

626/627/07)

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

БАКИЕВ М.Р., КИРИЛЛОВА Е.И., ХУЖАКУЛОВ Р.Т.

БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Рекомендовано объединенным научно- методическим координационным Советом Министерства Высшего и Среднего специального образования Республики Узбекистан в качестве учебного пособия.

Ташкент - 2008

626.8(075)

5-193

Рекомендовано к печати приказом Министрства Высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан 14.10.2008г. за №306

УДК-626/627.03.042.019.3

Рецензенты: Хусанходжаев У.И., к.т.н., доцент кафедры «Гидротехнические сооружения, основания и фундаменты» Ташкентского архитектурно-строительного института.

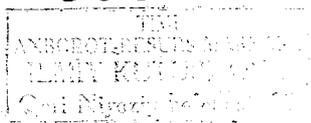
Мирсандов М.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая и строительная механика» Ташкентского института ирригации и мелиорации.

Бакиев М.Р., Кириллова Е.И., Хужакулов Р.Т.
«Безопасность гидротехнических сооружений». Учебное пособие,
Т-2008г., 110 с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы анализа факторов, влияющих на безопасность гидротехнических сооружений, а также приводятся подходы к решению проблем по оценке надежности и безопасности сооружений при проектировании, строительстве и эксплуатации.

Учебное пособие предназначено для бакалавров по направлениям образования 5580700 «Гидротехническое строительство» и 5650700 «Эксплуатация гидротехнических сооружений и насосных станций» и преподавателей, а также для специалистов-гидротехников, решающих практические задачи анализа и оценки риска при декларировании безопасности гидротехнических объектов различного назначения.

638649



ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительное внимание уделяется обеспечению надежности и безопасности гидротехнических сооружений. Еще в период проектирования гидротехнических сооружений необходимо предусмотреть выполнение мероприятий, которые бы обеспечили безопасность и надежность сооружений в период строительства и эксплуатации.

Практика показывает, что нарушения в работе гидротехнических сооружений могут приводить к авариям с непредсказуемыми материальными, экологическими и социальными ущербами.

Гидротехнические объекты относятся к числу наиболее распространенных среди сложных и ответственных с экономической, экологической и социальной точек зрения инженерных объектов. Обеспечению их исправной и безотказной работы во всем мире уделяется особое внимание.

Безопасность гидротехнических сооружений в значительной мере зависит от их надежности, но не всегда полностью ею определяется. Под безопасностью обычно понимается надежность объектов по отношению к жизни и здоровью людей, а также к состоянию окружающей среды.

Анализ риска позволяет выявить потенциал возможных отказов и неисправностей, относящихся к различным формам аварий и учесть факторы, связанные с уникальными особенностями конструкции гидротехнического сооружения, створа, условий эксплуатации и т.п.

В процессе управления гидротехническими объектами с учетом риска осуществляется:

- установление приоритетов среди действующих факторов;
- установление ответственности и возможности принятия своевременных мер, направленных на уменьшение риска;
- управление в условиях чрезвычайных ситуаций;
- легализация риска;
- информирование о риске.

Надежность и безопасность работы гидроузлов, в целом, и отдельных его сооружений, осуществляется на основе сопоставления данных натурных наблюдений и диагностики с предельно допустимыми значениями соответствующих показателей, которые определяются в процессе проектирования и могут уточняться в период эксплуатации.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

1.1. ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН «О БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ»

Статья 1. Цель настоящего Закона

Целью настоящего Закона является регулирование отношений, возникающих при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений.

Статья 2. Законодательство о безопасности гидротехнических сооружений

Законодательство о безопасности гидротехнических сооружений состоит из настоящего Закона и иных актов законодательства.

Правовое регулирование отношений в области безопасности гидротехнических сооружений в Республике Каракалпакстан осуществляется также и законодательством Республики Каракалпакстан.

Если международным договором Республики Узбекистан установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены в законодательстве Республики Узбекистан о безопасности гидротехнических сооружений, то применяются правила международного договора.

Статья 3. Основные понятия

В настоящем Законе применяются следующие основные понятия:

- **гидротехнические сооружения** – плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные, водопропускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, сооружения, предназначенные для защиты от паводка и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек и каналов, сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций;

- **эксплуатирующая организация** – предприятие, учреждение и организация, на балансе которого находится гидротехническое сооружение;

- **чрезвычайная ситуация** – обстановка на определенной территории, могущая привести к аварии, а также сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей;

- **безопасность гидротехнических сооружений** – состояние гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей природной среды и хозяйственных объектов;

- декларация безопасности гидротехнического сооружения – документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения;
- критерии безопасности гидротехнического сооружения - предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварий гидротехнического сооружения;
- допустимый уровень риска аварии гидротехнического сооружения – значение риска аварии гидротехнического сооружения, установленное нормативными документами.

Статья 4. Полномочия Кабинета Министров Республики Узбекистан в области безопасности гидротехнических сооружений

Кабинет Министров Республики Узбекистан:

- обеспечивает безопасность гидротехнических сооружений, находящихся в государственной собственности, а также безопасность гидротехнических сооружений предприятий, входящих в республиканскую и региональную энергетическую систему;
- разрабатывает и реализует государственные программы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений;
- организует государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений;
- организует международное сотрудничество по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений;
- осуществляет иные полномочия в соответствии с законодательством.

Статья 5. Полномочия органов государственной власти на местах в области безопасности гидротехнических сооружений

Органы государственной власти на местах:

- участвуют в реализации государственных программ в области обеспечения безопасности гидротехнических сооружений;
- обеспечивают безопасность гидротехнических сооружений при использовании водных ресурсов и осуществлении природоохранных мероприятий;
- принимают решения в установленном законодательством порядке о размещении гидротехнических сооружений, а также об ограничении их эксплуатации в случаях нарушений законодательства о безопасности гидротехнических сооружений;
- участвуют в ликвидации последствий аварий гидротехнических сооружений;
- информируют население об угрозе аварий гидротехнических сооружений, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций;
- осуществляют иные полномочия в соответствии с законодательством.

Статья 6. Государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений

Специально уполномоченным органом, осуществляющим государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений, является Государственная инспекция по контролю и надзору за техническим состоянием и безопасностью работы крупных и особо важных водохозяйственных объектов при Кабинете Министров Республики Узбекистан, которая:

- разрабатывает правила и критерии безопасности гидротехнических сооружений:

- проводит совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами экспертизу надежности технического состояния и безопасности работы гидротехнических сооружений;

- участвует в размещении гидротехнических сооружений, согласовании заданий на проектирование гидротехнических сооружений, проектов их строительства и реконструкции, контроле за качеством строительства, а также в согласовании правил эксплуатации гидротехнических сооружений;

- организует проверку состояния гидротехнических сооружений и соответствия их состояния декларациям безопасности гидротехнических сооружений;

- выдает предписания об обеспечении безопасности гидротехнических сооружений, а также вносит предложения в приостановлении действия и об аннулировании лицензий на осуществление деятельности по их строительству и эксплуатации в случаях грубого нарушения норм и правил безопасности гидротехнических сооружений;

- дает согласие на использование территорий гидротехнических сооружений, русел рек и прилегающих к ним территорий ниже и выше плотины (за исключением предоставления земельных участков в водоохраных зонах) для осуществления хозяйственной или иной деятельности:

- запрещает или ограничивает деятельность организаций, осуществляющих эксплуатацию водохозяйственных объектов либо ведущих хозяйственную или иную деятельность в руслах рек и на прилегающих к ним территориях ниже и выше плотины, если такая деятельность может оказывать неблагоприятное воздействие на безопасность гидротехнических сооружений;

- осуществляет контроль за организацией охраны гидротехнических сооружений:

- осуществляет иные полномочия в соответствии с законодательством.

Предписания специально уполномоченного органа об обеспечении безопасности гидротехнических сооружений обязательны для исполнения эксплуатирующими организациями.

Статья 7. Кадастр гидротехнических сооружений

Гидротехнические сооружения вносятся в Кадастр гидротехнических сооружений Республики Узбекистан (далее – Кадастр).

Порядок ведения Кадастра устанавливается Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Статья 8. Основные требования к обеспечению безопасности гидротехнических сооружений

Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений осуществляется на основании следующих основных требований:

- обеспечение допустимого уровня риска гидротехнических сооружений;
- представление деклараций безопасности гидротехнических сооружений;
- лицензирование деятельности по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений:
 - непрерывность эксплуатации гидротехнических сооружений;
 - осуществление мер по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, в том числе установление критериев их безопасности, оснащение гидротехнических сооружений техническими средствами в целях постоянного контроля за их состоянием работниками необходимой квалификации;
 - заблаговременное проведение комплекса мероприятий по максимальному уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях.

Статья 9. Обязанности эксплуатирующей организации по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений

Эксплуатирующая организация гидротехнического сооружения обязана:

- обеспечивать соблюдение норм и правил безопасности гидротехнических сооружений при их строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, ремонте, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации;
- обеспечивать контроль (мониторинг) за состоянием гидротехнического сооружения, природными и техногенными воздействиями на него, производить оценку безопасности гидротехнического сооружения с учетом его работы в каскаде, вредных воздействий в результате хозяйственной и иной деятельности, размещения объектов в русле реки и на прилегающих к ним территориях ниже и выше гидротехнического сооружения;
- обеспечивать разработку и своевременное уточнение критериев безопасности гидротехнического сооружения;
- развивать системы контроля за состоянием гидротехнического сооружения:
 - систематически анализировать причины снижения безопасности гидротехнического сооружения и своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния гидротехнического сооружения и его безопасности, а также по предотвращению аварии гидротехнического сооружения;
 - обеспечивать проведение регулярных обследований гидротехнического сооружения;

- создавать материальные резервы, предназначенные для ликвидации аварии гидротехнического сооружения;
- организовывать эксплуатацию гидротехнического сооружения и обеспечивать соответствующую нормам и правилам квалификацию работников:
- поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения о чрезвычайных ситуациях на гидротехнических сооружениях;
- совместно с органами государственной власти на местах информировать население о вопросах безопасности гидротехнических сооружений;
- осуществлять по вопросам предупреждения аварий гидротехнического сооружения взаимодействие с органом по чрезвычайным ситуациям:
- незамедлительно информировать об угрозе аварии гидротехнического сооружения специально уполномоченный орган, другие заинтересованные государственные органы, органы государственной власти на местах и органы самоуправления граждан и в случае непосредственной угрозы прорыва удерживающего напора воды (плотины) - населению, предприятия, учреждения и организации в зоне возможного затопления:
- содействовать специально уполномоченному органу в осуществлении его полномочий;
- финансировать мероприятия по эксплуатации гидротехнического сооружения, обеспечению его безопасности, а также работы по предотвращению и ликвидации последствий аварий гидротехнического сооружения.

Статья 10. Декларация безопасности гидротехнического сооружения

На стадиях проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, вывода из эксплуатации гидротехнического сооружения, а также после его реконструкции, капитального ремонта, восстановления либо консервации эксплуатирующая организация составляет декларацию безопасности гидротехнического сооружения. Порядок составления декларации устанавливает Кабинет Министров Республики Узбекистан.

Эксплуатирующая организация представляет декларацию безопасности гидротехнического сооружения уполномоченному органу. Утверждение декларации специально уполномоченным органом является основанием для внесения гидротехнического сооружения в Кадастр и получения разрешения на строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию или вывод из эксплуатации гидротехнического сооружения либо на его реконструкцию, капитальный ремонт, восстановление или консервацию.

Статья 11. Государственная экспертиза деклараций безопасности гидротехнических сооружений

Государственная экспертиза деклараций безопасности гидротехнических сооружений. в том числе на стадии проектирования проводится в порядке, установленном Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Государственная экспертиза деклараций безопасности гидротехнических сооружений проводится по инициативе эксплуатирующих организаций

гидротехнических сооружений, в том числе и в случае их несогласия с предписаниями специально уполномоченного органа.

Специально уполномоченным органом на основании заключения государственной экспертизы могут быть приняты решения об утверждении декларации безопасности гидротехнических сооружений, о выдаче соответствующего разрешения или об отказе в выдаче разрешения.

В случае несогласия эксплуатирующей организации с решением специально уполномоченного органа решение может быть обжаловано в судебном порядке.

Статья 12. Лицензирование деятельности по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений

Деятельность по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений осуществляется на основании специальных разрешений (лицензий), выдаваемых в порядке, установленном законодательством.

Статья 13. Проверка гидротехнических сооружений

При проверке гидротехнических сооружений осуществляется контроль за деятельностью эксплуатирующих организаций, а также подрядных организаций при эксплуатации гидротехнических сооружений, их строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, восстановлении или консервации в целях оценки соблюдения норм и правил безопасности гидротехнических сооружений.

