасных природных процессах и явлениях и техногенных воздействиях;
- безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях;
- безопасности для пользователей зданиями и сооружениями;
- энергетической эффективности зданий и сооружений;
- безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

Данные требования должны обеспечиваться документами в области стандартизации (национальные стандарты, своды правил), которые утверждает правительство Российской Федерации.

В механическую безопасность входят требования, не приносящие вреда жизни или здоровью людей, имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений т. д. в результате:

- разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей;
- разрушения всего здания, сооружения или их части;
- деформации недопустимой величины строительных конструкций, основания здания или сооружения и геологических массивов прилегающей территории;



- повреждения части здания или сооружения, сетей инженерно-технического обеспечения или систем в результате деформации, перемещений либо потери устойчивости несущих строительных конструкций, в том числе отклонений от вертикали.

Безопасность при опасных природных процессах и явлениях и техногенных воздействиях должна быть заложена в проекте зданий и сооружений и соблюдаться при строительстве и эксплуатации, таким образом, чтобы не было последствий, создающих угрозу причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу, окружающей среде и т. д. Для обеспечения безопасности зданий и сооружений в проектной документации должна быть предусмотрена противоаварийная защита систем инженерно-технического обеспечения.

Требования энергетической эффективности зданий и сооружений заключаются в том, что здания и сооружения должны быть спроектированы таким образом, чтобы в процессе их эксплуатации, обеспечивалось эффективное использование энергетических ресурсов, и исключался нерациональный расход таких ресурсов.

Требования безопасности для пользователей зданиями и сооружениями состоят в том, что здание или сооружение должно быть спроектировано и построено, а территория, необходимая для использования здания или сооружения, должна быть благоустроена таким образом, чтобы в процессе эксплуатации не возникало угрозы наступления несчастных случаев и нанесения травм людям – пользователям зданиями и сооружениями в результате скольжения, падения, столкновения, ожога, поражения электрическим током, а также вследствие взрыва.

Требования безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду состоят в том, что они должны быть спроектированы таким образом, чтобы в процессе их строительства и эксплуатации не возникало угрозы оказания негативного воздействия на окружающую среду.

В «Техническом регламенте...» также отражены требования к обеспечению безопасности зданий и сооружений в процессе строительства, реконструкции, капитального или текущего ремонта, утилизации (сноса) и в процессе эксплуатации. В процессе строительства особое внимание уделено требованиям к строительным материалам, изделиям и контролю со стороны лиц, осуществляющих строительство. Безопасность здания или сооружения в процессе эксплуатации должна обеспечиваться посредством технического обслуживания, периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, а также посредством текущих ремонтов здания или сооружения.

В 2001 году ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» разработал «Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности», которые в соответствии со статьей 9 Федерального закона «О безопасности ...» регламентируют организацию, порядок и методы обследования гидротехнических сооружений для оценки их безопасности [70].

В состав рекомендаций входят организация обследований гидротехнических сооружений, обследование эксплуатируемых гидротехнических сооружений, особенности обследования строящихся гидротехнических сооружений, сооружений после их капитального ремонта или реконструкции, сооружений, подвергшихся чрезвычайным воздействиям, оценка (проверка) мероприятий, выполняемых на объекте по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. В Приложении к документу дан примерный перечень контролируемых показателей состояния сооружений для основания сооружений, грунтовых и бетонных сооружений, железобетонных конструкций, водопропускных сооружений.

Ранее данным НИИ (2000 г.) был разработан документ «Рекомендации по анализу данных и контролю состояния водосбросных сооружений и нижних бьефов гидроузлов» [332]. В рекомендациях рассматриваются вопросы, связанные с эксплуатацией открытых водосбросных сооружений гидроузлов. Приведен перечень наблюдений и исследований состава работ по контролю состояния любых водосбросных сооружений и нижнего бьефа. Определены основные требования к оснащению контрольно-измерительной аппаратурой для предупреждения о возникновении опасных ситуаций. Составлена методика обработки и анализа данных натурных наблюдений и оценка состояния водосбросных сооружений и нижнего бьефа.

Известна также «Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений» (РД 153-34.2-21.342-00), утвержденная Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» [71]. В ней определены основные понятия, регламентация процедур и последовательность действий при выборе контролируемых и диагностических показателей состояния ГТС в составе проекта и на стадии эксплуатации, определении их критериальных значений, разработке прогнозных математических моделей, применении качественных характеристик. Также определен порядок разработки и утверждения критериальных значений диагностических показателей состояния ГТС и общие правила оценки риска аварий эксплуатируемых ГТС в детерминированной и вероятностной формах.

Не маловажное значение в предупреждении и ликвидации последствий нарушения технологических операций в работе ГТС имеет организация качественной эксплуатации сооружения, в том числе уровень подготовки эксплуатационного персонала. В утвержденных Минводхозом РФ (1998 г.) «Правилах эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений» [66] сказано, что главной задачей технической эксплуатации гидротехнических сооружений любого типа и назначения является контроль за их работой, безопасным состоянием и обеспечением их работы в необходимом режиме. Современное принятие мер по предупреждению и устранению дефектов, выявление причин нарушения нормального функционирования сооружения и его элементов, каковыми могут быть:

- постепенный износ (физическое старение, амортизация) и моральный износ сооружения и оборудования;
- воздействие стихийных и чрезвычайных факторов, которые не могли быть предусмотрены проектом (исключительный паводок, сверхнеобычный ледоход и др.);
- неправильные действия эксплуатационного персонала (несвоевременное открытие затворов, подъем воды сверх предельных уровней, перелив воды через стенки и т. п.).

В данном нормативном документе изложены основные задачи службы эксплуатации головных водозаборных гидроузлов, состав головного водозаборного гидроузла (основных сооружений и прилегающих к нему), необходимая техническая документация при эксплуатации сооружений. Определено проведение в обязательном порядке на всех гидротехнических сооружениях контрольных натурных наблюдений – визуальных и инструментальных.

Визуальные наблюдения проводятся за гидравлическим режимом потока в бьефах сооружений, подводящем и отводящем руслах, деформациями бетонных и земляных сооружений (осадками и подвижками конструкций, оползнями, трещинами, размывами и заилениями), выходами фильтрационных вод и суффозией грунта. Инструментальные наблюдения включают в себя натурные гидравлические и фильтрационные исследования, наблюдениями за вертикальными и горизонтальными перемещениями, переформированием русла в верхнем и нижнем бьефах. Размещение контроль-

но-измерительной аппаратуры на строящихся сооружениях определяется проектом. На действующих – устанавливается руководителем эксплуатационной службы.

По нормативному документу СО 34.21.307-2005 [65], требования по безопасности гидротехнического сооружения – это совокупность характеристик безопасности гидротехнического сооружения и условий, соблюдение которых необходимо для ее обеспечения, устанавливаемых в нормативно-технических документах, правилах технической эксплуатации, технических заданиях и технических условиях, предписаниях органов надзора за безопасностью гидротехнических сооружений, заключениях государственной экспертизы проекта, декларации безопасности с учетом класса гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации.

В соответствии с нормативным документом ГОСТ 12.3.002-75 (СТ СЭВ 1728-89) «Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности» [72], безопасность производственных процессов достигается упреждением опасной аварийной ситуации.

На повышение уровня безопасности ГТС направлено развитие систем мониторинга технического состояния зданий и сооружений, окружающей среды. Известен государственный стандарт РФ (ГОСТ Р 22.1.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения»), который устанавливает основные положения по составу системы мониторинга состояния окружающей среды и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, требования к нормативному и метрологическому обеспечению этой системы [73].

Разработаны и другие стандарты [74-78]: ГОСТ Р 22.1.06-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования»; ГОСТ Р 22.1.08-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования»; ГОСТ Р 22.1.11-2002 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них. Общие требования»; ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования»; Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга безопасности гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях (РД 03-417-01).

Обобщив данные нормативные документы, можно сделать вывод, что объектами мониторинга могут быть как сооружения (устройства) в целом (например, плотины, водозаборные сооружения, сбросные сооружения и т. п.), так и их составляющие части, конструктивные элементы (например, ядро, понур, затвор и т. п.), а также системы сооружений, основание ГТС, технологические процессы. Природно-климатические процессы также существенно влияют на безопасность ГТС. Для каждого объекта мониторинга рекомендуется определять перечень контролируемых параметров.

Для контроля отбираются только параметры, которые в наибольшей степени характеризуют состояние безопасности объекта мониторинга.

Служба эксплуатации – важнейшая составляющая обеспечения безопасности ГТС. Безаварийная работа ГТС возможна только в случае, если служба эксплуатации удовлетворяет таким условиям, как укомплектованность персоналом согласно штатному расписанию, техническая вооруженность, квалификационный уровень, исполнительская дисциплина в части реализации проектной технологии эксплуатации и предписаний контролирующих организаций и т. п.

### **3.10.3 Механическая безопасность сооружений, механизмов, оборудования и средств управления**

При эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений, гидромеханического оборудования следует руководствоваться законодательством Российской Федерации о безопасности гидротехнических сооружений и нормативными требованиями, направленными на обеспечение их безопасности [41, 68, 79, 80].

Проект сооружения должен содержать:

- предложения по организации системы мониторинга технологической безопасности;
- технические решения по использованию противоаварийных средств оперативного действия;
- конструктивно-технологические решения по предотвращению развития опасных повреждений и аварийных ситуаций в периоды строительства и эксплуатации сооружения;
- оценку рисков материальных и социальных ущербов от потенциальной аварии сооружения, мероприятия по снижению негативных воздействий на окружающую среду.

Состояние конструкций и основания водозаборных, водосбросных сооружений должно отвечать требованиям обеспечения механической безопасности, исключающим возможность разрушения, потери устойчивости сооружения, оборудования или его части.

Контроль состояния конструкций и оснований водозаборных и водосбросных сооружений, гидромеханического оборудования должен производиться с использованием визуальных и инструментальных методов определения диагностических показателей.

Контролируемые диагностические показатели состояния водозаборных, водосбросных сооружений, гидромеханического оборудования и их предельно допустимые значения устанавливаются в проектной документации и могут уточняться в процессе эксплуатации сооружений по согласованию с органами государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений.

При эксплуатации водозаборных, водосбросных сооружений и гидромеханического оборудования должно проверяться соответствие фактических величин диагностических показателей безопасности величинам, установленным на стадии проектирования. В случае их несоответствия должны приниматься технические и технологические решения, обеспечивающие безопасность сооружений.

Гидромеханическое оборудование, применяемое на водозаборных и водосбросных сооружениях, подлежит сертификации или декларированию на соответствие требованиям безопасности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

Сертификация гидромеханического оборудования осуществляется органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании; декларация о соответствии принимается заявителем в порядке, установленном указанным законодательством.

Гидромеханическое оборудование, применяемое на водозаборных и водосбросных сооружениях, в процессе эксплуатации подлежит периодической экспертизе обеспечения технологической безопасности в установленном порядке.

Применение гидромеханического оборудования на водозаборных и водосбросных сооружениях осуществляется при условии получения разрешения, выдаваемого федеральным органом исполнительной власти в области обеспечения безопасности.

Гидромеханическое оборудование водозаборных и водосбросных сооружений должно отвечать следующим основным требованиям:

- отклонения от проектной документации в процессе эксплуатации (реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации) гидромеханического оборудования не допускаются;

- изменения, вносимые в проектную документацию при реконструкции, капитальном ремонте, техническом перевооружении, консервации и ликвидации гидромеханического оборудования, подлежат экспертизе технологической безопасности и согласовываются с федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориальным органом;

- соответствие реконструированного, отремонтированного гидромеханического оборудования проектной документации, требованиям строительных норм, правил, стандартов и других нормативных документов устанавливается заключением уполномоченного на осуществление государственного надзора федерального органа исполнительной власти или уполномоченного на осуществление государственного надзора органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- ввод в эксплуатацию гидромеханического оборудования проводится в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. При этом проверяется готовность организации к эксплуатации гидромеханического оборудования и к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии;

- организация, эксплуатирующая гидромеханическое оборудование водозаборных и водосбросных сооружений, обязана соблюдать положения федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов в области безопасности;

- обеспечивать укомплектованность штата работников службы эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений в соответствии с установленными требованиями;

- допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;

- иметь на производственном объекте нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ при эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений;

- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля хода технологических процессов в соответствии с установленными требованиями.

В состав исполнительных механизмов гидромеханического оборудования, подлежащих контролю механической безопасности, входят:

- стационарные подъемные и тяговые механизмы для маневрирования затворами;
- подъемно-транспортные механизмы, предназначенные для монтажа и демонтажа механического и энергетического оборудования;

- подъемно-транспортные механизмы решеткоочистительных машин, устройств очистки сороудерживающих решеток и водного пространства перед ними;

- подъемно-транспортные механизмы и механическое оборудование для обслуживания рыбозащитных устройств и сооружений.

Для обеспечения технологической безопасности исполнительных механизмов и средств управления работой гидромеханического оборудования необходимо наличие следующей эксплуатационной документации:

- инструкции (руководства) по эксплуатации и техническому обслуживанию исполнительных механизмов (руководства по эксплуатации);
- производственные инструкции по обслуживанию и эксплуатации исполнительных механизмов;
- инструкции (руководства) по эксплуатации и техническому обслуживанию исполнительных механизмов (руководства по эксплуатации);
- производственные инструкции по обслуживанию и эксплуатации исполнительных механизмов;
- оперативные и технические журналы (приемки и сдачи дежурств, по технике безопасности, регистрации отказов и дефектов в работе, результатов технических осмотров, ревизий, ремонтов и т. п.);
- технические паспорта на исполнительные механизмы;
- кинематические и электрические схемы;
- акты приемки их в эксплуатацию, акты пусковых и плановых испытаний;
- заводские сертификаты.

Производственные инструкции по эксплуатации исполнительных механизмов гидромеханического оборудования должны включать:

- порядок их эксплуатации в нормальных и экстремальных условиях;
- порядок подготовки и проведения обслуживания и ремонта исполнительных механизмов;
- порядок эксплуатационного контроля состояния исполнительных механизмов гидромеханического оборудования;
- требования техники безопасности при эксплуатации.

В процессе эксплуатации исполнительные механизмы могут пребывать в следующих состояниях: исправное (неисправное), работоспособное (неработоспособное), предельное состояние.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние характеризуется состоянием механизмов, при котором значение всех параметров эксплуатационных качеств (ПЭК), характеризующих способность выполнить заданные функции, соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Неработоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых объект способен частично выполнять требуемые состояния.

Предельное состояние – состояние механизмов, при котором дальнейшее их использование по назначению не допустимо.

Исполнительные механизмы должны быть оборудованы предохранительными устройствами (различные тормозные устройства, концевые выключатели, ограничители подъема, ограничители грузоподъемности, сигнализирующие устройства и т. д.), автоматически отключающие механизмы при выходе какого-либо его параметра за пределы допустимых значений.

Исполнительные механизмы в течение нормативного срока службы должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию: частичному – не реже одного раза в 12 месяцев; полному – не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых, которые должны подвергаться полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 5 лет.

При техническом освидетельствовании исполнительных механизмов подвергаются осмотру и проверяются в работе тормоза, гидро- и электрооборудование, приборы и устройства безопасности. Проверка исправностей действия различных ограничителей должна проводиться с учетом их грузовой характеристики.

Средства управления гидромеханическим оборудованием должны включать автоматизированные средства сбора, обработки и передачи контрольной информации, средства формирования управляющих сигналов или команд для воздействия на исполнительные механизмы с целью изменения положения или состояния технологического оборудования.

При эксплуатации средств автоматики и телемеханики необходимо руководствоваться:

- инструкциями по эксплуатации автоматизированного объекта, включающими инструкции по эксплуатации оборудования и приборов, составленными предприятиями-изготовителями;
- графиками проведения профилактических осмотров и ремонтов оборудования и приборов;
- должностными инструкциями по всем категориям обслуживающего персонала.

Исполнительные механизмы, обеспечивающие аварийное закрытие отверстий затворами в случае внезапного отключения электроэнергии на водозаборных насосных станциях, должны иметь резервные источники энергоснабжения, которые должны периодически проверяться.

Исполнительные механизмы, отработавшие нормативный срок службы, должны подвергаться экспертному обследованию (диагностированию), включая полное техническое освидетельствование, проводимому специализированными организациями в соответствии с нормативными документами.

#### **3.10.4 Обеспечение энергосбережения сооружений и оборудования. Требования к энергетической эффективности гидромеханического оборудования**

Для обеспечения энергосбережения при выполнении технологических процессов на водозаборных и водосбросных гидротехнических сооружениях должна быть разработана система мероприятий, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов при эксплуатации гидромеханического оборудования.

Система мероприятий должна осуществляться путем реализации правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, в соответствии с принципами энергосберегающей политики государства.

Система мероприятий по обеспечению энергосбережения должна формироваться на принципах [81]:

- энергетической системности;
- рациональности ресурсных ограничений;
- функциональной взаимосвязанности;
- неразрывности деятельности;
- обязательности требований.

При организации эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений устанавливаются:

- нормативные показатели энергетической эффективности для энергоемких объектов;
- порядок и правила оценки методов испытаний объектов, потреблявших энергетические ресурсы, на соответствие нормативным показателям энергетической эффективности;
- нормы точности, методики выполнения измерений и обеспечения единства измерений, правила метрологического контроля и надзора за транспортированием и потреблением энергетических ресурсов.

Электроснабжение гидромеханического оборудования может осуществляться от сети переменного тока или от вторичных источников электропитания.

В качестве резервного источника электроснабжения могут применяться: передвижные и стационарные дизель-генераторы, стационарные аккумуляторные батареи, встроенные источники постоянного тока (аккумуляторные батареи или батареи гальванических элементов).

Переход технических средств подсистем с основного источника электропитания на резервный и наоборот должен осуществляться автоматически.

При использовании в качестве резервного источника электропитания встроенной аккумуляторной батареи должна быть обеспечена ее автоматическая подзарядка.

Резервное электропитание должно обеспечивать работоспособность гидромеханического оборудования в течение значений времени, выбираемых из ряда: 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 24 ч (конкретное значение которого должно быть указано в нормативной документации на эксплуатацию конкретного типа гидромеханического оборудования).

В сети переменного тока допустимы изменения частоты тока в пределах  $(50 \pm 1)$  Гц и изменения напряжения от 187 до 242 В (220 В плюс 10 %, минус 15 %).

Вторичные источники электропитания должны иметь номинальное выходное напряжение 12 и (или) 24 В.

Государственный контроль и надзор за рациональным использованием энергетических ресурсов осуществляется уполномоченными органами государственного энергетического надзора, а также иными организациями, аккредитованными в установленном порядке.

Эксплуатирующая организация должна проводить периодическую энергетическую экспертизу оборудования водозаборных водосбросных сооружений на соответствие требованиям действующих правовых и нормативно-методических документов в области энергообеспечения. Правила и периодичность энергетической экспертизы определяют органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

### **3.10.5 Состав контролируемых (измеряемых) технологических параметров.**

#### **Информационное обеспечение эксплуатации сооружений и оборудования**

Технологическая безопасность эксплуатации сооружений и оборудования предусматривает специализированное информационное обеспечение, основанное на использовании:

- проблемно-ориентированных методов;
- диагностики (тестирования) состояния сооружений и оборудования;
- прогнозирования стадий жизненного цикла, декларирования безопасности сооружений;
- применения средств активной и пассивной защиты сооружений и оборудования в период эксплуатации.

Диагностика (тестирование) является основным методом определения критериев и показателей технологической безопасности эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений применяемого гидромеханического оборудования.



Результаты тестирования показателей технологической безопасности сравниваются с требованиями технического задания или спецификаций для определения степени соответствия предъявлявшимся требованиям, полученным разработчиком от заказчика.

Непосредственной целью тестирования является обнаружение, локализация и устранение технических неисправностей в работе сооружений и гидромеханического оборудования. При планировании процедур тестирования основная задача состоит в достижении максимальной достоверности результатов при ограниченных затратах ресурсов всех видов на проведение тестирования.

Мониторинг водозаборных, водосбросных сооружений и механического оборудования должен включать результаты тестирования установленного перечня количественных и качественных показателей, характеризующих техническое состояние, уровни внешних воздействий и условия эксплуатации сооружений и оборудования.

Для оценки технического состояния водозаборных и водосбросных сооружений необходимо тестировать (контролировать) показатели:

- вертикальные и горизонтальные перемещения и деформации сооружений, их оснований (в пределах активной зоны);
- параметры сейсмических колебаний оснований и динамической реакции сооружений;
- взаимные смещения по межсекционным швам бетонных и железобетонных конструкций;
- раскрытие трещин, межблочных швов в бетонных и железобетонных сооружениях;
- глубину распространения трещины по контакту бетонной плотины со скальным основанием;
- углы поворота характерных сечений бетонных и железобетонных сооружений;
- отметки депрессионной поверхности фильтрационного потока в основании сооружений;
- пьезометрические напоры и их градиенты в теле грунтовых сооружений, в основании и береговых примыканиях;
- гидростатическое давление со стороны верхнего и нижнего бьефов;
- давление наносов (их уровень и механические характеристики);
- воздействие льда на сооружение и механическое оборудование;
- динамические воздействия на сооружение (от сбрасываемого потока воды);
- механические и коррозионные повреждения тяговых канатов, цепей, опорных конструкций, обшивок, ходовых и других механизмов, несущих металлоконструкций;
- состояние бетона в местах закрепления закладных частей и опор пролетных строений подкрановых путей, качество уплотнения затворов.

Оценка условий эксплуатации водозаборных и водосбросных сооружений включает контроль гидравлических и конструктивных параметров:

- скорости течения воды в контрольных створах сооружений;
- уровней (перепадов) и уровней воды в контрольных створах сооружений;
- расходов воды в выходных участках сооружений;
- гидравлического режима потока воды в зоне влияния сооружений;
- линейных размеров геометрического сечения контрольных участков;
- открытия затворов;
- объема воды.

Оценку уровня риска аварии (уровня технологической безопасности) эксплуатируемого сооружения и соответствующего гидромеханического оборудования необ-

ходимо выполнять на основе результатов анализа комплекса количественных и качественных показателей:

- соответствия конструктивно-компоновочных решений и условий эксплуатации сооружений и оборудования положениям действующих норм и правил, а также современным методам расчетов и методам оценки состояния сооружений;

- опасности превышения принятых в проекте расчетных уровней возможных природных воздействий;

- изменения расчетных значений механических и фильтрационных характеристик материалов сооружений, а также свойств пород оснований;

- соответствия показателей состояния, контролируемых средствами измерений, установленным критериям безопасности;

- соответствия показателей состояния, оцениваемых на экспертной основе (в том числе контролируемых визуально), установленным критериям безопасности;

- соответствия условий эксплуатации требованиям действующих норм и правил.

Для ведения систематических наблюдений за технологическими параметрами, сооружения должны быть оборудованы: пунктами водоучета, контрольными створами выше и ниже водозаборных и водосбросных сооружений, а также специальным оборудованием, фиксирующим состояние сооружений (максимальный, нормальный и минимальный уровни воды), распространение кривой подпора, границы особо опасных мест в отношении размывов и обрушений.

Нормирование количественных и качественных показателей обеспечивается действующими нормативно-методическими документами в области национальной стандартизации Российской Федерации.

### **3.10.6 Условия обслуживания сооружений и механического оборудования. Безопасность пользователей сооружения**

#### *Условия обслуживания сооружений и механического оборудования*

При организации эксплуатации сооружения и механического оборудования должна быть разработана система планово-предупредительных мероприятий по обеспечению требуемых условий обслуживания, технологической безопасности эксплуатации сооружений и механизмов, включающей все виды текущего обслуживания сооружений и оборудования: надзор, наблюдения, уход и все виды ремонта.

Планово-предупредительные мероприятия разрабатываются на основе систематического изучения режима работы сооружений и опыта эксплуатации гидромеханического оборудования (действующих аналогов гидромеханического оборудования). Надзор за сооружениями и оборудованием должен обеспечивать правильную эксплуатацию и использование сооружений и гидромеханического оборудования в соответствии с требованиями технологической безопасности.

Эксплуатация гидротехнических сооружений и механического оборудования должна проводиться по инструкциям, разработанным и принятым в установленном порядке, которые должны содержать полные указания по проведению технологических работ по обеспечению функций управления и технического обеспечения работы сооружений и оборудования.

Текущие осмотры проводятся регулярно в плановом порядке инженерно-техническими работниками эксплуатационной службы. Особый режим осмотра и наблюдений устанавливается для сооружений, расположенных в зоне оползней, в сейсмических опасных районах, а также для конструкций, работающих в зимний период.

На каждом сооружении должны вестись систематические (визуальные и инструментальные) наблюдения за гидравлическим режимом, осадками и перемещениями конструкций, фильтрацией воды по подземному контуру и в обход сооружения.

Периодичность и точность наблюдений устанавливаются службой эксплуатации, в зависимости от особенностей сооружений и применяемого гидромеханического оборудования.

При эксплуатации сооружений в зимних условиях составляется план организационно-технических мероприятий, предусматривающий:

- усиленный надзор за работой сооружений и оборудованием, организацию круглосуточного дежурства в местах возможных скоплений льда и шуги;
- защиту от затопления прилегающих территорий;
- борьбу с образованием опасных скоплений льда и шуги у сооружений;
- обогрев затворов и решеток.

Гидромеханическое, грузоподъемное, электротехническое оборудование, средства контроля и приборы управления не работающих в зимнее время водозаборных и водосбросных сооружений подлежат ревизии в конце сезона эксплуатации с последующей консервацией.

Водозаборные и водосбросные сооружения могут иметь вспомогательные объекты и оборудование, к которым относятся внутренние и подъездные дороги, склад аварийных материалов и снаряжения, служебные помещения для обслуживающего персонала и т. д., должны быть в состоянии, обеспечивающем бесперебойную работу основных сооружений.

Склад аварийных материалов располагают на участке вне зоны подтопления. Возобновляемые аварийные запасы на складе должны соответствовать специальному аварийному перечню, обеспечивать возможность быстрого изъятия и проверки.

Специальные средства и оборудование, к которым относятся понтоны, лодки для передвижения по воде при производстве контрольных промеров и для ремонтных работ, лебедки с тросами для удаления плавающих и затонувших предметов, люльки для работы в русле во время паводков, грузовые автомобили, тракторы-тягачи, прицепные тележки и др. должны быть в рабочем состоянии.

Участок земли, на котором располагаются основные сооружения и вспомогательное оборудование, должен быть включен в полосу отчуждения и закреплен геодезическими знаками, а также отмечен граничными столбами.

Гидромеханическое оборудование должно систематически подвергаться технической ревизии в соответствии с инструкциями, паспортами и рекомендациями заводов-изготовителей.

В процессе технической ревизии проверяются наличие деформаций и коррозионных повреждений каркаса и обшивки, состояние сварных швов, резиновых уплотнений и их укреплений, вращение колес, состояние опорных шарниров, цепей, стальных канатов, подъемных винтов, узлов их соединения с затвором и др. Металлические поверхности должны быть покрыты антикоррозийными составами, трущиеся части – смазаны.

Шандорные заграждения подлежат маркировке и размещению в специальных хранилищах в порядке, обеспечивающем последовательную их установку в пазах сооружения. Шандоры должны быть защищены от солнца, атмосферных осадков и окрашены.

Электродвигатели, пусковые и распределительные устройства, контрольно-измерительные приборы и аппаратура обслуживаются в соответствии с инструкциями, паспортами и рекомендациями заводов-изготовителей.

#### *Безопасность пользователей сооружения*

Основные сооружения, вспомогательные сооружения и оборудование (склады аварийных материалов и снаряжения, служебные помещения для обслуживающего персонала, мастерские и т. д.), должны обеспечивать безопасную эксплуатацию со-

оружий и оборудования, исключая угрозы возникновения несчастных случаев и нанесения травм пользователям сооружения.

Охрана сооружений осуществляется в соответствии с действующим законодательством. Производственные площадки должны быть оборудованы таким образом, чтобы обеспечивалась эвакуация пользователей сооружения при пожарах и авариях в соответствии с действующим законодательством.

Технологические и транспортные коммуникации, проходы, проезды, расположенные на территории сооружения, должны соответствовать требованиям обеспечения безопасности людей, находящихся на этой территории, в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, утвержденными Госстроем РФ.

Размещение производственного оборудования должно обеспечивать безопасность и удобство его эксплуатации, обслуживания и ремонта с учетом:

- снижения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов до значений, установленных стандартами ССБТ, санитарными нормами, утвержденными Минздравсоцразвитием РФ;
- безопасного передвижения персонала, быстрой его эвакуации в экстренных случаях, а также кратчайших подходов к рабочим местам;
- безопасной эксплуатации транспортных средств, средств механизации и автоматизации производственных процессов;
- использования средств защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- применения надежно действующих и регулярно проверяемых контрольно-измерительных приборов, устройств противоаварийной защиты;
- применения быстродействующей отсекающей арматуры и средств локализации опасных и вредных производственных факторов.
- применения безопасных способов хранения и транспортирования исходных материалов, заготовок, оборудования.
- профессионального отбора, обучения работающих, проверкой их знаний и навыков безопасности труда.

Требования безопасности пользователей сооружения должны устанавливаться в стандартах ССБТ, нормах технологического проектирования, правилах техники безопасности, в инструкциях, памятках и других документах требований безопасности к технологическим процессам.

### **3.10.7 Обеспечение технологической безопасности эксплуатации сооружений при опасных природных процессах, явлениях и (или) техногенных воздействиях**

Для обеспечения безопасности водозаборных и водосбросных сооружений при опасных природных процессах, явлениях и (или) техногенных воздействиях в проектной документации должны быть предусмотрены:

- меры, направленные на защиту людей и сооружения (во время строительства, реконструкции и эксплуатации) от воздействия опасных природных явлений и техногенных воздействий;
- конструктивно-технологические меры, уменьшающие степень разрушения оснований и конструкций сооружения, а также гидромеханического оборудования в случае возникновения опасных природных процессов, явлений и (или) техногенных воздействий.

При эксплуатации в экстремальных условиях, связанных с прохождением паводка, плавника, в условиях низких температур, а также в случае опасного природного явления или техногенного воздействия на каждом сооружении должен быть разрабо-

тан план организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации и предупреждению аварийной ситуации.

При необходимости предусматривается комплекс мер, направленных на стабилизацию состояния и улучшение свойств грунтов основания водозаборных и водосбросных сооружений, укрепление берегов и откосов подводящего и отводящего русла, верхнего и нижнего бьефа сооружений.

Для защиты сооружений от возможных оползней, селей, паводков и иных опасных природных процессов, явлений и (или) техногенных воздействий должны быть предусмотрены специальные гидротехнические сооружения инженерной защиты.

### **3.11 Контроль состояния и работы сооружений на водохранилищах**

Контроль состояния и работы сооружений гидроузлов водохранилища заключается в сборе информации о показателях фактического состояния сооружений гидроузла водохранилища и сопоставлении их:

- с утвержденными критериями безопасности, установленными в декларации безопасности ГТС и действующих нормативных документах;

- с проектными показателями сооружений, представленными в проектной документации, для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым.

Сооружения гидроузлов водохранилищ считаются исправными, если они обеспечивают требуемые гарантии удовлетворения нужд водопользователей в различных гидрологических ситуациях при соблюдении требований безопасности и охраны окружающей среды.

Сбор информации о показателях фактического состояния сооружений гидроузлов водохранилища выполняется путем производства контрольных визуальных и (или) инструментальных наблюдений.

Состав и объем проводимых наблюдений должен соответствовать проекту мониторинга декларации безопасности ГТС или, при ее отсутствии, действующей нормативной документации в зависимости от особенностей конструкции, условий эксплуатации и ответственности сооружения. Проект мониторинга должен соответствовать РД 03-417-01.

Мероприятия эксплуатационного контроля выполняются с периодичностью, предусмотренной в декларации безопасности ГТС или, при ее отсутствии, в действующей нормативной документации, а также после случаев работы гидроузла водохранилища в чрезвычайных условиях.

Результатом постоянно выполняемого эксплуатационного контроля за всеми сооружениями водохранилища является принятие решения о необходимости проведения работ по уходу, текущему и капитальному ремонтам. Обнаруженные в процессе контроля состояния и работы дефекты, повреждения или отклонения в работе, которые не могут быть устранены силами персонала при текущем уходе и ремонте, подлежат включению в план капитального ремонта. Однако дефекты, препятствующие безопасной эксплуатации, устраняются незамедлительно.

Визуальные наблюдения за гидротехническими сооружениями гидроузлов водохранилищ производятся с целью оценки их характеристик, выявления процессов, нарушающих нормальную работу гидротехнического сооружения в целом и отдельных его элементов в частности. Визуальные наблюдения представляют собой осмотры сооружений, выполняемые специалистом-наблюдателем с проведением простейших измерений с использованием простейших приборов (линеек, бинокля, лупы, секундомера) в целях определения параметров и качественных признаков технического состояния сооружения. Объектами визуального обследования сооружений должны быть все основные кон-

структивные элементы, от состояния каждого из которых зависит безопасность сооружения, а также близлежащая территория и береговые примыкания.

Инструментальные наблюдения – процедура сбора количественной информации о свойствах сооружения или условиях его эксплуатации с целью определения его технического состояния, выполняемая с использованием закладных или съемных средств измерений с определенной погрешностью. Инструментальные наблюдения производятся с целью более глубокого изучения характеристик гидротехнического сооружения и его технического состояния. Выполнение инструментальных обследований позволяет получить объективные данные о параметрах, характеристиках и техническом состоянии обследуемого гидротехнического сооружения, а также выявить дефекты, которые невозможно идентифицировать при визуальном осмотре сооружения, и количественно определить объемы работ для приведения сооружений гидроузла в нормальное техническое состояние, обеспечивающее надежность в работе и безопасность эксплуатации.

### **3.11.1 Состав контрольных наблюдений за состоянием грунтовых сооружений и методы их проведения**

Состав, объем и периодичность контрольных наблюдений за состоянием грунтовых сооружений должны соответствовать СНиП 2.06.05-84. При визуальных наблюдениях за состоянием грунтовых плотин необходимо производить осмотры гребня, бERM и откосов плотины, при проведении которых необходимо обращать особое внимание на:

- наличие осадок, просадок, оползней и других деформаций тела плотины;
- состояние крепления верховых и низовых откосов сооружений;
- наличие выхода фильтрационных вод на низовом откосе и в нижнем бьефе плотин, в береговых примыканиях и в обход сооружений;
- состояние и работу дренажных устройств;
- состояние элементов контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и оборудования гидрометрических постов.

При выявлении в процессе визуальных наблюдений осадок, просадок, оползней и других деформаций тела плотины необходимо зафиксировать их в журнале визуальных наблюдений. В записи должны быть указаны местоположение деформации, ее характер, размеры и время появления. Рекомендуется производить зарисовку и фотографирование таких мест, с приложением их к журналу наблюдений.

При визуальных осмотрах креплений и облицовок должны быть выявлены их деформации, смещения и просадки отдельных элементов, сохранность уплотнений швов и связей между элементами, появление трещин в элементах и прогиб покрытий, размыв и другие нарушения в подготовках под проницаемыми покрытиями. Результаты обследований в виде описаний, фотоснимков, эскизов, зарисовок, линейных измерений и другие систематизируются в специальном журнале. Подводные обследования креплений откосов целесообразно проводить при наиболее низких уровнях воды и наибольшей ее прозрачности. Подводные обследования проводятся один раз в год на всем протяжении сооружения.

При наблюдениях за фильтрацией следует особое внимание уделять местам появления выходов воды:

- в пределах низовых откосов плотин, в зоне выше дренажных призм или наклонных дренажей;
- в сопряжениях частей плотин из разнородных материалов и в местах примыкания их к берегам и сооружениям;

- в нижнем бьефе через основание плотин (подтопление и заболачивание территорий, прилегающих к плотинам);
- в местах обратных засыпок пазух бетонных сооружений.

Все обнаруженные очаги фильтрации детально осматриваются на месте и фиксируются записями в журнале визуальных наблюдений. В записях указывается место (№ пикета и расстояние в метрах от пикета и от оси сооружения), характер фильтрации, а также размеры. Рекомендуется производить зарисовку и фотографирование таких мест, с приложением их к журналу наблюдений.

При обнаружении в результате проведения визуальных наблюдений повреждений и отклонений в работе элементов грунтовой плотины необходимо провести их сопоставление с утвержденными критериями безопасности, установленными в декларации безопасности ГТС и действующих нормативных документах. При необходимости для более детального изучения характеристик гидротехнического сооружения и его технического состояния проводятся инструментальные наблюдения.

В состав инструментальных наблюдений за грунтовыми плотинами входят наблюдения за:

- деформациями тела плотины:
  - а) вертикальными;
  - б) горизонтальными;
- фильтрационным режимом грунтовой плотины.

Инструментальные наблюдения за вертикальными деформациями грунтовых плотин заключаются в периодически повторяющихся нивелировках высотных марок и исходных реперов в соответствии с декларацией безопасности. Конструкция и размещение реперов и марок – геодезических знаков плановой и высотной сети предусматриваются проектной документацией. Периодичность и общая продолжительность проведения наблюдений за деформациями тела плотины зависит от местных условий, величины и скорости их затухания.