Статья 14. Создание и использование аварийных материально-технических резервов по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений

Аварийные материально-технические резервы по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений создаются заблаговременно в целях экстренного привлечения необходимых материальных ресурсов в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Порядок создания этих резервов определяется Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Статья 15. Ответственность за нарушение законодательства о безопасности гидротехнических сооружений

Лица, виновные в нарушении законодательства о безопасности гидротехнических сооружений, несут ответственность в установленном законом порядке.

Данный закон принят 20 августа 1999 года.

1.2. Закон Республики Узбекистан о воде и водопользовании

Данный Закон состоит из 29 глав и 119 статей и принят 6 мая 1993 г. Далее приводятся основные главы и статьи Закона, играющие роль в безопасности гидротехнических сооружений.

Глава I. Основные положения

Статья 1. Задачи водного законодательства Республики Узбекистан

Задачами Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» являются регулирование водных отношений, рациональное использование вод для нужд населения и народного хозяйства, охрана вод от загрязнения, засорения и истощения, предупреждение и ликвидация вредного воздействия вод, улучшение состояния водных объектов, а также охрана прав предприятий, учреждений, организаций, фермерских и дехканских хозяйств и граждан в области водных отношений.

Статья 2. Водное законодательство

Водные отношения в Республике Узбекистан регулируются настоящим Законом и издаваемыми в соответствии с ним другими актами водного законодательства.

Водные отношения в Республике Каракалпакстан регулируются также и законодательством Республики Каракалпакстан.

Статья 3. Государственная собственность на воды

Воды являются государственной собственностью - общенациональным богатством Республики Узбекистан, подлежат рациональному использованию и охраняются государством.

Статья 4. Единый государственный водный фонд

Единый государственный водный фонд Республики Узбекистан включает:

- реки, озера, водоохранительные водоемы и водные источники, воды каналов и прудов;
- подземные воды и ледники.

Право на пользование водами из межгосударственных рек Амударья, Сырдарья, Зарафшана, Аральского моря и других устанавливается межгосударственными соглашениями.

Глава II. Компетенция органов государственной власти и управления в области регулирования водных отношений

Статья 5. Компетенция Верховного Совета Республики Узбекистан в области регулирования водных отношений

Ведению Верховного Совета Республики Узбекистан в области регулирования водных отношений подлежат:

- принятие водного законодательства, внесение в него изменений и дополнений;
- определение основных направлений государственной политики в области использования и охраны водных ресурсов и принятие стратегических государственных водохозяйственных программ;
- решение других вопросов, относящихся к ведению Верховного Совета Республики Узбекистан.

Статья 6. Компетенция Кабинета Министров Республики Узбекистан в области регулирования водных отношений.

Ведению Кабинета Министров Республики Узбекистан в области регулирования водных отношений подлежат:

- проведение единой политики рационального, комплексного использования и охраны водных ресурсов;
- координация деятельности министерств, ведомств и юридических лиц при комплексном использовании и охране водных ресурсов;
- установление порядка образования и использования водного фонда, утверждение нормативов и лимитов водопользования;
- обеспечение ведения государственного учета вод и контроля за использованием и охраной их, ведение государственного водного кадастра и водного мониторинга;
- разработка мер по предотвращению и ликвидации крупных аварий, бедствий, экологических кризисов и вредного воздействия вод;
- установление порядка платы за пользование водными ресурсами, возмещения за загрязнение и истощение водных объектов;
- развитие межгосударственных отношений;
- осуществление иных мер, предусмотренных законодательством.

Статья 7. Компетенция местных органов власти и управления в области регулирования водных отношений.

Ведению местных органов власти и управления в области регулирования водных отношений подлежат:

- определение основных направлений использования и охраны водных ресурсов на своей территории;
- обеспечение законности и правопорядка в области регулирования использования и охраны водных ресурсов;

- учет и оценка состояния водных объектов, контроль за использованием и охраной вод, соблюдением установленных лимитов водопотребления, ведением водопользователями учета использования вод;

- проведение мероприятий по сохранению и улучшению состояния водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия, а также загрязнения вод, восстановление объектов, поврежденных в результате аварий, паводков, селей и стихийных бедствий;

- регулирование других вопросов, предусмотренных законодательством.

Глава III. Государственное управление и контроль в области использования и охраны вод

Статья 8. Государственное управление в области использования вод

Государственное управление в области использования вод осуществляется Кабинетом Министров Республики Узбекистан, местными органами власти и управления, а также специально уполномоченными на то государственными органами по регулированию использования вод непосредственно или через бассейновые (территориальные) управления и иными государственными органами.

Специально уполномоченными государственными органами управления в области регулирования использования вод являются Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан (поверхностные воды), Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам (подземные воды) и Государственный комитет Республики Узбекистан по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (термальные и минеральные воды) в пределах их компетенций.

Статья 9. Государственный контроль за использованием и охраной вод

Задача государственного контроля за использованием и охраной вод – обеспечить соблюдение всеми министерствами, государственными комитетами, ведомствами, предприятиями, учреждениями, организациями всех форм собственности, фермерскими и дехканскими хозяйствами и гражданами установленного порядка пользования водами, выполнение обязанностей по охране вод, предупреждению и ликвидации их вредного воздействия, правил ведения учета вод, а также иных правил, установленных водным законодательством.

Государственный контроль за использованием и охраной вод осуществляют местные органы власти и управления, Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы, Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору, Министерство здравоохранения Республики Узбекистан, Министерства сельско-

го и водного хозяйства Республики Узбекистан в порядке, установленном законодательством. Ведомственный контроль за использованием вод осуществляют органы Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам.

Статья 10. Участие общественных объединений, коллективов и граждан в осуществлении мероприятий по рациональному использованию и охране вод

Общественные объединения, коллективы в соответствии со своими уставами и граждане оказывают содействие государственным органам в осуществлении мероприятий по рациональному использованию и охране вод.

Государственные органы при проведении этих мероприятий учитывают предложения общественных объединений, коллективов и граждан.

Глава IV. Размещение, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод

Статья 11. Условия размещения, проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, сооружений и других объектов, а также при внедрении новых технологических процессов, влияющих на состояние вод, должно обеспечиваться рациональное использование вод с соблюдением требований охраны здоровья и первоочередного удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения. При этом предусматриваются мероприятия, обеспечивающие учет забираемой из водных объектов и возвращаемой в них воды, охрану вод от загрязнения, засорения и истощения, предупреждение вредного воздействия вод, ограничение затопления земель, с минимально необходимых размеров, охрану земель от засоления, подтопления или иссушения, а также сохранение благоприятных природных условий и ландшафтов.

Проекты строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод, должны составляться с учетом возможностей пользования водными объектами для отдыха и спорта.

Статья 12. Условия размещения, проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов на рыбохозяйственных водоемах

При размещении, проектировании и, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, сооружений и других объектов на рыбохозяйственных водоемах, наряду с соблюдением требований статьи 15 настоящего Закона, должны быть своевременно осуществлены мероприятия, обеспечивающие компенсацию ущерба, наносимого рыбным запа-

сам, другим водным животным и растениям и условиям для их сохранения, восстановления и воспроизводства.

Статья 13. Определение мест строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод

Определение мест строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод, согласовывается с местными органами власти и управления, органами сельского и водного хозяйства, по охране природы, санитарного надзора, по геологии и минеральным ресурсам и другими органами в соответствии с законодательством.

Статья 14. Согласование проектов строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод

Проекты строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод, проходят государственную экспертизу, подлежат согласованию с органами сельского и водного хозяйства, по охране природы, по геологии и минеральным ресурсам и другими органами в соответствии с законодательством.

Не допускается проектирование и строительство прямоточных систем водоснабжения промышленных предприятий, которые по условиям производства не могут быть переведены на оборотное водоснабжение и безотходную технологию.

Статья 15. Запрещение ввода в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод

Запрещается ввод в эксплуатацию:

- новых и реконструированных предприятий, цехов, агрегатов, коммунальных и других объектов, не обеспеченных устройствами, предотвращающими загрязнение и засорение вод или их вредное воздействие;
- оросительных и обводнительных систем, водохранилищ и каналов до проведения предусмотренных проектами мероприятий, предотвращающих затопление, подтопление, заболачивание, засоление земель и эрозию почв;
- осушительных систем до готовности водоприемников и других сооружений в соответствии с утвержденными проектами;
- водозаборных сооружений без рыбозащитных устройств в соответствии с утвержденными проектами;
- гидротехнических сооружений до готовности устройств для пропуска паводковых вод и рыбы в соответствии с утвержденными проектами;
- групповых водозаборов без утвержденных запасов подземных вод;

- буровых скважин на воду без оборудования их водорегулирующими устройствами и установления в соответствующих случаях зон санитарной охраны.

Запрещается наполнение водохранилищ до осуществления предусмотренных проектами мероприятий по подготовке ложа.

Статья 16. Согласование проектов строительства мостов, переходов и других транспортных коммуникаций через водные объекты

Проекты строительства мостов, переходов и других транспортных коммуникаций через водные объекты подлежат согласованию с органами сельского и водного хозяйства, по охране природы и в необходимых случаях с органами энергетики и должны предусматривать проведение мероприятий, обеспечивающих пропуск паводковых вод, режим эксплуатации водных объектов, пропуск паводковых вод, режим эксплуатации водных объектов, предотвращение загрязнения, засорения и истощения вод, предупреждение их вредного воздействия.

Глава V. Производство работ на водных объектах, в водоохранных зонах и прибрежных полосах

Статья 17. Порядок производства работ на водных объектах, в водоохранных зонах и прибрежных полосах

По берегам водных объектов устанавливаются водоохранные и прибрежные полосы, предназначенные для предупреждения загрязнения, засорения и истощения водных объектов, поддержание их благоприятного водного режима и надлежащего состояния.

Строительные, дноуглубительные и взрывные работы, добыча полезных ископаемых и водных растений, прокладка кабелей, водопроводов и других коммуникаций, рубка леса, буровые, сельскохозяйственные и другие работы на водных объектах, в водоохранных зонах и прибрежных полосах водоёмов, особо охраняемых зонах формирования месторождений подземных вод, влияющие на состояние вод, производятся по согласованию с местными органами власти и управления, органами по охране природы, сельского и водного хозяйства и другими органами в соответствии с законодательством.

Все работы, влияющие на состояние вод, проводятся в соответствии с требованиями настоящего Закона, на основе научно-обоснованных норм и правил, с учетом интересов сельского, рыбного, лесного, коммунального хозяйств.

Глава VI. Водопользователи и объекты водопользования

Статья 18. Водопользователи

Водопользователями могут быть предприятия, учреждения, организации всех форм собственности, фермерские и дехканские хозяйства, граждане

Республики Узбекистан, граждане других государств и лица без гражданства. В случаях, предусмотренных законодательством, водопользователями могут быть и иные организации и лица.

Статья 19. Объекты водопользования

В пользование предоставляются водные объекты (или их части, перечисленные в статье 4 настоящего Закона.

Статья 20. Частичное или полное запрещение использования водных объектов

Использование водных объектов, имеющих особое государственное значение либо особую научную или культурную ценность, может быть частично или полностью запрещено в порядке, устанавливаемом законодательством.

Глава VII. Виды водопользования

Статья 21. Виды водопользования, различающиеся по основному целевому назначению

Водные объекты предоставляются в пользование при соблюдении предусмотренных законом требований и условий для удовлетворения питьевых, бытовых, лечебных, курортных, рекреационных и иных нужд населения, сельскохозяйственных, промышленных, энергетических, транспортных, рыбохозяйственных и иных государственных или общественных надобностей.

Использование водных объектов для сброса сточных вод может допускаться лишь в случаях и при соблюдении специальных требований и условий, предусмотренных законодательством.

Водные объекты могут предоставляться в пользование одновременно для одной или нескольких целей.

Статья 22. Общее и специальное водопользование

Различается общее водопользование – осуществляемое без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод и специальное водопользование – осуществляемое с применением таких сооружений или устройств. К специальному водопользованию в отдельных случаях может быть также отнесено пользование водными объектами без применения сооружений или технических устройств, но оказывающее влияние на состояние вод.

Перечень видов общего и специального водопользования устанавливается органами сельского и водного хозяйства, по охране природы, санитарно-го надзора, геологии и минеральных ресурсов.

Статья 23. Совместное и обособленное водопользование

Водные объекты могут состоять в совместном или обособленном пользовании.

В совместном водопользовании могут состоять водные объекты, не предоставленные в обособленное пользование.

В обособленном пользовании состоят водные объекты, полностью или частично предоставленные на основании решения местных органов власти в пользование одному предприятию, организации, учреждению.

Статья 24. Первичное и вторичное водопользование

Предприятия, организации и учреждения, которым водные объекты предоставлены в обособленное пользование, являются первичными водопользователями и вправе разрешить другим предприятиям, организациям, учреждениям и гражданам вторичное водопользование по согласованию с органами сельского и водного хозяйства и охране природы.