Измерения осадок сети высотных марок, установленных на грунтовых плотинах, проводятся нивелированием III класса по замкнутому ходу между рабочими реперами. Когда в результате нивелирования обнаруживаются резкие расхождения в отметках марок (реперов) по сравнению с предыдущей нивелировкой, необходимо произвести контрольную нивелировку и лишь после установления достоверности отметок заносить их в журнал наблюдений. На основании данных журнала наблюдений составляются сводные ведомости осадок. По материалам наблюдений строятся графики интенсивности осадок сооружения по продольным и поперечным створам, где на горизонтальной оси откладывают время наблюдений (1 см – 1 мес.), а на вертикальной – осадки марок (мм). На основании данных инструментальных наблюдений за состоянием грунтовой плотины производится анализ вертикальных деформаций сооружений в целом и отдельных их элементов.

Наблюдения за осадкой на напорных земляных сооружениях должны производиться в первый год эксплуатации два раза в месяц, в дальнейшем – один раз в квартал. Календарные сроки наблюдений за осадками должны устанавливаться индивидуально для каждой плотины в зависимости от местных условий.

Для выполнения инструментальных измерений горизонтальных деформаций контролируемый объект должен быть оснащен плановыми знаками, сеть которых включает в себя:

- опорные знаки, закладываемые вблизи объекта, относительно которых определяют смещения сооружений или его частей;
- контрольные знаки, которые закладываются в сооружение и, перемещаясь вместе с ним, характеризуют горизонтальные смещения сооружения;

- исходные знаки, закладываемые за пределами возможных деформаций пород, относительно которых определяют смещения опорных и контрольных пунктов.

Для измерения абсолютных горизонтальных перемещений применяются следующие методы: створный, триангуляционный, трилатерационный, параллельных створов, вытянутых треугольников.

Горизонтальные смещения контрольных пунктов измеряют оптическим способом с использованием теодолитов или алиниметров и визирных марок.

При наблюдении за горизонтальными смещениями также применяются светодальномеры, для использования которых при определении смещений плотины в нижнем бьефе (0,4-0,7 км от плотины) закладывают опорные знаки и с них измеряют расстояния до специальных марок с отражателями, заложенных в плотине.

Точность определения горизонтальных смещений должна составлять 3-5 мм. Цикличность измерения горизонтальных смещений сооружения определяется декларацией безопасности или, при ее отсутствии, с нормативной документацией. Для нормальных условий эксплуатации измерения горизонтальных смещений земляных плотин должны выполняться ежеквартально в первые два-три года после наполнения водохранилища и 1-2 раза в год в период постоянной эксплуатации сооружений. Результаты измерений должны фиксироваться в журналах наблюдений за горизонтальными смещениями контрольных пунктов. По результатам измерений составляется сводная ведомость и графики горизонтальных смещений сооружения и его отдельных секций.

При инструментальных наблюдениях за фильтрационным режимом грунтовых плотин необходимо определять:

- положение депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовой плотины и в обход ее в береговых примыканиях;
- пьезометрические напоры в основаниях сооружений, в сопряжениях с берегами и встроенными сооружениями;
- величины фильтрационных расходов;
- очаги сосредоточенной и контактной фильтрации;
- скорость течения и вынос грунта фильтрационным потоком;
- химический состав фильтрационных вод.

Наблюдения за фильтрационным режимом в зоне гидроузлов ведутся с помощью пьезометров, датчиков давления (пьезодинамометров), красителей и водомерных устройств различных типов и конструкций, установленных в местах выхода фильтрационных вод.

После заполнения водохранилища (при условии отсутствия опасных очагов фильтрации) наблюдения за уровнями воды в пьезометрах должны производиться с интервалом в 5-10 дней. Через 1-2 года эксплуатации при установившемся фильтрационном режиме в теле и основании сооружения периодичность наблюдений определяется режимом уровней воды в бьефах сооружения, и количество замеров можно сократить до 1-2 в месяц.

Измерение уровней воды в безнапорных пьезометрах производится с помощью хлопушки, лота-свистка или электроконтактного прибора, спускаемых в устье скважин на тарированном капроновом шнуре, стальной ленте или тросе. Определение уровня воды в пьезометрах должно производиться двухкратным замером и принимается равным полусумме полученных значений. Результаты замеров должны заноситься в полевой журнал наблюдений за уровнями воды в пьезометрах. Замеры уровней воды в пьезометрах должны производиться в течение одного дня и в одинаковой последовательности. Одновременно должны вестись замеры уровней воды в верхнем и нижнем бьефах водохранилищ. Вычисленные после камеральной обработки абсолютные отметки уровней воды в пьезометрах заносят в журнал наблюдений. На основании дан-



ных наблюдений строятся графики изменений пьезометрических уровней во времени (вдоль сооружений), где на горизонтальной оси откладывается время (дата) наблюдений, а на вертикальной – уровни воды в верхнем и нижнем бьефах и в пьезометрах. По данным наблюдений на поперечные профили сооружений следует наносить положение фактической линии кривой депрессии.

Измерение общего фильтрационного расхода воды необходимо производить в нижнем бьефе напорных земляных сооружений и в местах сосредоточенного ее выхода, которые обозначаются на местности и фиксируются в журналах наблюдений.

Определение фильтрационных расходов из дренажных систем необходимо производить один раз в месяц в первый год эксплуатации и один раз в квартал – в последующий период. Замеры расходов из очагов сосредоточенной фильтрации должны начинаться немедленно после их появления и проводиться ежедневно до полного прекращения фильтрации или стабилизации расходов. После стабилизации расходов замеры проводятся не реже одного раза в неделю. Определение расходов в дренажах и очагах местной фильтрации производятся объемным способом при помощи мерного сосуда, мерных водосливов (треугольных, трапецеидальных и прямоугольных) с помощью поплавков. Результаты измерений заносятся в журнал измерений расхода фильтрации.

Фактические данные о состоянии и работе элементов грунтовой плотины сопоставляются с утвержденными критериями безопасности, установленными в декларации безопасности ГТС и действующих нормативных документах или с проектными показателями сооружений, представленными в проектной документации.

### **3.11.2 Состав контрольных наблюдений за состоянием и работой бетонных и железобетонных сооружений**

Визуальные наблюдения за состоянием бетонных и железобетонных сооружений осуществляются путем осмотра их внешнего состояния, фиксации вновь появившихся дефектов и изменений размеров старых дефектов.

Наблюдения за состоянием бетонных и железобетонных сооружений должны производиться не реже одного раза в месяц. При обнаружении каких-либо ненормальных явлений наблюдения за ними проводятся через 3-5 дней и даже ежедневно, вплоть до ликвидации их. При пропуске паводка наблюдения должны проводиться круглосуточно.

Систематические наблюдения за состоянием бетонных и железобетонных сооружений должны производиться в доступных для осмотра местах как наружных, так и внутренних поверхностей конструкций сооружений. Подводные части сооружений, в случае необходимости, обследуются водолазами.

Для проведения наблюдений сооружения разбивают на отдельные участки с указанием их на схеме (развертке). При осмотре поверхности бетонных и железобетонных сооружений должны выявляться трещины, потеки, налеты и напластования продуктов выщелачивания, наличие раковин, пустот, отслаивание и выкрашивание бетона, обнажение арматуры и т. д.

Визуальная оценка прочности бетона должна производиться путем тщательного осмотра его поверхности, простукивания молотком. Наблюдения за прочностью бетона производят при помощи дискового прибора ДПГ-4, эталонного молотка Кашкарова, молотка Физделя, пистолета Скрамтаева и других приборов.

Результаты наблюдений за состоянием бетонных и железобетонных сооружений необходимо заносить в журнал визуальных наблюдений, а все замеченные дефекты необходимо нумеровать и указывать условными обозначениями на схемах (раз-

вертках) сооружений. При всех последующих осмотрах должны фиксироваться изменения в состоянии поверхности бетона за прошедший период.

При обнаружении в результате проведения визуальных наблюдений повреждений и отклонений в работе бетонных и железобетонных сооружений необходимо провести их сопоставление с утвержденными критериями безопасности, установленными в декларации безопасности ГТС и действующих нормативных документах. При необходимости, для более детального изучения характеристик гидротехнического сооружения и его технического состояния проводятся инструментальные наблюдения.

В состав обязательных инструментальных наблюдений за бетонными и железобетонными сооружениями должны входить наблюдения за:

- осадками сооружений и их элементов;
- прочностью и водонепроницаемостью бетона;
- изменением размеров трещин.

Инструментальные наблюдения должны производиться не менее 2 раз в год, а при заметных нарушениях и деформациях – по мере необходимости до полной их стабилизации.

Осадки бетонных и железобетонных сооружений и их элементов определяются путем нивелирования установленных на них поверхностных, глубинных, боковых (консольных) марок и исходных реперов в соответствии с декларацией безопасности или, при ее отсутствии, с нормативной документацией. Конструкция и размещение реперов и марок – геодезических знаков плановой и высотной сети – предусматриваются проектной документацией. По данным наблюдений строятся графики изменения осадки отдельных точек сооружения во времени, на которых по горизонтали откладывают время наблюдений, а по вертикали – осадки в мм. На основании данных инструментальных наблюдений за состоянием бетонных и железобетонных сооружений производится анализ вертикальных деформаций сооружений в целом и отдельных их элементов.

Наблюдениями за фильтрацией воды через бетон выявляются места пониженной плотности бетона, сильная трещиноватость и пористость, низкое качество строительных швов, интенсивность выщелачивания бетона фильтрующейся водой и другие коррозионные воздействия окружающей среды. Фильтрационный расход через бетонные сооружения измеряется объемным способом, а результаты наблюдений за расходами воды из очагов фильтрации должны заноситься в журнал измерений расходов фильтрации.

Пробы воды, фильтрующейся через бетон, необходимо брать из мест фильтрации с характерными признаками коррозии бетона. Результаты измерения расходов фильтрации и титрования проб должны заноситься в журнал измерений расходов фильтрации и представляться в виде графиков, показывающих изменения по времени скорости фильтрации и количества выщелачиваемой извести для каждого места наблюдений в отдельности.

При выявлении в ходе визуального обследования трещин в бетонных и железобетонных сооружениях необходимо следить за изменением их размеров. Для этого устанавливаются маяки или щелемеры для фиксации развития трещин. Результаты наблюдений заносятся в журнал наблюдений. Систематическими наблюдениями за показаниями установленных приборов выявляются состояние и причина образования трещин.

Фактические данные о состоянии и работе бетонных и железобетонных сооружений сопоставляются с утвержденными критериями безопасности, установленными в декларации безопасности ГТС и действующих нормативных документах, или с проектными показателями сооружений, представленными в проектной документации.

### **3.11.3 Состав контрольных наблюдений за состоянием и работой металлоконструкций и механического оборудования**

Все металлоконструкции и механическое оборудование гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации должны находиться под постоянным (ежедневным) визуальным наблюдением и подвергаться периодическим ревизиям в соответствии с графиком профилактических мероприятий. Результаты наблюдений в виде описаний, линейных измерений и других систематизируются в специальном журнале.

Перечень основных металлоконструкций и механического оборудования гидротехнических сооружений мелиоративного назначения сводится к следующему:

- сороудерживающие решетки, рабочие и аварийные затворы, закладные части и направляющие сороудерживающих решеток и затворов;
- рыбозаградительные устройства, металлические трубопроводы, сифоны, металлические облицовки, затворные камеры;
- грузовые эстакады, подкрановые пути, колонны, служебные мостки, площадки, решетки, лестницы, перильные ограждения и другие металлоконструкции.

Состав мероприятий по наблюдению за сороудерживающими решетками зависит от конструкции последних и включают следующие основные мероприятия:

- внешний осмотр и оценка состояния основных сварных швов, крепления поперечных, опорных узлов;
- осмотр цепов отдельных секций решетки, обращая особое внимание на техническое состояние щек и осей (узел крепления цапф);
- осмотр штанг;
- осмотр металлоконструкций и опорных колес с опорными узлами передвижных перехватов;
- ревизия колес и опорных узлов с разбивкой оседержателей и выемок осей;
- ревизия рамы тележки с колесами, с осмотром осей, колес, уплотнительных колец и упорных подшипников.

При осмотрах затворов проверяются наличие деформаций и коррозионных повреждений основных связей конструкции, состояние уплотнений, планок и болтов для их крепления, надежность свободного от руки вращения колес (для колесных затворов), состояние крепления грузовых винтов к проушинам затворов (для затворов с винтовыми подъемниками), состояние цепей, тросов и узлов их крепления, опорных шарниров (для сегментных затворов) и др.

Затворы считаются исправными, когда они при работе под напором не имеют перекосов и заметных деформаций, когда движение их совершается плавно, а прилегание и посадка на порог исключают утечку воды. Обшивка затворов, сварные швы, а также места установки крепежных элементов в обшивке затворов должны быть плотными и не пропускать воду. Уплотнение затворов должно быть хорошо пригнано к закладным частям пазов и сохранять необходимую гибкость и упругость. Контактная поверхность рабочих путей затворов не должна иметь задиров, заусенцев, вмятин с острыми краями, следов набрызга цемента и электросварки.

Перед каждым рабочим подъемом или опусканием затворов необходимо осмотреть механизмы, пазы и уплотнения, проверить тормозные устройства. При обнаружении неисправности маневрирование затворами, за исключением аварийных случаев, запрещается.

Перед наступлением очередного паводка следует произвести осмотр, проверку действия и исправление дефектов затворов и оборудования, работа которых связана с пропуском паводка.

Контроль работы рыбозаградительного устройства, его технического состояния и профилактических мероприятий должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации рыбозаградителя.

Металлические трубопроводы, сифоны, металлические облицовки, водоводы, затворные камеры подлежат ревизии в доступных местах в период, когда водоем осушен. Производится зачистка металлоконструкций, проверяется наличие абразивных и коррозионных повреждений металла и сварных швов. При каждом случае осушения трубопровода вскрываются для ревизии герметичные люки. Проверяется состояние прокладок, болтов (шпилек) и гаек для крепления крышек люков. Поврежденные или изношенные болты (шпильки) и гайки заменяются.

При контроле технического состояния грузовых эстакад и подкрановых путей проверяется наличие деформаций на монорельсах, колоннах эстакад и подкрановых балках. Периодически проверяется взаимное расположение по ширине и высоте подкрановых путей. Результаты замеров должны соответствовать предельным отклонениям, указанным в проекте. Проверяется состояние сварных швов, дефектные швы вырубаются и завариваются вновь. Болты крепления подкрановых путей должны быть надежно затянуты. Сдвигка рельсов при работе крана не допускается.

Степень коррозии элементов металлоконструкций и механического оборудования определяется при помощи толщиномера или штангенциркулей. Точность измерений должна быть не менее 0,1 мм.

Деформации элементов металлоконструкций определяются при помощи штангенциркуля, линейек и мерных лент. Точность измерений должна быть не менее 1,0 мм.

Для всех видов конструкций следует выявлять степень обрастания их растительными и животными организмами и состояние материала сооружений под ними.

#### **3.11.4 Контрольно-измерительная аппаратура, применяемая для проведения контрольных наблюдений за состоянием и работой сооружений водохранилищ**

Наблюдения за строящимися и эксплуатируемыми сооружениями ведут с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), которая в зависимости от назначения может быть установлена в грунте основания, на поверхности и внутри тела сооружения, а также на прилегающей территории. КИА может быть съемная (устанавливается на поверхности сооружения, в потернах, колодцах, скважинах) и закладная (устанавливается в основании или внутри тела сооружения в процессе его строительства). Съемную КИА устанавливают на ограниченный период времени, иногда только на время проведения измерений.

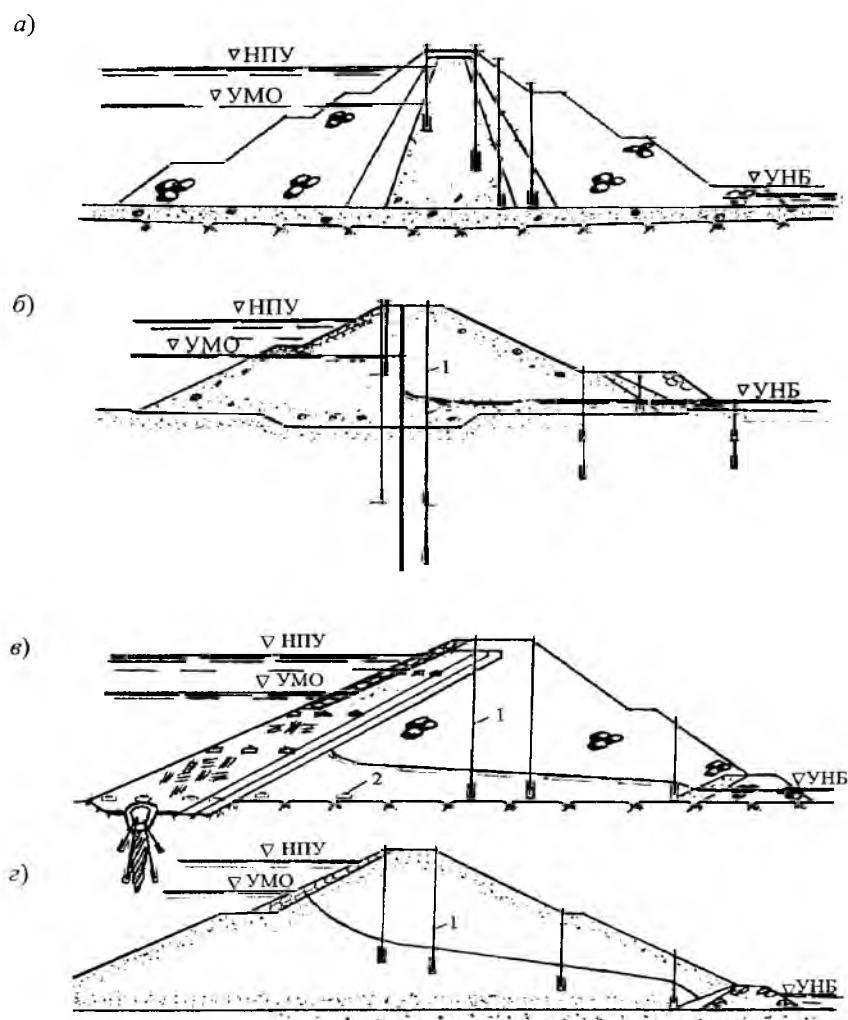
Для наблюдений за положением поверхности депрессии в теле фильтрующей плотины и в берегах применяются различного типа трубные пьезометры или телеметрические преобразователи (датчики) давления воды струнные (типа ПДС). Датчики размещаются в сечениях, перпендикулярных оси плотины, а также вдоль линий примыкания плотины к бетонным сооружениям и к берегам. Первый по линии тока измерительный прибор устанавливается на гребне плотины вблизи бровки напорного откоса. Последний – у входа фильтрационного потока в дренаж, а промежуточные делят расстояние между крайними приборами на несколько частей (рисунок 3.36).

В случаях, когда дренажное устройство трубчатого или банкетного типа глубоко заведено в тело плотины (типичное решение для районов сурового климата), то за дренажем следует установить пьезометр, контролирующий работу дренажного устройства.

Глубина заложения водоприемников, пьезометров или датчиков давления должна быть ниже поверхности депрессии, соответствующей УМО. Установку приборов следует производить преимущественно в буровых скважинах. После установки

приборов обсадные трубы из скважин должны быть извлечены и скважины заполнены извлеченным из них при бурении грунтом.

Для наблюдений за распределением гидродинамического напора в теле плотины и в основании применяются точечные пьезометры или датчики давления, которые следует располагать в точках, где намечено получить значения напора. В плотинах с экраном или ядром особое внимание должно уделяться измерениям напора на контакте их с основанием, в плотинах криволинейных в плане – на выпуклых участках, где фильтрация может быть пространственной.



*а* – каменнонабросная плотина с ядром; *б* – однородная плотина с диафрагмой и с дренажной призмой; *в* – каменнонабросная плотина с экраном; *з* – однородная плотина с дренажной призмой; 1 – пьезометр; 2 – датчик давления воды (ПДС)

**Рисунок 3.36 – Принципиальные схемы размещения пьезометров в грунтовых плотинах**

Приборы данного назначения устанавливаются поярусно в тех же контрольных сечениях, что и приборы для регистрации поверхности депрессии.

Избыточное поровое давление в глинистых экранах, ядрах, основаниях измеряется датчиками давления ПДС (пьезодинамометры), устанавливаемыми в толще грунта одновременно с возведением сооружения.

Для замера величин фильтрационного расхода на дренажах и на выпусках из дренажа устанавливаются смотровые колодцы, оборудованные водомерными устройствами. Колодцы располагаются в конце каждого из характерных контролируемых участков плотины. На открытых дренажах (канавы, кюветы) устанавливаются мерные во-

досливы треугольного или трапецеидального профилей. Установка водомерных устройств должна предусматриваться проектом.

Измерения скорости фильтрации в теле плотины или в основании проводятся методами термокаротажа, индикаторами или радиоактивными изотопами с применением парных пьезометров, установленных на удалении друг от друга по одной линии тока.

Скорости воды в дренажных линиях открытого типа (или в трубах значительного диаметра), имеющих доступ для наблюдателей, измеряются гидрометрическими измерительными приборами и способами (например, вертушками, поплавками, датчиками скорости и т. п.).

Значения градиентов напора в областях фильтрации тела плотины, в основании или берегах определяются косвенным путем по разностям падений напора на парных точечных пьезометрах, располагаемых на определенной длине линии тока контролируемой зоны или участка.

Температура фильтрующейся воды в теле плотины, основании, берегах, на выходах в дренаж и в водохранилище измеряется ртутными термометрами, телеметрическими струнными датчиками температуры типа ПТС-60, микропроцессорными высокоточными датчиками ИТПМ или других типов.

Наблюдения за осадкой гребня, берм и поверхности основания плотины производятся с помощью поверхностных высотных марок путем их периодического нивелирования по II-III классу точности. Нивелировка марок производится в абсолютных и относительных отметках от фундаментальных реперов опорной сети гидроузла. Принципиальные схемы размещения марок в измерительном створе показаны на рисунке 4.

В строительный период осадка плотины измеряется по временным маркам, устанавливаемым на промежуточных отметках, остающихся длительное время открытыми (например, на временных бермах, на поверхности отсыпанной карты). По мере роста насыпи плотины временные марки переносятся на более высокие отметки; при этом необходимо сохранять преемственность наблюдений для получения непрерывной картины хода осадки во времени.

Постоянные и временные поверхностные высотные марки устанавливаются на отметках ниже границы сезонного промерзания грунта. Вертикальный элемент (стояк) марки изолируется от прямого контакта с грунтом обсадной трубой или оберточным материалом со смазкой.

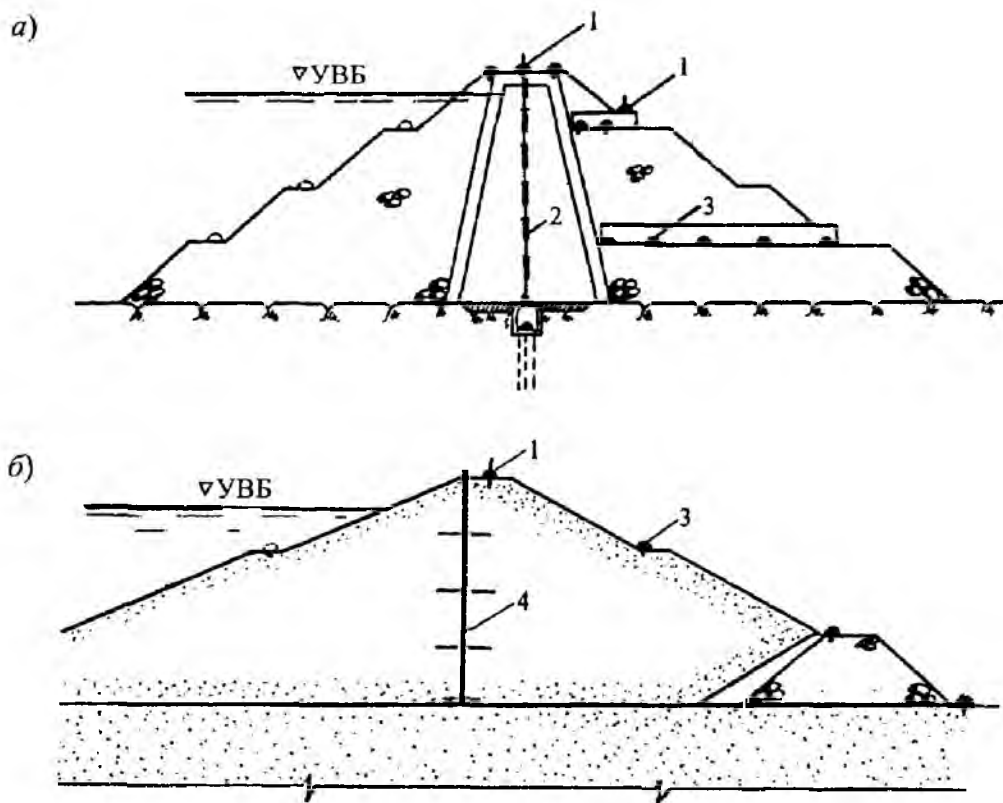
Наблюдения за послойными осадками тела плотины должны производиться с помощью глубинных многоярусных гидростатических марок, наблюдательных шахт, поперечных или продольных галерей, длиннобазных телеметрических деформометров типа ПЛПС-320. Все эти устройства должны монтироваться по мере возведения плотины. Наблюдательные шахты рекомендуется выполнять из отдельных звеньев (колец), свободно перемещающихся вместе с оседающим грунтом за счет создаваемых зазоров между звеньями. Отдельные звенья шахты оборудуются поверхностными стенными марками, отметки которых относительно верха шахты определяются с помощью геодезической рулетки. Длиннобазные телеметрические деформометры ПЛПС-320 монтируются в коротких (3-5 м) скважинах без обсадных труб по мере возведения насыпи плотины в виде последовательной «цепочки» из отдельных приборов (рисунок 3.37).

Измерения осадки основания плотины производятся нивелированием поверхностных марок, устанавливаемых в цементационной галерее, с помощью глубинных марок и длиннобазных деформометров, размещаемых в грунтовой массе. Указанные средства измерений устанавливаются перед началом работ по возведению насыпи тела плотины.

Плановые смещения гребня и бERM плотины следует определять одним из следующих методов:

- метод визирных створов;
- метод триангуляции;
- комбинированный метод (створов и триангуляции).

Метод визирных створов рекомендуется применять при наблюдениях за смещениями плотин с прямолинейной продольной осью, методы триангуляции и комбинированный – на плотинах, продольная ось которых имеет изломы.



*а)* каменнабросная плотина с ядром; *б)* однородная плотина;  
1 – планово-высотная марка; 2 – система деформометров (типа ПЛПС-320);  
3 – поверхностная марка; 4 – глубинная многоярусная марка

**Рисунок 3.37 – Принципиальные схемы размещения геодезических марок на грунтовых плотинах**

Планово-высотные марки располагаются в ряде точек гребня и низовых бERM плотины (обычно порядка 5-7 точек), лежащих на их продольных осях. При несовпадении осей симметрии гребня плотины и верха противофильтрационного элемента (ядра, экрана, диафрагмы) марки следует размещать по оси элемента.

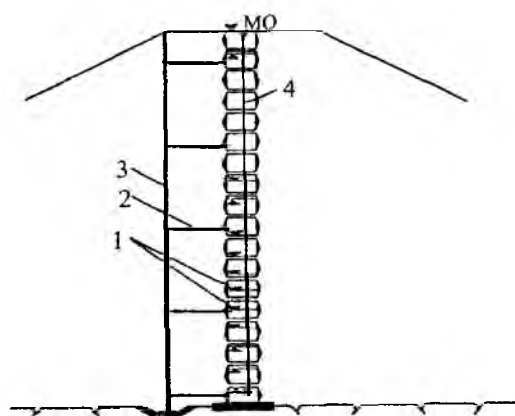
Наблюдения за плановыми смещениями точек, расположенных внутри тела плотины, производятся с применением длиннобазных телеметрических деформометров ПЛПС, наблюдательных шахт, оснащенных отвесами, инклинометрических установок.

Деформометры устанавливаются на заданных отметках горизонтально вдоль одной или двух взаимно перпендикулярных осей в теле плотины.

На крутопадающих береговых участках плотины, где наиболее вероятно образование поперечных трещин, деформометры устанавливаются вдоль оси гребня с заглублением 0,5-1,0 м от поверхности в виде «цепочек» из набора отдельных приборов.

Наблюдательные шахты с отвесами устраиваются, как правило, в 5-7 м за низовой гранью центрального противофильтрационного элемента (диафрагмы, ядра).

Для измерений поперечных горизонтальных смещений этих элементов они соединяются с отвесом в шахте телескопическими трубами-прогибомерами (рисунок 3.38).

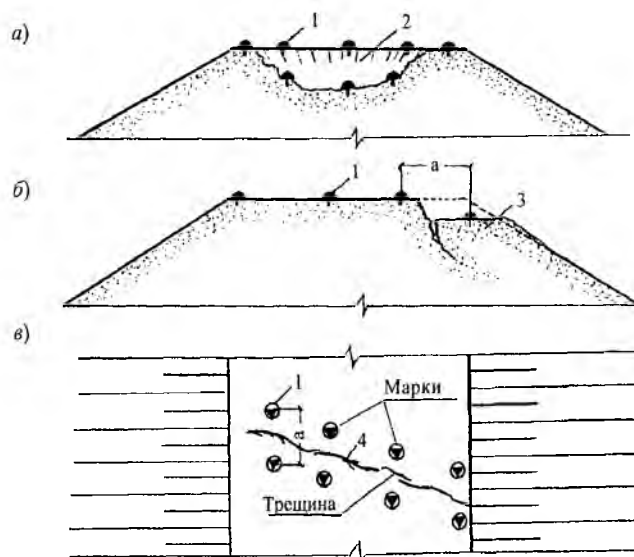


1 – стеновые высотные марки на кольцах шахты; 2 – прогибомер;  
3 – диафрагма плотины; 4 – отвес прямой

**Рисунок 3.38 – Схема размещения высотных марок, прогибомеров и отвеса в смотровой шахте плотины с диафрагмой**

Инклинометрические скважинные установки могут размещаться как по центру плотины, так и со смещениями в стороны верхнего и нижнего бьефов. Измерения смещений по ним производятся с помощью специальной электромеханической «торпеды».

На участках плотины, где проявляются просадки, подвижки откосов или трещины, должны быть оперативно установлены дополнительные временные плановые или высотные марки и по ним организованы учащенные измерения (вплоть до ежедневных) до выяснения причин и стабилизации деформаций, оценки эффективности ремонтных мероприятий (рисунок 3.39).



1 – поверхностная марка; 2 – воронка проседания; 3 – массив оползня; 4 – трещина

**Рисунок 3.39 – Схема размещения временных высотных марок для контроля просадки (а), оползня (б) и трещины (в)**

При наличии в основании плотины слабых грунтов следует проводить наблюдения за их выпором. В этих целях вдоль подошвы низового откоса плотины размещают сеть поверхностных марок.

Для обеспечения комплексности контроля эксплуатационной надежности



сооружения измерительные устройства для определения осадок и смещений (марки, деформометры, шахты и т. д.) рекомендуется по возможности размещать в тех же сечениях и створах, что и другую телеметрическую КИА.

Наблюдения за напряженно-деформированным состоянием грунтовой плотины проводятся в целях оценки ее прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности, а также для контроля процесса консолидации грунта, определения нагрузок на центральные противофильтрационные элементы, в том числе из негрунтовых материалов, давления грунта на встроенные бетонные сооружения и для уточнения деформационных характеристик материала непосредственно в сооружении.

Наблюдениями за напряженно-деформированным состоянием грунта в плотине должны быть установлены значения компонентов напряжений и соответствующих им относительных деформаций в скелете грунта и поровое давление воды.

Полное напряжение в грунте определяется с помощью телеметрических преобразователей (датчиков) напряжений типа ПНГС. Монтаж преобразователей в измерительных точках должен осуществляться в ходе строительства плотины с принятием необходимых мер по их защите от повреждений механизмами.

Поровое давление воды в грунте определяется датчиками ПДС.

Относительные деформации в грунте измеряются деформометрами ПЛПС.

Преобразователи напряжений грунта ПНГС и деформометры устанавливаются:

- в грунтовых, асфальтобетонных, глиноцементных противофильтрационных элементах (экране, ядре, понуре, диафрагме);
- в песчано-гравийных переходных зонах, защищающих противофильтрационные элементы;
- в грунтовом теле боковых призм;
- по поверхностям сопряжения противофильтрационных элементов с упорными призмами плотины и встроенными бетонными сооружениями.

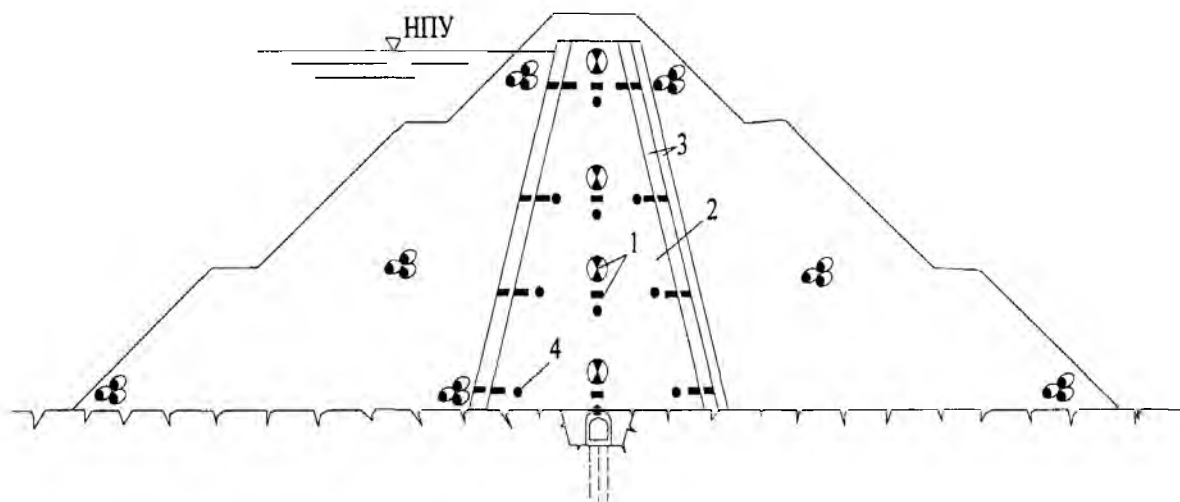
Измерению подлежат нормальные напряжения по трем направлениям в плоскости поперечного сечения плотины – горизонтальному, вертикальному и под углом  $45^\circ$  к горизонту. Соответственно этим направлениям размещаются приборы для измерения напряжений грунта и деформометры. В узких створах или там, где подошва плотины имеет значительный уклон в направлении русла, рекомендуется устанавливать дополнительные приборы для измерения нормальных напряжений и деформаций, действующих вдоль ее продольной оси (рисунок 3.40).

В точках размещения датчиков напряжений грунта следует устанавливать датчики для измерения порового давления. По показаниям тех и других приборов определяются напряжения в скелете грунта как разность полных напряжений в грунте и порового давления.

Датчики напряжений грунта, порового давления и деформометры устанавливаются группами и, как правило, ярусами, число которых определяется проектом. В отдельных измерительных точках могут быть установлены одиночные приборы.

В плотинах с суглинистыми ядрами, асфальтобетонными и суглинистыми экранами и диафрагмами приборы устанавливаются в горизонтальных сечениях с расположением их у верховой и низовой граней, в центре сечения, в промежуточных точках, а также в переходных зонах (рисунок 3.40).

В плотинах с диафрагмами измерительные приборы данной группы размещаются в 5-7 сечениях по высоте на контакте диафрагмы с грунтом боковых призм. Для определения величины касательных напряжений, действующих по поверхности диафрагмы и в непосредственной близости от нее в массиве грунта, устанавливаются группы датчиков напряжений, ориентированных чувствительными элементами под углами  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $45^\circ$  к горизонту.



1 – датчик напряжений; 2 – ядро; 3 – переходные слои; 4 – датчик порового давления

**Рисунок 3.40 – Схема размещения датчиков нормальных напряжений в ядре и переходных слоях плотины**

Аналогичная схема размещения приборов должна применяться в зонах контакта грунтовой плотины с бетонными устоями встроенных сооружений, а также в примыканиях к крутопадающим уступам берегов.

Для контроля давления грунта на перекрытия и стенки жестких конструкций (трубу, туннель и т. п.), пересекающих в подошве плотины ее противофильтрационные элементы (ядро, экран, диафрагму или призму), на их внешних поверхностях должны быть установлены датчики напряжений грунта и давления воды. По длине этих конструкций измерительные приборы размещаются в нескольких поперечных створах, назначаемых проектом.

В экранах и диафрагмах из асфальтобетона, железобетона и металла следует устанавливать преобразователи линейных деформаций типов ПЛДС-400 или ПЛДСН-150 (тензометры) для определения напряжений в материале. Измерительные приборы размещаются в тех же створах и на тех же ярусах, что и приборы других назначений, и преимущественно на боковых гранях экрана, диафрагмы.