В разрешении на вторичное водопользование указываются цель, для которой предоставляется водный объект и основные условия пользования им.

В необходимых случаях условия вторичного водопользования, взаимные права и обязанности сторон оформляются договором между первичным и вторичным водопользователями.

Первичный водопользователь несет ответственность за всю водохозяйственную деятельность вторичного водопользователя.

Вторичный водопользователь в случае присвоения или использования доли воды первичным водопользователем вправе предъявлять ему иск и потребовать компенсацию нанесенного ущерба.

Глава VIII. Порядок и условия предоставления водных объектов в пользование

Статья 25. Преимущественное предоставление водных объектов для нужд населения

Водные объекты предоставляются в пользование, прежде всего для удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения.

Статья 26. Порядок предоставления водных объектов в обособленное пользование

В обособленное пользование водные объекты предоставляются полностью или частично Кабинетом Министров Республики Узбекистан либо иным уполномоченным на то государственным органом в порядке, устанавливаемом законодательством.

Водные объекты предоставляются в обособленное пользование при обязательном оформлении разрешения на специальное водопользование.

Статья 27. Порядок выдачи разрешения на специальное водопользование

Специальное водопользование осуществляется на основании разрешений, выдаваемых органами Государственного комитета Республики Узбекистан по охране природы по предложениям Министерства сельского и водного

хозяйства Республики Узбекистан – из поверхностных источников и Государственного комитета Республики Узбекистан по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору и Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам – из подземных источников.

Порядок согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование устанавливается Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Статья 28. Осуществление общего водопользования

Общее водопользование осуществляется без разрешений и ограничений сроков в порядке, устанавливаемом настоящим Законом и другими законодательными актами.

Статья 29. Общее водопользование на водных объектах, предоставленных в обособленное пользование

На водных объектах, предоставленных в обособленное пользование, общее водопользование допускается на условиях, установленных первичным водопользователем по согласованию с органами сельского и водного хозяйства и по охране природы, а при необходимости может быть запрещено.

Статья 30. Лимитированное водопользование

Лимитированное водопользование устанавливается всем водопотребителям.

Лимиты водопотребления устанавливаются по административно-территориальному принципу, водным бассейны и конкретно по водопользователям, а в части подземных вод – по согласованию с органами по геологии и минеральным ресурсам и государственного горного надзора

Лимиты водопотребления устанавливаются органами сельского и водного хозяйства и являются обязательными к исполнению всеми водопользователями независимо от их ведомственной подчиненности.

Для содержания водной системы, обслуживающего персонала, сохранности и восстановления водных объектов наряду с лимитированным водопользованием вводится полное или частичное платное водопользование.

Условия и порядок введения полной или частичной платы за воду, лимитированного водопользования, а также контроля за его осуществлением устанавливаются Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Статья 31. Сроки пользования водными объектами

Водные объекты предоставляются в постоянное или временное пользование.

Постоянным признается водопользование без заранее установленного срока.

Временное водопользование может быть краткосрочным – до трех лет и долгосрочным – до двадцати лет.

Сроки временного пользования водными объектами могут быть по ходатайству заинтересованных водопользователей продлены государственными органами, принявшими решение о предоставлении водного объекта в обособленное пользование или выдавшими разрешение на специальное водопользование.

Глава IX. Права и обязанности водопользователей

Статья 32. Права водопользователей

Водопользователи имеют право:

- пользоваться водными объектами только в тех целях, для которых они предоставлены;
- строить сооружения, устройства и другие объекты для осуществления водопользования;
- проверять количество и качество предоставляемой воды;
- требовать компенсацию недополученной по договору воды за исключением случаев, предусмотренных законодательством;
- осуществлять другие действия по пользованию водными объектами, не запрещенные законом.

Статья 33. Ограничение прав водопользователей

Права водопользователей охраняются законом.

Нарушение права водопользователей подлежат восстановлению в порядке, предусмотриваемом законодательством.

Статья 34. Ограничение прав водопользователей

В случаях, предусмотренных законодательством, права водопользователей могут быть ограничены в целях охраны здоровья населения, в иных государственных интересах, а также в интересах других водопользователей. При этом не должны ухудшаться условия пользования водными объектами для питьевых и бытовых нужд населения.

Статья 35. Обязанности водопользователей по использованию водных объектов

Водопользователи обязаны:

- рационально использовать водные объекты, заботиться об экономном расходовании воды, восстановлении и улучшении качества вод, соблюдать установленные лимиты водопотребления;
- принимать меры к полному прекращению сброса в водные объекты сточных вод, содержащих загрязняющие вещества;
- не допускать нарушения прав, предоставленных другим водопользователям, а также нанесения ущерба хозяйственным и природным объектам (землям, лесам, животному миру, полезным ископаемым и другим);

- содержать в исправном состоянии водоохранные и другие водохозяйственные сооружения и технические устройства, улучшать их эксплуатационные качества, вести учет забираемой воды;

- своевременно вносить платежи за пользование водными ресурсами.

Глава X. Прекращение права водопользования

Статья 36. Основания прекращения права водопользования

Право водопользования предприятий, учреждений, организаций, фермерских, дехканских хозяйств и граждан подлежит прекращению в случаях;

- минования надобности в водопользовании или отказа от него;
- истечения срока водопользования;
- ликвидации предприятия, учреждения, организации, фермерского хозяйства, ликвидации или прекращения деятельности дехканского хозяйства;
- передачи водохозяйственных сооружений другим водопользователям;
- возникновения необходимости изъятия водных объектов из обособленного пользования.

Право водопользования предприятий, учреждений, организаций, фермерских, дехканских хозяйств и граждан (кроме права пользования водами для питьевых и бытовых нужд) может быть прекращено также в случае нарушения правил пользования водами и их охраны либо использования водного объекта не в соответствии с той целью, для которой он предоставлен, при неуплате платежей за воду.

Законодательством могут быть предусмотрены и другие основания прекращения права водопользования предприятий, учреждений, организаций, фермерских, дехканских хозяйств и граждан.

Статья 37. Порядок прекращения права водопользования

Право водопользования прекращается путем:

- аннулирования разрешения на специальное, а также вторичное водопользование;
- изъятия водных объектов, предоставленных в обособленное пользование.

Прекращение специального водопользования осуществляется по решению органа, выдавшего разрешение на него.

Вторичное водопользование может быть прекращено по решению первичного водопользователя, согласованному с органами водного хозяйства и по охране природы.

Статья 38. Изъятие водных объектов из обособленного водопользования

Изъятие водных объектов из обособленного пользования производится в порядке, устанавливаемом законодательством.

Глава XIV. Пользование водными объектами для нужд гидроэнергетики

Статья 59. Пользование водными объектами для нужд гидроэнергетики

Пользование водными объектами для нужд гидроэнергетики осуществляется с учетом интересов других отраслей народного хозяйства, а также с соблюдением требований комплексного использования вод, если иное не предусмотрено Кабинетом Министров Республики Узбекистан, а в соответствующих случаях – решением органов сельского и водного хозяйства и по охране природы.

Водные объекты, предоставленные для нужд гидроэнергетики, в зависимости от природных условий, хозяйственных и иных потребностей используются и для других нужд.

Гидроэнергетические предприятия обязаны:

- соблюдать установленный правилами эксплуатации режим наполнения и сброски водохранилищ, попусков из них и колебаний уровня воды в верхнем и нижнем бьефах;
- обеспечивать санитарные и природоохранные попуски.

Глава XV. Пользование водными объектами для нужд рыбного хозяйства

Статья 60. Ограничение водопользования на рыбохозяйственных водоемах в интересах рыбного хозяйства

На рыбохозяйственных водоемах или их отдельных участках, имеющих особо важное значение для сохранения и воспроизводства видов рыб и других объектов водного промысла, права водопользователей могут быть ограничены в интересах рыбного хозяйства.

Перечень таких водоемов или их участков и виды ограничений водопользования определяются органами по охране природы и сельского и водного хозяйства и утверждается Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Статья 61. Мероприятия по охране и воспроизводству рыбных запасов

При эксплуатации гидротехнических и других сооружений на рыбохозяйственных водоемах должны своевременно осуществляться мероприятия, обеспечивающие сохранение рыбных запасов и условия для их воспроизводства.

В местах нереста и зимовальных ям на рыбохозяйственных водоемах не допускается сбрасывания грунта и проведение других работ, отрицательно влияющих на состояние рыбных запасов условия их воспроизводства.

Забор воды из рыбохозяйственных водоемов для промышленных целей, орошения и других нужд может производиться только при условии установки по согласованию с органами по охране природы специальных приспособле-

ний, исключаящих возможность попадания рыбы в водозаборные сооружения.

Статья 62. Обязанности предприятий и организаций, пользующихся рыбохозяйственными водоемами.

Предприятия и организации, которым предоставлены в пользование рыбохозяйственные водоемы или промысловые участки, обязаны обеспечивать условия для воспроизводства рыбных запасов, производить необходимые мелиоративные работы, а также содержать в надлежащем санитарном состоянии береговые участки в местах расположения этих предприятий и организаций.

Статья 63. Порядок пользования водными объектами для нужд рыбного хозяйства

Порядок пользования водными объектами для нужд рыбного хозяйства устанавливается законодательством.

Статья 64. Пользование водными объектами для спортивного и любительского рыболовства

Спортивный и любительский лов рыбы разрешается на водных объектах, за исключением рыбохозяйственных водоемов и водных объектов, объявленных заповедниками в установленном порядке. Для указанных целей органы по охране природы по согласованию с местными органами власти и управления могут выделять водные объекты или их отдельные участки.

Спортивный и любительский лов рыбы на водных объектах, предоставленных добровольным спортивным обществом, производится по их разрешениям.

Глава XVI. Пользование водными объектами для нужд охотничьего хозяйства

Статья 65. Преимущественные права охотничьих организаций по водопользованию

На реках, озерах и других водных объектах, являющихся местами обитания диких водоплавающих птиц и ценных пушных зверей (бобров, ондатр, выхухолей, нутрий и других), органами по охране природы и сельского и водного хозяйства могут быть предоставлены преимущественные права водопользования предприятиям и организациям охотничьего хозяйства с учетом требований комплексного использования вод.

Статья 66. Порядок пользования водными объектами для нужд охотничьего хозяйства

Порядок пользования водными объектами для нужд охотничьего хозяйства устанавливается законодательством.

Статья 75. Порядок и условия пользования водными объектами для сброса сточных вод

Порядок и условия пользования водными объектами для сброса сточных вод устанавливаются законодательством.

Глава XX. Пользование водными объектами для противопожарных нужд и иных государственных и общественных надобностей

Статья 76. Пользование водными объектами для противопожарных нужд.

Забор воды для противопожарных нужд допускается из любых водных объектов.

Статья 77. Порядок пользования водными объектами для противопожарных нужд и иных государственных и общественных надобностей

Порядок пользования водными объектами для противопожарных нужд и иных государственных и общественных надобностей устанавливается Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Глава XXI. Эксплуатация водохранилищ, гидроузлов и других сооружений

Статья 78. Режим наполнения и сработки водохранилищ

Предприятия, организации и учреждения, эксплуатирующие водоподпорные, водопропускные и водозаборные сооружения на водохранилищах, обязаны соблюдать режим наполнения и сработки водохранилищ, установленный с учетом интересов водопользователей, земледельцев и землепользователей, находящихся в зонах влияния водохранилищ.

Водохранилища создаются в целях регулирования поверхностного стока для удовлетворения потребности различных водопользователей в воде.

Режим наполнения и сработки водохранилищ, колебания уровня воды, ее пропуск через гидроузел, беспрепятственный и безопасный пропуск судов, а также пропуск рыб к нерестилищам определяются правилами эксплуатации водохранилищ.

Статья 79. Порядок эксплуатации водохранилищ

Порядок эксплуатации водохранилищ определяется правилами, утвержденными Министерством сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан для каждого водохранилища, каскада или системы водохранилищ по согласованию с Государственным комитетом Республики Узбекистан по охране природы и другими заинтересованными органами.

Статья 80. Организация и координация мероприятий, обеспечивающих надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ

Организация и координация мероприятий, обеспечивающих надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ, а также контроль за соблюдением правил их эксплуатации, осуществляются органами сельского и водного хозяйства.

Статья 81. Эксплуатация озер и других водоёмов, используемых в качестве водохранилищ

Положения статей 78,79 и 80 настоящего Закона распространяются также на эксплуатацию озер и других водоёмов, используемых в качестве водохранилищ.

Статья 82. Порядок эксплуатации гидроузлов и других гидротехнических сооружений

Гидроузлы и другие гидротехнические сооружения на реках, саях, магистральных и межхозяйственных каналах и коллекторах являются государственными водными объектами и эксплуатируются органами сельского и водного хозяйства в соответствии с правилами, разработанными при проектировании этих сооружений.