Измерительные приборы для контроля напряженно-деформированного состояния плотины и ее основных элементов устанавливаются в процессе строительства сооружения. Измерения по ним начинаются сразу после установки и далее систематически проводятся в течение всего периода строительства сооружения и последующей его эксплуатации вплоть до полной стабилизации напряжений и деформаций или истечения приборами рабочего ресурса.

Для плотин, расположенных в зоне вечной мерзлоты, главная задача температурного контроля в общей постановке сводится к обеспечению требуемого проектом температурного состояния грунтового основания и тела плотины при ее строительстве и эксплуатации.

В качестве средств измерений температуры в настоящее время могут быть рекомендованы преобразователи (датчики) температуры струнные (ПТС-60), омического сопротивления и терморезисторы, прошедшие метрологическую аттестацию.

Частные задачи температурного контроля грунтовых плотин включают контроль за оттайкой мерзлого основания при устройстве цементационных завес, за температурным режимом противофильтрационных элементов (ядра, экрана, мерзлотной завесы, призмы) переходных фильтровых зон, дренажей, основания, зон сопряжения грунтовой плотины (мерзлого типа) с бетонными сооружениями (талого типа), берего-

вых массивов вблизи сооружения, а также эффективности теплоизоляционных покрытий (например, на низовом откосе плотины или вокруг дренажа) и др.

Размещение температурных преобразователей (датчиков) в контролируемых зонах, областях, створах, сечениях или в отдельных элементах плотины и основания должно производиться таким образом, чтобы полученной информацией от измерений обеспечивалось: а) построение температурного поля в заданных границах; б) установление тенденции в изменении контролируемого температурного режима во времени в необходимом интервале (сутки, декада, месяц, год, многолетний период).

Применительно к задачам для плотин мерзлого и талого типов, возведенных как на мерзлом, так и на талом основаниях, рекомендуются принципиальные схемы оснащения их датчиками температуры.

В основании плотины, расположенной в криолитзоне, термодатчики располагают в скважинах. Глубина заложения датчиков определяется глубиной мерзлотной или цементационной завесы и предполагаемым изменением температуры основания в связи с возведением сооружения и наполнением водохранилища. Для исследований температуры в зонах вечной мерзлоты необходимо применять термометры, обеспечивающие точность измерений 0,1 °С. В контролируемой области датчики температуры следует размещать по квадратной или прямоугольной сетке, обеспечивающей гарантированное фиксирование границ мерзлоты и динамику изменения положения нулевой изотермы.

В плотине мерзлого типа размещение термодатчиков производят как в зоне, играющей роль противофильтрационного элемента (например, мерзлотной завесы), так и по ее периферии для гарантированной фиксации границ мерзлоты и их перемещения во времени.

В плотинах талого типа (фильтрующих) датчики температуры размещаются в противофильтрационных элементах (ядре, экране), в переходных фильтровых зонах и в зонах высачивания фильтрационного потока через основание или в специальное дренажное устройство. При этом данными наблюдений должна гарантироваться однозначная оценка температурного состояния этих элементов («мерзлое» или «талое» состояние), а также определение скорости прохождения через них температурной волны или продвижения к ним нулевой изотермы. При наличии в основании засоленных вод должна контролироваться температура фазового перехода основания от мерзлого к талому состоянию.

В береговых примыканиях плотины, сложенных вечномерзлыми грунтами, должна быть оборудована сеть термодатчиков, контролирующая их состояние, в том числе процесс возможной деградации мерзлоты от отепляющего воздействия водохранилища.

Температурный режим водохранилища контролируется системой датчиков с шагом 5-10 м, устанавливаемых на жесткой штанге или гибком тросе с грузом, уложенных по верховому откосу плотины от гребня до дна.

Для проведения обследования гидротехнических сооружений возможно использование следующих приборов и инструментов.

Тахеометр «TOPCON» GPT-3000LN (рисунок 3.41) позволяет выполнять измерения в безотражательном режиме.

Тахеометр данной серии дает возможность работать в трех режимах измерения расстояний – по призме в стандартном режиме до 250 метров, а также в режиме сверхдальности, где требуется осуществить измерения без отражателя более чем на 250 метров. Тахеометр оснащен двойной оптической системой. Первая обеспечивает узкий лазерный луч для измерений расстояний без призм, другая использует широкий лазерный луч для измерений с призмами.



**Рисунок 3.41 – Тахеометр «ТОРCON» GPT-3000LN**

Такой луч обладает высокой стабильностью и гарантирует высокую точность измерений при любых погодных условиях. В тахеометрах серии GPT-3000LN реализован импульсный метод измерения расстояний, что исключает ошибки, вызванные наложением сигналов при фазовом методе измерений. Тахеометр имеет усовершенствованную буквенно-цифровую клавиатуру для быстрого и удобного ввода необходимой информации. Внутренняя память прибора позволяет хранить до 24 000 измерений.

Лазерный дальномер фирмы Leica (рисунок 3.42) позволяет производить эффективные измерения на расстоянии до 100 м. Отличительными чертами нового лазерного дальномера DISTO A5 являются малый размер, вес и легкость в управлении.



**Рисунок 3.42 – Лазерный дальномер «Leica Disto» A5**

Дальномер позволяет производить замеры линейных расстояний, площадей и объемов, а также использовать функции сложения и вычитания путем прямого выбора соответствующих режимов на клавиатуре, что делает его эксплуатацию чрезвычайно легкой и доступной для каждого. Возможен расчет минимального и максимального расстояния до объекта. Отличительные особенности данного дальномера: малогабаритный, но мощный, очень широк в применении; легкий в управлении. Благодаря

прямому выбору соответствующих режимов на клавиатуре, прибор позволяет производить замеры линейных расстояний, площадей и объемов, а также использовать функции сложения и вычитания; встроенный пузырьковый уровень, позволяющий контролировать горизонтальное направление лазерного луча. Прибор очень удобен в эксплуатации и позволяет производить вычисления расстояний в труднодоступных или удаленных точках.

GPS навигатор. GPSMAP 76CSx (рисунок 3.43) на базе нового чипсета SirfStar III обладает поддержкой карт памяти microSD. Возможен уверенный прием спутников даже в самых сложных условиях.

Новый высокочувствительный GPS-приемник обеспечивает более быстрый расчет местоположения в сложных условиях (под плотной кроной деревьев или в глубоких ущельях). Навигатор обладает цветным экраном с разрешением 240x160. Навигатор Garmin подключается к компьютеру через порт USB. Модель GPSMAP 76CSx имеет в наличии барометрический высотомер и магнитный компас. GPSMAP 76CSx позволяет работать длительное время, используя всего один комплект батарей (2 «AA»). Отличительной особенностью является большой LCD дисплей, на котором легко читается как цифровая навигационная информация, так и мелкие детали на картах местности. Еще одной замечательной особенностью этой серии приборов является то, что их водозащищенный корпус не позволяет им утонуть в воде, что отличает их от остальных навигаторов Garmin.



**Рисунок 3.43 – GPS навигатор Garmin GPSMAP 76CSx**

Применение навигационного оборудования GPS и специального программного обеспечения при обследовании ГТС позволяет решать следующие задачи: получение данных для построения плана гидроузла и зеркала чаши пруда (водохранилища), зоны зарастания и заиления.

Эхолот Humminbird (рисунок 3.44). Отличительной особенностью данного прибора является двухлучевой датчик и сверхчеткий экран с разрешением 320x640.

Основные характеристики: полная водонепроницаемость, может находиться на поверхности воды; режимы увеличения: 2x, 4x, 6x, 8x совмещенный; датчик «Accelerated Real Time Sonar», передающий информацию до 40 раз в секунду; быстрый старт с распознаванием датчика-излучателя (трансдюсера); настраиваемый звуковой сигнал (на обнаружение рыбы) 3-х видов и на достижение заданной глубины.

С помощью эхолота фирмы Humminbird можно производить исследования дна пруда с целью определения глубины пруда, конфигурации дна и наличия крупных предметов, способствующих засорению пруда.



**Рисунок 3.44 – Эхолот Humminbird Fishfinder 595**

С помощью георадара (рисунок 3.45) можно определять локальные разуплотнения, области поврежденного грунта, зоны повышенного увлажнения и др.



**Рисунок 3.45 – Состав полевого базового комплекта георадара «Око-2»**

Преимущество использования георадарного комплекса – в универсальности, позволяющей широко применять георадарное сканирование для инженерно-геологических изысканий, определения мощности насыпных и деформированных грунтов и др.

### **3.12 Эксплуатация насосных станций**

Необходимыми требованиями, предъявляемыми в настоящее время к функциональности мелиоративной насосной станции, являются:

- обеспечение качества и количества подачи (отвода) воды из источника орошения (осушительного канала) к месту потребления (отвода), которая заключается в безотказной работе насосного оборудования (поддержание технологического оборудования насосных станций в исправном состоянии в течение периода эксплуатации и удовлетворение требований режимов работы насосных станций отвечающих водопотреблению (отводу), которая обусловлена четким соблюдением правил эксплуатации;

- соблюдение требований безопасного уровня воздействия зданий и сооружений производственного назначения насосных станций, удовлетворяющих техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений.



По общему определению мелиоративная насосная станция – это комплекс гидротехнических сооружений и энергетического и гидромеханического оборудования, основной функцией которого является забор воды из источников орошения или осушительного канала, подъем и транспортировку ее к месту потребления или отвода, согласно графику водоподачи в аккумулирующую емкость или водоприемник [34, 82, 83].

В насосной станции, как правило, размещают несколько насосных установок, каждую из которых можно включить или отключить в зависимости от требуемой подачи (отвода) воды. Насосной станцией можно назвать также и единичную насосную установку, расположенную на подвижной платформе или плавучем понтоне и имеющую ряд дополнительных устройств для пуска и регулирования режима работы.

Насосные станции мелиоративных и водохозяйственных систем агропромышленного комплекса подразделяют на оросительные, осушительные, сельскохозяйственного водоснабжения, канализационные, дренажные (для понижения уровня грунтовых вод), перекачивающие стоки животноводческих комплексов [84-90].

Насосные станции мелиоративного назначения классифицируются [90]:

- по назначению, в частности для целей орошения, их делят на оросительные (для подъема воды в оросительные каналы) и подкачивающие (для подачи воды в закрытую оросительную сеть). Отдельно различают осушительные насосные станции (для отвода воды с мелиорируемых площадей);

- по подаче: малые насосные станции – до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ , вне зависимости от назначения и напора; средние –  $1-10 \text{ м}^3/\text{с}$ ; крупные –  $10-100 \text{ м}^3/\text{с}$  и уникальные – свыше  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

- по напору: низконапорные – при напоре до 20 м; средненапорные – от 21 до 60 м; высоконапорные – более 60 м;

- по расположению относительно водоисточника: береговые, русловые, стационарные, передвижные;

- по конструкции: передвижные, представляющие собой мобильные устройства для перекачки воды, и стационарные, не меняющие своего местоположения;

- по строительным особенностям сооружений: заглубленные, незаглубленные, с совмещенными и несовмещенными водозаборами и водовыпусками.

Обеспечение безопасности при эксплуатации насосных станций мелиоративного назначения регламентируется федеральным законом № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [79].

Основными задачами организаций, эксплуатирующих мелиоративные насосные станции, являются:

- подача или откачка воды в соответствии с графиками при высоких технико-экономических показателях;

- обеспечение работоспособности и безаварийности работы оборудования и сооружений насосных станций;

- планирование, организация и своевременное ведение учета и отчетности;

- своевременное проведение ревизий оборудования, текущих и капитальных ремонтов.

- выполнение Правил по технике безопасности труда обслуживающего персонала;

- соблюдение природоохранных мероприятий;

- устранение в кратчайшие сроки аварий и повреждений и изучение причин их появлений с целью предупреждения их возникновения.

### **3.12.1 Режимы работы насосных станций**

Способ управления насосной станции определяется проектом. В зависимости от ее назначения, условий эксплуатации и наличия технических средств, управление насосной станцией может быть автоматическим, автоматизированным или ручным.

Подача насосных станций регулируется ступенчато за счет включения (отключения) основных или разменных агрегатов или плавно при помощи разворота лопастей осевых насосов или использования регулируемого электропривода насосов.

График водоподачи насосных станций следует составлять, исходя из расчета максимально-возможного приближения к графикам водопотребления и водоотведения. Для обеспечения нужного расхода в каждом из периодов водоподачи следует определять оптимальный вариант сочетания работы насосных агрегатов и напорных трубопроводов. При расчетах следует учитывать фактическое состояние насосов и напорных трубопроводов.

Для большей сохранности оборудования, механизмов и напорных трубопроводов рекомендуется равномерная в течение сезона загрузка агрегатов. Количество включений и переключений должно быть минимальным. При отсутствии технологических возможностей минимальных переключений применять специальные системы пуска.

Сочетания работы основных и разменных насосов осушительных насосных станций должны быть подобраны таким образом, чтобы скорость сработки уровней воды в подводящем канале не вызывала обрушения откосов, а частота включения (отключения) агрегатов соответствовала требованиям заводов-изготовителей оборудования. Агрегаты осушительных насосных станций должны:

- обеспечивать необходимый проектный режим водопонижения на осушаемом участке;
- включаться (отключаться) автоматически в зависимости от уровней воды в водоисточниках.

Режим работы каскада насосных станций должен быть увязан с режимом работы мелиоративной сети и принятой схемой автоматического регулирования.

При несоответствии между подачей и забором воды насосными станциями и водоразбором компенсация этого несоответствия должна осуществляться за счет:

- регулирующих емкостей каналов или специальных емкостей-водохранилищ;
- увеличения количества основных насосных агрегатов или установки разменных насосов;
- применения насосных агрегатов с регулируемой подачей (насосы с поворотными рабочими колесами), устройства для изменения частоты вращения;
- регулирования водоподачи путем включения (отключения) агрегатов со специальными системами пуска.

Водоприемные сооружения насосных станций закрытых систем должны быть оборудованы мелкими сетками или фильтрующими кассетами, способными задержать мусор и наносы. Сороудерживающие сетки и фильтры должны иметь устройства для механической или гидравлической очистки.

### **3.12.2 Контроль технического состояния насосных станций**

Эксплуатационный контроль состояния насосных станций заключается в сборе информации о показателях фактического состояния оборудования и сооружений станции и сопоставлении их с установленными проектной документацией и декларацией безопасности ГТС показателями для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым. Результатом постоянно выполняемого эксплуатационного контроля всех элементов насосной станции является принятие решения о необходимости проведения работ по уходу, текущему и капитальному ремонту. Сбор информации о показателях фактического состояния насосной станции выполняется эксплуатантом путем производства визуальных и (или) инструментальных наблюдений. Состав и объем наблюдений и исследований и необходимая для этих работ контроль-



но-измерительная аппаратура предусматриваются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС. Эксплуатационный контроль выполняется с периодичностью, предусмотренной в проектной документации и декларации безопасности ГТС, а также после случаев работы насосной станции в чрезвычайных условиях. Результаты наблюдений должны фиксироваться в журналах наблюдений.

На стадии эксплуатации должны регулярно проводиться наблюдения за состоянием:

- основного (насосного) оборудования;
- вспомогательного оборудования и системам;
- механического оборудования;
- электрооборудования.

Состав и объем наблюдений, порядок и сроки их проведения, необходимая для этих работ контрольно-измерительная аппаратура определяются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС. Контроль состояния и работы оборудования насосной станции должен осуществляться в соответствии с разработанным проектом и с соблюдением требований инструкций заводов-изготовителей.

Насосное оборудование (основные и разменные насосные агрегаты) должно иметь табличку завода-изготовителя с указанием марки, заводского номера и года выпуска, основных параметров.

Необходимо следить, чтобы насосное оборудование эксплуатировалось в рабочей зоне, рекомендованной заводом-изготовителем, и в соответствии с техническими условиями (соответствие по механическому составу, химической активности перекачиваемой жидкости и температурному режиму).

На стационарной насосной станции основные насосные агрегаты, а также вспомогательные насосные агрегаты должны иметь порядковые номера.

Для надежной работы системы залива насосов необходимо следить, чтобы к ним поступала технически чистая вода.

При эксплуатации оборудования пневматической системы необходимо:

- подвергать периодическому осмотру все оборудование, узлы, арматуру, приборы систем и следить за их чистотой;
- производить подготовку к пуску и сам пуск в строгом соответствии с инструкцией и паспортом пневматического оборудования;
- следить при работе пневматического оборудования за давлением в установленных инструкцией пределах количеством масла, правильным положением запорных устройств, работой автоматики.

При эксплуатации системы масляного хозяйства необходимо следить за:

- осуществлением бесперебойного снабжения маслом, по количеству и качеству удовлетворяющего соответствующим нормам;
- надежной работой масляных систем;
- сбором отработанного масла и регенерацией.

Насосные станции должны быть оборудованы первичными (передвижными) или стационарными средствами противопожарной защиты в соответствии с требованиями ГОСТа.

Необходимо следить, чтобы включения (отключения) вентиляции и отопления в помещениях насосных станций осуществлялись в зависимости от температуры воздуха в соответствии с паспортами и инструкциями заводов-изготовителей.

При эксплуатации и монтаже трубопроводной арматуры, в том числе, после ремонта, необходимо:

- использовать арматуру строго по назначению, в соответствии с указаниями в техническом паспорте, технических условиях, стандартах или в особых условиях поставки;

- проверять правильность установки арматуры; движение потока должно совпадать с обозначением на корпусе арматуры;

- не допускать при установке фланцевой арматуры перекосов.

Для обеспечения надежной работы механического оборудования следует проверить уплотнения, надежность всех болтовых, заклепочных и сварных соединений, контролировать узлы трения, оборудование на наличие грязи.

Следует регулярно следить за состоянием металлоконструкций и антикоррозионных покрытий.

При эксплуатации механического оборудования необходимо следить, чтобы:

- затворы, щиты, решетки, фильтрующие кассеты имели плотные посадки на порог, полное прилегание к опорному контуру и передавали равномерное давление на сооружения;

- опорные поверхности затворов, щитов, решеток, фильтрующих кассет и закладных частей не имели вмятин, раковин, следов коррозии.

- подъемно-транспортное оборудование содержалось в исправности и в состоянии постоянной готовности к работе.

К окончанию поливного сезона следует приурочивать проведение полного или частичного технического освидетельствования всех грузоподъемных механизмов и подкрановых путей. В процессе осмотра должен быть проверен износ деталей.

В контроль состояния и работы электрооборудования, контрольно-измерительных приборов (КИП), приборов и средств автоматизации входят периодические проверки и испытания, которые производятся в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации заводов-изготовителей.

При эксплуатации силовых трансформаторов необходимо следить за:

- соблюдением нагрузок, напряжений и температур в пределах установленных норм;

- поддержанием характеристик масла и изоляции в нормальных пределах;

- содержанием в исправном состоянии устройств охлаждения, регулирования напряжения, контроля состояния масла и др.

В процессе эксплуатации электрооборудования должен проводиться осмотр:

- целостности и исправности розеток;

- исправности подключенной к аппаратуре электропроводки;

- состояния и нагрева элементов сопротивления;

- соответствия номинальному току токоприемника нагревательных элементов;

- работы сигнальных устройств и целостность пломб на реле и других аппаратах;

- состояния изоляционных деталей;

- состояния подвижных и неподвижных токосъемных частей.

В период эксплуатации за состоянием гидротехнических сооружений и помещений регулярно должны проводиться наблюдения за:

- уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах сооружений;

- размывом и заилением водоводов и бьефов;

- деформациями сооружений и помещений;

- горизонтальными смещениями сооружений и помещений;

- образованием трещин и состоянием швов;

- напряженным состоянием сооружений;

- фильтрацией воды через сооружения и помещения;

- работой противотрационных и дренажных устройств;

- воздействием потоков воды, волн и атмосферных осадков;

- воздействием льда на сооружения и за обледенением их;

- прохождением паводков.

Состав и объем натурных наблюдений и исследований, порядок и сроки их проведения, необходимая для этих работ контрольно-измерительная аппаратура определяются проектной документацией и декларацией безопасности ГТС.

При визуальных наблюдениях (обходах и осмотрах) необходимо контролировать:

- деформации земляных дамб и плотин (осадка насыпи, перемещения в плане);
- состояние откосов котлованов, каналов в земляном русле, дамб и земляных плотин;
- величину и места выклинивания фильтрационных вод на откосах сооружений;
- состояние нагорных, водосбросных и водоотводных каналов, а также закрытых дренажей и фильтров;
- состояние крепления верховых и низовых откосов сооружений;
- состояние ливнесбросной сети в зоне сооружений;
- состояние и работу дренажных устройств;
- выпор грунта;
- выходы фильтрационных вод на низовом откосе и в нижнем бьефе плотин, в береговых примыканиях и в обход сооружений;
- горизонтальные смещения сооружений и т. д.;
- состояние конструкций производственных зданий и сооружений.

В производственных зданиях и сооружениях необходимо следить за состоянием:

- наиболее нагруженных конструкций (железобетонных и стальных колонн, ферм, настилов и подкрановых балок основного машинного зала);
- деформационных швов и фильтраций через стены подводной части конструкции;
- настилов покрытий, кровли и водосточных труб, окон;
- полов, дренажных канавок, труб, колодцев откачки и дренажа;
- площадок и лестниц, включая ограждения;
- освещения помещений, в том числе аварийного.

Визуальные наблюдения – обходы и осмотры металлоконструкций и механического оборудования – включают в себя:

- периодическую проверку наличия деформаций и коррозионных повреждений на затворах, монорельсах, колоннах эстакад и подкрановых балках;
- тщательный внешний осмотр, оценку состояния основных сварных швов, крепления полос, опорных узлов;
- периодическую проверку работы ходовых частей соединений, передач, тормозов, проводящих частей затворов и других механизмов;
- периодическую проверку состояния резины и металла в уплотняющих устройствах;
- периодический контроль работы рыбозаградительного устройства, его технического состояния в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Результаты обследований в виде описаний, фотоснимков, эскизов, зарисовок, линейных измерений и других систематизируются в специальном журнале.

К окончанию поливного сезона следует приурочивать проведение полного или частичного технического освидетельствования всех грузоподъемных механизмов и подкрановых путей.

Инструментальные наблюдения за сооружениями насосной станции должны включать следующие работы:

- наблюдения за деформациями и горизонтальными смещениями грунтовых сооружений;
- наблюдения за фильтрационным режимом;
- наблюдения за бетонными и железобетонными сооружениями.

Наблюдения за деформациями грунтовых сооружений должны проводиться систематически, начиная во время строительства и продолжая в период эксплуатации вплоть до их полной стабилизации.

Для выполнения инструментальных измерений горизонтальных смещений контролируемый объект на стадии строительства оснащается плановыми знаками, сеть которых включает в себя:

- опорные знаки, закладываемые вблизи объекта, относительно которых определяют смещения сооружений или его частей;
- контрольные знаки, которые закладываются в сооружение и, перемещаясь вместе с ним, характеризуют горизонтальные смещения сооружения;
- исходные знаки, закладываемые за пределами возможных деформаций пород, относительно которых определяют смещения опорных и контрольных пунктов.

Результаты измерений должны фиксироваться в журналах наблюдений за горизонтальными смещениями контрольных пунктов. По результатам измерений составляется сводная ведомость и графики горизонтальных смещений сооружения и его отдельных секций.

При инструментальных наблюдениях за фильтрационным режимом грунтовых сооружений необходимо определять:

- положение депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовых сооружений и в обход их в береговых примыканиях;
- пьезометрические напоры в основаниях сооружений, в сопряжениях с берегами и встроенными сооружениями;
- величины фильтрационных расходов;
- очаги сосредоточенной и контактной фильтрации;
- скорость течения и вынос грунта фильтрационным потоком;
- химический состав фильтрационных вод.

В состав обязательных инструментальных наблюдений за бетонными и железобетонными сооружениями должны входить наблюдения:

- за осадками сооружений и их элементов;
- фильтрацией воды через бетон и швы;
- прочностью и водонепроницаемостью бетона;
- образованием и изменением размеров трещин;
- фильтрационным режимом сооружений.

Инструментальные наблюдения должны производиться не менее двух раз в год, а при заметных нарушениях и деформациях – по мере необходимости, до полной их стабилизации.

На основании наблюдений за состоянием оборудования и сооружений и полученных при этом данных определяют мероприятия, объемы работ, сроки для проведения профилактических, ремонтных и других работ.

Результаты осмотра и промеров должны быть задокументированы. На основании данных освидетельствования выносится решение о необходимости ремонтов. Составляются необходимые заявки на запасное оборудование, запасные части и материалы определяется предварительная стоимость работ.

### **3.12.3 Техническое обслуживание (уход) насосных станций**

Техническое обслуживание (уход) насосной станции состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание оборудования и сооружений насосной станции в исправном состоянии. Техническое обслуживание оборудования и сооружений насосной станции должно проводиться на основе требований проектной документации, результатов контроля их технического состояния, а также требований к техни-

ческому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных нормативными и правовыми актами Российской Федерации.

Выполненные работы по техническому обслуживанию подлежат учету и завершаются прогнозом технического состояния и остаточного ресурса элемента системы с последующим документированием.

Техническое обслуживание оборудования насосной станции проводится в обязательном порядке в процессе его работы, а также в межсезонные периоды.

Техническое обслуживание основного и вспомогательного оборудования насосной станции должно осуществляться в соответствии с Правилами технической эксплуатации, с разработанным проектом, с местной инструкцией по эксплуатации и с соблюдением требований инструкций заводов-изготовителей.

Техническое обслуживание основного и вспомогательного оборудования, такого как:

- насосные агрегаты;
- система залива насосов, вакуум-система;
- система технического водоснабжения;
- пневматические устройства;
- система масляного хозяйства;
- система дренажа и откачки;
- противопожарная система;
- вентиляционные и отопительные устройства;
- хозяйственно-питьевая система;
- канализация

осуществляется в полном соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации и инструкциями заводов-изготовителей.

Технический уход за трубопроводной арматурой, в том числе после ремонта, заключается в:

- очистке арматуры перед установкой и периодически от грязи, песка, окалины и т. п.;
- смазке наружной резьбы шпинделей арматуры;
- открытие и закрытие запорной арматуры с нормальным усилием без применения добавочных рычагов;
- проверке задвижек, затворов не реже одного раза в квартал, слегка вращая маховик шпинделя;
- своевременной окраске арматуры;
- подтяжке сальниковых компенсаторов.

Трубопроводная арматура на период остановки на зимний период подлежит консервации, если она не задействована для поддержания нормального режима работы оборудования отдельных систем (дренажной и т. д.).

Техническое обслуживание механического оборудования заключается в проверке его уплотнений, надежности всех болтовых, заклепочных и сварных соединений, контроле узлов трения, очистке оборудования от грязи.

Металлоконструкции механического оборудования защищаются от коррозии лакокрасочными покрытиями.

Техническое обслуживание механического оборудования, такого как:

- подъемно-транспортное оборудование;
- сорозакдерживающие решетки, затворы, щиты

осуществляется в полном соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации и инструкциями заводов-изготовителей.

Служба эксплуатации насосной станции должна иметь четкую схему нагрузок и воздействий на конструкции зданий и сооружений. Дополнительные нагрузки на перекрытия, стены, фундаменты и другие конструкции, а также изменения несущей способности конструкции могут допускаться только после согласования с проектной организацией.

Металлоконструкции и железные кровли периодически окрашивают. Покрытие защитным слоем зданий и сооружений производственного назначения производится не реже одного раза в пять лет, толевых – через каждые три года.

Деревянные конструкции, находящиеся в условиях переменной влажности, предохраняют от загнивания осмолкой, пропиткой антисептическими материалами.

В том случае, если через днищевую плиту или стены подземной части здания или сооружения начинается фильтрация воды, необходимо установить причину фильтрации и устранить ее.

При эксплуатации водозаборных сооружений следует расчищать от наносов подводящее русло и зоны перед водозаборными оголовками, а также промывать всасывающие и самотечные трубопроводы, очищать соросудерживающие решетки и пазы.

К наступлению паводков водозаборные (водоприемные) сооружения и их механизмы должны быть отрегулированы.

При эксплуатации отстойников необходимо обеспечить бесперебойный пропуск требуемого количества воды, осаждение заданных фракций наносов и их удаление.

Очистка камер отстойника должна осуществляться таким образом, чтобы обеспечить нормальную работу всех камер отстойника в период максимальной подачи насосной станции.

Способ очистки отстойников определяется проектом.

Необходимо предусматривать по согласованию с органами рыбоохраны установку специальных устройств для предохранения рыбы от попадания в водозаборные сооружения. Технический уход за рыбозащитным устройством проводится в соответствии с инструкцией с учетом местных условий.

Если в процессе эксплуатации обнаружится, что фактические величины гидравлических ударов превышают расчетные, следует выяснить причину, ликвидировать ее или выполнить реконструкцию противоударных устройств.

При обнаружении в стальных трубопроводах признаков коррозии (железобактерии, механическое повреждение покрытий) необходимо производить очистку до основного металла и восстановить покрытие поверхности.

При обнаружении деформированных или потерявших устойчивость элементов они должны быть отремонтированы или заменены новыми. Шпильки и гайки компенсаторов с ослабленной или вытянутой резьбой, а также уплотнения компенсаторов с износом более 10 % подлежат замене новыми. В компенсаторах зазоры между забивными кольцами и патрубками должны быть равномерными по всей длине окружности уплотнения.

При обнаружении в железобетонном трубопроводе сквозных продольных или поперечных трещин, необходимо произвести инъекцию или установить по всему периметру трубы бандаж, усиленный штучной или предварительно напряженной арматурой.

При значительных объемах разрушений необходимо заменить поврежденные звенья или участок трубопровода. Наружные поверхности железобетонных трубопроводов красят битумной мастикой; внутренние поверхности труб необходимо торкретировать с железнением, или наносить защитные покрытия.

При обнаружении трещин асбестоцементных и чугунных труб, а также перекоса муфтовых соединений, следует производить замену поврежденных труб и муфт новыми.

Течи в стыках железобетонных, асбестоцементных и чугунных трубопроводов устраняют заменой уплотняющих колец, подтяжкой болтовых соединений фланцевых муфт, зачеканкой стыков.

Техническое обслуживание (уход) электрооборудования насосных станций и электроустановок потребителей должна осуществляться в полном соответствии с требованиями действующих Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Действующие на насосных станциях эксплуатационные документы по обслуживанию электрооборудования (инструкции, правила, наставления и т. п.) должны полностью соответствовать требованиям нормативных документов, указанных в предыдущем пункте.

Очистку сооружений от наносов следует производить в тех случаях, когда возникает угроза уменьшения их пропускной способности.

В зависимости от природных условий, компоновки сооружений и возможностей эксплуатационного персонала очистку наносов производят гидравлическим способом (при повышенных скоростях потока), экскаваторами, земснарядами или грязевыми насосами. При небольших объемах очистка выполняется водоструйными насосами.

Очистка рыбозащитных сеток выполняется струей воды из брандспойта, для чего сетка должна быть поднята над водой (очистка вращающихся сеток предусмотрена проектом).

Очистку трубопроводов от заиливания производят гидравлическим способом.

Промывка обратным током самотечных труб и галерей осуществляется при максимальном перепаде уровней (в источнике и береговом колодце).

Очистку сороудерживающих решеток от мусора выполняют вручную с помощью решеткоочистных машин, или обратным током воды с обязательным удалением из водоисточника (если отсутствует транзит воды) плавника и мусора.

Для предупреждения развития биологического обрастания (май-октябрь) необходимо:

- хлорирование на водозаборах до дозы остаточного хлора;
- периодическая промывка водоводов и камер водозаборов сбросной водой;
- периодическая обработка воды медным купоросом;
- гидропневматическая промывка – одновременно с водой подается сжатый воздух;
- ультразвуковая обработка подводных поверхностей;
- механическое удаление моллюсков при помощи скребков, зубил, отбойных молотков и т. д.

Использование химических средств для предотвращения биологического обрастания должно быть согласовано с органом государственного надзора.

### **3.12.4 Особые случаи эксплуатации насосных станций**

После окончания поливного сезона производится подготовка насосной станции, ее узлов и установленного оборудования к эксплуатации в нерабочий период (зимнее время).

Для подготовки к эксплуатации в нерабочий период насосной станции, ее узлов и установленного оборудования производится откачка или спуск воды из всасывающих труб, корпусов основных и вспомогательных насосов и их элементов, арматуры и приборов, в которых может быть вода, и всех пристанционных коммуникаций.

Необходимо произвести тщательней осмотр дренажно-осушительных систем.

Все дренажные насосы должны быть исправными и находиться в рабочем состоянии. Должна быть проверена и налажена их пускорегулирующая аппаратура.

После освобождения от воды всасывающих труб, корпусов и деталей насосов и др. элементов, производится тщательный осмотр всего насосно-механического и электротехнического оборудования, арматуры, контрольно-измерительных приборов, выполняются необходимые замеры имеющих место выработок конструкций затворов, закладных деталей, элементов оборудования и арматуры.

Необходимо осуществлять подготовку к работе (при наличии) систем поддержания температурного режима в здании насосной станции.

Перед началом поливного сезона необходимо произвести расконсервацию оборудования, должны быть закончены все ремонтные и пусконаладочные работы, выполненные в межполивной сезон в соответствии с дефектными ведомостями, составленными по итогам предыдущего поливного сезона. После капитальных ремонтов необходимо выполнить полный объем пусконаладочных работ и контрольных испытаний в соответствии с требованиями заводских технических условий на оборудование и нормативных документов.

Готовность оборудования, гидротехнических сооружений, зданий и сооружений насосных станций к поливному сезону должна быть подтверждена соответствующими документами, утвержденными эксплуатирующей организацией.

Перед пуском насосных станций необходимо выполнить следующие основные виды работ:

Рыбозащитные и водозаборные сооружения:

- очистка зоны сооружений от наносов и скопления мусора;
- ремонт оборудования, фильтрующих сеток, кассет и затворов;
- установка демонтированных на зиму приборов КИП.

Подводящие каналы и аванкамеры:

- ремонт откосов (подводных и надводных), дорог, облицовок и ливнесбросных конструкций;
- засыпки грунтом или песчано-гравийной смесью промоин;
- посев трав, озеленение.

Напорные трубопроводы:

- визуальный и инструментальный осмотр состояния трубопровода;
- расконсервация клапанов впуска и заземления воздуха;
- затяжка болтовых соединений, проверка или замена сальниковых уплотнений компенсаторов.

Водовыпускные сооружения:

- визуальный осмотр строительных конструкций и клапанов срыва вакуума;
- расконсервация и проверка готовности механического оборудования;
- установка сороудерживающих решеток и ремонтных затворов;
- проверка целостности уплотнений и работоспособности захватных балок.

Конструкции насосных станций:

- расконсервация оборудования, установка КИП и другого демонтированного оборудования, проведение штатных регламентных и пуско-наладочных работ;
- проверка работоспособности оборудования и всех систем, закрытие всех люков и сборных каналов;
- проверка целостности строительных и металлических конструкций;
- проверка средств пожаротушения и техники безопасности, рабочего и аварийного освещения;
- проверка состояния электрической части и автоматики насосной станции;
- оформление разрешительной документации на подключение электроэнергии с предприятиями энергосбыта.



На насосных станциях, работающих круглый год, необходимо произвести подготовку сооружений к эксплуатации:

- окончить до наступления морозов все наружные ремонтные работы;
- утеплить, при необходимости, люки смотровых колодцев, восстановить засыпку закрытых и теплоизоляцию открытых трубопроводов, также трубопроводной арматуры, проверить исправность систем отопления и электрообогрева механического оборудования;
- проверить исправность затворов, сороудерживающих решеток и подъемно-транспортных механизмов;
- осмотреть трубопроводы и устранить неплотности в соединениях;
- принять необходимые меры для предотвращения наледей и обмерзания компенсаторов, пазов решеток и затворов, клапанов срыва вакуума и гасителей гидравлических ударов;
- очистить от наносов и продуктов биологического обрастания проточную часть водоводов, пазовые конструкции сороудерживающих решеток и затворов. Для предупреждения обмерзания покрыть стержни сороудерживающих решеток винипластом или резиной.

Персонал насосных станций должен обеспечить:

- поддержание необходимых санитарно-гигиенических показателей в производственных и бытовых помещениях насосных станций;
- своевременную околку льда на затворах и сороудерживающих решетках, в пазовых конструкциях (не допускается примерзание опорно-ходовых частей затворов);
- не допущения примерзаний тяг грузоподъемного оборудования к неподвижным элементам, а также контактов путевых и конечных выключателей;
- не допущения затруднений, возникающих в работе механизмов при низких положительных и отрицательных температурах, который достигается подогревом конструкций, в том числе масляных ванн редукторов горячей водой, паром, устройством специальных электроподогревателей.

При прохождении льда и шуги во всех опасных местах организуют дежурства работников эксплуатационной службы. Все наиболее важные и ответственные сооружения комплекса насосных станций для обеспечения безопасности работы в ночное время должны быть освещены.

Необходимость проведения специальных мероприятий по пропуску паводков и защите сооружений от воздействия льда и шуги определяется проектом, разработанным с учетом опыта эксплуатации аналогичных сооружений.

При образовании на водной поверхности ледовых зажоров или затворов, а также для уменьшения давления на сооружения от навала ледовых полей, предусматривают дробление льдин взрывами. Взрывные работы следует вести в строгой последовательности, идя с низовой стороны зажорного поля к его верховой стороне, с соблюдением всех требований безопасности.