Гидротехнические сооружения на внутрихозяйственной гидромелиоративной сети, включая оросительные каналы и коллекторно-дренажную сеть, эксплуатируются водопользователями по принадлежности.

Органы сельского и водного хозяйства могут принять внутрихозяйственную сеть и сооружения на ней на техническое обслуживание по договорам с водопользователями.

Глава XXII. Межгосударственное водопользование в бассейне Аральского моря.

Статья 83. Регулирование пользования водными объектами, расположенными на территории Республики Узбекистан и других государств в бассейне Аральского моря

Регулирование пользования межгосударственными водными объектами (рек Амударьи, Сырдарьи, Зарафшана, Аральского моря и других), расположенными на территории Республики Узбекистан и других государств, в бассейне Аральского моря осуществляется в соответствии с межгосударственными договорами и соглашениями.

1.3. Общие вопросы безопасности гидротехнических сооружений

Среди характеристик безопасности объектов различаются показатели состояния и критерии безопасности, определяющие в конечном итоге три подхода к решению задачи безопасности гидротехнических сооружений. Первый базируется на анализе состояний гидротехнических сооружений. При

втором подходе используется метод предельных состояний, положенный в основу действующих норм проектирования. При третьем осуществляется вероятностная оценка показателей безопасности объекта как вероятностей реализации соответствующих событий и состояний в зависимости от установленных критериев безопасности объекта.

Уже в период проектирования гидротехнических сооружений необходимо предусмотреть выполнение мероприятий, которые бы обеспечили безопасность и надежность сооружений в период строительства и эксплуатации.

Разберем понятия некоторых терминов в области надежности и безопасности гидротехнических объектов.

Надежность - это свойства сооружения, которое характеризует его способность выполнять требуемые функции при установленных режимах и условиях их эксплуатации в течение заданного периода времени.

Безопасность сооружения - способность его выполнять требуемые функции при заданных условиях в течение заданного интервала времени.

Долговечность - способность сооружения не достигать предельного состояния при заданных условиях в течение срока службы.

Ремонтопригодность - приспособленность сооружения к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем проведения техобслуживания и ремонта.

Неисправность - это состояние, при котором сооружение не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической, проектной и эксплуатационной документации.

Под аварией понимается опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории угрозу жизни и здоровью людей, приводящее к разрушению зданий других сооружений, а также нанесение ущерба окружающей природной среде.

Отказ-событие, заключающееся в утрате объектом работоспособности, то есть способности выполнять требуемые функции.

Гидротехнические объекты- гидроузлы гидротехнических сооружений, их конструкции, основания и оборудование - относятся к числу наиболее распространенных среди сложных и ответственных экономических, экологических и социальных точек зрения инженерных объектов обеспечению их исправной и безопасной работы во всем мире уделяется особое внимание.

Предельное состояние - состояние, определяющее исчерпание ресурса гидротехнического сооружения, при котором дальнейшее применение объекта по назначению не допускается или нецелесообразно.

Критическое состояние - состояние, которое может инициировать неприемлемые последствия вплоть до возникновения аварий.

Требуемая безопасность гидротехнических сооружений обеспечивается выполнением ряда условий, определяемым критерием безопасности по всем регламентированным нормами предельным состояниям для каждого конкретного случая. В качестве критериев безопасности выбираются соответствующим образом подобранные условия, характеризующие прочность, устойчивость, водонепроницаемость и другие свойства, органически связанные с ра-

ботоспособностью и исправностью гидротехнических сооружений, а также задаваемые режимы и условия эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, вывода объектов из эксплуатации при отказах, экологические нормы и требования техники безопасности.

1.4. Аварии и нарушения гидротехнических сооружений

Масштабное гидротехническое строительство связано с возведением и эксплуатацией крупных гидротехнических сооружений, которые могут не только существенно изменять условия существования экосистем и физико-географические характеристики целых регионов, но и представлять потенциальную опасность возникновения крупных аварий и техногенных чрезвычайных ситуаций в результате отказов и неисправностей.

В истории гидротехнического строительства зафиксированы многочисленные случаи аварий некоторые, из которых привели к многочисленным жертвам, серьезным экономическим, экологическим и социальным потерям, убыткам и ущербам. (Таблица №1)

Примеры катастрофических аварий на плотинах.

Таблица №1

Плотина страна	Тип/выс ота, (м)	Год аварии	Основные причины аварии	Количес тво жертв
Дейл Дайк (Англия)	Г/29,0	1864	Перелив воды через гребень, наводнение.	238
Саус Форк (США)	Г/21,5	1889	Перелив воды через гребень, наводнение.	2500
Аустин (США)	БГ/15,2	1911	Сдвиг по основанию.	100
Глено (Италия)	К/52,0	1923	Сдвиг по основанию.	500
Сент Френсис (США)	БГ/62,6	1928	Химическая суффозия.	400
Мильпассе (Франция)	А/66,0	1959	Сдвиг берегового примыкания.	421
Оруш (Бразилия)	Г/54,0	1960	Перелив воды через гребень, отказ водосброса.	1000
Вайонт (Италия)	А/262	1963	Перелив воды через гребень, оползень в водохранилище.	2600
Семпор (Индонезия)	Г/54,0	1967	Перелив воды через гребень, отказ водосброса.	200
Буфало Крик (США)	Г/32,0	1972	Перелив воды через гребень, наводнение.	125
Титон (США)	Г/93,0	1976	Контактная суффозия, грубые ошибки проекта.	11
Мачху-г (Индия)	Г/26,0	1979	Перелив воды через гребень, отказ затворов водосброса.	2000

Анализу причин аварий и нарушений гидротехнических сооружений уделяется значительное внимание, как в нашей стране, так и за рубежом.

1.5. Причины и роль социально-экологического фактора при авариях гидротехнических сооружений.

Среди непосредственных причин аварий гидротехнических сооружений выделяется следующее:

- потери устойчивости гидротехнических сооружений из-за деформации сооружения, конструктивных элементов и основания;
- потери прочности сооружений из-за накопления повреждений и износа конструкций, а также конструктивных элементов и оснований;
- недостаточная пропускная способность водопропускных сооружений и переливы воды через гребень плотин;
- особые причины, такие как диверсии, военные действия, ошибки управления и т. п.

Под социально-экологическими нарушениями на гидротехнических объектах понимаются любые неблагоприятные изменения природных, экологических или социальных условий проживания людей, оказывающие влияние на биологические или социально-экономические особенности человека его способности к адаптации в ситуации, связанной как с реальной, так и мнимой угрозой его жизни и здоровью.

Среди социально-экологических нарушений, связанных со строительством и эксплуатацией гидротехнических объектов, которые могут привести катастрофическим последствиям, выделяются:

- наводнения и затопления территорий;
- подтопление территорий;
- размыв берегов;
- появление опасных для здоровья людей организмов;
- эрозия и деградация земель;
- неисправность гидротехнических сооружений.

Непосредственными причинами реализации социально-экологических нарушений на гидротехнических объектах могут быть:

- аварии на гидротехнических сооружениях;
- отказы и неисправности гидротехнических сооружений;
- непроектные режимы эксплуатации гидротехнических сооружений;
- неблагоприятные сочетания режимов эксплуатации гидротехнических сооружений и факторов окружающей среды

Исходные причины аварий и социально-экологические нарушения на гидротехнических объектах чрезвычайно разнообразны, выбрать из них выливающие для конкретного случая аварии или нарушения очень сложно. Чаще всего аварии и нарушения на гидротехнических объектах вызываются неблагоприятными условиями, которые условно можно разделить на четыре основные группы:

- экстраординарные (стихийные, особые) к ним относятся катастрофические наводнения, землетрясения, ураганы, ливни, горные обвалы или

оползни, заторы и зажоры, прорыв вышерасположенных подпорных сооружений;

- потенциально опасные сочетания расчетных природных или эксплуатационных нагрузок и воздействий, часто длительные к ним относятся неисправности гидротехнических сооружений, изменение условия эксплуатации, повреждения гидротехнических сооружений и отдельных их конструктивных элементов;

- недостаточная прочность, устойчивость и долговечность сооружений, конструкций, оснований и их элементов, в том числе из-за ухудшения физико-механических свойств материалов и грунтов во времени (старение материалов);

- различные роды причины, имеющие субъективный характер происхождения: недостаточное научное обоснование проекта, некачественное выполнение работ, отсутствие своевременного ремонта, несоблюдение правил эксплуатации.

Одной из объективных причин, которая может способствовать возникновению аварий и различных нарушений на современных гидротехнических объектах, является то, что объекты приходится возводить в менее благоприятных условиях, чем раньше: в сейсмически активных зонах сложного инженерно-геологического строения оснований, на слабо изученных геологических отношениях реках, на территориях подверженных сильному антропогенному процессу.

Вопросы.

1. Когда был принят закон «О безопасности гидротехнических сооружений»?
2. Сколько глав в законе?
3. Какие сооружения по закону относятся к гидротехническим?
4. Что такое безопасность гидротехнических сооружений?
5. Что такое надежность гидротехнических сооружений?
6. Что такое эксплуатационные организации?
7. Что такое чрезвычайные ситуации?
8. Что такое критерии безопасности?
9. Что такое допустимый уровень риска аварий гидротехнических сооружений?
10. Какие аварии и нарушения гидротехнических сооружений ты знаешь?
11. Причины аварий гидротехнических сооружений?
12. Какая роль социально-экологического фактора при авариях гидротехнических сооружений?

ГЛАВА 2. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Общая классификация факторов, определяющих безопасность гидротехнических сооружений

Фактором в природопользовании относятся любые (абиотические, биотические, антропогенные) воздействия условия или обстоятельства оказывающие влияние на процессы использования природных ресурсов. Решения в рамках гидротехнического природопользования применяются на основе анализа всего комплекса факторов в природопользовании: оказывающие влияние на природные и экологические ресурсы; воздействующие на гидротехнические объекты как на объект природопользования; воздействующего на человека как на объект природопользования.

В процессе выбора решений факторы в природопользовании трансформируются в социально-экологические и социально-экономические последствия реализации проекта.

Качественные и количественные изменения в окружающей природной и социально-экономической среде их можно разделить на две большие группы:

- положительные эффекты реализации проекта, экономические выгоды и преимущества благоприятные изменения, способствующие улучшению эколого-социальной обстановки и условий жизни человека;

- опасности строительства и эксплуатации объекта и связанные с ними различного рода ущерба и неблагоприятного изменения для экосистем и социумов, ведущие в этом к ухудшению условий жизни человека.

Необходимость обеспечения требуемой надежности и безопасности гидротехнического сооружения значительной мере определяют ситуацию выбора решений.

Среди определенных факторов на первый план выдвигаются факторы, формирующие условия функционирования и способы применения объекта, то есть факторы, от которых прямо или косвенно зависит его качество, направленных на реализацию заданных требований по безопасности.

Факторы, определяющие безопасность гидротехнических сооружений, можно разделить на три группы:

- природные факторы;
- техногенные факторы;
- факторы, характеризующие различного рода ограничения по природопользованию (техничко-экономические, социальные, экологические и эстетические).

Среди природных факторов воздействующих на гидротехнические сооружения можно выделить следующее:

- гидрологический режим реки;
- сейсмичность района;
- инженерно-геологические, гидрогеологические особенности створа сооружения, зоны водохранилища, оснований;

- природная вариабельность и изменчивость во времени и пространстве показателей физико-механических свойств, грунтов и пород оснований;

- климатические воздействия (температуры и влажность воздуха, температура воды, ветер, осадки);

- обвально-оползневая опасность;

- опасность заторов и зажоров;

- химическая опасность;

- биологическая опасность;

- изменчивость во времени и в пространстве параметров нагрузок от природных воздействий: ускорений колебаний, скоростей, напоров, градиента напора, давлений, пульсаций, пульсаций давлений напряжений.

Техногенные факторы в свою очередь разделяются на:

- проектно-технологические;

- строительно-технологические;

- эксплуатационно-технологические факторы.

Среди проектно-технологических факторов для ГТО ведущими являются конструктивные особенности сооружений, их параметры и структура, а также ошибки, допущенные при изысканиях, проектировании и реконструировании. Важное значение здесь могут иметь свойства материалов и грунтов, а также проектные и конструктивные решения, направленные на резервирование надежности и безопасности ГТО путем устройства различного рода сопряжений, переходных зон и фильтров, зубьев, бетонных подушек, цементации, облицовок, покрытий, креплений, противofильтрационных и дренажных завес; путем применения технологического армирования и др. Особым проектно-технологическим фактором качества современных ГТО является устройство контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и внедрение систем оперативной обработки контрольной и диагностической информации.

К строительно-технологическим факторам относятся:

- нагрузки и воздействия строительного периода: поровое давление, температурно-усадочные нагрузки, нагрузки от строительных механизмов, давление цементации и др.;

- дефекты производства работ, определяемые технологией строительства: наличие недоуплотненных зон, зон сегрегации грунтов, технологической шероховатости поверхностей водопроводящих трактов (выступов, каверн, наплывов бетона) и др.;

- вариабельность и изменчивость в пространстве и во времени показателей физико-механических свойств материалов и грунтов конструкций, определяемые технологией строительства;

- информационная ценность данных авторского контроля за качеством выполнения строительно-монтажных работ;

- особые техногенные воздействия: взрывы при производстве работ, подрезка склонов и т.п.;

- работоспособность временных сооружений (строительного периода) – строительных водосбросов, механического оборудования (МО) и др.

К эксплуатационно-технологическим факторам относятся:

- аккумуляция наносов и загрязнений в водохранилище;
- эвтрофикация водохранилища;
- фильтрация через тело сооружений, ложе и борта водохранилища;
- регулирование стока;
- кавитационная опасность;
- абразивная опасность;
- размывы берегов и оснований сооружений в верхнем и нижнем бьефах;
- изменение уровенного режима в нижнем бьефе вследствие трансформации русла;
 - повреждение элементов конструкций (облицовок, креплений и т.п.) в результате эксплуатационных, природных, антропогенных и др. воздействий;
 - особые эксплуатационные воздействия, среди которых сбросы экстремальных расходов воды и наносов из водохранилища и др.;
 - работоспособность постоянных сооружений и объектов, выполняющих особые функции (водосбросных сооружений, МО, противофильтрационных и дренажных устройств и пр.);
 - обеспеченность объекта внешними материально-техническими ресурсами, которые необходимы для обеспечения его нормального функционирования (техническими – подводом электропитания к подземным механизмам затворов и др., экономическими – средствами на профилактику и ремонтно-восстановительные работы, социальными – персоналом), и объектами, обеспечивающими работы ГТО (линиями электропередач, средствами связи, транспортными коммуникациями и др.);
 - характер возможных эксплуатационных отказов и аварий на ГТО; резервы времени на предотвращение аварий; динамика протекания аварийных процессов;
 - вероятные объемы ремонтных и восстановительных работ; резервы времени на ремонт и восстановление;
 - надежность КИА и систем автоматического управления;
 - квалификация инженерно-технического персонала;
 - способы использования ГТО, среди которых выделяется возможность многофункционального применения и перераспределения функциональных заданий между различными структурными единицами объекта.

2.2. Природные факторы

Гидрологический режим реки во многих отношениях является наиболее важным из определяющих природных факторов для надежности безопасности гидротехнического объекта. С ним могут быть связаны два характерных вида гидрологических опасностей вызываемых:

- избыточным стоком реки в результате паводков и половодий;
- недостаточным стоком в периоды межени.

Явление избыточного стока представляет собой основной фактор природного риска для гидротехнического объекта в период его строительства и затем при его эксплуатации. Так среди непосредственных причин разрушение

групповых гидросооружений особо выделяются переливы воды через гребень вследствие недостаточной пропускной способности водосбросов (до 33% случаев); при этом свыше 80% таких аварий произошли при строительстве из-за отказов строительных водосбросов, главным образом, вследствие повышения действительными расходами воды. В зависимости от размеров паводка урон, нанесенный строительству, может варьировать весьма широко; от повреждения до полного разрушения недостроенных сооружений и оборудования и даже человеческих жертв. Во время постоянной эксплуатации избыточный сток является меньшей проблемой, поскольку существенно меньшей обеспеченности, чем при строительстве. Однако, при достаточно редких гидрологических событиях – паводках с расходами воды, превышающим проектные значения, возможны катастрофические последствия для гидротехнического объекта (ГТС) и нижнего бьефа, применения существенного ущерба сооружением, а также инфраструктуре района, расположенного ниже по течению. Среди причин аварий грунтовых плотин во время так называемой нормальной эксплуатации выделяется перелив воды через гребень (около 60% случаев).

Низкий приток, в отличие от максимального стока, обычно захватывает длительный период времени, в большинстве случаев, чтобы создать серьезные проблемы, такая ситуация должна иметь место на протяжении нескольких лет подряд в течение наполнения водохранилища и начала постоянной эксплуатации. Недостаточный сток может препятствовать возвращению кредита, взятого на строительство объекта, либо вызвать необходимость оплачивать дополнительные издержки из-за неспособности производить энергию или же подавать воду в необходимых объемах.

Сейсмическая опасность для гидротехнического объекта обычно принимается во внимание в случае возможных землетрясений интенсивностью 7 баллов и выше и характеризуется редкой повторяемостью воздействий значительной разрушительной силы. Как правило, современные гидросооружения обладают достаточной сейсмостойкостью. Аварии на грунтовых гидротехнических объектах, связанные с землетрясениями, зафиксированы в 4% случаев; бетонных – еще реже. Однако при сильных землетрясениях весьма вероятны комбинированные отрицательные эффекты, снижающие надежность и безопасность гидротехнического объекта, связанные не только с непосредственными динамическими нагрузками на основания, конструкции, оборудование, но и с нарушениями электроснабжения, связи, потерь управления, ошибками персонала в принятии решения в экстремальных ситуациях и т.д. Сильное землетрясение может также спровоцировать обвално-оползневые явления с непредсказуемыми последствиями в верхнем и нижнем бьефах.

Инженерно-геологические и гидрологические особенности створа сооружений, зоны водохранилища, оснований определяются наличием и расположением растворимых пород, тектонических разломов, трещин, вечной мерзлоты, карста, ослабленных зон, областей анизотропии и т. п. В некоторых случаях наличие того или иного дефекта определяло решение по переносу створа сооружений в другое место. В целом основания играют важнейшую

роль в обеспечении надежности и безопасности гидротехнического объекта, особенно гидросооружений из бетона. По разным оценкам из-за нарушений в основаниях произошло около 38% всех разрушений бетонных плотин. Свыше половины из них связывают с увеличением проницаемости пород; треть - со сдвигом по ослабленной зоне; 10% - с неоднородной деформируемостью оснований. Часто дефекты в основаниях являются причиной повреждений и в теле сооружений. Около 22% аварий бетонных плотин, связанных с нарушениями в основаниях, были вызваны неоднородной их деформируемостью при совместной работе сооружения и основания под гидростатической нагрузкой. При этом отмечалось трещинообразование со стороны напорной грани сооружений, а также появление новых трещин в основаниях, развитие которых иногда приводило к разрыву цементационных завес и росту противодавления. В 4% всех аварий, связанных с основаниями, сооружения теряли устойчивость на сдвиг из-за слабости скалы, сложенной сильнотрещиноватыми перетертыми породами с глинистым заполнителем трещин.

Значительную опасность для гидротехнического объекта (ГТС) представляет наличие карста. Кроме непосредственных угроз гидросооружениям, карст приводит к обильным потерям на фильтрацию из водохранилища, иногда вплоть до невозможности полного его заполнения. Карстообразование может также потребовать проведения дорогостоящих противофильтрационных мероприятий.

Природная вариабельность и изменчивость во времени и пространстве в разной степени свойственна всем показателям физико-механических характеристик грунтов и пород оснований: прочностным, деформационным, фильтрационным и др. Она устанавливается в ходе полевых и лабораторных исследований грунтов и в значительной мере определяет конструктивные решения по гидротехническим сооружениям и их геометрическим параметрам.

Среди климатических воздействий на гидротехнический объект (ГТС) выделяются: осадки, инсоляция. Климатические воздействия являются характерной причиной повреждения бетонных гидротехнических сооружений.

Среди таких повреждений выделяется трещинообразование в результате температурных воздействий. Температурные трещины могут представлять серьезную опасность для работы бетонных конструкций, особенно тонкостенных, из-за усиления фильтрации через них. В районах с суровым климатом наблюдаются частые повреждения бетонных плотин в результате промораживания бетона и его отслаивания с оголением арматуры в зоне колебания уровня воды. Прирост поврежденной поверхности бетона при этом происходит скачкообразно с интервалом в 3-5 лет. Выветривание бетона в результате процессов замораживания/оттаивания и других климатических факторов является одной из характерных причин старения поверхностей водобросных трактов.

При сильных осадках либо резком увеличении температур воздуха с обильным таянием снега возможна интенсификация обвально-оползневых явлений и поверхностной эрозии на склонах водохранилищ.

Значительную опасность в верхних бьефах представляют ветровые волны. Несмотря на то, что волновые воздействия не относятся к ведущим причинам аварий на современных гидротехнических объектах (ГТС), совместно с ледовыми явлениями они представляют одну из основных причин переработки берегов и повреждений креплений верховых откосов грунтовых подпорных сооружений. При этом часто нарушаются условия нормального использования водохранилища и его береговой линии для рекреационных и других нужд, растут угрозы нарушения локальной устойчивости берегов, которые могут инициировать даже большие социальные риски, чем те, которые связаны с крупными обвално-оползневыми участками.

Обвално-оползневая опасность нередко присутствует в горных районах и может привести к возникновению аварии в результате сползания либо обрушения в водохранилище масс грунта, снега, льда и образования волны вытеснения. Завалы в водохранилище, вызванные крупными обвалами и оползнями, могут помешать нормальной работе водохранилища вплоть до резкого переполнения водохранилища с опасными последствиями для плотины. При переливе воды через гребень плотины последствия могут быть самыми катастрофическими - с разрушением плотины и гибелью людей в нижнем бьефе.

Как правило, крупные оползни и обвалы в водохранилища трудно предотвратить. Однако очень важно контролировать процесс подвижек, для чего создают систему предупреждения об опасности на случай его развития.

При заторно-зажорных явлениях, как в верхних, так и в нижних бьефах могут наблюдаться весьма опасные наводнения.

Биологические воздействия, связанные с жизнедеятельностью некоторых организмов, для современных гидротехнических объектов (ГТС) не являются серьезной опасностью, но для небольших и в особенности для давно построенных объектов могут проявляться самым неожиданным образом.

Химическая опасность для гидротехнического объекта (ГТС) проявляется в двух основных аспектах:

- агрессивности водной среды по отношению к материалам конструкций гидротехнического объекта (ГТС), вызывающей выщелачивание бетона, коррозию металла и пр.;

- опасности выщелачивания и растворения горных пород и образования карста.

Вариабельность и изменчивость во времени и пространстве параметров нагрузок: ускорений сейсмических колебаний, скоростей течений, напоров, градиентов напора, давлений, пульсаций давлений, напряжений и др. во многих случаях превышают вариабельность и изменчивость показателей свойств материалов и грунтов, но не всегда должным образом учитываются, что приводит либо к перестраховкам, либо к недоучету ролей той или иной нагрузки.

2.3. Проектно-технологические факторы

Роль конструктивных особенностей гидротехнических объектов и их структуры в обеспечении надежности и безопасности наиболее полно выяв-

ляется при структурно-логическом моделировании работоспособности объектов как систем.

Структурно-логическое моделирование работоспособности гидротехнических сооружений как системы. На рисунке 1 приводится пример структурно-логического моделирования надежности конструкции грунтовой плотины как системы, в основу которого положен принцип последовательно-параллельного соединения расчетных элементов. На модели последовательно соединены относительно обособленные структурные единицы (подсистемы): I-тело плотины, II-сопряжения и III-основание; отдельные элементы подсистем, отказ любого из которых ведет к отказу конструкции плотины в целом. Параллельно - элементы, резервирующие надежность плотины.

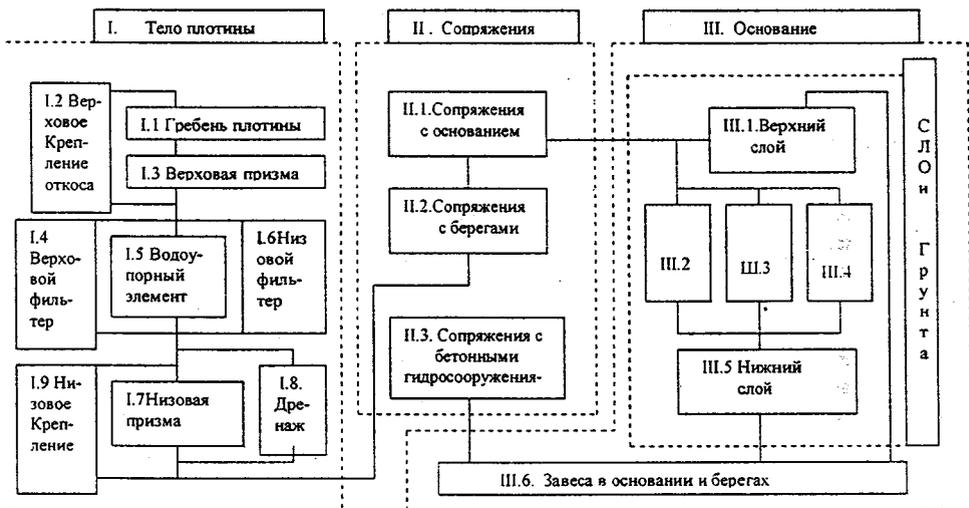


Рис.1- Пример структурно-логического моделирования работоспособности конструкции грунтовой плотины, расположенной на слоистом аллювиальном основании.