В машинных каналах рекомендуется поддерживать стабильные уровни воды, чтобы исключить усиленное обмерзание берегов каналов, разрушение откосов и облицовок.

Шуга не должна попадать в водопроводящий тракт насосной станции. С целью предупреждения образования шуги на водоисточнике следует исключить переохлаждения воды по всей глубине потока и способствовать образованию сплошного ледяного покрова, в том числе, и в отводящих каналах.

По окончании пропуска паводка и ледохода должен быть произведен осмотр насосной станции, разбор действий персонала, составлены акт обследования и дефектная ведомость для проведения ремонта.

### 3.12.5 Ремонт насосных станций

Ремонт насосной станции должен осуществляться путем проведения комплекса технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств оборудования и сооружений насосной станции.

Проведение ремонтных работ оборудования и сооружений насосной станции необходимо выполнять на основе эксплуатационного контроля их технического состояния. Мероприятия по ремонту осуществляют с учетом ремонтной документации заводов-изготовителей, а также требований к техническому состоянию оборудования и сооружений насосной станции и правил безопасной эксплуатации. На насосной станции выполняются ремонты следующих видов: текущий, капитальный, аварийный.

Все виды ремонта следует проводить, максимально используя сезонный перерыв в работе.

Установление вида работ по ремонту оборудования и сооружений насосной станции должно производиться в соответствии с действующими нормативными и правовыми актами Российской Федерации.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы насосной станции по специальным графикам.

При текущем ремонте выполняются наиболее распространенные в оборудовании и сооружениях насосной станции работы: исправление повреждений в креплениях сооружений, заделки трещин, каверн, выбоин и пустот в грунтовых и бетонных конструкциях, восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозийного покрытия и окраски конструкций, очистка дренажа от мусора, наносов, растительности, вскрытие поврежденных участков и устранение течи, ремонт уплотнений затворов, замена сальниковых уплотнений, уплотнительных колец, подшипников и т. п.

Эксплуатант обязан вести учет и документирование проводимых работ по текущему ремонту оборудования и сооружений насосной станции.

К капитальному ремонту относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются оборудование и сооружения насосной станции, конструктивные элементы и части, осуществляется замена их на более прочные и экономичные. При проведении капитального ремонта целесообразно модернизировать оборудование станции.

Перед капитальным ремонтом проводят ревизию насосного агрегата. При этом фиксируют исходные данные относительно расположения узлов и деталей маркировкой, замерами и реперами, измерением зазоров.

При дефектации деталей их делят на три группы.

К первой группе относятся годные детали, не подвергавшиеся износу, ко второй – детали, которые подлежат ремонту и могут быть восстановлены, к третьей – детали, которые ремонтировать экономически не выгодно или невозможно, такие детали подлежат замене.

Выводу оборудования в капитальный ремонт предшествуют:

- составление ведомости объема работ, которые уточняют после вскрытия и осмотра агрегата;
- составление графика и проекта организации ремонтных работ;
- заготовка, согласно ведомостям объема работ, необходимых материалов, запасных частей и узлов;
- укомплектование и приведение в исправное состояние инструмента, приспособлений и подъемно-транспортных механизмов;

- подготовка рабочей площадки и обеспечение условий выполнения ремонтных работ в соответствии с требованиями техники безопасности;
- выполнение противопожарных мероприятий.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается за счет тех же средств устройство дополнительных объектов и конструкций, направленных на повышение технического уровня и эксплуатационной надежности сооружений насосной станции, в размере не более 20 % от стоимости капитального ремонта.

Ремонт вспомогательного оборудования насосных станций следует совмещать с ремонтом основного оборудования.

После капитального ремонта производится полная окраска оборудования.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектной документацией, разработку которой обеспечивает эксплуатант.

Окончательную оценку качества проведенного капитального ремонта дает комиссия с участием эксплуатационных организаций, выполнивших ремонт, после месяца работы под нагрузкой, в течение которого проводят необходимые измерения и эксплуатационные испытания.

Повреждения оборудования и сооружений насосной станции аварийного характера, вызванные последствиями стихийных явлений, нарушением правил эксплуатации или плохим качеством проекта и строительства, создающие опасность для жизни людей или больших материальных ущербов, необходимо устранять немедленно путем проведения аварийного ремонта.

Отдельные элементы оборудования и сооружений насосной станции должны постоянно иметь в доступных местах возобновляемый аварийный запас деталей и материалов.

По окончании аварийных ремонтных работ должен быть составлен акт согласно действующим законодательным и нормативным актам Российской Федерации.

Приемку и оценку выполненных работ по текущему ремонту проводит эксплуатант по каждому элементу или узлу объекта отдельно. Ремонтные работы скрытых частей конструкций и сооружений (засыпанных землей, затопленных водой) принимаются на основе документов промежуточного освидетельствования этих работ.

Комплексное опробование гидромеханического и электротехнического оборудования считается проведенным, а оборудование принятым в эксплуатацию, после испытаний под нагрузкой в течение времени, указанного заводом-изготовителем, но не менее 72 ч., при наличии исполнительной и технической документации на оборудование. Акт приемки в эксплуатацию оборудования оформляется в установленном порядке.

Законченные работы по капитальному и аварийному ремонтам элементов или узлов оборудования и сооружений насосной станции принимаются комиссиями в соответствии с законодательными и нормативными актами Российской Федерации.

В процессе эксплуатации насосной станции, подпадающей под требования Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ, а также после проведения капитального ремонта элементов или узлов сооружений этих насосных станций, эксплуатант должен получить разрешение на эксплуатацию. Выдача разрешения на эксплуатацию насосной станции осуществляется органом надзора.

Срок действия разрешения на эксплуатацию насосной станции, подпадающей под требования Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ, устанавливается органом надзора, зависит от технического состояния и безопасности насосной станции и не может превышать 5 лет.

Для получения разрешения на эксплуатацию сооружений, подпадающих под требования Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ, эксплуатант должен представить в орган надзора следующие основные документы:

- декларацию безопасности гидротехнических сооружений насосной станции;
- правила эксплуатации насосной станции, разработанные и утвержденные в соответствии с порядком, установленным правительством Российской Федерации.

### **3.12.6 Природоохранные мероприятия**

Под эксплуатационными природоохранными мероприятиями подразумевается комплекс организационно-хозяйственных, агролесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных, гидротехнических и других работ, способствующих поддержанию санитарной обстановки в зоне сооружений комплекса насосной станции. Состав мероприятий определяется проектом. При выполнении природоохранных мероприятий должен быть организован учет и документирование проводимых работ.

Для защиты водоемистика от загрязнения запрещается сброс дренажных вод, содержащих хоть малейшие примеси масла, керосина и бензина. При замене масла в трубопроводах и маслonaполненных аппаратах, а также при доливке масла, следует принимать меры, позволяющие предохранить воду и почву от попадания в них масла. Дренажные системы насосных станций должны иметь специальные маслоуловители, жидкость из которых должна вывозиться в специальные очистные сооружения.

Бытовые воды также вывозятся на специальные очистные сооружения или очищаются на месте в соответствии с проектными решениями.

Работа с кислотами и щелочами должна производиться строго в соответствии с Инструкцией по обслуживанию аккумуляторных батарей. Не допускается заражение кислотой и щелочью местности, в том числе, воды.

Необходимо поддерживать в работоспособном состоянии сооружения, обеспечивающие сброс атмосферных вод и воды при таянии снега. В зоне сооружений насосных станций не допускается эрозия почв.

Необходимо постоянно поддерживать в сохранности и чистоте лотки и русла для сброса воды при возможном разрыве напорных трубопроводов и дамб каналов. Беспрепятственный сброс воды по лотку предохранит почву от размыва при разрыве напорных сооружений.

### **3.12.7 Защита от селевых потоков, оползней, песчаных заносов и снежных лавин**

При расположении насосных станций в местах, подверженных воздействию потоков, оползней и снежных лавин, осуществлять следующие мероприятия:

- для предохранения сооружений насосных станций от воздействия селей, необходимо укрепить склоны посевом многолетних трав и посадками деревьев; обеспечить беспрепятственный сброс поверхностных и грунтовых вод, осуществить организованное направление селевого потока или беспрепятственный пропуск селевого потока через линейные сооружения станции при надежной защите основных сооружений;

- для защиты сооружений насосных станций от воздействия снежных лавин следует практиковать возведение на склонах в шахматном порядке снегозадерживающих стенок, щитов и заборов, предупреждающих образование снежных лавин; периодическую разгрузку склонов от снега путем искусственного обрушения малых лавин; возведение на пути движения лавин защитных сооружений в виде отбойных и направляющих стенок для отклонения лавин в сторону от защищаемых сооружений;

- для предохранения сооружений насосных станций от оползней, необходимо надежно защищать оползневые склоны от грунтовых вод, подпитываемых из каналов и с полей орошения, путем строительства перехватывавших дренаж и скважин вертикального дренажа, уполаживать склоны глубоких выемок; запрещается располагать орошаемые поля на оползневых склонах и проводить каналы по оползневым склонам.

Для предохранения сооружений насосных станций от песчаных заносов и пыльных бурь следует производить задержание песков путем ограждения территории щитами и лесопосадками (искусственная защита) и закрепление подвижных песков посадками кустарника или путем обработки поверхности песков битумной эмульсией или смолами.

Основными типами искусственных защит являются: высокорядные, полускрытые, скрытые, торчковые и устилочные щитовые защиты, сооруженные из щитовой планки, камыша, хвороста или соломы.

Для предупреждения попадания пыли и песка в помещения насосных станций следует поддерживать в исправном состоянии окна (иллюминаторы), двери, ворота, вентиляционные устройства и воздухопроводы. Крышки люков смотровых колодцев и кожухи КИП должны иметь дополнительные уплотнения. Отстойники технического водоснабжения должны быть перекрыты плотно пригнанными плитами.

### **3.13 Эксплуатация дренажа на мелиоративных землях**

Эксплуатация дренажных систем представляет собой комплекс организационных, технических и хозяйственных мероприятий, обеспечивающих содержание дренажной сети, сооружений и оборудования, периодический их осмотр, проведение планово-предупредительных ремонтов, выявление и ликвидация аварий. Мелиоративный дренаж может служить десятки лет, если за ним ведется постоянный уход и надзор, своевременно проводятся текущие и капитальные ремонты, постоянно улучшается организация эксплуатационных работ.

#### **3.13.1 Типы дренажа и его элементы**

Дренаж подразделяется на горизонтальный, вертикальный и комбинированный. Тип дренажа выбирается на основе анализа природно-хозяйственных особенностей территорий и технико-экономического сравнения вариантов.

По характеру расположения на мелиорированной площади выделяют следующие виды горизонтального дренажа: систематический, выборочный, линейный.

По конструктивному исполнению различают открытые и закрытые горизонтальные дрены.

Основными элементами горизонтального дренажа являются дрены, коллекторы и водоприемники. Система дрен и коллекторов формирует коллекторно-дренажную сеть (КДС).

Основными элементами вертикального дренажа являются скважины, насосное оборудование, наземный комплекс и наблюдательная сеть.

Комбинированный дренаж предусматривает систему горизонтальных дрен и коллекторов, оборудованных усилителями (вертикальные самоизливающиеся скважины или заполненные гравием котлованы).

Для горизонтального дренажа благоприятны грунты с коэффициентами фильтрации более 0,5 м/сут., промежуточными – 0,5-0,1, неблагоприятными – менее 0,1 м/сут. (по В. М. Шестакову) и крайне неблагоприятными – от 0,1 до 0,001 м/сут. и менее (по Д. М. Кацу).

Горизонтальный дренаж достаточно полно отвечает современным техническим требованиям. Он автоматический, главным образом самотечный, не требует затрат электроэнергии, долговечный, простой и надежный в эксплуатации, в закрытом (подземном) варианте не препятствует перемещению по полям сельскохозяйственных машин. Горизонтальный дренаж на орошаемых землях – непрерывная система линейных сооружений, расположенных по определенной схеме, вскрывающих водоносную толщу покровных грунтов на глубину преимущественно около 3,0-3,5 м от поверхно-

сти земли, обеспечивающих автоматическое понижение уровня грунтовых вод на заданные глубины и отвод их за пределы орошаемой территории в водоприемник [91].

По характеру расположения на орошаемой площади различают следующие виды горизонтального дренажа: систематический, выборочный, линейный. При систематическом дренаже сооружения расположены равномерно по площади, при выборочном – приурочены к отдельным участкам с неблагоприятными гидрогеологическими и почвенными условиями, при линейном (береговом, головном, перехватывающем) – по фронту питания грунтовых вод в пределах дренируемой территории или вне ее.

По конструктивному исполнению различают открытый и закрытый горизонтальные дренажи. Открытый дренаж представляет собой каналы в выемке, закрытый – подземные сооружения небольших размеров с фильтрующим телом, водоприемным и водоотводящим трубопроводом (трубчатый дренаж). В редких случаях функции водоотвода выполняются фильтрующим телом из гравия или щебня (беструбчатый дренаж). Однако дренаж такой конструкции наименее совершенный по характеру вскрытия пласта и эффективности.

Система дрен и коллекторов на орошаемой территории формирует коллекторно-дренажную сеть (КДС). Основные параметры ее приведены в таблицах 3.6, 3.7, 3.8 [92].

**Таблица 3.6 – Характеристики закрытых дрен и коллекторов**

Показатели	Дрены	Коллекторы	
		внутрихозяйственные	межхозяйственные и магистральные
Глубина	3,0-5,0	4,0-4,5	5,0-5,5
Диаметр труб, мм	100-300	300-600	600
Уклон	0,002-0,003	0,002	0,001
Междренные расстояния, м	120-250	1000-1500	2000
Удельная протяженность, м/га	40-80	10-12	4-5
Длина, м	400-1000	–	–

**Таблица 3.7 – Характеристика открытых дрен и коллекторов**

Показатели	Дрены	Коллекторы	
		внутрихозяйственные	межхозяйственные и магистральные
Глубина, м	3,0-5,0	3,5-6,0	4,5-8,0
Ширина по дну, м	1,0	1,0	1,0-3,0
Заложение откосов	1:1,5	1:1,5-1:1,75	1:1,5-1:2,5
Объем откосов	16-42	30-50	40-100
Ширина полосы отчуждения, м	20-30	50-70	70-100

**Таблица 3.8 – Характеристика схем коллекторно-дренажной сети в сочетании с оросительной сетью**

№ схемы	Схема коллекторно-дренажной сети	Схема оросительной сети	Уклоны продольные	Характер рельефа	Направление полива
I а	Косая	Продольная	Очень малые	Ровный	Любое
I б	Продольная	-	Большие Любые	Любой	Продольное
I в	Поперечная	-	Любые Малые	Ровный	Поперечное
II б	Продольная	Поперечная	Большие Малые	Любой	Продольное
II в	Поперечная	-	Большие Нулевые	Средний	Поперечное

Водоприемники обеспечивают прием и утилизацию дренажного и поверхностного стоков, транспортируемых коллекторами. Водоприемниками для дренажных систем могут служить подземные необводненные, хорошо проницаемые слои грунтов, естественные впадины, оросительные каналы, реки озера, лиманы, моря, океаны.

Успешное применение вертикального дренажа во многом предопределено научными трудами Н. М. Решеткиной, Х. И. Якубова, А. К. Бехбудова, А. И. Мурашко и др. Система вертикального дренажа – совокупность сооружений, состоящих из подземного водозабора с гидромеханическим оборудованием, и наземного комплекса, включающего энергетическое хозяйство, подземные пути, водоприемные сооружения, водоотводящую сеть, средства автоматики, связи и контрольно измерительную аппаратуру [93].

Определяющим в расположении дренажной сети является ее направление, направление полива, характер рельефа и уклонов.

Продольные схемы I б и II б характеризуются большой длиной первичных дрен (от 0,5 до 2,5 км) и легко вписываются в любой рельеф. При этих схемах диаметры труб нарастают по уклону, по мере увеличения расходов. Тем не менее, при уклонах  $> 0,002$  это не приводит к удорожанию удельной стоимости дренажа на гектар вследствие того, что уменьшается число поперечных участков коллекторов, а глубина коллекторов остается в пределах 3,5-4 м, так как потребные уклоны дрен совпадают или даже меньше уклонов поверхности земли по их трассам. При меньших уклонах местности, наоборот, вследствие необходимости постепенного нарастания уклонов по сравнению с поверхностью земли стоимость продольной схемы становится на 20 % выше поперечной, хотя удельная протяженность ее на 10 % ниже. Следует отметить, что при продольной схеме I б, когда направления первичных дрен и большей части коллекторов совпадают с направлением наибольших уклонов местности, надежность работы коллекторов также выше, так как коллекторы, идущие вдоль горизонталей, всегда заиляются и разрушаются чаще, чем при продольном их расположении. Схема II б нежелательна из-за близкого размещения коллекторов оросителей, а также из-за поперечной трассировки первых.

Поперечные схемы I в и II в в основном определяются направлением полива. Однако их следует рекомендовать только при малых поперечных уклонах, при относительно ровном рельефе и уклонах местности  $< 0,002$ . В этом случае необходимо отметить их более высокую надежность в работе, так как при относительно небольшой длине дрен можно достичь оптимальных и близких к ним уклонов ( $\geq 0,002$ ), что обеспечивает саморазмывающие скорости. Кроме того, нарушение в их работе ухудшает дренированность лишь небольшого поливного участка (7-9 га вместо 20-30 га при продольной схеме).

Размещение по косой схеме рекомендуется лишь при очень малых, почти нулевых, уклонах в поперечном направлении, когда за счет использования продольного уклона возможно небольшое заглубление дрен. Вообще эта схема неудобна, так как она обычно не совпадает с направлением поливов, что создает большие трудности при их проведении и обработке почв, особенно в начальный период эксплуатации.

Анализ данных эксплуатации открытых коллекторов показывает, что в средних и тяжелых суглинках, глинах и гравийно-мелкозернистых отложениях открытые коллекторы могут работать более или менее надежно (таблица 3.9).

Заращение растительностью происходит при минерализации воды в коллекторах менее 8-10 г/л, при большей минерализации не могут расти даже тростник и камыш.

По мере опреснения грунтовых вод заращение коллекторов увеличивается, однако при скоростях воды более 0,5 м/с растительность развивается слабо. Заращение открытых коллекторов снижает скорость воды в них в 2-3 раза и усиливает интенсивность заиления коллекторов [94].

**Таблица 3.9 – Удельные показатели устойчивости работы открытых коллекторов в условиях орошения**

Грунт	Изменение отметок дна в течение года, м	Заложение откосов и коллекторов	Объем ежегодного заиления, м <sup>3</sup> /м	Периодичность очистки	Продолжительность периода надежной работы
Пески (оплывающие и пылеватые)	0,6-1,0	1:2,5-3,0	1,5-3,6	Ежегодно	3-4 месяца
Супеси легкие	0,3-0,6	1:2-2,5	0,5-1,5	1 раз за 1-2 года	0,5-1 год
Суглинки средние	0,2-0,35	1:1,5-2,0	0,25-0,55	1 раз в 3 года	2 года
Суглинки тяжелые	0-0,20	1:1,0-1,5	0,15-0,25	1 раз за 4-5 лет	3-4 года
Глины	0-0,20	1:0,75-1,0	0,12	1 раз за 5-7 лет	4-6 лет

Многочисленные разработки, выполненные по механическому удалению водорослей по их сжиганию, оказались неэффективными для таких растений, как камыш, водоросли, актинии. Хорошие результаты на коллекторах новой зоны Голодной степи и в Туркмении получены по биологическому уничтожению водорослей рыбами-мелиораторами (белый амур и толстолобик) при слое воды более 35-40 см. этот способ может быть рекомендован для крупных межхозяйственных коллекторов. Для более мелких коллекторов и открытых дренажей надо искать другие решения [94].

Состав мероприятий, технологические операции, необходимые для этого средства механизации и материалы по очистке и ремонте открытой КДС приведены в таблице 3.10.

**Таблица 3.10 – Основные технологические процессы и специализированные средства при очистке и ремонте открытой КДС**

Вид мероприятий	Основные технологические процессы производства работ	Специализированные средства и материалы
Очистка от наносов	Очистка открытого дренажа с земляным руслом	Одноковшовые экскаваторы, универсальные каналоочистители со сменными рабочими органами
Противоэрозионное крепление откосов	Ремонтная планировка откосов. Крепление откосов посевом трав.	Экскаваторы, универсальные каналоочистители и тракторы с рабочим оборудованием для планировки откосов. Гидравлические сеялки
Окашивание и удаление скошенной растительности	Окашивание откосов, берм и дамб коллекторов	Тракторы с рабочим органом (мелиоративная косилка), универсальные каналоочистители с рабочим органом (мелиоративная косилка)
	Подбор скошенной растительности	Универсальные каналоочистители с рабочим органом для подбора скошенной растительности, плавучие окашивающие машины
Ремонт бетонных элементов сооружений на открытой КДС	Заделка повреждений, замена блоков, ремонт швов	Ручной механизированный инструмент, ремонтные агрегаты, ремонтные материалы и др.

При заилении коллектора до 25 % проводят текущий ремонт, а при заилении его более 25 % – капитальный, при котором полностью восстанавливают продольный и поперечный профиль коллектора [95].



Для предупреждения преждевременного выхода из строя дренажных систем наряду с правильной технической эксплуатацией следует проводить своевременные и качественные ремонты.

С 1998 года была утверждена система планово-предупредительных ремонтов (ППР), которая представляет комплекс организационно-технических мероприятий осуществляемых в плановом порядке с целью содержания систем и сооружений в постоянной эксплуатационной готовности, предупреждения преждевременного износа, повреждений, деформаций, отказов в работе и предотвращения аварий [96]. В систему ППР дренажа на осушительных системах входят техническое обслуживание, технический уход (ТУ), текущий ремонт, капитальный ремонт.

Контроль состояния водоотводящей сети производится при осмотре скважины и других наземных сооружений. У напорных трубопроводов проверяется отсутствие течи воды в стыках труб, а также наличие в них трещин и состояние задвижек. При исполнении водоотводящей сети в виде закрытого напорного трубопровода осматривается трасса трубопровода и выявляются места возможных повреждений на поверхности земли (таблица 3.11) [95].

**Таблица 3.11 – Возможные неполадки в работе скважин**

Неполадки	Причины
При работе насоса вода на поверхность не поступает	Закольматирован фильтр Возможен разрыв насосной колонны Неправильно подключена проводка, насос вращается влево В скважине мало воды
Подается вода с содержанием песка	Плохо устроен сальник Некачественно проведена откачка Повреждена проволоочная обмотка или пайка сетки фильтра
Резко уменьшается количество воды, вода поступает с воздухом	Падение уровня воды ниже насоса
На манометре растет давление При спуске насос не доходит до заданной глубины	Проверить, не закрыта ли задвижка Скважина заилена или в ней находится посторонний предмет
В скважине заклинило насос	Интенсивный вынос песка
В скважину проникают песок и глина выше фильтра	Возможен разрыв колонны на соединениях

### **3.13.2 Обзор нормативно-технической документации, регламентирующей эксплуатацию дренажа**

Последняя утвержденная нормативно-методическая документация по технической эксплуатации мелиоративных систем издана в конце прошлого столетия и определяла основные требования к организации и составу работ для поддержания систем в исправном состоянии [96, 97, 98].

В 1991 году в развитие СНиП «Мелиоративные системы и сооружения», приказом ВО «Союзводпроект» утверждено пособие «Эксплуатация гидромелиоративных систем», которое содержит основные рекомендации по разработке раздела «Эксплуатация» в проектах вновь строящихся и реконструируемых гидромелиоративных систем.

Пособие состоит из семи разделов: общие положения, мероприятия по управлению водно-воздушным и водно-солевым режимами почв на мелиорируемых землях; состав и объем работ по эксплуатации сети и сооружений; организация службы эксплуатации системы; ежегодные затраты на эксплуатацию гидромелиоративных сис-

тем; эксплуатация по пусковым комплексам; указания по эксплуатации сложных нетиповых сооружений.

Основные положения пособия устарели в связи с введением в действие новых основ водного и земельного законодательства.

Для организации технической эксплуатации осушительных систем сельскохозяйственного назначения в 1994 году выходят в свет правила технической эксплуатации осушительных систем [98].

Правила технической эксплуатации осушительных систем сельскохозяйственного назначения определяют основные требования к осушительным системам, а также к организации и составу работ для поддержания систем в исправном состоянии. Они включают двадцать три раздела, в составе которых, наряду с общими положениями, классификацией и составом мероприятий по технической эксплуатации осушительных систем, организацией технической эксплуатации, основными задачами органов эксплуатации, есть разделы посвященные эксплуатации открытых осушительных каналов и закрытой осушительной сети.

В 1998 году Министерством сельского хозяйства и продовольствия утверждены правила, которые определяют порядок эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, а также комплекс технических, организационных и хозяйственных мероприятий, обеспечивающих содержание в исправном состоянии мелиоративной сети, сооружений и оборудования.

Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений состоят из пяти разделов включающих: правила эксплуатации оросительных систем; правила эксплуатации осушительных систем, правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений; основные положения системы планово-предупредительных ремонтов мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений; требования экологической безопасности при эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

В правилах определены основные задачи эксплуатации мелиоративных систем, организацию водопользования и водопотребления, организацию первичного учета воды, учет качественного состояния орошаемых земель, охрану мелиоративных систем, особенности эксплуатации оросительно-обводнительных систем.

Основные требования к эксплуатации осушительных систем, учет качественного состояния осушенных земель, эксплуатацию водоприемников, охрану осушительных систем, особенности эксплуатации осушительно-увлажнительных систем.

В правилах даны основные положения системы планово-предупредительных ремонтов мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, которые охватывает такие вопросы как: организация постоянного надзора, осмотра и наблюдений за состоянием и работой мелиоративных систем и сооружений; организация периодических обследований мелиоративных систем и гидротехнических сооружений; планирование и проведение ремонтных работ.

В середине 70-х годов прошлого столетия были подготовлены рекомендации и инструкции по эксплуатации горизонтального и вертикального дренажа [99, 100].

Рекомендации по эксплуатации систем горизонтального дренажа в аридной зоне СССР, вышедшие в 1973 году, определяют основные правила технической эксплуатации горизонтального дренажа в аридной зоне и рассматривают необходимый комплекс работ направленный на максимальное повышение эффективности работы дренажных систем [99].

Рекомендации состоят из четырех частей: общая часть, контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель, эксплуатация дренажных систем, организация службы мелиорации.

Раздел «Общая часть» охватывает такие вопросы как: современное состояние коллекторно-дренажной сети и задачи по улучшению ее технической эксплуатации; расположение заболоченных и засоленных почв и зональные особенности эксплуатации дренажных систем; классификация дренажных систем, типов дренажа и сооружений на них и общие требования, которым они должны отвечать перед сдачей в эксплуатацию; номенклатура коллекторно-дренажной сети в планах и в других материалах.

Раздел «Контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель» включает: организацию контроля мелиоративного состояния орошаемых земель; размещение наблюдательной сети на орошаемых землях; размещение водомерных сооружений на дренажных системах; методику наблюдений за режимом грунтовых вод; определение химического состава грунтовых вод; изучение засоления орошаемых земель; определение химического состава дренажных вод; изучение дренажного стока; изучение состояния дренажной и коллекторной сети; обработку данных наблюдений; общие положения о составлении водно-солевого баланса; составление карт глубин залегания, общей минерализации грунтовых вод.

В разделе «Эксплуатация дренажных систем» рассмотрены такие вопросы как приемка дренажных систем в эксплуатацию; техническая эксплуатация открытой коллекторно-дренажной сети, закрытых дрен и сооружений на них; техническая документация и кадастр дренажных систем.

Раздел «Организация службы мелиорации» посвящен структуре службы мелиорации, правам и обязанностям работников службы мелиорации; отчетности мелиоративной службы.

Опубликованная в 1976 году инструкция по эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа, устанавливает порядок технической эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа, оборудованных средствами автоматики и управления [100].

Инструкция состоит из семи разделов, включающих: общие положения, организацию службы эксплуатации, основные требования и порядок технической эксплуатации, эксплуатацию и ремонт сооружений и оборудования, оценку эффективности работы, подготовку производственного персонала, технику безопасности при производстве работ.

В инструкции описаны основные положения и структура службы эксплуатации, техническое оснащение, учет и отчетность приведены основные требования и порядок технической эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа.

Отмечены особенности эксплуатации и ремонта сооружений и оборудования скважин и насосного оборудования, наземного комплекса, наблюдательной сети.

Для улучшения эксплуатации дренажа в 1994 году были опубликованы рекомендации по повышению эффективности работы дренажа для орошаемых земель России [95].

В рекомендациях приведены методы, приемы, мероприятия повышающие эффективность работы открытой, закрытой коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа.

Рекомендации выполнены по единой форме описания технологических процессов, которые включают в себя следующие разделы: условия применения; порядок проведения работ; материалы и оборудование; сроки, периодичность; нормы; контроль; средства механизации; техника безопасности.

Представленный в рекомендациях справочный материал предлагается эксплуатационным службам для выбора интересующих их перспективных методов повышения эффективности работы дренажа, возможное приобретение материалов и оборудования.

Анализ нормативно-методической документации по эксплуатации мелиоративных и дренажных систем показал отсутствие современных документов отражающих весь необходимый комплекс работ в данном направлении и единую политику их проведения.

Основные положения рассмотренных документов устарели в связи с введением в действие новых основ водного и земельного законодательства и требуется разработка единого документа в области стандартизации обеспечивающего установление организационных и технических требований к правилам эксплуатации и ремонту всех типов дренажа на мелиоративных системах.

### **3.13.3 Этапы эксплуатации дренажа на мелиоративных системах**

Стадия эксплуатации дренажа на мелиоративных системах разделяется на этапы применения и поддержки.

Этап применения дренажа заключается в реализации совокупности всех его свойств, обуславливающих его пригодность удовлетворять потребности в обеспечении оптимального мелиоративного режима почв с максимальной эффективностью.

Этап поддержки дренажа на мелиоративных системах заключается в материально-техническом обеспечении, проведении мероприятий по техническому обслуживанию и уходу, производству текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают бесперебойное функционирование дренажа на мелиоративных системах и устойчивую реализацию всей совокупности его свойств.

На стадии эксплуатации осуществляется управление этапами применения и поддержки.

Для стабильного функционирования дренажа на мелиоративных системах необходимо установить требования к элементам ресурсного обеспечения на этапах применения и поддержки.

Управление ресурсами следует осуществлять с учетом рекомендаций ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004 и требований действующих нормативных документов.

#### **3.13.3.1 Этап применения**

На этапе применения дренажа рассматриваются следующие процессы:

- организация эксплуатации;
- эксплуатационный контроль;
- руководство и управление этапом применения.

Эксплуатацию дренажа на мелиоративных системах следует организовывать и осуществлять на всех обеспеченных дренажем площадях.

Основными задачами эксплуатации дренажа являются:

- обеспечение отвода требуемого объема грунтовых и сбросных вод по водоотводящей сети в водоприемник;
- своевременное проведение организационных и технических мероприятий по содержанию в исправном состоянии и охране всех элементов дренажа;
- выполнение технических и организационно-хозяйственных мероприятий в целях наиболее эффективного использования мелиорированных земель в сельскохозяйственном процессе.

Эксплуатация дренажа с сооружениями, находящимися на балансе федеральных государственных учреждений, должна осуществляться эксплуатационной службой. В состав эксплуатационной службы должна входить гидрогеологомелиоративная служба. Структура и состав службы определяется в зависимости от технических характеристик обслуживаемых мелиоративных систем.

Организация эксплуатационной службы должна определяться следующими основными показателями:

- назначение дренажа;
- техническая характеристика дренажа (протяженность КДС и количество скважин вертикального дренажа, площадь распространения дренажа, конструктивные элементы, размещение сети в плане и т. д.);
- количество и конструкции гидротехнических сооружений;
- объем наблюдений за работоспособностью дренажа.

Организационная структура, численность административно-производственного персонала, права и обязанности эксплуатационной службы устанавливаются в зависимости от дренируемой площади и типа дренажа, на основе действующих нормативных документов.

Эксплуатация дренажа с сооружениями, находящимися на балансе у землепользователей, должна осуществляться землепользователями собственными силами или на основе договоров с эксплуатационной службой или другими водохозяйственными организациями.

Организации, осуществляющие эксплуатацию дренажа на мелиоративных системах, должны вести работы в соответствии с утвержденными нормативно-методическими документами.

Права и обязанности работников эксплуатационной службы должны определяться должностными инструкциями.

Эксплуатационный контроль работы дренажа на мелиоративных системах необходимо осуществлять сразу же после приемки его в эксплуатацию, путем организации постоянного надзора и периодического обследования.

Надзор должен включать охрану и визуальные осмотры технического состояния дренажа. Осмотры следует подразделять на текущие, специальные и сезонные.

Текущие осмотры дренажа с сооружениями должны проводиться регулярно в плановом порядке с занесением результатов в специальный журнал.

Специальные осмотры должны проводиться выборочно, после завершения сельскохозяйственных работ, и когда не исключена возможность разрушения наземной части дренажа.

Сезонные осмотры должны выполняться весной и осенью; весной – с целью проверки качества ремонта и готовности дренажа к работе в вегетационный период; осенью – для оценки технического состояния сети и составления плана ремонтных работ.

Результаты осмотров следует оформлять дефектным актом, который является основанием для определения объема ремонтно-восстановительных работ.

После завершения вегетационного периода необходимо проводить полное техническое обследование дренажа с сооружениями.

В эксплуатационный контроль работы дренажа следует включать эксплуатационную гидрометрию и производственные исследования.

В состав работ по эксплуатационной гидрометрии должны входить:

- контроль уровней грунтовых вод по наблюдательным створам;
- контроль динамики влажности корнеобитаемого слоя почвы;
- контроль уровней и расходов воды в открытых, закрытых дренах и коллекторах;
- контроль динамического уровня и дебита скважин вертикального дренажа;

- контроль количества воды, откачиваемой насосными станциями.

В состав производственных исследований должны входить:

- контроль технического состояния открытых и закрытых дрен и коллекторов, скважин вертикального дренажа;

- контроль технического состояния гидротехнических сооружений на коллекторно-дренажной сети;

- контроль сохранности отводящих трактов, трубопроводной арматуры, наземного комплекса сооружений на вертикальном дренаже.

Гидрометрические работы на дренаже следует проводить в соответствии с действующими инструкциями, а производственные исследования по утвержденным методикам.

Контроль мелиоративной эффективности дренажа на мелиоративных системах должен осуществляться гидрогеологомелиоративной службой.

Результаты эксплуатационного контроля следует оформлять актом технического состояния дренажа, в котором необходимо указывать обнаруженные дефекты и определять вид, последовательность и сроки проведения ремонта.

Руководство и управление этапом применения осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапа применения обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности эксплуатационного персонала;

- управление документацией этапа применения;

- управление показателями эксплуатации дренажа на мелиоративных системах;

- управление технологическими процессами этапа применения;

- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;

- проведение корректирующих воздействий;

- использование статистических методов.

### **3.13.3.2 Этап поддержки**

На этапе поддержки дренажа на мелиоративных системах реализуются следующие процессы:

- техническое обслуживание и уход;

- ремонт дренажа;

- эксплуатация в экстремальных условиях;

- руководство и управление этапом поддержки.

Техническое обслуживание и уход состоит в проведении профилактических мероприятий, обеспечивающих увеличение срока службы и межремонтных периодов работы дренажа, предотвращении аварий, сокращении объема ремонтных работ и расходов на них.

Техническое обслуживание и уход следует проводить систематически на основе эксплуатационного контроля технического состояния дренажа.

Мероприятия по техническому обслуживанию должны осуществляться с учетом эксплуатационной (по ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602) и проектной документации, а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

В состав мероприятий по техническому уходу за дренажем должно входить своевременное устранение всех неисправностей, нарушений, дефектов, деформаций и разрушений, не требующих производства текущего и капитального ремонта.

На открытой и закрытой коллекторно-дренажной сети необходимо проведение следующих мероприятий:

- механическая очистка открытых каналов (дрен), коллекторов с сооружениями от мусора, льда, посторонних предметов, заилиenia и сорной растительности;
- гидромеханическая очистка закрытых дрен и коллекторов от наносов, корней растений и водорастворимых соединений железа (при заохривании).

На скважинах вертикального дренажа необходимо проведение следующих мероприятий:

- проверка исправности наземного оборудования и контрольно-измерительных приборов;
- проверка режима работы насоса;
- проверка динамического уровня воды в скважинах;
- проверка показаний водомеров, манометров и других приборов;
- проверка содержания в воде механических примесей (песка).

Мероприятия по уходу за комбинированным дренажом следует выполнять аналогично правил эксплуатации открытого и закрытого дренажа, изложенных выше.

Проведение мероприятий подлежит учету и документированию, согласно действующей нормативно-технической документации.

Поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных качеств дренажа в целом, отдельных его конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту дренажа.

На дренаже следует выполнять следующие виды ремонта:

- текущий;
- капитальный;
- аварийный.

Ремонт дренажа необходимо выполнять на основе эксплуатационного контроля его технического состояния.

Необходимость и характер работ при каждом виде ремонта дренажа должен определяться степенью износа его элементов, конструкций сооружений, периодичностью ремонтов, а также данными, полученными в результате наблюдений, обследований и осмотров систем за межремонтный период.

Производство сложных ремонтно-строительных работ на дренаже должно быть согласовано с заинтересованными организациями.