Пунктирными линиями на схеме выделены случаи неполной структурной избыточности надежности конструкции плотины, организованные путем устройства переходных зон и фильтров, креплений откосов, дренажных устройств и др. Длинным пунктиром очерчены границы подсистем.

Гидротехнические объекты представляют собой системы, в которых широко используется избыточность (резервирование надежности) – дополнительные элементы, средства и возможности сверх минимально необходимых для выполнения системой заданных функций. Однако в большинстве случаев элементы возможности гидротехнических объектов как систем не дублируются. Для описания работоспособности таких систем с учетом запасов по прочности, устойчивости, долговечности, надежности, живучести используется понятие **неполного резервирования**.

Неполное резервирование надежности гидротехнических сооружений. Особенностью неполного резервирования является возможность отказа

системы и при надежной работе дополнительного элемента. Кроме того, отказ элемента, частично резервирующего надежность, может вызвать нарушение работоспособности основного элемента. Например, обрушение низового откоса грунтовой плотины возможно и при нормально работающем дренаже, несмотря на резервирующие способности для устойчивости откоса последнего. В то же время отказ дренажа, несомненно, ухудшит условия работы низовой призмы плотины.

Полное резервирование на гидротехнические объекты встречаются весьма редко, хотя и может иметь место, например, в многослойных защитных облицовках, каждый слой которых сам по себе способен выполнить функцию облицовки. Наиболее часто на гидротехнических объектах встречается неполное структурное резервирование, направленное на повышение несущей способности и долговечности сооружений, конструкций, оснований, оборудования. Для этого предусматривается устройство понуров, фильтров, переходных зон, зубьев, защитных покрытий и креплений, дренажных и противофильтрационных завес, балок жесткости, систем аэрации и гасителей энергии (на водосбросах) и т. д. Иногда неполное резервирование определяется условиями строительства и эксплуатации гидротехнических объектов и их оснований: слоистостью оснований, наличием подготовок (бетонных подушек, укрепительной и площадной цементации), устройством технологического армирования и т. п. Сравнительно реже используется функциональное резервирование, обычно совместно с другими видами резервирования: структурным, информационным и временным. Иногда имеет место сочетание неполного структурного и функционального резервирования.

Таким образом например, резервируется пропускная способность водосбросного фронта при помощи дополнительных водосбросных сооружений. Если предполагается срезка максимальных расходов за счет аккумуляции паводка водохранилищем, то для обеспечения надежности водосбросного фронта существенную роль может сыграть информационное и временное резервирование.

Специфические виды не полного резервирования надежности гидротехнических сооружений. Применительно к задачам надежности гидротехнических объектов возможны и некоторые специфические виды неполного резервирования. Например, особенностью гидротехнического объекта является неравная ценность отказов различных единиц. Поэтому можно придать *приоритет* факту нарушения работоспособности более важного элемента или же возможности более тяжелого отказа, особенно при анализе надежности гидротехнического объекта до первого отказа. Даже если резерв времени на восстановление после отказа (например, ввиду особой ответственности объекта) во внимание не принимать, учет приоритета позволяет выявить резервы надежности системы в целом.

Кроме вышеуказанных форм резервирования важное значение для надежности и безопасности гидротехнических объектов могут иметь:

- временное резервирование работоспособности повреждаемых и восстанавливаемых элементов конструкций;

- информационное резервирование надежности гидротехнических объектов, одним из важнейших элементов которого является КИА и системы оперативной обработки контрольной и диагностической информации о состоянии объектов.

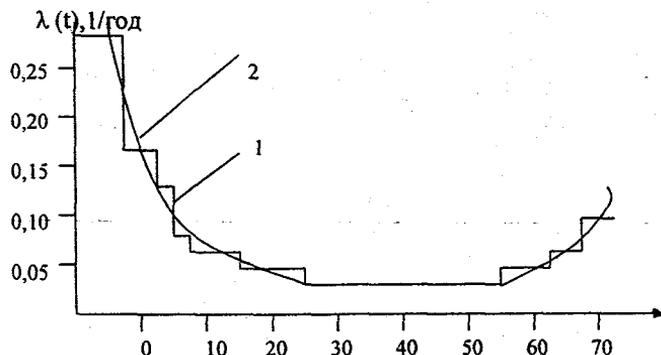
Логическое моделирование надежности указывает и на то, что особое внимание следует уделять тем элементам конструкции плотины, с помощью которых происходит соединение подсистем (по надежности) в систему. Характерно, что отказ таких «общих» элементов отдельных подсистем при анализе надежности и безопасности гидротехнических объектов является особенно важным, так как последние представляют собой своего рода «слабые» места объектов. В приведенном на рис. 3.1 случае это различные сопрягающие устройства (с основанием, берегами, берегами сооружениями) и противофильтрационная завеса в основании.

Среди других проектно-технологических факторов, которые определяют надежность и безопасность гидротехнических объектов наряду с проектными и конструктивными решениями, выделяются различного рода ошибки и просчеты, допущенные на стадиях изысканий, научного обоснования, проекта и конструирования: проектные дефекты конструкций, неудачные решения, недостаточный учет свойств основания и пр.

2.4. Строительно-технологические факторы

Надежность и безопасность гидротехнических объектов, как интегральные свойства, закладываются на стадии проектирования, обеспечиваются при строительстве и поддерживаются при эксплуатации.

Особенности строительного периода для безопасности гидротехнических сооружений. Строительный период является наиболее сложным для обеспечения надежности и безопасности гидротехнических объектов. С ним связана большая часть аварий на объектах (рис. 2, таблица 2), в том числе и с катастрофическими последствиями. Строительство объекта и первые годы эксплуатации (наполнение водохранилища часто происходит при недостроенном сооружении) - это периоды существования объекта, когда происходит перераспределение усилий в конструкциях и основаниях, рассеивается поровое давление в глинистых грунтах, набирает прочность бетон, проявляется либо «приработки» дефекты производства работ. Этот этап иногда называют «приработкой». Продолжительность этапа «приработки» может составлять десятилетия в зависимости от длительности строительства, наполнения водохранилища, особенностей сооружений, оснований и других факторов, определяющих процессы вписывания гидротехнических объектов в окружающую среду.



Строительство, ввод в эксплуатацию	Первые годы эксплуатации («приработка»)	«Нормальная» эксплуатация	Переход в предельное состояние
------------------------------------	---	---------------------------	--------------------------------

Рис. 2 — Эмпирическая зависимость (1) и аппроксимирующая кривая (2) осредненной интенсивности повреждений земляных плотин от времени.

Среднестатистические частоты разрушений плотин высотой 15 м и выше при строительстве и в течение первых лет эксплуатации (1964 – 1983 гг.)

таблица-2

Период	Частота разрушений, 1/год		
	Плотины	Другие гидросооружения	Обобщенный риск
Строительство	$1,9 \cdot 10^{-3}$	-	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Первые 5 лет	$1,2 \cdot 10^{-3}$	-	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Первые 10 лет	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$

Причины, влияющие на безопасность гидротехнических сооружений при строительстве. Для периода строительства характерно не только наличие дополнительных нагрузок и воздействий на сооружения и конструкции (поровое давление, давление цементации, температурно-усадочные нагрузки, нагрузки, нагрузки от строительных механизмов и др.), но и недостаточная несущая способность из-за незавершившихся процессов консолидации грунта. «созревания» бетона и пр., что резко снижает запасы прочности и устойчивости сооружений. Вследствие этих причин, а также проявления проектных и строительных дефектов, период приработки характеризуется высокими темпами изменения значений интенсивности повреждения объектов

$\lambda(t)$. В это время обычно наблюдается сильный износ гидротехнических объектов, поэтому нередко требуется проведение масштабных ремонтно-профилактических мероприятий. Окончание приработки совпадает со стабилизацией показателей состояния объектов во времени, что объясняется завершением процессов их адаптации к условиям окружающей среды.

При возведении гидротехнических объектов и наполнении водохранилища наиболее вероятно обрушение и оползание откосов грунтовых гидротехнических сооружений (около 15% всех разрушений грунтовых плотин при строительстве). Весьма распространенным видом деформационных повреждений грунтовых гидросооружений при строительстве является образование трещин вследствие неравномерного деформирования различных участков сооружений и их оснований в вертикальном и горизонтальном направлениях. В ряде случаев эти повреждения, прежде всего из-за дефектов производства работ (недоуплотнения, сегрегации грунтов при отсыпке), влекли за собой разрушение сооружения в результате суффозии при наполнении водохранилища (по некоторым оценкам – около половины всех разрушений грунтовых плотин). В других случаях для ликвидации трещин и дефектов приходилось оперативно осуществлять сложные ремонтные мероприятия.

Причины влияющие на безопасность гидротехнических сооружений при строительстве. Наличие дефектов производства работ (выступов, каверн, наплывов бетона и др.), определяемых технологией строительства, на обтекаемых водой поверхностях во многих случаях становится причиной эрозионной эрозии на водопропускных сооружениях. Период строительства гидроузла и первые годы эксплуатации являются наиболее опасными и с точки зрения возникновения абразивного износа на строительных и эксплуатационных водосбросах, что связано с большой вероятностью попадания в них строительного мусора.

Выше уже отмечалась роль строительных водосбросов, МО на них и других временных устройств для обеспечения надежности и безопасности гидротехнических объектов. Весьма вероятны связанные с отказами строительных водосбросов переливы воды через гребень недостроенных грунтовых плотин. Процессами перелива трудно управлять, поэтому развитие таких аварий обычно носит бурный, катастрофический характер.

Вариабельность и изменчивость в пространстве и во времени показателей физико-механических свойств материалов и грунтов, конструкций и сооружений, определяемых технологией строительства, несколько ниже, чем для природных грунтов оснований, но остается достаточно высокой (коэффициент вариации до 0,2 и более), что следует учитывать как важный фактор надежности и безопасности, в том числе и в рамках контроля качества строительных работ.

Авторский контроль за качеством выполнения строительно-монтажных работ существенно снижает риск повреждений и разрушений строящихся объектов и является важнейшим фактором управления надежностью и безопасностью гидротехнических объектов при строительстве.

Следует заметить, что не всегда должным образом при расчетном обосновании надежности и безопасности гидротехнических объектов учитываются особые техногенные воздействия: взрывы при производстве работ, подрезка склонов и т. п. Такие нагрузки опасны своей непредсказуемостью, причем действуют они на непригруженные основания, конструкции и конструктивные элементы, которые еще не набрали проектной прочности, что нередко приводит к накоплению усталостных повреждений в сооружениях, необходимости проведения дополнительных работ по цементации и пр.

2.5. Эксплуатационно-технологические факторы

Проблемой многих водохранилищ, особенно созданных в горных и предгорных районах, является процесс аккумуляции наносов (заиления), оказывающее заметное отрицательное влияние на различные аспекты эксплуатации гидротехнических объектов. На некоторых водохранилищах заиление сопровождается и аккумуляцией в опасных объемах различных загрязнителей (химического, биологического, органического и другого происхождения).

Основные факторы заиления водохранилищ. Выделяются следующие основные негативные эффекты заиления водохранилищ, существенные как для верхнего, так и для нижнего бьефов:

- уменьшается полезная емкость, водохранилища с соответствующими убытками участников ВХК;
- увеличиваются нагрузки на напорные гидротехнические сооружения и МО донных водосбросов;
- происходит распространение отложений наносов вверх по реке с последующим подъемом уровней воды в зоне выклинивания подпора с угрозами подтопления и затопления обжитых территорий при прохождении паводков;
- усиливается поступление токсических и других растворимых веществ из накопленных осадков в воду;
- происходит осветление потока, поступающего в нижний бьеф, приводящее к эрозии русла и берегов реки в нижнем бьефе и понижению уровней воды, что может неблагоприятно сказаться на социально-экологической обстановке;
- происходит засорение сороудерживающих решеток, что сказывается на выработке электроэнергии на гидроэлектростанциях;
- происходит аккумуляция наносов у плотины, приводящая к занесению донных водосбросов, прежде всего тех, которые часто не используются; при этом создается угроза безопасности плотины и нарушения ее нормальной эксплуатации;
- происходит интенсивное зарастание периферии водохранилища вышей водой растительностью;
- ухудшаются условия для воспроизводства рыбных ресурсов в бьефах;

- возникает угроза загрязнения воды водохранилища синезелеными водорослями с последующим ухудшением ее качества и угрозой потери биологического разнообразия;

- снижается рекреационная ценность водоема.