Текущие и капитальные ремонты являются плановыми и их проводят в соответствующем порядке, аварийные ремонты осуществляют во внеочередном порядке.

К текущему ремонту следует относить работы по устранению небольших повреждений и неисправностей дренажа, проводимых в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающим 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой и 15 % на закрытой коллекторно-дренажной сети.

В текущий ремонт необходимо включать все работы, которые должны выполняться систематически из года в год и которые русловые ремонтеры, водные объездчики и наблюдатели не в состоянии выполнять самостоятельно. Выполнение текущего ремонта следует производить по графику.

К наиболее распространенным работам по текущему ремонту следует относить: устранение обвалов, оползней, перемычек, ремонт смотровых колодцев и устьевых сооружений закрытых дрен и коллекторов, очистку каналов (дрен), коллекторов и водоприемников от зарастания и заилиenia, восстановление работы пескующих скважин, ремонт насосно-силового оборудования и отводящей сети вертикального дренажа.

Текущий ремонт необходимо проводить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Работы по текущему ремонту на дренажных системах разрешается проводить как в целом по системе, так и по отдельным ее элементам.

Приемку и оценку выполненных работ по текущему ремонту необходимо проводить по каждому объекту отдельно, на основании документов промежуточного освидетельствования этих работ.

К капитальному ремонту следует относить работы, проведение которых на горизонтальном дренаже приводит к изменению его параметров, на вертикальном дренаже – к замене и (или) восстановлению его конструкций и сетей инженерно-технического обеспечения. Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта.

Капитальный ремонт дренажа должен осуществляться в плановом порядке по проектам, разработанным на основе предварительных изысканий и данных эксплуатационных организаций. Он может быть выборочным и комплексным.

При капитальном ремонте должны устраняться крупные дефекты и разрушения на дренаже включающие: восстановление проектных размеров открытых каналов (дрен) и коллекторов, прочистку или полную перекладку вышедшего из строя закрытого дренажа, замену или восстановление дренажных устьев, колодцев и других гидротехнических сооружений, фильтров, обсадных труб дренажных скважин и т. д.

Капитальный ремонт открытых каналов (дрен) и коллекторов следует проводить при их заилинии более чем на 25 %. При этом должен восстанавливаться продольный и поперечный профиль дрены, коллектора. Капитальный ремонт закрытых дрен и коллекторов следует проводить при их заилинии до 50 % площади поперечного сечения. При большем заилинии необходима реконструкция дренажа или его списание.

Проведение капитального ремонта должно основываться на индивидуальных решениях в технологических картах производства работ, поэтому в настоящем своде правил не рассматривается.

Приемку работ по капитальному ремонту необходимо осуществлять в соответствии с действующим законодательством.

Аварийные ремонты необходимо выполнять при восстановлении элементов дренажа и сооружений, разрушенных в результате стихийного бедствия, или нарушения правил технической эксплуатации.

К аварийному ремонту относятся также регулировочные, противопаводковые и берегоукрепительные работы, вызванные резким изменением режима уровней и расхода в реках, водоприемниках и крупных коллекторах.

На аварийно-опасных элементах дренажа должен постоянно храниться в доступных местах возобновляемый аварийный запас строительных материалов в необходимых объемах.

Основанием для внепланового ремонта скважин вертикального дренажа должно служить значительное уменьшение дебита скважин или резкое увеличение количества механических примесей в откачиваемой воде.

Для ликвидации аварий создаются комиссии, а работы по аварийному ремонту ведутся во внеплановом порядке. Сроки, объемы и виды работ определяются комиссией по актам обследования. Аварии, угрожающие жизни людей или способные повлечь за собой большие материальные ущербы, должны устраняться немедленно.

По окончании аварийных работ должен быть составлен акт в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

К экстремальным условиям эксплуатации дренажа следует отнести зимние условия, период пропуска паводковых вод и плавника, эксплуатацию в аварийных условиях.

При эксплуатации дренажа в экстремальных условиях рекомендуется проработка следующих основных положений:



- режим работы дренажных сооружений;
- особенности эксплуатации дренажа в экстремальных условиях;
- гидрометрическое обеспечение;
- природоохранные требования;
- организация эксплуатации дренажа.

Режим работы дренажа в экстремальных условиях должен устанавливаться на основе водохозяйственных расчетов с учетом требований землепользователей.

При разработке вариантов эксплуатации дренажных сооружений необходимо предусмотреть:

- общие требования к техническому состоянию сооружений;
- состав и объем натурных наблюдений, порядок и сроки их проведения;
- эксплуатационные мероприятия в период сложной ледовой обстановки;
- мероприятия по содержанию дренажных сооружений в экстремальных условиях.

В состав гидрометрического обеспечения эксплуатации необходимо ввести перечень гидрометрических наблюдений, дать гидрологические и специализированные прогнозы, рекомендации по ведению учета водоотведения, методику расчета водного баланса.

Природоохранные требования должны включать комплекс агролесомелиоративных, агротехнических, гидротехнических и других работ, способствующих поддержанию хорошей санитарной обстановки в водоохранных зонах и зонах санитарной охраны.

В инструкциях по эксплуатации дренажа в экстремальных условиях необходимо дать структуру и состав эксплуатационной службы по имеющимся аналогам с учетом индивидуальных задач, привести запас аварийных материалов.

#### **3.13.4 Экологическая безопасность при эксплуатации дренажа**

При эксплуатации дренажа на мелиоративных системах должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность на прилегающей территории.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000 и проводиться в соответствии с требованиями земельного, водного, лесного законодательства Российской Федерации, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды, о недрах, о растительном и животном мире.

Мероприятия должны учитывать следующие направления деятельности:

- охрану прилегающих территорий от затопления, подтопления и других негативных последствий для окружающей природной среды;
- охрану водных объектов;
- охрану водных и околотоводных животных и растений.

#### **3.14 Эксплуатация оросительных систем с использованием сточных вод**

Комплексное использование земельных и водных ресурсов предусматривает расширение площадей орошения за счет применения очищенных сточных вод. При орошении полей сточными водами решается одновременно несколько задач: происходит почвенная очистка сточных вод, предотвращается сброс сточных вод в водоприемники, увлажняется почва и утилизируются питательные элементы сточных вод, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Однако масштабы такого

орошения пока не отвечают имеющимся возможностям и одной из причин такого положения является отсутствие современных нормативно-методических документов по эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод.

Оросительные системы как сооружения для доочистки сточных вод известны давно. Почвенную очистку таких вод проводили в Римской империи и древнем Египте. В европейских государствах более интенсивно орошение сточными водами стали применять в XIX веке. Это было связано с ростом городов, развитием промышленности и в конечном итоге со значительным увеличением объемов сточных вод. Необходимы были новые площади для полей очистки сточных вод, однако в условиях частной собственности на землю расширить площади такого орошения было очень сложно.

Поэтому приходилось на сравнительно небольшие участки орошения подавать высокие оросительные нормы. Сложившийся режим эксплуатации полей орошения делал невозможным выращивание на них сельскохозяйственных культур. Они превращались в поля фильтрации, цель которых заключалась в очистке сточных вод до определенного состояния.

### **3.14.1 Состав элементов и режим работы оросительной системы**

Оросительные системы с использованием сточных вод (ОССВ) в настоящее время предназначены для их естественной почвенно-биологической очистки (доочистки), повышения продуктивности земельных угодий, охраны и рационального использования водных ресурсов. Системы с использованием сточных вод принято называть земледельческими полями орошения (ЗПО) [33].

Различают следующие режимы работы оросительных систем [33]:

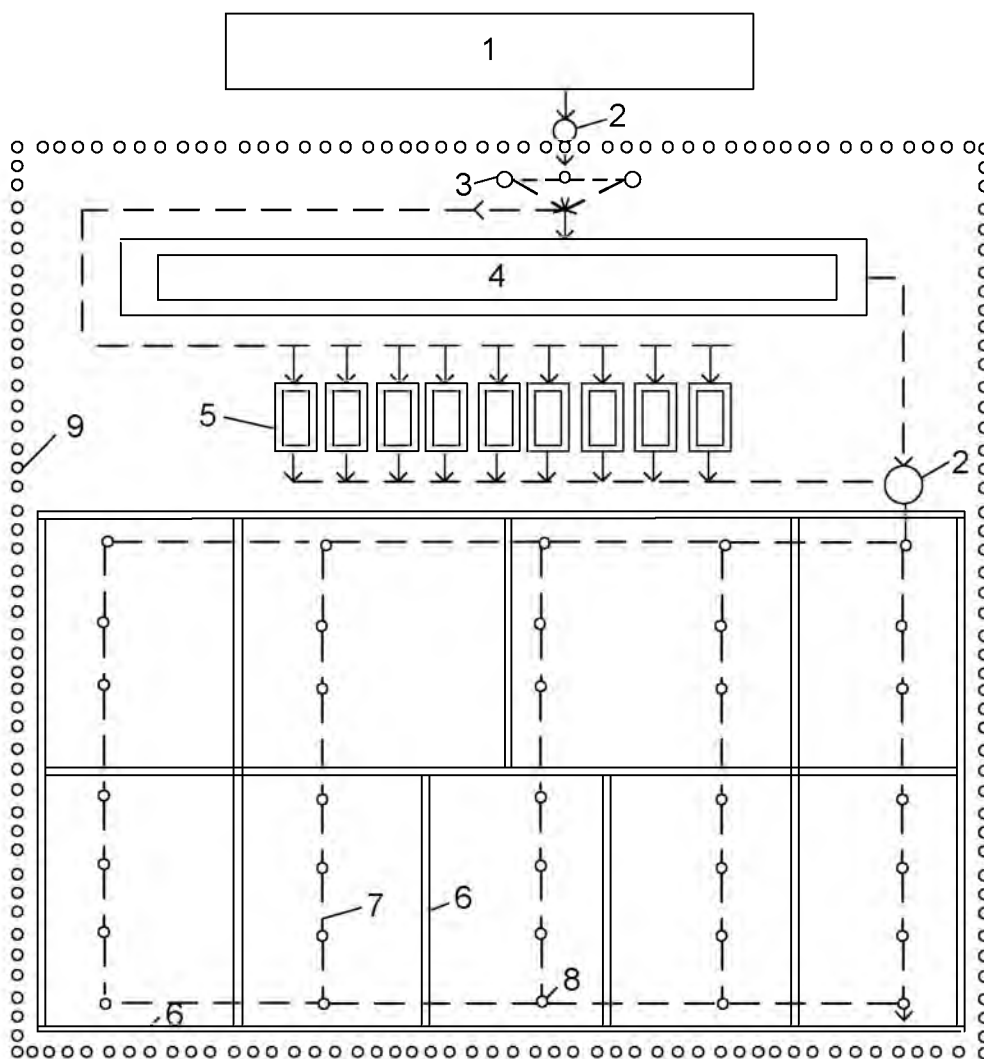
- с периодическим приемом сточных вод в пруды-накопители внутригодового и многолетнего регулирования;
- с приемом и использованием сточных вод только в вегетационный или сезонный период;
- с круглогодичным приемом сточных вод и круглогодичным орошением.

Оросительные системы с использованием сточных вод могут включать сооружения по их предварительной подготовке (например, биологические пруды), по приему сточных вод во вневегетативный период и во влажные годы, а также дополнительные водоохраные сооружения.

Допускается использование сточных вод на действующих оросительных системах с природной водой после проведения, если это необходимо, мероприятий в соответствии с требованиями охраны окружающей среды.

Пруды накопители и биологические пруды обеспечивают усреднение состава и расхода сточных вод, дополнительное их осветление и доочистку. При заборе подготовленных сточных вод непосредственно из сбросного коллектора устраивают регулирующую емкость.

Для сточных вод малых населенных пунктов после их механической очистки сооружают биологические пруды (проточные или контактные). Наиболее эффективны контактные секционные пруды глубиной 0,6-1,2 м, в которые сточные воды подают порционно и выдерживают в них в зависимости от климатических условий 6-12 сут. [33]. Принципиальная схема использования для орошения сточных вод малых населенных пунктов включает сооружения механической очистки, пруд-накопитель, секции биопрудов, земледельческие поля орошения (рисунок 3.46).



1 – населенный пункт; 2 – насосные станции; 3 – сооружение механической очистки;  
4 – пруд-накопитель; 5 – секция биопрудов; 6 – дороги и валики; 7 – закрытая оросительная сеть;  
8 – гидрант-водовыпуск; 9 – лесополоса

**Рисунок 3.46 – Принципиальная схема использования  
для орошения сточных вод малых населенных пунктов**

Режим орошения сельскохозяйственных культур сточными водами имеет свои особенности. Сроки и нормы вегетационных поливов увязывают с водопотреблением сельскохозяйственных культур, глубиной возможного увлажнения почв и их водно-физическими свойствами. Поливные нормы составляют 400-700 м<sup>3</sup>/га, число поливов устанавливают с зависимости от метеорологических условий, вида сельскохозяйственных культур и водно-физических свойств почвы. В зависимости от указанных условий оросительные нормы в вегетационный период в Нечерноземной зоне для зерновых и овощей составляют 1-2 тыс. м<sup>3</sup>/га, для трав – 2-4 тыс. м<sup>3</sup>/га, а в степной зоне соответственно 1,5-3 тыс. м<sup>3</sup>/га и 3-5 тыс. м<sup>3</sup>/га. В невегетационный период (при круглогодовом поливе) подают от 1 до 3 тыс. м<sup>3</sup>/га воды и более [101].

В соответствии с генетическими особенностями для отдельных почв определены требования по химическому составу используемых сточных вод (таблица 3.12) [102].

В соответствии с действующими санитарными нормами хозяйственно-бытовые и смешанные с ними производственные сточные воды перед использованием должны проходить предварительную биологическую очистку на индивидуальных сооружениях. При расходе сточных вод до 1000 м<sup>3</sup>/сут., а в III и IV климатических зонах

до 50000 м<sup>3</sup>/сут. и при отсутствии сооружений биологической очистки допускается их подготовка на сооружениях механической очистки с последующей доочисткой в биологических прудах или каскаде прудов-накопителей [33, 103].

**Таблица 3.12 – Требования к химическому составу сточных вод при использовании их для орошения сельскохозяйственных культур (В. Г. Додолина, 1980)**

Показатель	Почвы			
	дерново-подзолистые	серые лесные	черноземы	каштановые
pH	6,5-8,5	6,0-8,5	6,0-8,0	6,0-7,5
Сухой остаток, мг/л	4000	3500	3000	2500
Прокаленный остаток, мг/л	3000	2500	2000	1700
Na, мг/л	400	300	250	200
K, мг/л	200	150	100	100
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	800	600	450	600
Mg, мг/л	250	200	200	150
Cl <sup>-</sup> , мг/л	400	350	300	250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	550	450	400	300
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	2500	2000	1700	1500
N (общий), мг/л	250	200	150	150
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/л	100	75	75	75
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	200	1700	1500	1400
ХПК, мг O <sub>2</sub> /л	4000	3500	3000	2500
Взвешенные вещества, мг/л	3000	3000	3000	3000

Эксплуатацию оросительных систем с использованием сточных вод осуществляют управления оросительных и осушительных систем. Они также оказывают помощь сельскохозяйственным предприятиям и землепользователям в эксплуатации оросительных систем.

Эксплуатационная служба организует своевременный в соответствии с действующими санитарными правилами прием и распределение сточных вод, эксплуатацию и ремонт оросительной и дренажно-коллекторной сети, обеспечивает выполнение намеченного режима работы в вегетационный и невегетационный периоды, контролирует своевременность выполнения агротехнических мероприятий, соблюдение установленного набора культур и севооборотов, а также действующих санитарных правил, руководит работой лабораторий контрольной службы и выполняет с их помощью весь комплекс исследований [104].

При эксплуатации оросительной сети должен быть обеспечен надзор за работой оросительной сети и сооружений на ней, охрана сети от повреждений, своевременный ремонт, предупреждение и устранение заиливания оросительной сети.

На закрытой оросительной сети в зимний период должно быть постоянное движение воды в трубах и предусмотрена возможность слива воды при длительных перепадах в ее подаче; утеплена сетевая арматура (толщину слоя утепляющего материала устанавливают в зависимости от его теплопроводности и климатических условий); установлено систематическое наблюдение за работой гидрантов-водовыпусков (если они недостаточно утеплены, на гидрантах оставляют контрольные струи воды).

При поливе сточными водами на оросительной системе предусматривают санитарно-защитную зону по внешним границам орошаемых участков (таблица 3.13) [33].

При дождевании по границам орошаемых полей со стороны населенных пунктов предусматривают санитарно-защитные лесополосы шириной не менее 15 м, а вдоль магистральных дорог – 10 м. При расстоянии от границы оросительных систем до населенных пунктов более 1000 м посадка лесополос не обязательна.

**Таблица 3.13 – Ширина санитарно-защитной зоны в зависимости от способа и техники полива**

Способ полива и техника	От жилой застройки, м		От железнодорожных и автомобильных дорог общей сети и внутрихозяйственных дорог (кроме категории С), м		От производственных зданий, м	
	Сточные воды	Животноводческие стоки	Сточные воды	Животноводческие стоки	Сточные воды	Животноводческие стоки
Средне и дальнеструйные дождевальные машины и аппараты	500	200	100	200	300	200
Короткоструйные дождевальные машины и аппараты	300	100	100	100	200	100
Поверхностный	200	60-100	100	25-50	200	60
Внутрипочвенный	100	60	25	25	100	60

Эксплуатационная служба обеспечивает контроль и проведение агрохимических, гельминтологических, санитарно-химических и энтомологических анализов подготовленных к орошению сточных вод, поливных почв, грунтовых и подземных вод, вод открытых водоемов и водотоков в пределах зоны влияния оросительной системы, количества и качества выращиваемых культур [105].

Для осуществления санитарно-эпидемиологического и экологического контроля служба эксплуатации оросительной системы с использованием сточных вод привлекает как собственные, так и сторонние организации, лаборатории на договорной основе (лаборатории коммунальной службы, агротехнические лаборатории, научно-исследовательские организации и т. д.).

На основании учета объемов стоков, поступающих на орошение, эксплуатационная служба производит расчет фактической средней нормы сточных вод для площади орошения.

Для оценки фактической равномерности распределения сточных вод следует учитывать сроки и продолжительность поливов, определять расход воды, подаваемой в оросительные насосные станции, открытую и закрытую оросительную сеть и на поливные участки; рассматривать характеристики почвенных и дождевальных установок, оборудованных манометрами и водоизмерительными устройствами. Эти параметры записываются в специальный журнал проведения поливов.

Показатели контроля, периодичность отбора проб и методы осуществления контроля согласовываются в каждом конкретном случае с территориальными органами Госэпидемнадзора, природоохранными организациями, государственной ветеринарной службой. Основные показатели, подлежащие систематическому контролю с указанием периодичности отбора проб, приведены в соответствующих рекомендациях [105-108].

Соблюдение гигиенических требований и правил личной гигиены, своевременное прохождение медицинских осмотров и обследований обслуживающего персонала оросительной системы проводится в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» [107].

Общие требования к контролю и охране почв от загрязнения устанавливает ГОСТ 17.4.3.04-85 [109].

Контроль качества воды в накопителях поверхностного и дренажного стока, открытых коллекторах, биопрудах, прудах-фильтрах, осуществляется согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 и рекомендациям по отбору проб [108, 110].

Опробование подземных вод осуществляется из сети пробуренных скважин, расположенных на территории оросительной системы и за ее пределами.

Отбор проб почв для контроля загрязнений производится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.02-84 [111]. При загрязнении почвы патогенными микроорганизмами и яйцами гельминтов, пробы отбирают с пахотного слоя с глубины от 0 до 5 см и от 5 до 20 см.

### **3.14.2 Нормативно-методическое обеспечение эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод**

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года закрепила базовые принципы государственной политики в области использования водных объектов [112].

В мероприятиях и механизмах реализации Водной стратегии большое внимание уделено вопросам сокращения антропогенной нагрузки на водные объекты за счет сокращения сбросов сточных вод, что может быть достигнуто наряду с техническим и технологическим перевооружением комплексов очистных сооружений и за счет повышения эффективности эксплуатации оросительной системы с использованием сточных вод.

Последняя редакция Водного кодекса Российской Федерации, действующая с 2007 года, определила основные понятия в сфере водных отношений [113]. Решение о предоставлении водного объекта в пользование в целях сброса сточных вод и (или) дренажных вод должно содержать указание места сброса сточных вод, их объем и содержать требования к качеству вод в водных объектах.

В качестве основного ограничения, определяющего возможность сброса сточных вод в водные объекты, было установлено такое количество веществ и микроорганизмов, содержащихся в сбросах, которое не должно превышать установленные нормативы допустимого воздействия на водные объекты.

Кроме того, Кодексом установлены и другие ограничения и запреты, связанные с использованием водных объектов для целей сброса сточных вод, достаточно широко освещенные в статьях – ст. 44; ст. 56 п. 6; ст. 60 п. 1, 3, 6; ст. 61.

В основу эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод заложены гигиенические требования к использованию сточных вод для орошения, разработанные на основании Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 19 апреля 1991 г. [59].

Гигиенические требования устанавливают санитарные правила, обязательные для соблюдения всеми государственными органами и общественными объединениями, определяют санитарно-гигиенические требования к качеству сточных вод и их осадков, используемых для орошения и удобрения земель, выбору территории сельскохозяйственных полей орошения и осуществлению контроля за их эксплуатацией. В документе приводятся микробиологические и паразитологические показатели, требования к эксплуатации сельскохозяйственных полей орошения, примерные схемы подготовки и использования сточных вод, к охране труда и т. д.

Важное место в документе отведено защите грунтовых вод от загрязнения, подготовке сточных вод к поливу и требованиям к организации производственного контроля за соблюдением санитарных правил и норм.

Введены ограничения при строительстве оросительной системы с использованием сточных вод по геолого-гидротехническим показателям – глубина залегания

грунтовых вод от поверхности земли должна быть не менее 1,25 м в супесчаных и песчаных грунтах и не менее 1,0 м – в суглинистых и глинистых грунтах.

Установлены санитарно-защитные зоны между населенными пунктами и оросительной системой, ширина которых при подпочвенном и внутрипочвенном орошении должна быть не менее 100 м, при поверхностном поливе – 150 м, при дождевании – от 200 до 500 м.

Общая площадь буферных и резервных площадок должна составлять не менее 5 % от территории оросительной системы. На оросительной системе с использованием сточных вод разрешается выращивание технических, зерновых, кормовых культур и древесных насаждений, а культивирование овощных, в том числе картофеля, ягодных, фруктовых, бахчевых, салатных культур запрещается.

Способ использования кормовой продукции в животноводстве согласовывается с органами государственной ветеринарной службы.

При эксплуатации оросительной системы установлены карантинные сроки между последним поливом и уборкой урожая не менее: 8 суток для аридной, 10 суток для субаридной и 14 суток для гумидной зоны.

Результаты производственного контроля за соблюдением санитарных норм и правил при эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод должны представляться в органы и учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы.

В 2006 году на основе действующих в Российской Федерации строительных норм, правил и государственных стандартов с учетом требований природоохранного законодательства были разработаны ведомственные нормы технологического проектирования оросительных систем с использованием сточных вод и животноводческих стоков (НТП-АПК 1.30.03.02-06) [114].

В ведомственных нормах отражены достижения в области технологии сельскохозяйственного использования сточных вод, учитывающие требования природоохранного законодательства. Большое внимание в документе уделяется сохранению окружающей среды и исключению загрязнения водных объектов.

В 1997 году НИИССВ «Прогресс», взамен правил эксплуатации земледельческих полей орошения, подготовил правила эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод [105].

В «Правилах эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод» достаточно детально представлены требования к методам и средствам осуществления эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод. Приведены основные функции службы эксплуатации оросительной системы. В вопросах организации службы эксплуатации возникают некоторые противоречия с терминологией, закрепленной в новой редакции Водного кодекса (2007), т. к. в разработанных правилах применяются устаревшие термины – вододатели, водопотребители.

Для эксплуатации внутрихозяйственных участков оросительной системы предложено организовывать специализированные эксплуатационные подразделения, бригады, механизированные отряды, в то время как основной структурной единицей межхозяйственной эксплуатации остаются учреждения Депмелиорации Минсельхоза РФ.

После выхода в свет Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» возникла необходимость в разработке новых требований к процессам эксплуатации мелиоративных объектов.

В связи с отсутствием национальных стандартов в данном направлении работ в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов к продукции и связанным с ними процессам эксплуатации необходимо разрабатывать своды правил.

В 2009-2011 годах в ФГБНУ «РосНИИПМ» были подготовлены и утверждены

на Научно-техническом совете Минсельхоза РФ своды правил по правилам эксплуатации оросительных и осушительных систем.

Разработанные документы определяют область применения, термины и определения, основные нормативные положения эксплуатации мелиоративных систем, организацию эксплуатации всех элементов системы и ответственность сторон.

Они являются основой для разработки документации в области стандартизации эксплуатационными и проектными организациями, подведомственными Департаменту мелиорации Минсельхоза России.

Эксплуатация мелиоративных систем с учетом требований данных документов заложила основу формирования нормативно-методической базы в мелиоративном комплексе на современном техническом и законодательном уровне.

### **3.14.3 Этап эксплуатации**

Эксплуатация ОССВ в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 включает стадии применения и поддержки применения.

Стадия применения ОССВ осуществляется с целью реализации всей совокупности свойств рассматриваемой системы, для обеспечения ее способности удовлетворять потребность в очистке (доочистке) сточных вод, повышении продуктивности земельных угодий и охране водных объектов от загрязнения.

Стадия поддержки применения ОССВ осуществляется с целью материально-технического и гигиенического обеспечения эксплуатации, проведения мероприятий по улучшению гидрогеологомелиоративного состояния орошаемых земель, технического обслуживания и производства ремонтов, при непрерывном функционировании рассматриваемой системы и устойчивой реализации всей совокупности ее свойств.

При эксплуатации ОССВ осуществляется управление стадиями применения и поддержки применения.

Для эффективного функционирования системы эксплуатации ОССВ необходимо установить требования к ресурсному обеспечению стадий применения и поддержки применения.

Управление ресурсами необходимо осуществлять с учетом рекомендаций ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9004, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 и требования действующих нормативных документов.

#### **3.14.3.1 Этап применения**

На стадии применения ОССВ реализуются следующие процессы:

- водопользование и водопотребление;
- первичный учет сточных вод;
- подготовка сточных вод для орошения;
- санитарно-эпидемиологический, ветеринарный и экологический контроль;
- контроль гидрогеологомелиоративного состояния орошаемых земель;
- эксплуатационный контроль технического состояния элементов ОССВ;
- руководство и управление стадией применения.

Эксплуатационная организация, обеспечивающая применение ОССВ должна располагать рабочей инфраструктурой включающей: устройства, оборудование, обученный персонал, эксплуатационную документацию и отлаженные процедуры.

В соответствии с проектным режимом и структурой посевных площадей службой эксплуатации ОССВ должен ежегодно составляться план водопользования и график поливов сточными водами.



План водопользования должен разрабатываться с учетом технологических схем работы ОССВ [115]:

- с круглогодичным приемом и последующим полным использованием всего объема сточных вод объекта наполнения;

- с неполным приемом и использованием сточных вод только в вегетационный период.

При круглогодичном приеме и использовании сточных вод следует учитывать работу прудов-накопителей многолетнего и внутригодового регулирования орошения в сочетании с резервными мероприятиями.

При неполном приеме и использовании сточных вод для орошения только в вегетационный период режим работы ОССВ аналогичен оросительным системам с природной водой дополненным устройством регулирующей емкости и природоохранных сооружений.

Эксплуатационная служба ОССВ с применением сооружений и технических средств производит прием и распределение сточных вод между землепользователями на основе графиков и договоров водоподачи.

Мероприятия по распределению сточных вод должны быть тесно увязаны с технологиями возделывания сельскохозяйственных культур.

График полива сточными водами корректируются по фактическому дефициту водопотребления сельскохозяйственных культур, аналогично графикам оросительных систем с природной водой. Нормы и сроки поливов сточными водами должны определяться расчетным путем с учетом рекомендаций научных и производственных организаций.

При назначении сроков полива сточными водами следует устанавливать карантинный срок между последним поливом и уборкой урожая, который в зависимости от зоны расположения системы должен составлять для:

- аридной зоны (пустыни, полупустыни) – не менее 8 суток;
- субаридной (степная, лесостепная зоны) – не менее 10 суток;
- гумидной (лесо-луговая зона) – не менее 14 суток.

Карантинные сроки должны уточняться в каждом конкретном случае в зависимости от местной санитарно-эпидемиологической ситуации, степени очистки сточных вод, вида возделываемых культур и способа их использования, при согласовании с органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы и ветеринарного надзора.

Для безопасной эксплуатации и осуществления контроля за выполнением плана водопользования на ОССВ должен быть обеспечен оперативный учет количества и качества сточных вод.

Организация первичного учета сточных вод должна включать [105]:

- установку водомерных приборов и устройств на водомерных постах и в пунктах водораспределения;

- проверку состояния водоучитывающих приборов, устройств, сооружений и выполнение необходимого ремонта;

- комплектование водомерных постов и пунктов водоучета соответствующей документацией (журналы, расчетные таблицы, графики);

- осуществление оперативного и балансового учета;

- контроль величины поливных норм;

- ведение документации по учету поливной воды, используемой для орошения;

- демонтаж водоучитывающих приборов и подготовка их к зимней консервации.

Наблюдение за количественными показателями сточных вод следует производить с помощью гидрометрической сети специальных постов, градуированных соору-

жений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой наблюдений.

Выбор метода измерений количественных показателей сточных вод следует производить с учетом требований ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5 в зависимости от условий хозяйственной деятельности, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета параметров и других факторов.

Ориентировочный объем поступления и использования сточных вод можно учитывать по водомерным рейкам и расчету объемов наполнения или откачки воды из регулирующих водоемов. Приборный учет количества сточных вод следует проводить на насосных станциях и в местах водовыпусков. При поливе дождеванием учет поливной воды следует производить по времени работы дождевальной машины на позиции.

Проведение работ по первичному учету сточных вод должна осуществлять метрологическая служба в составе эксплуатационной организации. Результаты учета сточных вод должны быть записаны в соответствующий журнал.

Качество сточных вод, используемых для орошения, должно регламентироваться по химическим, бактериологическим и паразитологическим показателям [116].

Для обеспечения требуемого качества сточных вод перед подачей на поле они должны подвергнуться соответствующей подготовке.

В состав сооружений ОССВ могут входить сооружения по предварительной подготовке сточных вод, по приему избыточных сточных вод в невегетационный период и влажные годы, а также дополнительные природоохранные сооружения.

Сооружения по предварительной подготовке сточных вод (биологические пруды, отстойники, регулирующие емкости и т. д.) в зависимости от химического состава должны обеспечить следующие мероприятия: отстаивание, усреднение, разбавление, нейтрализацию, смешение, повышение удобрительной ценности и т. д.

Сооружения по приему избыточных сточных вод в невегетационный период и влажные годы (пруды-накопители, резервные территории, буферные площадки и т. д.) необходимы для разбавления сточных вод и обеспечения расчетного режима орошения, для гарантированного приема и доочистке сточных вод в неблагоприятные для орошения периоды, для осуществления мониторинга работы оросительной системы и состояния окружающей природной среды.

Предварительная подготовка хозяйственно-бытовых сточных вод малых населенных пунктов в зависимости от способов распределения стоков на полях и вида орошаемых культур может осуществляться на сооружениях механической и биологической очистки.

Сточные воды предприятий пищевой промышленности (производства сахара, дрожжей, переработка овощей, фруктов, молока) допускаются к использованию для орошения после прохождения сооружений механической очистки. Подготовка сточных вод других производств в каждом конкретном случае зависит от их состава, обусловленного спецификой производства.

Технология подготовки производственных и смешанных вод решается в каждом конкретном случае органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической и ветеринарной служб.

Пригодность сточных вод для орошения определяют по данным эксплуатационного контроля их качества.

Эксплуатационный контроль качества сточных вод в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.573-96 и СНиП 2.04.03-85 должен включать санитарно-гигиеническую, ветеринарную и агрономическую оценку.

Санитарно-гигиеническую и ветеринарную оценку качества сточных вод следует проводить по микробиологическим, паразитологическим и химическим показате-

лям, которые должны иметь следующее допустимое содержание в 1 дм<sup>3</sup> [116]:

- число ЛПК (лактозоположительные кишечные палочки) – меньше 10000;
- патогенные микроорганизмы – отсутствие;
- жизнеспособные яйца геогельминтов (аскариды, власоглавы, анкилостомиды) – меньше 1;
- жизнеспособные яйца биогельминтов (онкосферы, тенииды, яйца фасциол) – меньше 1;
- жизнеспособные цисты кишечных патогенных простейших (цисты лямблий, балантидий, ооцисты криптоспоридий) – меньше 1.

Пригодность очищенных сточных вод для орошения решается органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической и ветеринарной служб.

При несоответствии качества сточных вод требуемым санитарно-гигиеническим и ветеринарным показателям выращенную растительную массу следует переработать в виде сенажа, силоса, травяной муки и концентратов.

Агромелиоративную оценку качества сточных вод для орошения следует проводить с учетом действующих нормативов по следующим показателям: степень минерализации или предельной концентрации суммы солей, активность ионов водорода (pH), концентрация токсичных солей, соотношение катионов, содержание основных биогенных (питательных) элементов NPK, микроэлементов и тяжелых металлов, органических веществ, с учетом оросительных норм, атмосферных осадков и влагоемкости почв.

Контроль качества сточных вод в накопителях, поверхностного и дренажного стока, открытых коллекторах, биопрудах, прудах-фильтрах, биоплато должен осуществляться с учетом требований действующих рекомендаций и нормативных документов.

Осадки хозяйственно-бытовых сточных вод, применяемые в качестве удобрений, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

Поверхностный сток и дренажные воды, поступающие в водные объекты с ОССВ, должны соответствовать требованиям СанПиН 2.1.7.573-96.

Показатели контроля, периодичность отбора проб и методика осуществления контроля должны согласовываться с территориальными органами Госсанэпиднадзора, природоохранными организациями, Государственной ветеринарной службой.

Контроль гидрогеологомелиоративного состояния должен осуществляться на орошаемых землях и землях прилегающих к ОССВ и испытывающих ее непосредственное воздействие.

Работы по контролю за гидрогеологомелиоративным состоянием орошаемых земель должна осуществлять мелиоративная служба эксплуатационной организации или гидрогеологомелиоративная служба в составе областного, краевого, республиканского управления по мелиорации земель.

В состав работ по контролю за гидрогеологомелиоративным состоянием орошаемых земель должны входить наблюдения за гидрогеологическим, гидрологическим и почвенными показателями.

Наблюдения за гидрогеологическими показателями должны включать наблюдения за режимом подземных вод и эффективностью работы дренажа на орошаемом массиве.

Наблюдения за режимом подземных вод, должны осуществляться с помощью постоянной и временной режимной сети наблюдательных скважин в соответствии с требованиями методических рекомендаций.

Наблюдения за режимом подземных вод на ОССВ должны обеспечить:

- определение характера сезонной, годовой и многолетней динамики уровня, минерализации и химического состава грунтовых вод;
- расчет баланса и прогноза режима подземных вод;

- установление влияния грунтовых вод на водный и солевой режим орошаемых почв и определение на этой основе оптимального режима орошения;
- решение практических задач по обследованию гидротехнических, агромелиоративных и других мероприятий на орошаемых землях.

Наблюдения за качеством поверхностных и подземных вод должны обеспечить:

- оценку качества подземных и поверхностных вод, включая дренажно-сбросные, их пригодность для орошения сельскохозяйственных культур;
- выявление и предупреждение опасности засоления, осолонцевания почв;
- контроль кислотности, щелочности и химического состава почв;
- выдачу рекомендаций по срокам и режиму промывок орошаемых земель и оценки эффективности промывок;
- контроль за степенью загрязнения дренажно-сбросных вод с оросительной сети, выноса этими водами минеральных удобрений, пестицидов и других химических веществ.

Наблюдение за гидрологическими показателями орошаемых земель следует проводить по утвержденным в установленном порядке методикам.

Почвенные показатели орошаемых земель должны быть получены по результатам изучения:

- солевого режима почв;
- водно-воздушного режима почв;
- водно-физических свойств почв.

Для наблюдения за почвенными показателями орошаемых земель необходимо проводить солевые съемки, наблюдения на стационарных площадках и ключевых опытно-производственных участках и рекогносцировочные обследования земель.

Наблюдения за водно-воздушным режимом и водно-физическими свойствами почв должно обеспечить:

- выявление признаков развития, оглеения, заиления, ожелезнения и других неблагоприятных процессов, связанных с переувлажнением;
- установление сроков и норм поливов, расчет запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы;
- сбор информации и составление прогнозов влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

Для оценки необходимости планировки полей следует проводить наблюдения за микрорельефом поверхности орошаемого участка.

Результаты контроля гидрогелогомелиоративного состояния является исходной информацией для планирования профилактических и ремонтных работ на ОССВ.

Эксплуатационный контроль технического состояния элементов ОССВ необходимо осуществлять сразу же после приемки системы в эксплуатацию, путем организации постоянного надзора, осмотра и наблюдения, и периодического обследования работы сооружений.