В условиях регулирования стока процесс накопления веществ всегда преобладает над процессами перемещения и разложения. По мере старения водохранилища в его донных отложениях происходит аккумуляция больших масс органического материала, что становится одним из определяющих факторов влияния на трофический уровень водоема. Накоплению питательных веществ в донных отложениях глубоких водохранилищ способствует и термическая стратификация. Она приводит к образованию слоев эпилимниона и гиполимниона, между которыми почти полностью прекращается водообмен. Термическая стратификация оказывает значительное влияние на эволюцию биологических процессов и качества воды, приводя к росту биомассы водорослей в эпилимнионе и дефициту растворенного кислорода в гиполимнионе.

Все большую роль в развитии экосистем водохранилищ играет интенсификация антропогенной деятельности в бассейнах рек (промышленность, сельское хозяйство, рекреация, урбанизация, в том числе прямо и косвенно связанные с гидротехническим строительством), которая способствует увеличению поступлений в водоемы питательных веществ и ускорению процессов эвтрофикации водохранилищ, что часто вызывает быстрый переход водных экосистем через стадию равновесия. Особенно опасными являются поступления фосфора и азота, которые существенно влияют на увеличение продуктивности водоемов, вызывает рост биомассы, в частности, синезеленых водорослей. В результате может произойти ускоренная деградация водохранилища с упрощением биоценозов и развитием нежелательных эффектов, определяющих качество воды в водоеме (по дефициту растворенного кислорода, цвету, вкусу, запаху и др.).

Сезонная термическая стратификация развивается в водохранилищах со значительной глубиной в регионах с умеренным климатом. В полусухих регионах наряду с сезонной термической стратификацией может происходить и не менее опасная для жизнедеятельности видов соляная стратификация.

Влияние фильтрации на безопасность гидротехнических сооружений. Одним из наиболее характерных последствий наполнения водохранилищ является фильтрация. Фильтрация оказывает как непосредственное силовое воздействие на гидросооружения, вызывая механическую и химическую суффозию грунтов, выщелачивание бетона, так и приводит к потерям воды из водохранилища, подъему грунтовых вод и подтоплению в прилегающих к водохранилищу зонах.

В частности, частой причиной аварий на грунтовых плотинах признается механическая суффозия. По некоторым оценкам из-за механической суффозии произошло около 60% всех разрушений грунтовых гидросооружений, в том числе их пятая часть – после 50 лет эксплуатации. Отмечен случай раз-

рушения грунтовой плотины в результате суффозии спустя 116 лет службы (плотина Эмери в США).

Зафиксирован также ряд крупных аварий на бетонных плотинах, связанных с химической суффозией оснований.

Увеличение проницаемости пород, рост фильтрации и противоавария, является важными причинами аварий бетонных плотин на скальном основании (до 40% всех аварий и 57% аварий, связанных с основаниями). При этом чаще всего повреждались основания, сложенные метаморфическими и осадочными породами.

Избыточная фильтрация часто отражалась на выработке электроэнергии и водоснабжении и справедливо вызвала опасения за устойчивость сооружений. Ликвидация протечек требовала значительных затрат времени и ресурсов. В 4 из 10 случаев избыточная фильтрация стала причиной крушения крупных бетонных плотин.

С повышенным противоаварием связывают около 24% случаев аварий на бетонных гидросооружениях из-за оснований. В начале эксплуатации плотин на рост противоавария существенное влияние оказывают дефекты противофильтрационных завес, спустя 20 – 30 лет службы плотин – выход из строя дренажных систем.

При наличии в основаниях и берегах растворимых пород, в особенности содержащих сульфиды и другие соли металлов (железа, марганца, алюминия, ртути, кадмия), существует опасность химического загрязнения фильтрующих вод, попадание загрязнителей в нижний бьеф и грунтовые воды. Процессное загрязнение грунтовых вод может иметь тяжелые социальные последствия, особенно в сельских районах, сказываясь на питьевом водоснабжении населения и сельскохозяйственном производстве.

Следует также учитывать характер взаимодействия фильтрующей воды, в частности обладающей высокой жесткостью, с материалами конструкций гидротехнических сооружений. В качестве примера здесь можно привести события в нижнем бьефе плотины на реке Гриндстоун Крик (США), построенной из укатанного бетона. Смещение профильтровавшейся через бетон воды с водами реки вызвало бурное выпадение белого осадка и образование белых потоков по всей речной системе Рио Рекос вплоть до реки Рио Гранде. Несмотря на отсутствие токсичности в осадке, его наличие в реках вызвало панические настроения у населения, настороженность и опасения у многих специалистов.

Для предотвращения опасных последствий фильтрации особую роль играет работоспособность противофильтрационных и дренажных устройств. Дренажные устройства являются одними из наиболее часто используемых средств борьбы с подтоплением и заболачиванием территорий, и от качества их исполнения в значительной мере зависит решение проблем, связанных с фильтрацией из водохранилищ.

Особые факторы воздействий на гидротехнические сооружения при их эксплуатации. Среди особых эксплуатационных воздействий выделяются наполнение и аварийная (так называемая «быстрая») сработка водохранили-

ща, представляющие наиболее отечественные (критические) стадии в жизненном цикле гидротехнических объектов. Так около 13% всех аварий на грунтовых плотинах произошли при указанных режимах. Аккумуляция наносов в водохранилище приводит к тому, что в некоторых случаях приходится осуществлять их удаление путем промывок, которые также связаны с особыми воздействиями на сооружение и окружающую среду.

При сбросе наносов на обтекаемых потоком поверхностях водосбросов быстрыми темпами развивается абразивная эрозия. Эрозии подвергаются как бетон, так и стальная облицовка затворных камер и закладные детали, в результате чего усиливается обходная фильтрация. Тяжелым абразивным повреждением подвергаются водобойные колодцы и гасители энергии.

При сбросах нанососодержащего потока через гидроэлектростанцию возникают серьезные угрозы для гидросилового оборудования. В результате поступления наносов в турбинные камеры усиливается их износ и уменьшается выдаваемая мощность. Сильной абразивной эрозии подвергаются направляющий аппарат и лопасти турбин.

Промывки водохранилищ, работающих в каскаде, имеют свою уникальную специфику. Сброс наносов из вышележащего водохранилища неминуемо ведет к их накоплению в нижележащем.

Среди сооружений и объектов, выполняющих особые функции в составе гидроузлов, выделяются водосбросные сооружения и их МО. Водосбросные сооружения (водосбросы) относятся к гидросооружениям, обеспечивающим при выполнении заданных функций надежность и безопасность других гидротехнических объектов в верхнем и нижнем бьефах. В общем случае, с точки зрения обеспечения надежности и безопасности гидроузла, других защищаемых объектов должна рассматриваться схема резервирования по пропуску избыточных расходов воды с учетом работоспособности всех водопропускных сооружений (гидроэлектростанций, водосбросов, водовыпусков, водоспусков). Возможность многофункционального применения и перераспределения функциональных заданий между различными структурными единицами водосбросного фронта может иметь не только экономические выгоды, но и способствовать повышению надежности и безопасности гидроузла.

Особенности отказов водосбросных сооружений гидроузлов. Особенностью отказов водосбросных сооружений гидроузлов является возникновение угроз для других объектов, причем эти угрозы могут быть вызваны как неспособностью водосброса выполнять свои функции в результате различных нарушений работоспособности, повреждений разрушений конструкции, так и определенными обстоятельствами его использования. Среди последствий неисправностей, отказов и аварий на водосбросных сооружениях выделяются:

- неконтролируемые переливы воды через гребень подпорных сооружений;
- затопления и подтопления объектов в верхнем бьефе;
- местные размывы русла и подмывы гидросооружений, берегов и хозяйственных объектов в нижнем бьефе;

- непредусмотренные проектом гидродинамические нагрузки, с которыми могут быть связаны повреждения конструкций гидросооружений и объектов в районе гидроузла, разжижение грунтов и обрушение грунтовых откосов;

- завалы русла, образование бара и сопутствующее им подтопление гидросооружений со стороны нижнего бьефа;

- образование облаков водяной пыли, насыщение воздуха водой и нарушения в работе электротехнического оборудования, обводнение грунтовых откосов с потерей их устойчивости, обледенение территорий и объектов.

Специфическим вопросом анализа, оценки и обеспечения надежности и безопасности водосбросных сооружений является и учет надежности МО, устанавливаемого на них. Зафиксирован ряд крупных аварий, связанных с неисправностями и отказами МО (разрушением и заклиниванием затворов, выходом из строя подъемных механизмов), с катастрофическими последствиями для напорных сооружений гидроузлов и объектов в нижнем бьефе.

Среди непосредственных причин аварий на водосбросных сооружениях выделяются:

- несоответствие расчетной пропускной способности водосбросного сооружения параметрам максимального притока воды в водохранилище из-за недостоверности гидрологического прогноза, прорывов вышерасположенных плотин, оползней и обвалов в водохранилище и пр.;

- несоответствие действительной пропускной способности водосбросного сооружения расчетной из-за засорения отверстий, нарушений гидравлического режима и других неблагоприятных отличий режимов его работы от проектных;

- заключение затворов водосбросного сооружения и неисправность подъемных механизмов, в том числе и в результате отсутствия их электропитания;

- кавитационная эрозия материалов конструкций и конструктивных элементов водосбросного сооружения;

- абразивная эрозия материалов конструкций и конструктивных элементов водосбросного сооружения;

- гидродинамические нагрузки на конструкции водосбросного сооружения, превышающие расчетные, и связанные с ними резонансные и усталостные явления;

- эрозионное и силовое действие скоростного потока на концевых и отводящих участках водосбросов, размывы русел, разрушения креплений и оснований в нижних бьефах;

- выветривание бетона водосбросных трактов в результате процессов замораживания / оттаивания и других факторов окружающей среды, коррозия закладных частей и т. п., ведущие к износу конструкций;

- неготовность водосбросного сооружения к использованию из-за неполного выполнения требуемых ремонтно-восстановительных и ремонтно-профилактических работ.

Особо опасные разрушения конструкций водосбросов наблюдаются при совместном действии нескольких из вышеперечисленных причин, либо когда повреждения, вызванные одной причиной, становятся источником возникновения другого опасного явления.

Характерным видом повреждения поверхностей высоконапорных водосбросов является кавитационная эрозия. Особенно увеличилось за последние десятилетия (примерно на 25%) число тяжелых кавитационных повреждений водосбросных трактов, что, прежде всего, связывают с ростом напоров на гидроузлах.

Кавитационная эрозия на водосбросах возможна в результате общей и местной кавитации. Общая кавитация наблюдается на входных оголовках поворотах, диффузорных участках, отдельных бычках и обычно определяется недостатками конструкции водосброса или же неблагоприятными отличиями режимов его работы от проектных. Местная кавитация чаще всего наблюдается в водобойных колодцах на гасителях энергии, в затворных щитах, трактах и носках-трамплинах и приурочивается к тем или иным конструктивным (пазы затворов, переломы) и технологическим неровностям обтекаемой поверхности. Если возникновение общей кавитации чаще всего вызывается нарушениями проектных условий эксплуатации водосброса, то местной – дефектами проекта и производства работ.

С технологическими и конструктивными неровностями обтекаемых поверхностей связано около одной трети случаев возникновения кавитационной эрозии. При этом кавитационные повреждения составляют около 40% от общего числа тяжелых повреждений на водосбросах. Повреждения от кавитационной эрозии элементов камер затворов составляют четвертую часть от общего числа аварий. Опасность развития тяжелых последствий в данном случае составляет около 40%.

Достаточно часто (до 20% от общего числа случаев) подвергаются эрозии элементы гасящих устройств водосбросов, однако случаи опасных повреждений при этом сравнительно редки. Меньше подвержены эрозии входные оголовки, выходные порталы и сопряжения ниток водопропускных сооружений, но опасность развития тяжелых последствий в данном случае весьма высока (свыше 50%).

Кавитационная эрозия на современных водосбросах усугубляется и развивается существенно интенсивнее в случае, когда не обеспечена достаточная подача воздуха в кавитационно-опасные зоны аэраторами, выполняющими функции защиты.

В зависимости от причин возникновения кавитационную эрозию можно разделить на первичную и вторичную, где последняя обуславливается повреждениями, вызванными другими воздействиями на элементы конструкции. Среди таких воздействий выделяются абразия и гидродинамические нагрузки.

Абразивная эрозия элементов конструкций водосбросов чаще всего встречается при их расположении на низких отметках. Она зафиксирована в донных трубчатых и туннельных водосбросах, на водосливных плотинах с

низким флюктуетом и в пределах концевых устройств. Концевые устройства обычно подвергаются воздействию абразивной эрозии при несимметричных режимах работы водосброса, способствующих поступлению с нижнего бьефа продуктов размыва несвязных грунтов и разрушения скалы.

В зависимости от причин возникновения абразивную эрозию также можно разделить на первичную (насосы, поступающие из верхнего бьефа, строительный мусор) и вторичную (продукты разрушения элементов конструкции водосброса и размывов в нижнем бьефе).