На ОССВ следует различать текущий, особый и ужесточенный режим надзора, осмотра и наблюдения.

Текущие осмотры элементов ОССВ следует проводить регулярно в плановом порядке.

Особый режим надзора, осмотра и наблюдений устанавливаются в районах многолетней мерзлоты, на просадочных грунтах, в зоне оползней, в сейсмически опасных районах, на участках с неудовлетворительным мелиоративным состоянием земель, а также для элементов системы, работающих в агрессивной среде.

Ужесточенный режим надзора, осмотра и наблюдений устанавливается при экстремальных условиях работы ОССВ (зимний период, паводки, аварийные ситуации и т. п.).

Перечень мероприятий по надзору, осмотру и наблюдениям должен устанавливаться руководством службы эксплуатации, исходя из конкретных условий.

Техническое обследование ОССВ следует выполнять после завершения вегетационного сезона и весной перед началом нового поливного сезона.

Результаты эксплуатационного контроля следует оформлять актом технического состояния элементов ОССВ, в котором необходимо указывать обнаруженные дефекты и определять вид, последовательность и сроки проведения ремонтных работ.

Руководство и управление стадией применения ОССВ должно осуществляться с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование стадии применения ОССВ обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности участников эксплуатации ОССВ;
- управление документацией стадии применения ОССВ;
- управление показателями эксплуатации ОССВ;
- управление технологическими процессами стадии применения;
- осуществление контроля и проведения внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

### **3.14.3.2 Этап поддержки**

На стадии поддержки применения ОССВ реализуются следующие процессы:

- материально-техническое и гигиеническое обеспечение эксплуатации ОССВ;
- проведение мероприятий по восстановлению (улучшению) качественного состояния орошаемых земель;
- техническое обслуживание и уход за элементами ОССВ;
- производство ремонтов на элементах ОССВ;
- руководство и управление стадией поддержки применения ОССВ.

Эксплуатационная организация, обеспечивающая поддержку применения ОССВ, должна располагать земельными участками в виде полос отвода, устройствами, оборудованием и элементами, обученным персоналом, инструкциями и процедурами по техническому обслуживанию и ремонту элементов оросительной системы.

Материально-техническое и гигиеническое обеспечение эксплуатации ОССВ должно предусмотреть комплекс мероприятий по планированию своевременного и комплексного обеспечения производства материально-техническими ресурсами и решать следующие задачи:

- своевременное обеспечение эксплуатационных подразделений необходимыми видами ресурсов требуемого количества и качества;
- улучшение использования ресурсов, повышение производительности труда, фондоотдачи, обеспечение ритмичности процессов эксплуатации и т. д.;
- снижение затрат на поставляемые материальные ресурсы.

Гигиеническое обеспечение эксплуатации ОССВ должно осуществляться в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.573-96 и включать производственный контроль за соблюдением санитарных правил, норм и требований к условиям труда.

Производственный лабораторный контроль за соблюдением санитарных правил и норм при эксплуатации ОССВ должен включать:

- контроль за эффективностью работы сооружений по предварительной подготовке сточных вод;
- контроль за качеством подземных и поверхностных вод, находящихся в зоне влияния ОССВ;
- контроль за качеством почвы и сельскохозяйственной продукции.

Порядок осуществления контроля за соблюдением санитарных правил и норм при эксплуатации ОССВ следует согласовывать, а его результаты представлять в органы государственной санитарно-эпидемиологической службы по согласованной форме.

Гигиенические требования к условиям труда при эксплуатации ОССВ должны предусматривать:

- обеспечение персонала спецодеждой, аптечкой, помещением для отдыха;
- проведение профилактических прививок против кишечных инфекций, обследование на гельминтозы, кишечные простейшие;
- сдача техминимума по правилам эксплуатации ОССВ и санминимума по личной гигиене.

Использование сточных вод для орошения может привести к изменению природных запасов влаги и вещества в почве и развитию негативных процессов (подъем уровня грунтовых вод, изменение качественного состава грунтовых вод и почвы и т. д.), для ликвидации которых эксплуатационная служба ОССВ должна проводить мероприятия по сохранению почвенного плодородия.

Мероприятия по сохранению и восстановлению почвенного плодородия должны разрабатываться при проектировании ОССВ и уточняться по результатам контроля качественного состояния орошаемых земель.

Для восстановления (улучшения) качественного состояния орошаемых земель на ОССВ должны проводиться организационно-технические, агротехнические и агрохимические мероприятия.

При изменении проектных режимов эксплуатации ОССВ следует выполнить ряд организационно-технических мероприятий:

- привести эксплуатационный режим орошения в соответствие с проектом;
- отрегулировать объем и состав подаваемых в систему орошения сточных вод;
- обеспечить равномерность распределения сточных вод по площади орошения;
- снизить непроизводительные потери поливных вод из оросительной сети;
- совершенствовать работу дренажа;
- подготовить рекомендации по реконструкции ОССВ в соответствии с изменившимися параметрами эксплуатации.

Для ликвидации опасности засоления или осолонцевания почв следует выполнить комплекс агротехнических и агрохимических мероприятий:

- увеличить поливные нормы на тяжелых засоленных почвах на 20-25 %;
- провести дополнительные влагозарядковые (промывные) поливы;
- увеличить фильтрационную способность почвы (глубокая вспашка, щелевание, кротование и т. д.);
- внести органические, сидератные и другие удобрения;
- провести гипсование или известкование почв.

Техническое обслуживание и уход за элементами ОССВ состоит в проведении профилактических мероприятий, обеспечивающих увеличение срока службы и межремонтных периодов работы оросительной системы, предотвращение аварий, сокращение объема ремонтных работ и расходов на них.

Техническое обслуживание и уход следует осуществлять систематически на основе эксплуатационного контроля технического состояния элементов ОССВ.

В состав мероприятий по техническому уходу за элементами ОССВ должно входить своевременное устранение всех неисправностей, нарушений, дефектов, деформаций и разрушений, не требующих производства текущего и капитального ремонта:

- очистка от наносов дна прудов-накопителей, прудов биологической очистке сточных вод, водоподводящих каналов, водорегулирующих сооружений, понуров, аванкамер и других гидротехнических сооружений;

- скашивание и уборка растительности с откосов и гребня дамб, плотин, бERM каналов, вокруг всех сооружений на ОССВ;
- посадка и уход за декоративными насаждениями и благоустройство территории насосных станций;
- промывка и прочистка закрытой оросительной и дренажной сети.

Вид технического обслуживания и его периодичность зависят от значимости элемента ОССВ и должны предусматриваться системой планово-предупредительных ремонтов.

Техническое обслуживание насосных станций и оборудования, поливной техники необходимо производить в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации.

Для бесперебойной работы поливной техники и насосных станций необходимо предусмотреть следующую периодичность их технического обслуживания: сезонную, ежесменную, ТО-1, ТО-2 и в период хранения.

Мероприятия по техническому обслуживанию необходимо осуществлять с учетом проектной и эксплуатационной (по ГОСТ 2.601) документации, а также требований к техническому состоянию и правилам безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

Проведение мероприятий по техническому обслуживанию ОССВ подлежит учету и документированию в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации.

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств ОССВ в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту системы. Выполняют следующие виды ремонта: текущий, капитальный, аварийный.

Текущий и капитальный ремонты являются плановыми и их следует проводить в соответствующем порядке, аварийные ремонты осуществляются во внеочередном порядке.

Необходимость и характер работ при каждом виде ремонта ОССВ должен определяться с учетом степени износа ее элементов, конструкций сооружений, периодичности ремонтов, а также данных, полученных в результате наблюдений, обследований и осмотров системы за межремонтный период.

Основанием для производства ремонтов являются результаты эксплуатационного контроля технического состояния элементов ОССВ.

К текущему ремонту следует относить работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой и 15 % на закрытой мелиоративной сети. К наиболее распространенным работам по текущему ремонту следует отнести: исправление повреждений в креплениях и одеждах каналов, прудов-накопителей, и других сооружений, заделка трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях, восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозийного покрытия и окраска конструкций, вскрытие поврежденных участков трубопроводов и устранение течи, ремонт уплотнений затворов, гидрантов и т. п.

Текущий ремонт необходимо производить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Капитальный ремонт в соответствии с Градостроительным кодексом РФ на ОССВ следует разделять на капитальный ремонт объектов капитального строительства, при котором происходит замена и (или) восстановление строительных конструкций

объектов капитального строительства или элементов таких конструкций и капитальный ремонт линейных объектов, при котором происходит изменение параметров линейных объектов или их частей (участков), которое не влечет за собой изменение класса, категории и первоначально установленных показателей их функционирования. Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости реконструируемого объекта.

Капитальный ремонт должен проводиться по проектно-сметной документации, составленной по материалам инженерных изысканий в соответствии с действующим законодательством.

Одновременно с проведением капитального ремонта допускается устройство дополнительных объектов и конструкций на основании вновь утвержденной документации в соответствии с действующим законодательством, обеспечивающих повышение технического уровня и эксплуатационной надежности оросительной системы, улучшение мелиоративного состояния земель.

Планы и графики проведения текущих и капитальных ремонтов на ОССВ не должны препятствовать проведению сельскохозяйственных работ и при необходимости согласовываться с сельхозтоваропроизводителями.

Повреждения аварийного характера должны устраняться в первоочередном порядке.

Отдельные элементы системы и гидротехнические сооружения должны быть обеспечены возобновляемым аварийным запасом строительных материалов в необходимых объемах.

Приемку ремонтных работ необходимо производить в соответствии с действующим законодательством.

#### **3.14.4 Мероприятия по охране окружающей среды**

При эксплуатации ОССВ должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность на системах и прилегающей территории.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000, и проводиться с соблюдением требований земельного, водного, лесного законодательства Российской Федерации, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды, о недрах, о растительном и животном мире (№ 4-ФЗ «О мелиорации земель» [7], № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [13], № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [59]).

#### **3.15 Эксплуатация земледельческих полей орошения животноводческими стоками**

Использование животноводческих стоков на орошение позволяет создать благоприятный режим для роста, развития и урожайности сельскохозяйственных культур, так как такие поливы являются не только увлажнительными, но и удобрительными [117].

Для этого используются выделенные участки земли (земледельческие поля орошения), подготовленные для естественной биологической очистки сточных вод и выращивания сельскохозяйственных культур. В процессе очистки органическое вещество сточных вод минерализуется в почве и потребляется растениями, а очищенная жидкость, не использованная посевами, поступает в грунтовые воды.

В зависимости от объема и характера сточных вод земледельческие поля орошения могут быть как самостоятельными очистными сооружениями, так и служить



для доочистки сточных вод, уже прошедших через другие очистные устройства. На сельскохозяйственных полях орошения выращивают, в основном, кормовые культуры – кукурузу на силос, корнеплоды, многолетние травы и др. Запрещается выращивать культуры, употребляемые в пищу в свежем виде – овощи, бахчевые, землянику и др.

### **3.15.1 Требования к расположению и основные типы земельных полей орошения**

Наиболее пригодными для сельскохозяйственных полей орошения (далее ЗПО) являются незатопляемые, достаточно удаленные от жилых массивов (1000-1500 м) и зон санитарной охраны участки на южных склонах с легкими минеральными почвами, слабо выраженным микрорельефом, с уклонами поверхности от 0,005 до 0,01 и гидрогеологическим строением, исключающим возможность загрязнения подземных вод. Если большая часть выбранного массива сложена легкими фильтрующими грунтами, то в общую площадь ЗПО включают и участки с тяжелыми почвогрунтами, выделяя их в отдельные севообороты или другие сельскохозяйственные угодья. Под поля орошения отводят также участки с торфяными почвами и торфяники при условии их осушения и возделывания на них культур с коротким вегетационным периодом. Кроме того, хорошо дренируемые торфяные почвы используют в качестве резервных площадей, засеваемых обычно многолетними травами.

В целях ликвидации мелкоконтурности, укрупнения отдельных поливных участков, массивов или при отсутствии поблизости земель с оптимальными уклонами и удовлетворительным рельефом проводят капитальную планировку поверхности, в том числе и специальные работы по террасированию (например, под лесопосадки, сады), занимают под ЗПО пахотнопригодные участки с уклонами до 0,03. Затопляемые или подтапливаемые земельные участки могут быть включены в состав ЗПО лишь при их ограждении валами и оборудовании по типу польдеров [117, 118].

Учитывая жесткие требования к гидрогеологическим условиям, ЗПО лучше располагать в зонах разгрузки подземных вод на надпойменных террасах рек и водоемов, где менее вероятно загрязнение грунтовых вод, используемых для водоснабжения. Устройство ЗПО на территориях с высоким стоянием грунтовых вод без систематического дренажа не разрешается. Совершенно непригодны для ЗПО карстовые зоны, территории I и II поясов санитарной охраны источников водоснабжения и минеральных вод.

Основные характеристики всех типов ЗПО по режиму работы приведены в таблице 3.14. Каждый из типов ЗПО имеет свои преимущества и недостатки.

В зависимости от характеристики сточных вод ЗПО подразделяются:

- по режиму поступления сточных вод – на круглогодичные и сезонные;
- по концентрации и составу удобрительных веществ – на удобрительные, увлажнительные и удобрительно-увлажнительные;
- по характеру и степени загрязнения стоков – на санитарно-опасные (хозяйственно-бытовые и большинство промышленных стоков) и санитарно-безопасные (некоторые промышленные стоки – шахтные воды и т. п.);
- по степени влияния на температурный режим почв – на теплонейтральные (с температурой стоков до 15-20 °С) и теплорегулирующие (с минимальной температурой стоков выше 15-20 °С).

Большая часть действующих ЗПО – это круглогодичные, удобрительно-увлажнительные, санитарно-опасные и теплонейтральные системы [117, 119].

Таблица 3.14 – Основные типы сельскохозяйственных полей орошения

Тип ЗПО	Характеристика систем	Средневзвешенные расчетные нагрузки, м <sup>3</sup> /га в сутки		Расчетная максимальная водоподача в оросительную сеть, л/с на 1 га	Вспомогательные мероприятия и ограничения	Сельскохозяйственное использование ЗПО, санитарные ограничения
		зимой	летом			
1	2	3	4	5	6	7
Ia	Обычные ЗПО с круглогодичным приемом сточных вод на орошение	7-20	7-20	0,1-0,3	Роль резервных сооружений выполняют отдельные поля севооборота, занятые многолетними травами и паром	Специальные севообороты с преобладанием кормовых культур и многолетних трав; санитарные ограничения действуют в полном объеме
Iб	То же, с суточным регулированием подачи сточных вод на поля для увеличения производительности поливов и удобства эксплуатации мелких систем	7-20	7-20	0,2-0,5	То же и регулирующие емкости, рассчитанные на прием 1-3 суточного количества сточных вод	То же
Iв	То же, с предварительной биологической очисткой сточных вод перед подачей на орошение в вегетационный период для увеличения ассортимента возделываемых культур	7-20	7-20	0,2-0,5	То же (типы Ia + Ib) и биологические пруды (окислители), обеспечивающие полную очистку сточных вод в летнее время	Специальные севообороты (по типу Ia), но возможно орошение культурных пастбищ
IIa	ЗПО с сезонным регулированием подачи сточных вод на орошение с целью обеспечения оптимальной водоподачи на поля, экономии оросительной воды	0-10	15-60	0,5-1,0	Пруды-накопители, аккумулирующие емкости	То же, но допустимо снижение удельного веса многолетних трав, использование тяжелых почв

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7
IIб	То же, с предварительной биологической очисткой сточной воды перед подачей на орошение в вегетационный период	0-10	15-60	0,5-1,0	Биологические пруды	То же, возможно дождевание
IIIа	ЗПО с сезонной добавкой обычных или условно чистых вод в засушливые периоды вегетации в соответствии с оптимальным режимом орошения сельскохозяйственных культур	0-10	15-60	0,5-1,0	Система перекачки обычных вод в общую оросительную сеть	Специальные севообороты с увеличенным удельным весом пропашных культур
IIIб	ЗПО с отдельной подачей на поля обычных и сточных вод с целью снятия некоторых санитарных ограничений	5-10	Сточных вод – 5-10; чистых – 10-50	Сточных вод – 0,1-0,2; чистых – 0,4-0,8	То же, но для чистых и сточных вод устраивают отдельные магистрали и распределители	То же, но возможно возделывание овощей при их орошении обычными водами
IVа	ЗПО с сезонной разгрузкой за счет использования сточных вод другими водопользователями или очистки стоков на других сооружениях	0-10	10-50	0,2-0,5	Система подачи сточных вод на обогатительные фабрики или в пруды-накопители других водопользователей	Орошение специальных севооборотов, садов, лесонасаждений, лугов
IVб	То же, с предварительной биологической очисткой сточных вод перед подачей их на орошение в вегетационный период	0-10	10-50	0,2-0,5	То же и биологические пруды	То же, но возможно дождевание, а также устройство рыбохозяйственных прудов при подаче в них воды из биологических прудов

Например, ЗПО обычные и с сезонной разгрузкой типы (I и IVa), которые получили пока наибольшее развитие, просты в инженерном устройстве. Однако условия их использования требуют весьма четкой организации службы эксплуатации, не всегда высока их эффективность как ирригационных сооружений. Более сложны по устройству системы ЗПО с предварительной биологической очисткой и отдельной добавкой чистой воды (типы IVб и IIIa), но на них можно проводить дождевание и размещать пастбища, что значительно расширяет применение сточных вод в сельском хозяйстве.

ЗПО с сезонным регулированием подачи сточных вод на орошение (тип II) с мелиоративной точки зрения – наиболее приемлемая в эксплуатации система. Однако возможности создания прудов-накопителей (особенно для крупных систем) очень часто ограничены рельефными или санитарными условиями [117].

В конкретных случаях иногда целесообразно сочетание в одной системе двух и более типов ЗПО. Наиболее вероятны компоновки ЗПО с сезонным регулированием (тип II) и биологическими прудами (тип IVб), где одновременно достигаются оптимальный режим водоподдачи на орошение и снятие большинства санитарных ограничений. Заслуживают внимания также комбинирование систем с сезонной добавкой чистой воды (тип III) и разгрузкой сточных вод (тип IVa) и т. д.

### 3.15.2 Требования к подготовке и использованию животноводческих стоков

Для обеспечения надежной работы оборудования размер включений и содержание сухого вещества в стоках не должны превышать величин, указанных в таблице 3.15.

**Таблица 3.15 – Предельные величины включений и содержания сухого вещества**

Поливная техника	Допустимый размер включений, мм	Содержание сухого вещества, %
ДДН-100	20	2
ДДН-70	10	2
Кубань-ЛК1с	10	2
ТКУ-100д	10	2
ТКУ-100пс	8	2

Стоки следует вносить в теплый период года для обеспечения впитывания их в почву. Допускается внесение стоков в зимний период при условии полного впитывания их в почву, чтобы исключить смыв их весной в водные объекты.

При внесении стоков дождеванием следует следить за равномерностью внесения. Не допускается образование луж и сброс стоков за пределы ЗПО. Для повышения водопроницаемости почв необходимо провести глубокое рыхление почвы, щелевание или кротование.

Для хранения стоков в межполивной период нужно оборудовать технологическую линию накопителем. Объем накопителя рассчитывают на прием стока в течение 6-8 месяцев. Необходимо иметь 2-4 секции для проведения ремонтных работ.

Для исключения опасности засоления и осолонцевания почв, необходимо следить за солевым составом поливной воды.

Не допускается совместное применение животноводческих стоков и сточных вод.

Внесение животноводческих стоков дождеванием допускается при скорости ветра: для дальнеструйных машин и аппаратов – не более 3 м/с, для коротко- и средне-струйных машин и аппаратов – не более 5 м/с.

Внесение животноводческих стоков на ЗПО является составной частью системы удобрений. Для обеспечения оптимального соотношения N:P:K необходимо дополнительно вносить минеральные удобрения с учетом выноса их с урожаем. Концентрация

азота при внесении животноводческих стоков в вегетационный период не должна превышать следующих показателей:

- 1300 мг/л для зерновых и кормовой свеклы;
- 1400 мг/л для подсолнечника, суданской травы и кукурузы;
- 1700 мг/л для многолетних трав.

Содержание калия и фосфора при внесении животноводческих стоков не лимитируется.

Использование стоков животноводческих комплексов, обустройство санитарно-защитных зон должно осуществляться согласно «Санитарных правил для животноводческих предприятий № 4542-87 от 31 декабря 1987 г.» и СП 31.13330.2012 (СНиП 2.04.02-84) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Животноводческие стоки вносят на ЗПО после обязательной дегельминтизации в системе подготовки и шестисуточного карантинирования, при условии, что на животноводческом комплексе не будет зарегистрировано инфекционных заболеваний. При возникновении заболеваний животноводческие стоки необходимо обеззаразить, и только потом утилизировать по применяемой технологии.

На ЗПО с использованием животноводческих стоков следует выращивать кормовые, технические и зернофуражные культуры.

Кормовые культуры на ЗПО целесообразно использовать для приготовления травяной муки, сеной резки, гранул, силоса, сенажа, сена.

При стравливании трав на пастбищах необходимо сделать перерыв между последним внесением стоков и началом не менее 20 дней при среднесуточной температуре воздуха 16-20 °С и до 30 дней при более низких температурах.

Для обслуживающего персонала на ЗПО должны быть предусмотрены помещения с индивидуальными шкафами для личной и специальной одежды, стирки и сушки одежды, приема пищи, душ-санпропускник, умывальник, туалеты.

Поверхностный сток и дренажные воды, поступающие в водные объекты с ЗПО должны соответствовать требованиям СанПин 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», которые устанавливают предельно допустимые концентрации вредных веществ в водных объектах.

Не допускается сброс животноводческих стоков в водоемы и водотоки.

Между границей ЗПО и водными объектами должна быть водоохранная зона, в которой следует выделять от уреза меженного уровня воды прибрежные водоохранные полосы, ширина их принимается для рек длиной:

- до 50 км – не менее 20 м;
- от 50 до 100 км – около 50 м;
- от 100 до 300 км – 100 м.

Территория прибрежных водоохранных полос должна использоваться только для берегозащитных лесных посадок или для залужения под сенокосы.

Для предотвращения загрязнения подземных вод необходимо соблюдать требования СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения».

Для контроля за уровнем и качеством грунтовых вод необходимо обустроить ряд наблюдательных скважин.

### **3.15.3 Эксплуатация основных сооружений технологической линии утилизации животноводческих стоков**

Эксплуатация включает систему мероприятий по содержанию в технически исправном состоянии элементов ЗПО: насосно-силового оборудования, накопителей, смесителей, оросительной и осушительной сети дождевальных машин и установок.

Обслуживание насосных станций должны проводить лица, имеющие удостоверение на право обслуживания соответствующих агрегатов и быть ознакомлены с правилами техники безопасности.

Во время эксплуатации насосных станций необходимо строго придерживаться технических указаний и инструкций заводов-изготовителей, соблюдать режим работы насосов, силовых установок, приточно-вытяжной вентиляции.

После зимнего периода необходимо проверить техническое состояние гидротехнических сооружений, водопроводящей линии, водозаборного колодца, всасывающего трубопровода, здания станции.

Подача воды насосом должна соответствовать расходу одновременно работающих дождевальных машин на сети.

Двигатели насосной станции должны работать с нагрузкой, не превышающей их номинальной мощности. Кратковременная перегрузка двигателя допускается в пределах, установленных инструкцией завода-изготовителя.

В нерабочий период необходимо производить технический осмотр, ремонт гидротехнических сооружений и насосно-силового оборудования, после чего оборудование консервируют (приводят в состояние, обеспечивающее его сохранность).

Консервация насосно-силового и кранового оборудования стационарных насосных станций должна производиться в соответствии с заводскими инструкциями.

Передвижные насосные станции необходимо перевезти к месту их зимнего хранения, очистить от грязи, а трубопроводы водозаборной и напорной линий демонтировать.

Перед консервацией насосной станции необходимо составить ведомости дефектов. Все узлы, нуждающиеся в ремонте, следует отправить в мастерские; воду из насосов спустить через сливные отверстия, последние оставить открытыми. Металлические поверхности насосных станций необходимо покрыть антикоррозийной смазкой.

Резиновые изделия (манжеты, клиновидные ремни, прокладки и шланги) следует хранить в помещениях с плюсовой температурой, клиновидные ремни хранят в развернутом виде на вешалке.

При эксплуатации отделителя механических включений для исключения сброса выделенных включений за пределы подвижной решетки не следует увеличивать расход животноводческих стоков выше указанной заводом изготовителем.

При эксплуатации дуговых сит необходимо следить за равномерной подачей животноводческих стоков на поверхность сита и за своевременным удалением твердой фракции. Периодически необходимо проверять сохранность металлического полотна.

При работе с виброгрохотами необходимо ежедневно проверять состояние фильтрующих сеток. В период эксплуатации требуется периодическая их чистка и замена.

При эксплуатации радиальных отстойников необходимо регулярно выпускать осадок и удалять пену специальным скребком.

При эксплуатации накопителей необходимо гидроизолировать днище и откосы с использованием пленочных экранов с защитным слоем из грунта. При удалении илового осадка должны применяться щадящие технологии, не нарушающие пленочный экран.

В эксплуатационные работы должны включаться антиэрозионные мероприятия (посев на откосах многолетних трав). При этом периодически откосы должны окашиваться и скошенная растительность удаляется из зоны расположения накопителей.

При возникновении аварийных ситуаций (например, заиливание трубопровода, разрушение колодца и др.) допускается подача стоков по временным трубопроводам.

Режим работы накопителей осветленных стоков контролируется путем периодических замеров уровней в каждой из емкостей. Периодически необходимо отбирать

пробы стоков для анализа на содержание в стоках взвешенных и биогенных веществ. Результаты замеров должны заноситься в специальный журнал.

Герметичность накопителей, отсутствие фильтрации стоков в подземные воды необходимо контролировать путем наблюдений за уровнем и составом подземных вод в ближайших наблюдательных скважинах.

В зоне расположения накопителей следует поддерживать режим ограниченного доступа населения.

При эксплуатации смесителей необходимо своевременно проводить очистку от осадка, образующегося во время поливов, особенно удобрительных.

Удаление осадка нужно проводить самотечным, гидрохимическим или механическим способом.

В период эксплуатации смесителей следует контролировать процессы образования трещин, нарушения швов и вовремя выполнять ремонтные работы.

На зимний период смесительная камера освобождается от воды и очищается от осадка.

Подача стоков и воды на поливные участки должна осуществляться по трубопроводам, железобетонным лоткам, облицованным каналам.

Трубопроводы до начала полива должны быть опробованы в работе под рабочим давлением. Необходимо проверить исправность арматуры: задвижек, вантузов, предохранительных клапанов и т. д.

Трубопроводы должны быть заполнены водой и находиться в рабочем состоянии в течение всего поливного периода.

Подключение дождевальных машин к гидрантам необходимо осуществлять поочередно по одной дождевальной машине с доведением количества машин, одновременно получающих воду, до предусмотренного проектом или графиком полива.

По окончании поливного периода трубопроводы необходимо промыть чистой водой и опорожнить их. После полного опорожнения трубопроводов от воды нужно произвести тщательный осмотр всех элементов оросительной системы (арматура, приборы и сооружения) для определения необходимости текущего и капитального ремонта.

Консервация оросительной системы на зимний период следует проводить следующим образом: снять стационарные дождевальные аппараты, при необходимости задвижки гидрантов, вантузов, контрольных измерительных приборов и закрыть отверстия пробками или фланцевыми заглушками; защитить устья сбросных трубопроводов от возможного заиливания и засорения.

Металлическую арматуру – задвижки, гидранты и другие металлические детали и узлы закрытой оросительной системы, расположенные в колодцах и на поверхности, необходимо покрыть густым слоем смазки, распределительные и сбросные колодцы следует очистить от мусора и плотно перекрыть крышками.

Разборные металлические трубопроводы после завершения поливов следует подготавливать к зимнему хранению в следующем порядке: трубы перевозят к месту хранения, укладка труб производится рядами с прокладкой между ними деревянных реек; перед укладкой на зимнее хранение трубы должны быть очищены от грязи, отремонтированы, покрашены или покрыты антикоррозийной смазкой. Резиновые манжеты необходимо упаковывать в деревянные ящики и хранить в сухом помещении с плюсовой температурой.

Внесение стоков следует осуществлять дождевальными машинами, поливными установками, поверхностно-самотечными поливами по бороздам, поливом при вспашке, внутрпочвенным способом по кротовинам и трубчатым увлажнителям. При внесении не обходимо соблюдать требования следующих документов: «Правила эксплуатации мелиоративных систем утилизации навозных стоков поливом при вспашке»

(М., 2000), «Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации систем внутрипочвенного орошения сточными водами и животноводческими стоками» (Саратов, 2000), «Справочное пособие по внутрипочвенному орошению сточными водами и животноводческими стоками» (М., 2001), «Пособие по эксплуатации ирригационных полей утилизации животноводческих стоков» (М., 1993).

Ремонтные работы в зависимости от характера и объема делятся на текущие, капитальные и аварийные.

Текущий ремонт каналов, коллекторов и дренажей, обеспечивающий их очистку от заиления, растительности, оползней и устранения мелких повреждений, сооружений, зданий и других устройств выполняется ежегодно.

Разновидностью текущего ремонта является предупредительный (профилактический) ремонт, заключающийся в повседневном систематическом проведении работ по предупреждению возможных повреждений каналов и сооружений.

К этим работам относятся очистка каналов от грунта и растительности, ликвидация ходов землероев, скола льда у сооружений, подтягивание креплений деревянных и стальных конструкций, утепление на зиму дренажных устройств.

Текущий ремонт проводится на каналах, сооружениях и других элементах осушительных систем, имеющих износ до 20 %.

Капитальный ремонт проводится периодически, к нему относятся работы: по приданию проектных размеров водоприемникам, каналам, дорогам, дамбам; по замене отдельных конструкций, узлов и элементов гидротехнических сооружений и других основных фондов оросительных и осушительных систем. Капитальный ремонт проводится на осушительных системах с износом 20-50 %. Аварийный ремонт производится при восстановлении каналов и сооружений, разрушенных в результате стихийного бедствия или нарушения правил технической эксплуатации водохозяйственных объектов.

Необходимость производства работ по текущему ремонту, их перечень и объемы устанавливаются ежегодно осенью после окончания вегетационных поливов.

Технический осмотр ответственных гидротехнических сооружений должен производиться два раза в год – осенью и весной.

Ремонтно-строительные работы при наличии аварийной обстановки производятся во внеплановом порядке на основе актов специальных комиссий. Для выполнения этих работ на объекте используются материалы из аварийного запаса, количество которого должно составлять по номенклатуре 2-5 % от проектных объемов.

Технический контроль за ремонтно-строительными работами, выполняемыми подрядным способом, и руководство ремонтно-строительными работами, возлагается на инженерно-технический персонал мелиоративной системы в соответствии с действующим порядком.

По окончании поливного периода систему необходимо промыть чистой водой. Для этого на каждом гидранте полив водой проводят в течение 10 минут, начиная с ближайших от насосной станции гидрантов и постепенно перемещаясь вверх по оросительной сети. После этого систему необходимо опорожнить.

После полного опорожнения трубопроводов от воды следует произвести тщательный осмотр всех элементов оросительной системы (арматура, приборы и сооружения) для определения необходимости текущего и капитального ремонта с составлением ведомостей обнаруженных дефектов.

Консервация оросительной системы на зимний период предусматривает снятие стационарных дождевальных аппаратов, при необходимости задвижек гидрантов, вентузов, контрольных и измерительных приборов и закрывание отверстий пробками или фланцевыми заглушками; защиту устьев сбросных трубопроводов от возможного заиления и засорения.



Металлическую арматуру – задвижки, гидранты и другие металлические детали и узлы закрытой оросительной системы, расположенные в колодцах и на поверхности, необходимо покрыть густым слоем смазки. Распределительные и сбросные колодцы следует очистить от мусора, воды и плотно перекрыта чугунными или железобетонными крышками.

Консервация насосно-силового и кранового оборудования стационарных насосных станций должна производиться в соответствии с заводскими инструкциями.

Передвижные насосные станции необходимо привезти к месту их зимнего хранения, очистить от грязи, а трубопроводы водозаборной и напорной линий демонтировать.

Перед консервацией насосной станции необходимо составить ведомости дефектов. Все узлы, нуждающиеся в ремонте, следует отправить в мастерские. Воду из насосов спустить через сливные отверстия, последние оставить открытыми.

Разборные металлические трубопроводы после завершения поливов необходимо подготовить к зимнему хранению в следующем порядке: трубы перевозят к месту хранения автомашинами или тракторами на двухосных прицепах; укладка труб производится рядами с прокладкой между ними деревянных реек.

Перед укладкой на зимнее хранение трубы должны быть очищены от грязи, отремонтированы, покрашены или покрыты антикоррозийной смазкой. Резиновые манжеты необходимо упаковывать в деревянные ящики и хранить в сухом помещении с плюсовой температурой.

Хранить трубы следует на отведенных под навесом площадках в штабелях. Первый ряд укладывают на деревянные подкладки, а между рядами – деревянные рейки. Для предотвращения раскатывания труб в землю забивают колья, которые сверху стягивают проволокой.

Дождевальные машины и аппараты по окончании поливного сезона необходимо в течение 15-20 минут промыть чистой водой.

### **3.15.4 Использование животноводческих стоков в растениеводстве**

На ЗПО предпочтение следует отдавать культурам, требующим значительное количество питательных элементов.

Для обеспечения экологически безопасной ситуации на животноводческих предприятиях и сельскохозяйственных угодьях, входящих в состав ЗПО, основными культурами должны быть многолетние злаковые травы. Так же в состав севооборотов разрешается включать кукурузу, подсолнечник, люцерну, амарант, сорго, суданку, свеклу кормовую и сахарную на корм животных.

Урожайность кормовой культуры при расчете системы удобрения следует увеличить на 15-25 %.

Структура посевных площадей на ЗПО должна ежегодно уточняться на основе конкретной ситуации в животноводческом предприятии и в растениеводстве. Уточнение структуры поливных площадей должен проводить агроном и гидротехник в декабре-январе.

При неизменном поголовье животных, стабильной работе системы подготовки стоков следует применять аналогичный с предшествующими годами объем и химический состав твердой и жидкой фракции. При существенных изменениях необходимо снова определить объемы и химический состав всех компонентов и разработать планы их утилизации.

План утилизации следует разрабатывать как систему удобрений на ЗПО с учетом вида животноводческих стоков (жидкий навоз, навозные стоки, животноводческие стоки), поливной техники, способов распределения стоков на полях (дождевание, полив по бороздам или при вспашке).

Основой экологической безопасности плана утилизации стоков должен быть расчет норм их внесения. Из-за существенных колебаний концентрации NPK в стоках, нормы их внесения необходимо определять на каждом объекте.

Поливные нормы внесения стоков должны рассчитываться по содержанию в них биогенных элементов:

$$M_c = D/C, \quad (3.16)$$

где  $M_c$  – норма внесения стоков, м<sup>3</sup>/га;

$D$  – дозы внесения NPK, кг/га;

$C$  – содержание биогенных элементов (NPK) в стоках, кг/м<sup>3</sup>.

Содержание NPK в животноводческих стоках должно определяться в накопителе после таяния льда путем проведения химических анализов.

Дозы NPK рассчитываются по формуле:

$$D = B/K_1 \times K_2, \quad (3.17)$$

где  $B$  – вынос питательных веществ (NPK) основной и побочной продукцией сельскохозяйственных культур, кг/га;

$K_1$  – коэффициент использования питательных веществ растениями из органического вещества. Он принимается по опытным данным, при их отсутствии, должен быть принят – 0,7 для азота и калия, 0,5 для фосфора;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий потери азота в процессе внесения: при дождевании 0,85, при поверхностном поливе 0,95, при внутрипочвенном 1.

Вынос NPK планируемым урожаем сельскохозяйственных культур определяется по формуле:

$$B = Y \times v, \quad (3.18)$$

где  $Y$  – величина урожая основной продукции, кг/га;

$v$  – удельный вынос питательных веществ с 1 т продукции (кг/т) принимается по опытным данным областных и зональных сельскохозяйственных учреждений или по справочным данным.

При определении поливной нормы удобрительной смеси, когда растение обеспечивается не только влагой, но и удобрениями, необходимо сравнить ее с нормой до образования поверхностного стока (достоковой нормой). Достоковая норма полива удобрительной смеси определяется по формуле:

$$m_{дс} = m_{дв} / (1 + aC_c), \quad (3.19)$$

где  $m_{дс}$  – достоковая норма полива удобрительной смесью, м<sup>3</sup>/га;

$m_{дв}$  – достоковая норма полива чистой водой, м<sup>3</sup>/га;

$a$  – коэффициент, равный 1,5-1,9, меньшее значение соответствует почвам с высокой водопроницаемостью, а большее – с низкой. Должно соблюдаться условие  $m_i \leq m_{дс}$ ;

$C_c$  – содержание сухого вещества в удобрительной смеси, %.

Нормы внесения животноводческих стоков разрешается рассчитывать без учета плодородия почвы и назначать расчетную норму по азоту.

Для соблюдения оптимального отношения N:P:K следует определять дозы фосфора и калия, а недостающие элементы требуется вносить с минеральными удобрениями.

После определения доз и норм внесения стоков для каждой культуры севооборота требуется разработать план утилизации с учетом оптимальных сроков их внесения. Удобрительные поливы следует проводить 2-4 раза в вегетационный период. Первый удобрительный полив должен быть произведен ранней весной, затем после

каждого укуса или стравливания, а также в периоды наибольшей потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах.

Для предупреждения избыточного накопления в почве минеральных форм азота, фосфора и калия необходимо высевать промежуточные, пожнивные, сидеральные культуры, которые способствуют трансформации избытка минерального азота в органическое вещество.

Для повышения эффективности ЗПО, как экологических сооружений требуется систематическое увеличение мощности пахотного слоя почвы за счет запахивания подстилающего слоя. Так же при необходимости может быть использовано кротование, шелевание, рыхление.

Агромелиоративные приемы обработки почвы (узкогазонная вспашка, профилирование поверхности, выборочное бороздование, планировка поверхности, гребневание, грядование, глубокое рыхление) необходимо постоянно выполнять на ЗПО.

После каждого удобрительного полива пропашных культур следует производить рыхление почвы для улучшения аэрации.

При наличии кислых почв на ЗПО необходимо проводить известкование.

### **3.15.5 Охрана окружающей среды и техника безопасности**

ЗПО должны выполнять роль сооружений естественной биологической (почвенной) очистки отходов животноводческих предприятий.

Для обеспечения высокоэффективной работы ЗПО служба эксплуатации должна четко выполнять технические режимы утилизации стоков, которые должны разрабатываться на стадии проектирования либо после завершения строительства специалистами.

Руководители сельскохозяйственных организаций, которым принадлежит ЗПО, должны обеспечить постоянный и систематический

контроль за соблюдением принятых технологических решений, выполнением природоохранных, санитарно-гигиенических и ветеринарных требований при их эксплуатации.

Государственный контроль над эксплуатацией ЗПО должны осуществлять органы экологического контроля и ветеринарного надзора.

Служба эксплуатации ЗПО обязана:

- ежегодно определять стандартные агрохимические показатели почв в сентябре-октябре на постоянно закрепленных участках для выявления их изменений;
- проводить зоотехнический анализ кормов;
- при наличии закрытого горизонтального дренажа определять качество дренажной воды для установления эффективности почвенной очистки стоков;
- ежемесячно с мая по октябрь включительно определять уровень и качество грунтовых вод в наблюдательных скважинах;
- отбирать пробы на определение санитарно-биологических и гельминтологических показателей в стоках в накопителях, в почве на поливных участках, в грунтовых и дренажных водах;
- соблюдать нормы и сроки внесения стоков.

При отсутствии в хозяйствах собственной лаборатории эти анализы должны выполнять агрохимические, ветеринарные и гидрохимические лаборатории.

Эффективность почвенной очистки стоков в равной мере зависит от соблюдения расчетных доз НРК и норм внесения стоков. Превышением норм внесения стоков не допускается в связи с возрастанием опасности загрязнения подземных вод.

При проведении поливов навозными стоками требуется строго соблюдать правила техники безопасности. К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие

предварительный медицинский осмотр, ознакомленные с правилами и нормами техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной охраны, а также со способом оказания первой помощи при несчастных случаях.

Обслуживающий персонал должен быть квалифицированным, перед поливным сезоном должны сдать технический и санитарный минимум по личной гигиене. Один раз в год должны быть сделаны профилактические прививки против кишечных инфекций, полиомелита, а также необходимо регулярное (не реже одного раза в квартал) обследование на гельминтозы и бактерионосительство.

Рабочим необходимо выдать спецодежду: сапоги резиновые, рукавицы брезентовые, комбинезоны хлопчатобумажные, плащи непромокаемые, очки защитные, шлемы летние непромокаемые.

Для персонала, обслуживающего поля орошения, должны быть предусмотрены душ-пропускник с помещением для сушки спецодежды и ее хранения, помещения для приема пищи, умывальники.

Во время проведения поливов не допускается присутствие посторонних лиц.

При эксплуатации насосной станции необходимо в первую очередь обращать внимание на работу вентиляционных устройств.

Ремонт фасонных частей и оборудования в колодцах должны проводить как минимум два человека. При этом один человек должен находиться снаружи для страховки.

### 3.16 Эксплуатация систем лиманного орошения

Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» предусматривает развитие на мелиорируемых землях кормопроизводства в соответствии с темпами роста поголовья крупного рогатого скота. Лиманное орошение считается источником получения травяных кормов с небольшими затратами и используется на протяжении тысячелетий, включая территории в самых засушливых районах.

Снижение водопотребления на лиманное орошение и уменьшение эколого-мелиоративной нагрузки в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 27 августа 2009 г. №1235-р «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» диктует необходимость совершенствовать как конструкции, так и правила по эксплуатации оросительных систем [112].

#### 3.16.1 Динамика изменения площадей лиманного орошения

В засушливых зонах нашей страны на базе местного стока в Советское время лиманное орошение широко применялось [33, 120-127]. Так, на 1969 г. суммарная площадь на территории РСФСР составляла 243 тыс. га (таблица 3.16).

**Таблица 3.16 – Данные по эксплуатации систем лиманного орошения на территории РСФСР в 1969 году**

Край и область РСФСР	Всего площадей лиманов, тыс. га	Фактически затоплено		Из них используется			
		тыс. га	%	под посев различных с.-х. культур		под луга и сенокосы	
				тыс. га	%	тыс. га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Поволжский край	155,6	43,7	28,3	12,8	29,3	30,7	70,7
Астраханская область	2,8	2,5	89,3	1,7	68,0	0,8	32,0
Волгоградская область	39,0	23,3	59,8	8,9	38,1	14,2	61,0
Саратовская область	72,3	0,4	0,55	0,2	50,0	0,2	50,0

Продолжение таблицы 3.16

1	2	3	4	5	6	7	8
Башкирская АССР	2,4	2,4	100,0	-	0,0	2,4	100,0
Калмыцкая АССР	39,1	15,1	38,6	2,0	13,6	13,1	86,8
Северокавказский край	11,6	2,5	21,5	0,3	12,0	2,2	88,0
Ставропольский край	1,8	1,65	89,0	-	0,0	1,6	100,0
Ростовская область	9,8	0,9	0,32	0,3	33,3	0,6	66,7
Уральский край (Оренбургская область)	8,0	2,7	33,7	-	0,0	2,7	100,0
Западно-Сибирский (Алтайский край)	25,7	16,5	64,1	-	0,0	13,4	81,2
Дальневосточный край (Якутская АССР)	42,0	26,9	64,0	-	0,0	23,2	86,3
Всего по РСФСР	242,9	92,3	37,9	13,1	14,2	72,2	85,8

Отдельным лидером по внедрению лиманного орошения явилась Казахская ССР, на долю которой приходилось 708 тыс. га [126, 128].

По данным акад. Б. Б. Шумакова (1984) к 1981 г. общая площадь лиманного орошения в Поволжье и на Северном Кавказе насчитывала 218 тыс. га [129]. Сбор информации по ФГБУ «Управление Ростовмелиоводхоз» позволил проследить динамику изменения площадей лиманного орошения, которая отражена в виде диаграмм на рисунках 3.47-3.49.

Если предположить, что 5 млн га лиманного орошения в России будут использовать как сенокосные угодья со средней урожайностью трав 25 ц/га, среднесуточный сбор сена с лиманов составит 6,5-8,5 млн т, что может обеспечить кормами до 12,5-15,0 млн голов овец или обеспечить страховыми запасами кормов 30-35 млн голов овец ежегодно.

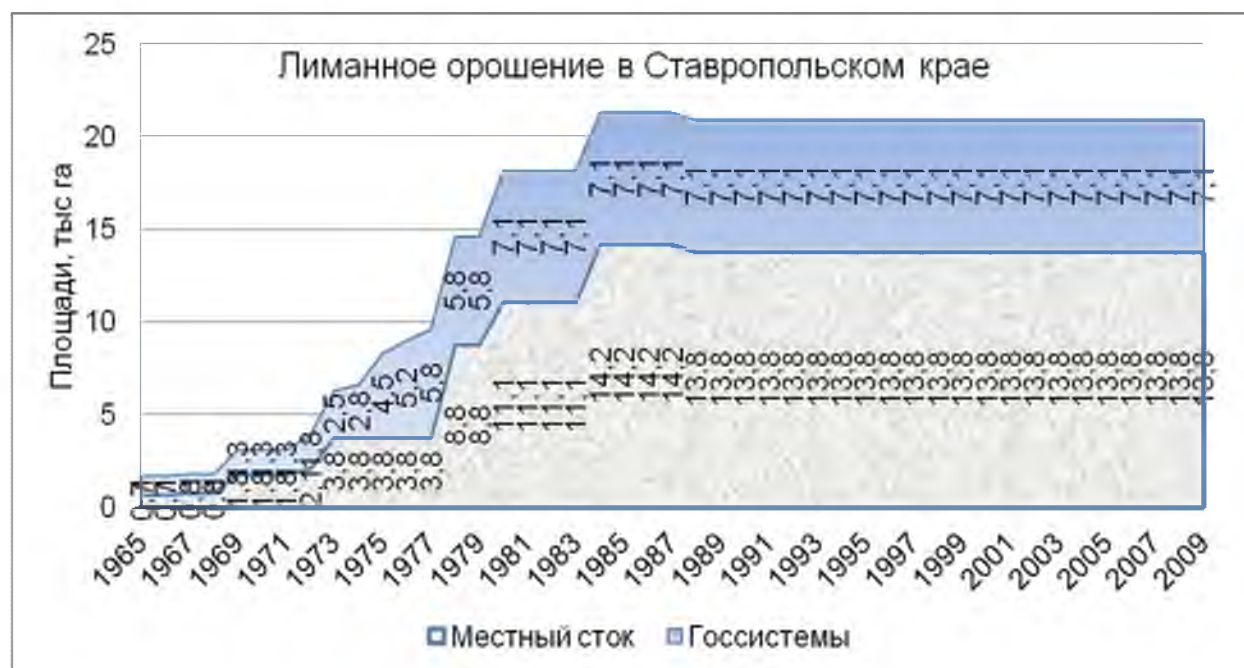


Рисунок 3.47 – Динамика изменения площадей лиманного орошения в Ставропольском крае



**Рисунок 3.48 – Динамика изменения площадей лиманного орошения в Волгоградской области**



**Рисунок 3.49 – Динамика изменения площадей лиманного орошения в Саратовской области**

Площадь орошаемых земель в Ростовской области в наилучший период составляла 150 тыс. га при объеме зарегулированного местного стока около 380 млн м<sup>3</sup>. Проведя анализ по укрупненным показателям, можно утверждать, что резерв орошаемых площадей на местном стоке, в том числе с использованием лиманного орошения, в настоящее время в Ростовской области может примерно составлять около 350 тыс. га. Ресурс местного стока может обеспечить полив примерно от 200 до 250 тыс. га в Краснодарском крае и до 50 тыс. га в Ставропольском крае.



### 3.16.2 Классификация систем лиманного орошения и их состав

Правила эксплуатации систем лиманного орошения зависят от их типа. Существует три основных типа систем лиманного орошения, которые отличаются своим водным режимом и режимом водного источника.

Первый тип систем – это простые глубоководные и ярусные лиманы, использующие сток с больших водосборных площадей с задержкой валами объемов воды, в несколько раз превышающих необходимость для проектного увлажнения почвы.

Второй тип систем – это простые и многоярусные мелководные лиманы, использующие сток с малых водосборов, задерживающие объем воды, необходимый для проектного увлажнения почвы.

Третий тип систем – это мелководные ярусные лиманы, использующие воды оросительно-обводнительных систем. Они могут использовать воды местного стока и воду из оросительно-обводнительных систем [130].

По глубине наполнения лиманы подразделяются на [125]:

- мелководные глубиной затопления 15-40 см;
- среднего затопления глубиной 40-70 см;
- глубоководные глубиной затопления более 70 см.

В состав системы лиманного орошения могут входить водохранилища, водозаборные и рыбозащитные сооружения, насосные станции, оросительная, водосборная и сбросная сети, сооружения на сети, поливная техника, средства управления и автоматизации, средства контроля за мелиоративным состоянием, гидрометрические посты, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения, производственные и служебные здания, дороги, защитные лесные полосы [121].

В составе систем лиманного орошения преобладают земляные дамбы и валы, сбросные сооружения при плотинах, сооружения для забора воды из рек и водохранилищ в оросительные каналы, сооружения для регулирования водоподдачи в лиманы и для сброса воды из них, водосборные, подводящие и сбросные каналы, водные тракты для пропуска потока в половодье.

В зависимости от назначения дамб (валов) различают:

- подпорные – располагаются в пойме и являются продолжением плотины. Назначение – поддерживать необходимый уровень воды для затопления системы лиманного орошения;

- направляющие и распределительные – располагаются на территории, предназначенной для пропуска потока, а также при устройстве мелководных лиманов в пределах водосборной площади. Назначение – направлять поток по заданному пути и создавать условия для необходимого распределения воды по территории. Направляющие дамбы (валы), служащие для организации стока на склоне в системах мелководных лиманов, называются водосборными;

- оградительные (траверсы) располагаются по границам ярусов лиманов. Назначение – создавать в ярусах определенный режим затопления;

- вспомогательные – располагаются, как правило, внутри ярусов лиманов. Назначение – разделять ярусы на секции, что способствует более равномерному распределению воды;

- защитные – располагаются на границе территории, защищаемой от затопления. Назначение – защита населенных пунктов и других объектов от затопления.

### 3.16.3 Этапы эксплуатации системы

Стадия эксплуатации систем лиманного орошения разделяется на этапы применения и поддержки согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288.

Этап применения системы лиманного орошения заключается в реализации всей совокупности свойств системы, обуславливающих ее пригодность обеспечивать близкий к оптимальному водный режим почв для получения запланированных урожаев при проведении преимущественно влагозарядковых поливов.

На этапе применения должны быть обеспечены равномерное увлажнение лиманов и нормальные условия проведения сельскохозяйственных работ.

Этап поддержки применения системы лиманного орошения заключается в материально-техническом обеспечении, проведении мероприятий по улучшению качественного состояния орошаемых земель (агромелиорация) и технического обслуживания (ухода), производстве текущих и капитальных ремонтов, которые обеспечивают непрерывное функционирование системы и устойчивую реализацию всей совокупности ее свойств.

На стадии эксплуатации осуществляется управление этапами применения и поддержки.

Для эффективного функционирования и улучшения качества эксплуатации систем лиманного орошения необходимо наличие требуемого количества ресурсов. К ресурсам относятся человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные и финансовые ресурсы. Управление ресурсами осуществляется с применением позиций ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9004.

Персонал (человеческие ресурсы), выполняющий работу, влияющую на осуществление стратегических целей применения и поддержки системы лиманного орошения, должен быть компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и опыта. Технический персонал должен пройти подготовку по правилам технической эксплуатации систем лиманного орошения на учебных курсах в аккредитованных организациях и владеть навыками регулирования водораспределением, предотвращения аварийных ситуаций и производства ремонтных работ.

Для повышения результативности и эффективности выполняемых производственных процессов следует установить взаимодействие между эксплуатантами, поставщиками и партнерами для обмена информацией, координации деятельности и получения наиболее качественных услуг.

Следует обеспечить наличие необходимых ресурсов, которые могут влиять на деятельность участников эксплуатации систем лиманного орошения, иметь планы по их обеспечению или возобновлению.

Финансовое обеспечение мероприятий по эксплуатации систем лиманного орошения осуществляется на паритетной основе, путем софинансирования из федерального, регионального бюджетов и внебюджетных источников на основе заключения соответствующих соглашений и договоров в рамках целевых федеральных и региональных программ, а также из средств эксплуатанта.

### **3.16.3.1 Этап применения**

На этапе применения системы лиманного орошения решаются следующие задачи:

- водораспределение и водопользование;
- мониторинг за состоянием и работой системы лиманного орошения;
- эксплуатация дамб (валов) лиманов;
- организация учета воды;
- учет мелиоративного состояния орошаемых земель, качества и динамики грунтовых и поверхностных вод;
- эксплуатационный контроль технического состояния элементов систем лиманного орошения;



- руководство и управление этапом применения.

Эксплуатанты, осуществляющие эксплуатацию оросительной сети до точек водовыдела в системы лиманного орошения, являются водопользователями. Они используют водные объекты для обеспечения нужд водопотребителей и осуществляют свою деятельность в соответствии с договором водопользования и решением о представлении водного объекта в пользование.

Выбор метода измерения параметров водного потока производится в зависимости от гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов. Выбор метода измерения параметров водного потока производится с применением ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

При эксплуатации системы лиманного орошения несколькими водопользователями должны быть разработаны мероприятия по их взаимодействию, без нарушения чьих либо прав.

Все сооружения системы лиманного орошения к началу заполнения должны находиться в рабочем состоянии.

Системы лиманного орошения, использующие воды речных паводков, следует заполнять в зависимости от условий пропуска максимальных паводковых расходов реки через территорию орошаемого массива и по отдельным трактам или в обход лиманов.

При эксплуатации систем лиманного орошения на местном стоке ведут записи наблюдений за характером весеннего стока: расходом, объемом, сроками наступления и окончания (приложение 1). Предварительная информация о характере паводка запрашивается в службе регионального отделения Гидрометцентра.

Для систем лиманного орошения, запроектированных на проведение одноразовых влагозарядковых поливов, средняя глубина затопления с учетом продолжительности стояния воды в лимане должна быть равна норме лиманного орошения. Средневзвешенная норма лиманного орошения определяется по данным специальных исследований и справочной литературы на этапе проектирования систем лиманного орошения [125].

При недостатке объемов местного стока на системах лиманного орошения необходимо предусмотреть возможность устройства водосборных валов, направляющих сток в лиман с примыкающих водосборных площадей, а также подпитывание лиманов из оросительных и обводнительных каналов [124].

На системах лиманного орошения с постоянным водоисточником (из оросительных и обводнительных систем, из водохранилищ многолетнего регулирования и т. п.) распределение воды между водопотребителями производится на основе лимитов, графиков водоподачи и договоров с водопотребителями. При составлении графиков водоподачи должно быть выдержано условие оптимального обеспечения оросительной водой и подачи ее в необходимых количествах и качестве в запланированные сроки.

В случае затопления ярусов лиманов из каналов оросительно-обводнительных систем подают заявку на объем воды и площадь лиманов, подготовленных к затоплению не позднее чем за один месяц.

Мероприятия по водораспределению должны быть увязаны с технологиями возделывания сельскохозяйственных культур на орошении, почвенно-климатическими условиями орошаемого участка и направлены на минимизацию количества сбросных вод с орошаемого массива.

При выращивании кормовых культур, в первую очередь следует затапливать ярусы (секции), отведенные под посевы кукурузы на силос, суданки и сорго, обеспечивая проведение сельскохозяйственных работ во второй декаде мая. Во вторую оче-

редь затопливаются секции, занятые злаковыми травами. В последующие сроки можно заливать секции с естественным луговым травостоем.

Секции, прилегающие к одному подпорному участку, необходимо затопливать одним тактом водооборота.

На лиманах, выполненных по совмещенной технической схеме, внутри одного такта водооборота, первыми заливают секции, допускающие длительное затопление.

В конце такта вода переключается на секции с короткой длительностью стояния воды.

На лиманах с автономной коллекторно-сбросной сетью очередность затопления секций устанавливается, исходя из производственной необходимости.

Пропуск воды из яруса в ярус производится через водовыпуски, расположенные в наиболее низких местах лиманов или по водообходам, создаваемым путем устройства системы земляных распределительных и направляющих дамб (валов).

Окончания траверсов дамб (валов) необходимо поддерживать на уровне отметок земли, соответствующих расчетному уровню воды в лимане [125].

На глубоководных лиманах, где глубина увлажнения почвы сильно колеблется, целесообразно выращивать на пониженных и повышенных участках лимана разные культуры, учитывающие данный фактор.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур должна быть предусмотрена отдельным разделом проекта.

Эксплуатация систем лиманного орошения должна быть тесно увязана с технологией затопления.

К основным элементам техники затопления лиманов относятся:

- средний слой затопления;
- продолжительность затопления секций, включающая периоды наполнения, поддержания уровня, свободного впитывания и опорожнения;
- удельные расходы водоподающих и сбросных сооружений

Средний слой затопления в ярусе (секции) лимана является постоянной величиной, зависит от геометрических параметров системы лиманного орошения, которые в свою очередь запроектированы под определенную норму лиманного орошения. При необходимости средний слой затопления может быть скорректирован (уменьшен) путем устройства (напахивания) промежуточных валиков (параллельно основным ярусам лимана).

Очередность затопления ярусов (секций) лиманов устанавливается в зависимости от состава возделываемых сельскохозяйственных культур (приложение 2).

Продолжительность затопления ярусов (секций) лиманов должна соответствовать оптимальной продолжительности стояния воды с учетом времени необходимого для заполнения, впитывания потребного количества воды в почву и опорожнения в зависимости от биологических особенностей растений, водно-физических свойств почв и климатических условий.

При эксплуатации систем лиманного орошения на местном стоке примерные сроки начала и конца затопления отдельных полей орошения (ярусов, секций лиманов) устанавливают на основе многолетних метеорологических и гидрологических данных. В процессе паводка график затопления корректируют.

При регулировании простых и ярусных лиманов график затопления обязателен. График затопления составляется с учетом характеристик каждой секции (яруса) лимана в соответствии с расположением их по рельефу и учетом возделываемой культуры и сорта для данной территории. Устанавливаются сроки (даты) наполнения, количество дней стояния воды и сроки опорожнения секций (ярусов) лиманов.

На нерегулируемых системах лиманного орошения, не имеющих водовыпусков

и водоспусков (заполняемых последовательным переливом через водообходы), график затопления практического значения не имеет.

Удельный расход заполнения лиманов должен быть определен в зависимости от водопроницаемости почв, среднего слоя затопления и длительности наполнения ярусов (секций) лимана.

Документация по водопользованию и водопотреблению (водораспределению) должна быть определена и поддерживаться в рабочем состоянии для предоставления свидетельств соответствия требованиям и результативности функционирования системы лиманного орошения.

Усиленный режим мониторинга за состоянием сооружений на системе лиманного орошения, находящихся в эксплуатационных условиях, должен вестись в периоды большого изменения напора, что совпадает с накоплением воды и с ее сбросом, а также во время сильного ветра при наполненном состоянии и в период пропуска паводка (льда, шуги).

Конкретный перечень мероприятий по мониторингу разрабатывается в проекте исходя из конкретных региональных условий.

Весной, перед началом снеготаяния, в задачи эксплуатации входит проверка работоспособности затворов гидротехнических сооружений, очистка водообходов и оросителей от заносов снегом, льдом и сорной растительностью.

В период прохождения весеннего паводка необходимо следить за наполнением лиманов и продолжительностью стояния воды в них, своевременно открывать затворы для пропуска воды в нижние ярусы (из секции в секцию) и закрывать их по мере необходимости, чтобы вода в лиманах не поднималась выше проектных горизонтов.

Во время паводка необходимо следить за тем, чтобы мокрый снег не создавал заторов на водообходах, так как это может вызвать переполнение лимана водой.

Если уровень воды по каким-то причинам превысил установленные горизонты, необходимо следить за тем, чтобы вода не переливалась через плотины, дамбы (валы) лиманов.

Ранней весной (до прохождения паводка) необходимо провести осмотр дамб (валов) на системе лиманного орошения, установить техническое состояние сооружений и выполнить необходимые ремонтные работы, а также заготовить и подвезти к наиболее угрожающим местам аварийный материал.

Для этих целей создаются специализированные дежурные бригады.

При отдаленности системы лиманного орошения от населенных пунктов предусмотреть строительство временных бытовых помещений.

Состав бригады устанавливается в каждом отдельном случае в зависимости от площади системы лиманного орошения и сложности входящих в систему гидротехнических сооружений.

В среднем на каждые 100 га мелкоярусного лиманного орошения следует иметь 1 штатного работника, при глубоководном лиманном орошении на каждые 100 га площади – от 1 до 3 штатных работников.

В период снеготаяния на значимых гидротехнических сооружениях, дамбах (валах) лиманов и подводящих к лиманам каналах устанавливается круглосуточное дежурство.

В ночное время необходимо организовать освещение в местах дежурства.

В бригаде должен быть дежурный транспорт и мобильная связь.

О всех явлениях, внушающих опасение, необходимо сообщать бригадиру и производить необходимые работы по обеспечению безопасной работы системы лиманного орошения.

Мелкие дефекты и неисправности, обнаруженные в ходе мониторинга, подле-

жат немедленному устранению силами дежурной бригады, о серьезных дефектах и неисправностях докладывается руководству для принятия срочных мер.

При отсутствии возможности ликвидировать возникшую опасность самостоятельно, бригадир дежурной бригады обязан немедленно обратиться за помощью в штаб по противопаводковым мероприятиям и поставить в известность руководство системы лиманного орошения.

Маневрирование затворами при пропуске максимальных (аварийных) расходов воды осуществляется под контролем ответственного лица за его эксплуатацию.

В период прохождения паводка и затопления системы лиманного орошения водой запрещается хождение по валу сторонних лиц.

Ответственные за эксплуатацию лица обязаны регулярно осматривать свои участки, проверять наличие дежурных, особенно в ночное время при затоплении.

Необходимо следить за прохождением паводка, за интенсивностью поступления паводковой и талой воды в лиман и его наполнением до проектной глубины затопления. Если ожидается поступление воды в лиман сверх расчетной величины, водосбросные сооружения нужно заблаговременно открыть для сброса излишней воды, чтобы не допустить переполнения системы лиманного орошения.

При наполнении лиманов водой, образованных валами первого и второго года эксплуатации, необходимо более внимательно следить за их состоянием не допуская перелива воды через земляные валы (дамбы) приводящие к прорану.

Мониторинг за нормальной работой и сохранностью системы лиманного орошения осуществляют как в период их действия, так и в остальное время года.

В конце вегетационного сезона производится контрольная нивелировка по гребню дамб (валов) лиманов: на опасных участках – ежегодно; на остальных – один раз в три года. Результаты фиксируют в соответствующих журналах, а при отклонении значений выше допустимых (предусмотренных проектом) результаты заносят в дефектные ведомости.

Наблюдения за микрорельефом поверхности орошаемого участка производятся визуальным и инструментальными способами с целью оценки необходимости проведения планировочных работ.

Работники, осуществляющие эксплуатацию (мониторинг) систем лиманного орошения, должны быть проинструктированы в части возложенных на них обязанностей и ознакомлены с правилами техники безопасности.

До наступления периода паводков и ледохода должны быть осмотрены и отремонтированы все дамбы (валы) и сооружения на них, заготовлены необходимые запасы аварийных материалов и инструментов, организованы ремонтные бригады, налажена связь с особо ответственными участками.

В период формирования опасных уровней воды в реке на дамбах (валах) лиманов должны находиться аварийные (дежурные) бригады.

Для предупреждения перелива воды через верх дамб (валов) должен осуществляться контроль за горизонтами воды и правильное маневрирование затворами водосбросных (водовыпускных) сооружений, расположенных в теле дамб (валов).

При возникновении очагов фильтрации в теле дамб обвалования они должны немедленно заглушаться приготовленными заранее аварийными средствами (мешками с песком, землей, гравием, щебнем и т. п.).

При обнаружении неотвратимой опасности прорыва первой линии дамб (валов) лиманов необходимо обеспечить постепенное затопление пространства между первой и второй линиями дамб (валов) для предупреждения прорыва второй линии дамб (валов) из-за внезапного их включения в работу.

Для технической эксплуатации дамб (валов) лиманов их необходимо оборудо-

вать реперами (марками) и гидрометрическими рейками у подошвы дамб (валов) в районе водосбросных (водовыпускных) сооружений для контроля за уровнями воды.

Число и местоположение гидрометрических реек, порядок их устройства и производства наблюдений устанавливаются согласно проекту (не менее одной перед водосбросным сооружением). Отсчеты по рейкам в период затопления системы лиманного орошения записывают в журнал водоучета не реже 3-4 раза в сутки.

При эксплуатации дамб (валов) лиманов и сооружений на них следует тщательно предупреждать:

- оползание верхнего и низового откосов под действием фильтрационного потока;
- размыв верхнего откоса;
- механические повреждения верховых откосов при ледоходе и заторах льда;
- перелив воды через верх дамбы;
- повреждения дамб (валов) лиманов в результате езды по ним, пастбы скота и т. п.;
- фильтрацию воды через дамбы (валы) и в обход сооружений на них;
- размыв береговой полосы вместе с расположенными на ней дамбами (валами) лиманов;
- наличие нор и ходов землероев и разрушение дамб (валов) лиманов корнями растений.

Для правильной эксплуатации систем лиманного орошения и рационального использования воды необходимо организовать систему измерений и учета объемов воды как местного стока, так и вод, поданных с оросительно-обводнительных систем.

Системы лиманного орошения должны иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарифованных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом.

Организация учета воды складывается из следующих позиций:

- систематическое наблюдение за расходами, уровнями и другими характеристиками водного потока в пунктах водозабора, распределения, выдела и сброса воды;
- составление гидрометрических таблиц, графиков и т. п. для осуществления контроля за режимом работы каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, оросительной и сбросной сети;
- ведение водного баланса в целом и на отдельных секциях (ярусах) лиманов с установлением величины потерь воды, коэффициента использования воды, коэффициента полезного действия системы и участков;
- осуществление эксплуатации, ремонта, тарифовки и поверки гидрометрических постов, сооружений, оборудования и приборов.

Используя показания водомерных реек, по заранее построенным батиграфическим кривым, определяют объемы поступившей воды, площади затопления, рассчитывают удельные расходы и фактические поливные нормы.

Для учета воды на системах лиманного орошения могут применяться протарифированные гидротехнические сооружения, водомеры различных конструкций, водомерные шлюзы-регуляторы.

Выбор метода измерения параметров водного потока производится в процессе проектирования в соответствии с ГОСТ Р 51657.2, ГОСТ Р 51657.4, ГОСТ Р 51657.5.

Необходимо вести учет мелиоративного состояния (земель лиманного орошения, а также примыкающих земель, испытывающих воздействие от функционирования системы лиманного орошения), являющийся составной частью учета всех земель, проводимого органами управления земельными ресурсами и землеустройством.

Необходимо проводить сбор данных о гидрологических и иных характеристиках орошаемых земель по утвержденным в установленном порядке формам учета, сис-

теме учитываемых показателей и представлять их в комитет по мелиорации и сельскохозяйственному водоснабжению.

Необходимо вести регулярные наблюдения за уровнями и качеством грунтовых вод (не реже 1 раз в квартал) и мелиоративным состоянием орошаемых земель (1 раз в 3-5 лет), на основе чего разрабатывать и проводить необходимые эксплуатационные мероприятия по предупреждению и борьбе с заболачиванием и с засолением земель, а также осуществлять контроль за проводимыми мероприятиями.

Порядок и способы устройства и оборудования опорной сети наблюдательных скважин и колодцев, производства наблюдений за режимом грунтовых вод на орошаемых землях и обработки этих данных определяются на стадии проектирования.

Работы по ведению учета мелиоративного состояния орошаемых земель балансодержатель (эксплуатант) может возлагать на специализированные гидрогеолого-мелиоративные (мелиоративные) службы, имеющие аттестацию.

Результаты наблюдений (обследований) мелиорируемых земель используются балансодержателями (эксплуатантами) как исходная информация для соблюдения требований Административного регламента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по исполнению государственной функции по ведению учета мелиорированных земель.

Техническое состояние элементов системы лиманного орошения должно обеспечивать поступление воды в лиман, равномерное ее распределение на площади лимана слоем расчетной величины, своевременный сброс излишней воды, отвод избыточных вод из понижений и пропуск меженных расходов реки на пойменных лиманах.

Эксплуатационный контроль технического состояния элементов системы включает:

- получение эксплуатационной информации о фактическом состоянии, признаках и показателях свойств элементов системы лиманного орошения;
- сопоставление эксплуатационной информации с заранее установленными требованиями, нормами, параметрами. Информация о расхождении фактических и требуемых данных является вторичной.

Сбор эксплуатационной информации производится эксплуатантом в соответствии с разделом проекта по выполнению натурных наблюдений, который формируется исходя из конкретных условий и может включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействия на сооружения;
- перечень контролируемых и диагностических показателей состояния сооружения и его основания;
- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;
- технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры, спецификацию измерительных приборов и устройств;
- эксплуатационную документацию на контрольно-измерительную аппаратуру;
- структурную схему и технические решения системы мониторинга состояния элементов оросительной системы, природных и техногенных воздействий на них;
- инструктивные и методические рекомендации по проведению натурных наблюдений за работой и состоянием элементов систем лиманного орошения.

Первичная и вторичная информация заносится в отчеты и далее используется как исходная на этапе поддержки применения для выработки соответствующих управленческих воздействий на элементы системы лиманного орошения.

Натурные данные по техническому состоянию системы лиманного орошения заносятся в годовой отчет по эксплуатации, в котором производится сопоставление эксплуатационных данных с проектными, даются выводы и рекомендации.

Руководство и управление этапом применения осуществляется с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Эффективное функционирование этапа применения обеспечивается выполнением следующих основных требований:

- установление ответственности участников эксплуатации систем лиманного орошения;
- управление документацией этапа применения;
- использование информационных материалов (в т. ч. отчетов за прошедшие периоды времени, материалы по аналогичным системам);
- управление показателями эксплуатации систем лиманного орошения;
- управление технологическими процессами системы применения;
- осуществление контроля и проведение внутренних аудитов;
- проведение корректирующих воздействий;
- использование статистических методов.

### **3.16.3.2 Этап поддержки**

На этапе поддержки системы лиманного орошения решаются следующие задачи:

- материально-техническое обеспечение эксплуатации системы лиманного орошения;
- проведение мероприятий по улучшению качественного состояния орошаемых земель;
- проведение технического ухода за элементами системы лиманного орошения;
- проведение технического обслуживания элементов системы лиманного орошения;
- производство ремонтов на элементах системы лиманного орошения;
- сравнение паспортных данных, содержащихся в проекте на систему лиманного орошения с фактическими показателями, в том числе экономической эффективностью.
- периодическое обучение штата эксплуатации и проведение его аттестации;
- руководство и управление этапом поддержки.

Для выполнения работ по техническому уходу, обслуживанию и ремонту элементов системы лиманного орошения (на этапе поддержки) эксплуатант использует специальные земельные участки в виде полос отвода в соответствии с действующим законодательством. Нормативы отвода земель и порядок пользования ими должны быть утверждены региональными органами законодательной власти.

Материально-техническое обеспечение включает в себя обеспечение оборотными средствами производства (сырье, материалы, энергия, малоценный инвентарь и т. п.) и возлагается на балансодержателя. Помимо этого балансодержатель несет затраты на содержание персонала (осуществляющего эксплуатацию системы лиманного орошения), производственных помещений, техники, мастерских, дорог, защитных лесных полос, выполнение ремонтных работ.

Для проведения срочных аварийно-ремонтных работ должен иметься аварийный запас материалов, инструментов и подъемно-транспортных средств.

Материалами из аварийного запаса следует пользоваться строго по назначению.

Израсходованные запасы материалов или пришедшие в негодность из-за длительного хранения должны возобновляться.

Должен быть определен перечень, объем и место хранения аварийного запаса материалов и инструмента.

Улучшение водно-физических свойств почв может производиться за счет применения комплекса мероприятий (гидротехнических, агротехнических, агрохимиче-

ских или их комбинаций), с учетом конкретных почвенных, климатических и организационно-хозяйственных условий.

Эксплуатационные мероприятия направленные на регулирование уровня грунтовых вод и рассоление земель лиманного орошения заключаются в:

- строгом соблюдении планового водопользования;
- проведении противофильтрационных мероприятий;
- снижении впитывающей способности почв пониженных участков лимана (применение полимерных растворов) и увеличение впитывающей способности почв в верхней части лимана (применение щелевания, кротования и т. п.);
- обеспечении бесперебойной работы каналов водосборной, оросительной и сбросной сети;
- проведении работ по уходу за защитными лесными насаждениями.

Комплекс агротехнических мероприятий включает:

- применение севооборотов с включением многолетних трав;
- разработку мероприятий по обогащению почв органическими веществами за счет растительных остатков;
- минимизацию воздействия на почву почвообрабатывающих машин;
- минимизацию сроков иссушения верхнего слоя почвы.

Агрохимические мероприятия включают:

- внесение органических удобрений;
- проведение гипсования или известкования.

Для борьбы с заболачиванием отдельных микропонижений и выравнивания слоя затопления по всей площади лимана следует предусмотреть проведение работ по выполаживанию.

На участках (секциях, ярусах) системы лиманного орошения, где выполнения эксплуатационных мероприятий недостаточно для понижения уровня грунтовых вод, необходимо внести изменения в структуру севооборотов с включением в них влаголюбивых водотребовательных культур, предусмотреть меры по снижению нормы лиманного орошения или переводу этих участков в неорошаемый цикл.

Техническое обслуживание (уход) состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание элементов и системы в целом в исправном состоянии и направлено на предотвращение эрозионных процессов или замену быстроизнашиваемых частей элементов системы.

Техническое обслуживание (уход) включает в себя такие мероприятия как:

- консервация гидротехнических сооружений на зимний период и расконсервация при подготовке к работе;
- очистка каналов и гидротехнических сооружений от мусора и посторонних предметов;
- исправление и установка информационных знаков и гидрометрических реек;
- исправление мелких повреждений на каналах и сооружениях.

Для укрепления откосов земляных валов (дамб) в осенний или весенний периоды (после спада воды) рекомендуется восстановление (посадка) на них кустарниковых насаждений (кустарниковая ива, белотал прилистниковый, верболаз, желтолозник и др.). Также рекомендуется дерновое крепление откосов с посевом трав или комбинированным способом.

На участках, примыкающих к гидротехническим сооружениям, и на откосах плотин в русле рек при необходимости производят покрытие (восстановление) откосов дамб (валов) искусственной одеждой (мостовая, бетон и т. п.).

Участки пойм, на которых происходит слив воды в русло при пропуске паводка по пойме, рекомендуется закреплять кустарниковыми насаждениями.



В случае необходимости, на участках, где по условиям рельефа возможен свал потока в сторону дамб, необходимо устройство оградительных траверсов валов.

На валах глубоководных лиманов по внешней границе затопления необходимо устраивать (восстанавливать) лесные защитные полосы.

Мероприятия по техническому обслуживанию осуществляют с учетом эксплуатационной документации (по ГОСТ 2.601), а также требований к техническому состоянию и правил безопасной эксплуатации, установленных государственными нормативно-техническими документами.

Затворы и их пазы, опорные и ходовые части должны содержаться в чистоте и регулярно очищаться от грязи, случайных предметов, льда и снега.

В установленные техническими инструкциями сроки необходимо производить смазку трущихся в работе деталей и покраску рабочего оборудования и металлоконструкций.

Ремонтные работы планируют на основе технического осмотра.

Технический осмотр особо крупных и ответственных головных узлов сооружений и водохранилищ должен производиться два раза в год – осенью и весной до начала паводков.

Эксплуатанты на основе дефектных ведомостей и натурного обследования устанавливают перечень дамб (валов), сооружений и каналов, подлежащих ремонту, вид необходимого ремонта, объем ремонтных работ и сроки их выполнения.

Объемы ремонтных работ определяются путем обмеров, шурфования и данных нивелировок.

Все технические документы и материалы, обосновывающие необходимость, состав и объем ремонтных работ, а также их сметную стоимость, должны составляться по установленной форме.

Поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств системы лиманного орошения в целом, отдельных ее конструктивных элементов и частей осуществляется проведением комплекса технических мероприятий по ремонту системы.

Выполняются ремонты следующих видов: текущий, капитальный, аварийный.

В зависимости от сложности проведения, физических объемов и стоимости, плановый ремонт системы подразделяется на текущий и капитальный.

Решения по проведению ремонтов производятся на основании проведенного мониторинга состояния элементов оросительной системы.

К текущему ремонту относятся работы по устранению небольших повреждений и неисправностей, проводимые регулярно в течение года, как правило, без прекращения работы системы по специальным графикам и не превышающие 20 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой гидромелиоративной сети.

К наиболее распространенным работам на системах лиманного орошения относятся восстановление гребня и откосов плотин, дамб (валов лиманов) до проектных параметров, заделки трещин, каверн, выбоин и пустот в земляных и бетонных конструкциях, исправление повреждений в креплениях и одеждах сооружений и каналов, восстановление защитного слоя изоляции, антикоррозийного покрытия и окраски конструкций, вскрытие поврежденных участков трубопроводов и устранение течи, ремонт уплотнений затворов и прочие.

Особой разновидностью текущего ремонта является предупредительный (профилактический) ремонт, заключающийся в повседневном, систематическом проведении работ по предупреждению возможных повреждений каналов и сооружений: очистка берм каналов в глубоких выемках; ликвидация нор землеройных животных; сколка льда у сооружений; подтягивание креплений деревянных конструкций и другие

работы, выполняемые в порядке надзора и ухода за каналами и сооружениями.

К капитальному ремонту, проводимому периодически, по мере необходимости, относятся работы, при проведении которых полностью или частично восстанавливаются отдельные сооружения, конструктивные элементы и части, осуществляется их замена.

Стоимость капитального ремонта не должна превышать 50 % балансовой стоимости ремонтируемого объекта. В противном случае объект подлежит реконструкции.

К аварийному ремонту относятся работы по восстановлению дамб (валов), сооружений или их частей, каналов, разрушенных вследствие стихийных явлений (паводков, ледяных заторов), нарушений правил технической эксплуатации (пропуск по каналам воды с размывающими скоростями, переливов воды через гребень дамбы и др.), плохого качества проекта и строительства.

Повреждения аварийного характера устраняются в первоочередном порядке.

Необходимость производства ремонтных работ, их перечень и объемы устанавливаются ежегодно после окончания затопления системы лиманного орошения.

Планы и графики проведения текущих и капитальных ремонтных работ на системах лиманного орошения не должны препятствовать проведению запланированных сельскохозяйственных работ.

Сельхозпроизводители должны быть уведомлены о предстоящих работах.

Текущий ремонт необходимо проводить по проектно-сметной документации, составленной на основании накопительных дефектных ведомостей.

Капитальный ремонт проводится в соответствии с проектно-сметной документацией, составленной по материалам инженерных изысканий.

Ремонт гидротехнических сооружений, защитные и выправительные работы, а также ремонт дамб обвалования должны выполняться в осенне-зимне-весенний период с окончанием работ до прохождения паводков по источникам орошения.

Регулировочные и противопаводковые работы должны производиться до наступления паводков, а также по мере необходимости в период прохождения паводков и в вегетационный период.

Ремонт телефонных линий, гражданских зданий и других вспомогательных сооружений целесообразно приурочивать к периодам, наиболее свободным от основных работ.

Ремонтно-строительные работы на каналах хозяйственного значения должны выполняться за счет средств водопользователей под контролем и при технической помощи управлений оросительных систем в организации и механизации этих работ.

Валы плотин, дамб (валов) и гидротехнические сооружения на системах лиманного орошения должны быть своевременно подготовлены к началу затопления.

Подготовка к ремонтным работам должна начинаться сразу после завершения затопления лиманов.

Отдельные элементы системы и гидротехнических сооружений должны быть обеспечены в доступных местах возобновляемым аварийным запасом строительных материалов в необходимых объемах.

В летне-осенний период необходимо провести следующие работы: ремонт дамб (валов), каналов, сооружений (подпорных, водоподающих и сбросных), переездов; смазку подъемных устройств и окраску металлоконструкций; очистку оросительных и сбросных каналов от заносов сорной растительности и наносов; нарезку, очистку и восстановление сети вытяжных канав на секциях и подключение их к водоспускным сооружениям; работы, связанные с техническим улучшением оросительных систем (улучшение водозабора, армирование систем сооружениями, устройство вспомогательных сооружений и др.).

Земляные работы по ремонту лиманных валов заканчиваются до наступления холодов.

Обнаруженные кротовые ходы и норы частично разрывают, глубокие ходы заливают глиняным раствором, после чего входную часть заделывают грунтом и тщательно трамбуют.

Все места, где производится дополнительная подсыпка, надо предварительно подготовить (расчистить).

Наиболее крупные вымоины по трассе дамбы и естественных водообходов необходимо заделывать грунтом и покрывать дерном.

Водообходы рекомендуется укреплять различными способами.

Подсыпка с трамбовкой и планировка лиманных валов (дамб), а также откосов каналов выполняется до проектных отметок, для чего предварительно производится нивелировка и составляется ведомость поперечных размеров лиманных валов и каналов.

Геометрические параметры валов лиманов должны быть постоянными и не препятствовать механизированным сельскохозяйственным работам.

Технологии ремонтно-восстановительных работ, установки водомерных реек, реперов, устройства вытяжных канав и очистки каналов и оросителей, механизмы, орудия, применяемые для их проведения, описываются в специальной литературе и в данном обзоре не рассматриваются [66].

Производство всех видов ремонтно-строительных работ, и в первую очередь наиболее трудоемких, должно быть максимально механизировано.

Производство приемки ремонтных работ осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

#### **3.16.4 Охрана труда и экологическая безопасность**

На работодателя возлагается непосредственная ответственность и обязанность по обеспечению безопасных условий и охраны здоровья работников в организации. Применение системы управления охраной труда осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.230.

Эксплуатантом должны выполняться мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации систем лиманного орошения [129].

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000.

Мероприятия включают следующие направления:

- соблюдение водного режима;
- экономное использование вод;
- охрана прилегающих территорий от затопления, подтопления и других вредных последствий для окружающей природной среды;
- охрана водных объектов;
- охрана рыбных ресурсов;
- охрана водных и околотоводных животных и растений.

#### **3.17 Правила эксплуатации противоселевых сооружений**

Одним из грозных проявлений стихии, приносящим с собой большое бедствие, сопровождающееся часто многочисленными человеческими жертвами, являются так называемые селевые (грязекаменные) потоки. Селевые потоки – один из наиболее разрушительных видов нерегулируемого стока с бассейнов горных рек. Селевые потоки формируются в верховьях некоторых бассейнов горных рек, характеризующихся специфическими природными условиями, в местах, где эрозионные процессы достигают

своего апогея, давая начало селевым явлениям. Селевые явления – это процессы, связанные с формированием селевых потоков, их движением, разрушительным действием, трансформированием и отложением [131]. Непосредственное регулирование селей осуществляется противоселевыми гидротехническими сооружениями.

### **3.17.1 Распространение эрозионно-селевых процессов и методы борьбы с ними**

Селевые потоки образуются в специфических условиях и встречаются практически во всех горных районах мира, однако наиболее селеактивные зоны приурочены к высокогорным районам сравнительно молодого происхождения. Интенсивные тектонические процессы, активное выветривание горных пород, большая расчлененность территории, наличие крутых склонов и русел с большими уклонами, огромные запасы воды в виде ледников, выпадение значительного количества ливневых осадков, а также бездумное сведение лесов, нерациональное использование земель и пастбищ в верховьях водосборов способствуют активизации, а в ряде мест и возникновению, этих катастрофических процессов. Это потребовало в ряде стран Западной Европы с густонаселенными горными районами издать закон об охране лесов на горных водосборах, ограничении выпаса скота, регулировании горных водотоков и восстановительных лесомелиоративных мероприятий в верховьях бассейнов. Раньше всего с селями столкнулось население альпийских стран (Франция, Австрия, Швейцария, Германия, Италия). Только на территории Австрии имеется свыше 4,1 тыс. селеопасных рек и водотоков. Во Франции сели отмечены на сильно увлажненном центральном массиве, а также в Пиренеях на границе Франции с Испанией [132].

Эрозионно-селевые процессы широко распространены в среднегорных и низкогорных районах Европы (бывшая Югославия, Албания, Чехия, Словакия, Польша, Румыния, Болгария, Греция). Селевая деятельность наблюдалась в горах Скандинавии.

В Азии селевые явления отмечены, прежде всего, в горных районах Гималаев и Карокорума (Китай, Непал, Индия, Афганистан), а также в Монголии и Корее. Особенно большой ущерб эрозионно-селевые явления наносят Японии, где широкое их распространение обусловлено активными тектоническими процессами, ливневым характером осадков, наличием легкоразрушаемых горных пород и сильным развитием оползней [132, 133].

В Малой Азии (территория Турции) наиболее селеопасными районами являются провинции Измир и Маниса.

В Африке селеопасны Атласские горы, а также нагорья Ахаггар и Тибести. В литературе есть сведения о прохождении селевых паводков в Новой Зеландии и в горных районах Австралии.

В Северной и Южной Америке селевые явления приурочены к Тихоокеанскому побережью, к тектонически активной горной цепи Анды-Кордильеры. Это прежде всего гляциальные сели, возникающие при прорыве высокогорных ледниковых озер и гигантских обвалах висячих ледников. Летом 1970 г. сорвавшаяся в массиве Уаскаран (Перу) глыба льда весом в 80 млн т вызвала мощный селевой поток, послуживший причиной гибели 25 тыс. человек. Подобные катастрофы наблюдались в этом районе также в 1941 и 1962 годах [132].

Воздействию ливневых и гляциальных селей подвержена значительная часть территории Чили, а в центральной Америке селевые явления отмечены в Коста-Рике и Тринидаде.

В США наиболее селеопасными районами являются штаты Калифорния (г. Лос-Анджелес) и Юта (г. Солт-Лейк-Сити). Отдельные случаи селепроявлений зарегистрированы в штатах Невада, Колорадо, Виржиния, Вашингтон, Айдахо, Орегон, Аляска.

В Австрии, Франции, Швейцарии др. странах Европы борьба с селями имеет почти вековую историю. Она осуществляется в широких масштабах весьма эффективно и заслуживает пристального изучения.

В настоящее время проводимые за рубежом противоселевые мероприятия условно можно разделить на три школы: европейскую, азиатскую и американскую.

Для европейской школы характерно сочетание большого объема лесомелиоративных мероприятий с мелкими гидротехническими склоновыми и русловыми сооружениями (террасы-каналы, системы запруд, донные пороги, мощеные русла, направляющие дамбы).

Для азиатской школы (Япония) характерно проведение комплекса агро-мелиоративных мероприятий (террасы, террасы-каналы, водосбросная сеть) в сочетании с густой сетью гидротехнических сооружений, обеспечивающих защиту русел от размыва и задержание переносимого водой твердого стока (системы запруд и наносоудерживающих плотин).

Наибольший опыт проектирования, строительства и эксплуатации разнообразного типа и размера противоселевых гидротехнических сооружений накоплен в США (американская школа), где подобные работы имеют почти вековой опыт (их начало относится к 1915 году). Об объеме осуществленных за этот период мероприятий можно судить по тому, что только в округе Лос-Анджелеса в течение 1915-1970 гг. на противоселевые мероприятия было израсходовано свыше 1 млрд долларов. В результате был создан комплекс взаимосвязанных защитных гидротехнических сооружений, состоящий из системы русло-стабилизирующих запруд, ряда селе- и водохранилищ при широко разветвленной водосбросной сети. Параллельно с осуществлением гидротехнических мероприятий в верховьях водосбросных бассейнов широкое развитие получили агролесомелиоративные мероприятия: ограничение землепользования, запрещение выпаса скота, террасирование склонов.

В России селевые потоки распространены почти во всех горных районах. 20% этих территорий находятся в зоне разрушительного действия селей. Селевые потоки разрушают авто- и железные дороги, мосты, деривационные и ирригационные каналы, линии электропередач, плотины, горнодобывающие предприятия, здания и другие сооружения, заваливают грязекаменной массой туристические базы, сельскохозяйственные угодья и т. п. Многие населенные пункты неоднократно подвергались разрушению селевыми потоками [134, 135].

### **3.17.2 Организация эксплуатации противоселевых сооружений**

Селестоковые станции необходимо образовывать во всех селеопасных бассейнах.

Эксплуатация противоселевого сооружения независимо от ведомственной принадлежности должна осуществляться квалифицированным персоналом.

Деятельность персонала каждого типа противоселевого сооружения должна осуществляться в соответствии с требованиями ежегодно составляемых Местных инструкций по эксплуатации противоселевого сооружения.

Местные инструкции по эксплуатации противоселевых сооружений должны содержать следующие принципы идентификации сооружений:

- по уровню ответственности;
- по назначению и местоположению.

Эксплуатант должен обеспечивать способность конструктивных элементов противоселевых сооружений, сохранять в течение сроков эксплуатации механическую безопасность и безопасный уровень воздействия на окружающую среду и отвечать расчетным характеристикам селевых потоков.

Вне зависимости от степени ответственности на противоселевых сооружениях после каждого селеопасного периода назначается техническая комиссия с участием представителей органов исполнительной власти для анализа эффективности и достаточности мероприятий, выполняемых согласно «Правил эксплуатации», корректировки и их совершенствования, а также осуществления работ по восстановлению конструктивных элементов сооружений на расчетные характеристики потоков.

Внесение изменений в элементы противоселевых сооружений, неработоспособность которых может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, осуществляется на основании решения Комиссии по процедуре действующих нормативных требований.

Противоселевые сооружения, расположенные на мелиоративных системах или водохозяйственных объектах, должны быть под постоянным надзором эксплуатанта.

Надзор должен включать в себя:

- текущий осмотр сооружения;
- обследование сооружения после каждого прохождения селя или паводка;
- внеочередные осмотры.

Технические осмотры проводят в плановом порядке. Результаты осмотров заносятся в технический журнал, которые впоследствии служат исходными данными при составлении дефектных ведомостей на ремонтные работы.

Обследования проводят для определения видов и объемов ремонтно-восстановительных работ. Во время обследования устанавливаются виды повреждений и назначаются работы по их устранению с целью обеспечения дальнейшей эксплуатации сооружений и готовности к прохождению селей и паводков.

Внеочередные осмотры на противоселевых сооружениях проводят после прохождения катастрофических селевых потоков и паводков технической комиссией, в состав которой должны входить эксплуатант и представители органов исполнительной власти.

Результаты всех видов осмотров должны быть оформлены актами технического состояния противоселевого сооружения. В акты вносятся обнаруженные дефекты и назначаются необходимые меры по их устранению с указанием видов ремонтных работ (объем, ориентировочная стоимость, рекомендуемые сроки выполнения).

В результате проведения осмотров при всех случаях неудовлетворительной работы противоселевого сооружения должна быть информирована авторская проектная организация для принятия мер по усовершенствованию конструкции сооружения.

Все виды ремонтов, кроме аварийного, должны проводиться по заранее составленным планам. Планы утверждаются в установленном порядке и составляются на перспективу и на год с разбивкой по кварталам и месяцам.

При организации эксплуатации должны обосновываться:

- перечень ремонтно-восстановительных работ (очистных, бетонных, сварных и т. д.) для элементов противоселевых сооружений;
- необходимый набор современной техники и механизмов для ремонтно-восстановительных работ и условия их хранения за пределами территории затопления селевыми и паводковыми стоками.

Финансирование работ по обслуживанию противоселевых сооружений и проведению ремонтно-восстановительных работ должно быть учтено в соответствующих статьях бюджетного финансирования хозяйственной деятельности балансодержателя сооружения.

При прохождении селевых потоков, по своим параметрам превышающим параметры, превышающим проектную обеспеченности, принятые утвержденным проектом, последние должны быть количественно установлены и проанализированы, а все

разрушения и повреждения, причиненные ими должны устраняться за счет специальных средств, выделяемых на ликвидацию последствий стихийных бедствий.

Для обеспечения нормального проведения всех ремонтно-восстановительных работ и работ по реконструкции противоселевых сооружений требуется обеспечить исправное состояние подъездных дорог. Затраты на их содержание и ремонт должны входить в состав затрат по противоселевым сооружениям.

Проведение реконструкции и ремонтно-восстановительных работ должно осуществляться только при наличии утвержденной в установленном порядке проектно-сметной документации.

Производство реконструкции и ремонтно-восстановительных работ должно проводиться согласно действующим государственным и отраслевым нормативным документам на строительные работы.

После проведения текущего ремонта приемка в эксплуатацию противоселевого сооружения производится эксплуатантом либо балансодержателем данного сооружения в присутствии исполнителей ремонтных работ и оформляется актом приемки.

Приемка в эксплуатацию противоселевого сооружения после окончания капитального ремонта должна осуществляться комиссией, организуемой из представителей заинтересованных организаций.

Приемка в эксплуатацию объектов, на которых проведена реконструкция или построены новые противоселевые сооружения взамен разрушенных, должна осуществляться Комиссией, в состав которой должны быть представители проектной организации и органов исполнительной власти.

При приемке в эксплуатацию сооружений инженерной селезащиты после капитального ремонта Комиссия должна руководствоваться СП 68.13330.2012.

Все работы на сооружениях инженерной селезащиты должны проводиться в строгом соответствии действующим нормативным документам по правилам техники безопасности, правилам противопожарной безопасности, охране труда и правилам охраны окружающей среды.

Эффективность использования противоселевых сооружений зависит от работы службы наблюдения и оповещения. В селеопасных бассейнах создаются либо постоянные организации (противоселевые службы) либо временные структурные подразделения для оповещения о возможности схода селей. Для контроля состояния инженерных сооружений и комплексов на территориях селеопасных бассейнов независимо от их ведомственной принадлежности специализированными организациями должны быть составлены и регулярно уточняться соответствующие каталоги.

### **3.17.3 Требования по технической эксплуатации основных видов противоселевых сооружений**

Оптимальный вид противоселевых сооружений должен устанавливаться проектом, базирующийся на материалах специализированных изысканий, устанавливающих тип и расчетные характеристики ожидаемых селевых потоков на рассматриваемом участке защиты. При этом предпочтение во всех возможных случаях следует отдавать транспортировке (пропуску) селевого потока в водоток (русло) – приемник.

Основные виды противоселевых сооружений, их назначение и условия применения представлены в таблице 3.17.

При весьма мощных (значительных) селевых потоках, количественные характеристики которых превышают величины селей средней мощности, рекомендуются селезадерживающие плотины и руслостабилизирующие запруды. Техническая эксплуатация в течение нормативного срока службы противоселевых сооружений должна обеспечить возможность безопасной аккумуляции или пропуска селевых потоков и

паводков с целью защиты мелиоративных систем и других объектов от разрушительного воздействия селей.

**Таблица 3.17 – Основные виды противоселевых сооружений и условия их применения [136]**

Вид сооружения	Назначение, условия применения
<b>Селезадерживающие</b>	
Бетонные, каменнонабросные и грунтовые плотины	Задержание селевого потока в верхнем бьефе. Образование селехранилищ
<b>Селепропускные</b>	
Мосты, лотки, каналы и искусственные русла	Пропуск селевых потоков через объект или в обход его
<b>Селенаправляющие и берегозащитные</b>	
Направляющие или ограждающие дамбы, шпоры	Направление селевого потока в селепропускное сооружение или другой приемник
<b>Селестабилизирующие</b>	
Подпорные стены, гибкие барьеры, барражи, нагорные каналы, каскады, запруды, террасирование склонов, агромелиорация.	Прекращение движения селевых потоков или ослабление их воздействия
<b>Селепредотвращающие</b>	
Водосбросы и другие регулирующие сток конструкции на подпорных перемычках	Предотвращение селевых потоков, снижение напоров в верхних бьефах подпорных водоемов и их контролируемое опорожнение

Учитывая тот факт, что противоселевые сооружения при их аварии могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, при проектировании, строительстве и эксплуатации необходимо выполнять декларирование безопасности сооружений, а также требования Федеральных законов «О безопасности гидротехнических сооружений» и «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [67, 79, 137].

### **3.17.3.1 Селезадерживающие сооружения**

Массивные глухие, каменнонабросные, грунтовые, бетонные плотины и запруды образуют селехранилище и рассчитываются на остановку селя, на аккумуляцию его твердой составляющей. Плотина селехранилища и дамба запруды должны соответствовать нормативным требованиям в части статической, фильтрационной и суффозионной устойчивости. Селехранилища должны сохраняться в состоянии готовности к принятию селя (требуется очистка от растительности и различного мусора) [138].

Глухие массивные земляные плотины и запруды могут возводиться как в качестве единственного или основного средства защиты, так и в сочетании с другими видами сооружений.

Селехранилище требует периодической очистки от отложенного в нем обломочного материала селевого потока. После прохождения паводка необходимо также осуществить:

- организованный сброс жидкой составляющей селя и бытового стока водотока;
- увеличение при возможности расчетной емкости селехранилища путем наращивания высоты плотины и дамбы.

Подготовке селехранилища к дальнейшему использованию должно предшествовать обследование технического состояния сооружения (грунтов основания, деформационных повреждений). При очистке селехранилища от обломочного материала должны обеспечиваться условия сохранения работоспособного технического состояния сооружения – грунтовой плотины, запруды (отсутствие оползней, обвалов и обрушений).



На стадии проектирования требуется обосновать метод восстановления полезного объема селехранилища: строительство новых сооружений, наращивание существующих плотин (дамб-запруд) и механическую очистку от селевых отложений.

На стадии разработки проектной документации селезадерживающих сооружений разрабатываются Правила технической эксплуатации сооружений за период от ввода в эксплуатацию до ликвидации в результате полного заполнения твердыми отложениями селя.

Правила технической эксплуатации должны содержать рекомендации по способам очистки ложа селехранилища и перспектив дальнейшего использования извлекаемого селевого материала.

В Правилах технической эксплуатации глухих земляных плотин и запруд должны быть разработаны требования визуального контроля конструктивных элементов плотин и запруд, в том числе:

- верхового и низового откосов, гребня и берм;
- наличия фильтрации в низовом откосе;
- наличия деформаций откосов плотин и дамб-запруд.

Особое внимание при проведении надзора за глухими бетонными плотинами и запрудами нужно уделять выявлению горизонтальных (по швам бетонирования) и вертикальных трещин, каверн, раковин, пустот, которые образуются в результате выщелачивания, температурных перепадов, истирания бетона и др.

При обнаружении дефектов производится маркировка мест краской яркого цвета или мелом с последующим принятием мер по устранению этих дефектов.

Трещины, раковины и другие повреждения в зависимости от их вида, количества и размера могут быть заделаны инъектированием каждой трещины в отдельности или их затиркой, либо же заделкой по всей поверхности поврежденного участка.

В качестве материалов для устранения дефектов элементов глухих бетонных плотин и запруд рекомендуется использовать современные материалы и смеси, существующие на рынке строительных материалов.

### **3.17.3.2 Селепропускные сооружения**

Возможность и необходимость устройства инженерных селепропускных сооружений (мостов, каналов, лотков искусственных русел, и пр.) должна определяться по следующим условиям [136]:

- селепропускные однопролетные мосты для пропуска селей через линейные сооружения (железные и автомобильные дороги) при наличии достаточных продольных уклонов на участке пересечения;

- каналы, лотки и искусственные русла для пропуска селей через населенные пункты и другие объекты жизнедеятельности и инфраструктуры при достаточном продольном уклоне. И возможности придания этим сооружениям сечений, обеспечивающих пропуск расчетных расходов;

- верховые селеспуски в бассейнах, где по топографическим условиям возможен пропуск селей над полотном дороги или над каналом, при селях незначительной мощности (максимальные расходы, не превышающие десятков кубометров в секунду).

Применение селепропускных сооружений для селей высокой плотности желательно осуществлять при продольном уклоне  $i \geq 0,1$ , а возможность устройства селепропусков на уклонах  $i \leq 0,1$  должна иметь специальное обоснование.

Селепропускные сооружения должны быть тщательно подготовлены к началу селевого сезона для беспрепятственного пропуска возможных селевых потоков.

В бассейнах с регулярным проявлением селевых процессов выявленные по факту отклонения от проектных параметров и условий эксплуатации селепропускных сооружений должны быть учтены до прохождения очередного селя.

Условия технической эксплуатации селепропускных мостовых сооружений определяется по СП 35.13330.2011, СП 58.13330.2012, СП 126.13330.2012.

Сложные условия эксплуатации селепропускных мостовых сооружений могут потребовать необходимости моделирования работы верховых и низовых регулирующих сооружений моста и подходных насыпей.

В ходе эксплуатации селепропускных мостовых сооружений возможно появление следующих аварий и повреждений:

- заиливание участков селеносного водотока на входе и выходе из подмостового отверстия;
- закупорка подмостового отверстия;
- частичное или полное разрушение конструкций мостового сооружения в результате ударного или напорного воздействия твердой фракции селевого потока;
- перелив через мостовое сооружение и разрушение моста из-за прекращения пропуска селевой массы.

Визуальный и инструментальный контроль технического состояния основных и вспомогательных сооружений селепропускного моста должны проводиться систематически по ГОСТ Р 53778 и особенно тщательно перед прохождением ожидаемого селевого потока.

После прохождения каждого селя или паводка должно производиться тщательное обследование узлов и элементов конструкции мостового перехода. Во время обследования производится фиксация дефектов и повреждений этих конструкций или узлов с последующим определением мер по их устранению:

- расчистка верхнего и нижнего бьефов от наносов для восстановления расчетной пропускной способности отверстия;
- выправление гидродинамической оси потока;
- восстановление уклона русла, позволяющее обеспечить нормальную транспортирующую способность потока в нижнем бьефе;
- усиление защитных укреплений, позволяющих избежать подмыва опор, подходных насыпей и регулирующих сооружений;
- восстановление поврежденных узлов, деталей и конструкций моста, подходных насыпей и регулирующих сооружений согласно их проектным, высотным и плановым положений и очертаний.

Ремонтно-восстановительные работы выполняются в межселевой период на основе рабочей документации, разработанной с привлечением специализированной проектной организации. Проект ремонтно-восстановительных работ должен обеспечить нормальную селепропускную способность подмостового пространства.

При невозможности обеспечить пропускную способность существующего подмостового пространства необходимо предусмотреть его реконструкцию, выполнив моделирование условий подхода селевого потока и движения селя. Сооружение перед началом селевого периода должно соответствовать проектным параметрам.

Лотковые селепропускные сооружения состоят из основного элемента (лотка) и вспомогательных конструкций, обеспечивающих работу сооружения (шпоры, берегоукрепления на участке подхода к входной части лотка, струенаправляющие стенки и дамбы).

Безотказная работа селепропускных лотков нарушается в результате аварий следующего вида:

- а) разрушения лотковой части сооружения;

б) изменение проектных условий входной части лотка в результате:

- нарушения условий подхода селевого потока к входной части лотка из-за разрушения струенаправляющих и берегоукрепительных шпор и дамб;
- отложения (закупорка) входной части лотка отложениями твердой фракции селевого потока или стволами деревьев и (или) других предметов;
- отсутствия планового ухода за входным участком лоткового сооружения (зарастание селеопасного водотока растительностью).

Основными конструктивными требованиями при выполнении ремонтно-восстановительных работ в русловой части селевого водотока являются:

- сохранение проектного соотношения уклонов;
- недопущение смещения оси лотка и гидродинамической оси селевого потока;
- обеспечение сброса селевого потока в определенный проектом участок естественного водотока.

На стадии проектирования условий технической эксплуатации участков прохождения селепропускного лотка под каналом (труба) и при конструкциях дюкерного типа необходимо разрабатывать технические решения по предотвращению закупорки их селевыми наносами и очистке (обязательные условия – обеспечить предотвращение размыва входных участков и по проектной приустьевой трассе немедленное удаление от выходной части закрытых участков селепропускных сооружений отложившихся наносов).

При пропуске селевых потоков через магистральные каналы или дороги необходимо учитывать масштабность выносов.

В бассейнах, в которых по топографическим условиям возможен пропуск селей над полотном дороги или над каналом при селях незначительной мощности (не более десятков кубических метров в секунду), применяются верховые селепропуски.

Пропуск селевого потока через населенные пункты и другие застроенные территории при достаточном продольном уклоне осуществляется селепропускными каналами и искусственными руслами.

Аналогичные требования предъявляются к селепропускным каналам и искусственным руслам, основной элемент которых представлен каналами в облицовке.

Вспомогательными конструкциями, обеспечивающими работу селепропускного сооружения, являются шпоры, берегоукрепления на участке подхода к каналу и (или) искусственному руслу, а также сооружения на выходной части.

Требования по обеспечению безотказной работы селепропускных каналов и искусственных русел аналогичны перечисленным выше требованиям.

Эксплуатант обязан сохранять конструкции крепления каналов и искусственных русел в состоянии, способном обеспечивать устойчивость сечения канала (искусственного русла) к разрушающему воздействию селевого потока.

### **3.17.3.3 Селенаправляющие сооружения и берегозащитные стенки**

Селенаправляющие, селеограждающие и селеотводящие дамбы обеспечивают фиксацию движения селевых потоков в нужном направлении (главным образом на подходах к мостам и выходам из них), обеспечивают отвод селевых потоков от защищаемых объектов.

Полузапруды, шпоры, подпорные стены, габионы и другие укрепительные и селеотбойные сооружения обеспечивают отвод селей от защищаемых берегов для укрепления берегов, русел, оползневых склонов от вредного воздействия селевого потока.

Конструктивно селенаправляющие сооружения должны состоять из бетона, железобетона, каменной и бутовой кладки, земляной насыпи.

В течение периода эксплуатации должны обеспечиваться условия неразмываемости основания сооружения и защита от занесения селевыми отложениями.

При эксплуатации селенаправляющих сооружений и берегозащитных стенок особое внимание необходимо уделять выявлению повреждений оснований этих сооружений и определению видов, объемов и сроков выполнения ремонтно-восстановительных работ [138].

При изменении условий работ селенаправляющих и берегозащитных сооружений и шпор, приведших к занесению их селевыми потоками, необходимо:

- уточнить проектные решения по данным сооружениям (протяженность, размеры по высоте и т. д.) с привлечением проектной организации;
- произвести очистку от наносов русла селетока, селенаправляющих и берегозащитных сооружений и шпор;
- наносы складировать на специально отведенных местах или использовать их в качестве строительного материала.

### 3.17.3.4 Селестабилизирующие сооружения

Селестабилизирующие сооружения на селеопасных территориях подразделяются на:

- склоновые (подпорные стенки, устройства в виде открытых стокоперехватывающих и водосбросных нагорных каналов, террас);
- русловые (каскады подпорных запруд на участках селевых русел).

Склоновые сооружения обеспечивают перехват склонового стока и в зависимости от конструкции переводят его либо в грунтовый, либо путем поверхностного отвода осуществляют сброс за пределы защищаемой территории.

Подпорные стенки возводятся на склонах для обеспечения их устойчивости. Материалы строительства могут быть различными.

Грунты основания, легко поддающиеся размыву, являются наиболее уязвимым местом подпорных стенок на склоновых водосборных площадках селеносных водотоков, поэтому надзор за состоянием подпорных стенок осуществляется с целью установления характера повреждений основания, а также других дефектов (трещин, сколов, перекосов, смещений, опрокидываний).

Стокоперехватывающие и водосбросные нагорные каналы должны обеспечивать отвод склонового стока с вероятностью превышения 2 % [139].

Эксплуатант должен обеспечить нормальное техническое состояние селестабилизирующих склоновых сооружений путем проведения ремонтно-восстановительных работ элементов облицовки (бетонных покрытий, железобетонных плит, каменного крепления и т. д.).

Надзор за состоянием стокоперехватывающих и водосбросных каналов предусматривает своевременное выявление обрушений, обвалов, появления трещин и других повреждений, а также определение видов, объемов и сроков проведения восстановительных работ [138].

Селестабилизирующие русловые сооружения (каскады запруд) должны размещаться на участках селевого водотока при соблюдении следующих условий [139]:

- выше участка паводки не превышают селеобразующий расход;
- ниже участка русло имеет продольные уклоны ( $i \leq 0,2$ ).

Конструктивно запруды аналогичны селенаправляющим сооружениям (полузапруды, шпоры) и выполняются из бетона, железобетона, каменной и бутовой кладки.

### 3.17.3.5 Селепредотвращающие сооружения

Селепредотвращающие сооружения делятся на:

- плотины (земляные, бетонные, каменно-набросные), которые сооружаются для аккумуляции (регулирования) стока селеобразующего паводка;
- водосбросные траншеи на озерных перемычках – это сбросы на подпорных перемычках для регулируемого спуска водных масс.

Селепредотвращающие плотины сооружаются выше очага образования селевого водотока. Плотина оборудуется ГТС, обеспечивающими автоматическое опорожнение регулирующей емкости расходом, не превышающим селеобразующий.

В эксплуатацию селезадерживающих сооружений входят [66]:

- постоянное оперативное управление техническими устройствами и сооружениями, обеспечивающими наполнение и сработку запасов воды;
- надзор и контроль за состоянием сооружений и поддержание их в постоянном работоспособном состоянии;
- наблюдения за работой сооружений и состоянием чаши и акватории водохранилища;
- разработка и проведение мероприятий по поддержанию сооружений в надлежащем техническом состоянии и повышению надежности их эксплуатации.

В процессе эксплуатации необходимо проводить систематические визуальные и инструментальные наблюдения и исследования:

- устойчивости тела и откосов плотины, динамики осадок и смещений сооружений;
- прочности и устойчивости крепления напорного откоса при воздействии на него волновой нагрузки и глубокой сработки водохранилища;
- состояния низового откоса при воздействии потока фильтрационных вод, условий появления выпора и суффозии грунта;
- волноустойчивости берегов водохранилища;
- притока воды и наносов в водохранилище, отбора и сброса воды из него;
- режима работы водозаборных, водовыпускных и водосбросных сооружений, их пропускной способности;
- режима работы гидромеханического, подъемного и специального оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры, средств диспетчерского управления, автоматики, телемеханики и связи;
- положения кривой депрессии в теле плотины, объема и мутности дренажных вод;
- скорости наполнения и опорожнения водохранилища, соответствия ее величинам, установленным инструкцией по эксплуатации водохранилища;
- санитарной обстановки в акватории водохранилища, на сооружениях и окружающей территории;
- динамики заиления водохранилищ и занесения подпертых бьефов.

Надзор за состоянием водных образований в верхних бьефах подпора должен осуществляться руководствуясь РД 33-3.2.05-88 [138].

Регулируемое понижение уровня в подпорных водных образованиях должно производиться через сооружения, конструкция и режим которых определяются Проектом, учитывающим состояние плотинной перемычки, обеспечивающее безопасный ход пропусков при минимальном уровне воды по возможно более широкому фронту.

Для исключения размыва дна и берегов, входная часть или весь (особенно при наличии много лет не мерзлых пород и погребенного льда) сбросной тракт должен быть закреплен габионами.

После сброса намеченного проектом объема воды необходимо производить осмотр сбросного тракта для принятия корректирующих проектных решений.