Опасные гидротехнические нагрузки (осредненные и пульсационные) возникают преимущественно там, где течение сопровождается отрывом □роцека от стенок водовода с образованием замкнутых водоворотов областей высокой турбулентности и при различных рода переходных режимах. Причины их возникновения могут быть самые разные. Среди первичных причин □роцессуются ошибки в проекте, обусловливаемые несовершенством знаний о каком-либо виде нагрузки, и эксплуатация сооружения по схеме, не предусмотренной проектом. Среди вторичных причин – возникновение повреждений, вызванных кавитационной и абразивной эрозией, и вибрации других гидросооружений и оборудования.

Опасные разрушения и размывы скальных пород в нижнем бьефе наблюдаются, как правило, при сопряжении бьефов отбросом струи. При донном сопряжении бьефов значительные местные размывы отводящего русла возможны в тех случаях, когда не происходит достаточного гашения кинетической энергии потока в пределах водобоя и рисбермы, или же (вторичные нарушения) при разрушении водобоя (рисбермы) в результате других воздействий. Так 10% аварий бетонных сооружений связывают с размывом пород основания поверхностным потоком и подмывом сооружений.

Характерной особенностью гидротехнических объектов являются различные сроки службы отдельных элементов и подсистем. При современном уровне проектирования, строительства и эксплуатации длительность надежной и безопасной службы основных сооружений гидроузлов (плотин, зданий ГЭС и т. п.) может быть практически неограниченной, если решаются проблемы надежного контроля за состоянием объекта, профилактики, ремонта и реконструкции. Для относительно тонкостенных гидротехнических конструкций, отдельных конструктивных элементов гидросооружений (дренажных и противоточных устройств, креплений, облицовок и т. п.) оборудования, устанавливаемого на гидротехнических объектах, всегда существует предел износа, связанный с потерей прочности, устойчивости, вибрационной стойкости и других полезных свойств во времени, который может быть достигнут значительно раньше истечения срока службы гидроузла либо плотины в целом, но и здесь после соответствующих ремонтно-восстановительных работ, вплоть до замены поврежденного либо разрушенного элемента, возможно полное восстановление эксплуатационных свойств объекта.

В этой связи особую роль в обеспечении эксплуатационной надежности и безопасности гидротехнических объектов играет: характер возможных эксплуатационных отказов и аварий на гидротехнических объектах; резервы вре-

мени на предотвращение аварий и динамика протекания аварийных процессов на объекте; вероятные объемы ремонтных и восстановительных работ; резервы времени на ремонт и восстановление; обеспеченность объекта материально-техническими и социальными ресурсами, которые необходимы для проведения профилактических и ремонтно-восстановительных работ.

Среди других эксплуатационно-технологических факторов, которые в значительной мере могут определять надежность и безопасность гидротехнических объектов, следует также выделить опасности нарушения электроснабжения, отказа средств связи, ошибки прогноза воздействия объекта на окружающую среду и т. п.

2.6. Изменение природных факторов под влиянием гидротехнического строительства

Возведение крупных плотин и появление водохранилищ можно выделить в особый вид техногенного воздействия на природу, как на региональном уровне, так и в глобальном масштабе. Наполнение и эксплуатация крупного водохранилища приводят к существенным изменениям в ходе естественных процессов, в проявлении природных нагрузок и воздействий. При этом происходит как прямое воздействие гидротехнического строительства на окружающую природу, так и косвенное воздействие, связанное с расширением на базе гидротехнических объектов других видов антропогенного вмешательства.

Основные изменения природных факторов. Среди основных эффектов изменения природных факторов под влиянием гидротехнического строительства, учет которых необходим при оценке надежности и безопасности гидротехнических объектов, выделяются:

- изменение гидрологического режима реки;
- проявление так называемой «наведенной» сейсмичности;
- активизация обвально-оползневых явлений;
- инженерно-геологические и гидрогеологические изменения;
- активизация карстообразования;
- трансформация русел;
- изменение ледотермического режима реки;
- климатические изменения и др.

Первым следствием, вызываемым возведением плотины и появлением водохранилища, является изменение гидрологического режима реки – межсезонное перераспределение стока воды и задержка наносов в водохранилище, что приводит к изменению режимов течения воды, транспорта наносов, уровня воды, температур, химического состава воды. В исключительных случаях создание водохранилища может оказать прямое воздействие на климатические условия по всей водосборной площади и вызвать изменение нормы стока воды.

Существенный вклад в изменение гидрологического режима реки, прежде всего по годовому стоку реки, расходам воды и наносов, может внести расширение на водосборе после строительства гидротехнического объекта

различного рода агролесомелиораций: сельскохозяйственного производства, вырубки либо посадки лесов, осушения болот, ирригации. При этом следует учитывать не только возможность существенного увеличения поступлений наносов в водохранилище с территории водосбора, но и резкое ухудшение их «качества» за счет различного рода загрязнителей. Геометрические процессы.

Результаты обследований отдельных длительно эксплуатируемых крупных гидроэлектростанций свидетельствуют о том, что наряду со «старением» сооружений в процессе их эксплуатации наблюдается развитие специфических негативных геодинамических процессов в районах их расположения (табл.3), которые в совокупности приводят к неудовлетворительному, а в отдельных случаях к аварийному состоянию объектов.

Гидротехнические процессы, наиболее часто проявляющиеся на участках высоких плотин и влияющие на их безопасность.

Таблица- 3

Ведущий процесс	Форма проявления	Виды опасности для высоких плотин
1	2	3
<i>Природные геодинамические процессы</i>		
Тектоническое деформирование земной коры	Региональные и локальные тектонические деформации. Современное движение земной поверхности. Дифференцированные подвижки по разломам, обрушения, обвалы, оползни Изменение напряженно-деформированного состояния массивов Землетрясения	Деформации оснований сооружений, изменение «проектных» параметров геологической среды Динамические воздействия на сооружение
Флюидодинамические процессы	Гидротехнические деформации горных пород в зонах проницаемых разломов. Современные суперинтенсивные деформации земной поверхности	Образование контрастных зон повышенной деформируемости и проницаемости.
Гравитационные процессы	Обвалы, оползни, просадки	Деформации дневной поверхности, повреждение сооружений и коммуникаций
Гидротехнические и карстовосуффозионные процессы	Размывы, образование пустот, карст. суффозия, заилиние	Изменения инженерно-геологических и гидротехнических условий.
Криогенные процессы	Оттаивание, термокарст, пучение	Деформации оснований сооружений.
Ведущий процесс	Форма проявления	Виды опасности для высоких плотин
<i>Техногенные и техногенно-индуцированные процессы</i>		
«Разгрузка» массива в ходе строительных работ	Разуплотнение массива, раскрытия трещин	Изменения физико-механических свойств массива
«Пригрузка» массива сооружением	Обжатие массива. закрытие трещин	Деформации дневной поверхности

1	2	3
Деформационные и фильтрационные процессы, связанные с созданием и эксплуатацией водохранилища	Деформации (прогибы и положительные деформации) верхних частей земной коры Разуплотнение массива в результате гидростатического взвешивания, гидродинамические и суффозионные явления	Изменение физико-механических свойств основания, повышение водопроницаемости массива, деформации поверхностных и внутренних частей массива
Деформационные процессы, обусловленные изменением передаваемых на массив нагрузок при эксплуатации сооружений	Переменные во времени деформации массива, развитие зон повышенной трещиноватости и «перенапряженных» участков	Изменение свойств и состояния оснований примыканий высоких плотин

Среди опасных проявлений геодинамических процессов выделяются техногенные (так называемые «наведенные») землетрясения. Как правило, эти землетрясения, но характеризуются большой повторяемостью, обуславливая регулярные сейсмические воздействия на гидросооружения. В результате происходит накопление деформаций сооружений во времени и снижение прочностных характеристик материалов конструкций. До настоящего времени в расчетах гидроузлов на сейсмостойкость возможность таких многократных сейсмических событий, уровень которых ниже расчетных землетрясений, должным образом не учитывалась.

Проявлению «наведенной» сейсмичности способствуют два основных типа изменений в механическом равновесии литосферы, связанные с воздействием водохранилища:

- водохранилище действует на литосферу своим собственным весом: этот эффект может рассматриваться как чувствительный при объеме водохранилища более 100 млн. м³; и при условии относительной концентрации массы; изменения могут распространяться на глубину до нескольких километров;

- воздействие водохранилища приводит к перераспределению внутреннего давления и нарушениям сплошности в массивах; рост внутреннего давления может быть связан как с прямым воздействием перегрузки от водных масс, так и с ухудшением условий дренирования (непрямое воздействие); изменения, в зависимости от гидрогеологических условий, могут распространяться на глубину до нескольких километров и более.

Сопоставление графиков колебаний уровней воды в различных водохранилищах, эксплуатируемых как в сейсмически активных районах спокойных с точки зрения землетрясений тектонического или вулканического происхождения, с графиками сейсмических ускорений указывает на наличие корреляционной связи между высокими уровнями воды в водохранилищах и активизацией «наведенной» сейсмичности.

Активизация обвально-оползневых процессов Активизация обвально-оползневых процессов возможна на стадиях строительства, первого наполнения водохранилища, последующих сработок и наполнений. На стадии

строительства она обуславливается подрезкой склонов при ведении дорожно-строительных работ, использованием буровзрывных технологий. Оползни, происходящие во время строительства, не только оказывают влияние на планы и график строительства, но и потенциально ухудшают условия функционирования сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации. Чтобы предотвратить «наведенную» оползневую опасность нужно, прежде всего, ее оценить, затем - разработать превентивные меры. Следует иметь в виду, что затраты на исследования и стабилизационные меры в любом случае будут меньшими, чем возможны затраты на ликвидацию последствий активизации оползня либо обвальных процессов.

Среди основных причин активизации оползневых подвижек на берегах водохранилищ выделяются следующие:

- развитие взвешивающего давления в нижней части оползневого тела, погруженного в воду, которая взаимодействует с остальной (пассивной) частью оползня;
- развитие внутреннего порового давления при быстрой сработке уровня воды в водохранилище;
- подъем уровней грунтовых вод и рост порового давления внутри массива при его обводнении;
- волновая эрозия, разрушение береговой части оползневого тела и, как следствие, уменьшение прочности этой части на сдвиг.

Взвешивание и разуплотнение приповерхностных частей береговых массивов и перестройка гидрогеологических условий вызывают интенсификацию фильтрационно-суффозионных процессов, развитие обвально-оползневых участков.

«Спускowym крjчком» для оползня может служить и насыщение пород водой вследствие выпадения осадков, а также водяной пыли, образующейся при работе водосбросов.

Движущиеся массы грунтов, снега и льда, поступая в водохранилища, генерируют так называемые импульсные или же «обвальные» волны, которые могут воздействовать как на берега, так и на плотину. Обрушаясь на берега, эти волны могут вызывать вторичные оползни. Обрушаясь на берега, эти волны могут вызывать вторичные оползни. Воздействие таких волн на плотину может, как уже отмечалось, привести к разрушению плотины и наводнению в нижнем бьефе.

Среди инженерно-геологических и гидрологических изменений, наряду с вышеперечисленными «наведенной» сейсмичностью и активизацией обвально-оползневых явлений, следует выделить отступление зоны многолетней мерзлоты с непредсказуемыми последствиями для надежности и безопасности гидросооружений (для северной строительной-климатической зоны), выщелачивание и растворение горных пород, содержащих растворимые соли, снижение проницаемости пород и ухудшение условий дренирования нагруженных слоев, раскрытие трещин и др.

Создание водохранилищ в районах распространения карста часто приводит к активизации карстообразования и увеличению расходов карстовых

источников. В некоторых случаях утечки в карстовые полости создают трудности для наполнения водохранилища. Вопросы появляются и в тех случаях, когда расходы карстовых вод уменьшаются. Это может означать, что при наполнении верхнего бьефа возникает гидрогеологическая связь через карст с соседними бассейнами, что существенно может усложнить борьбу с утечками из водохранилища.

Изменение руслового и урвненного режимов рек. Ряд проблем неблагоприятного плана при эксплуатации гидротехнических объектов связываются с трансформацией русла в нижнем бьефе – изменением руслового и урвненного режимов реки против бытового на участках значительной протяженности от створа гидросооружений, которое выражается в понижении урвней воды в зонах преобладания размывов в процессе русловых деформаций и повышении урвней воды в зонах преобладания отложения продуктов размыва. Как правило, существенное изменение режимов урвней происходит в относительно короткий срок, однако в ряде случаев, в частности при русловых карьерных разработках в нижнем бьефе, процессы трансформации русла могут усиливаться и продолжаться десятки лет.

Трансформация русла может вызвать серьезные экологические изменения в нижнем бьефе, среди которых:

- отмирание вторичных рукавов, уменьшение извилистости русла. С одной стороны, это способствует повышению устойчивости русла, с другой – ведет к упрощению и деградации экосистем и ландшафта;
- «падение» урвней воды наряду с фактором регулирования стока называется на сокращении поступлений илистых частиц на пойму при паводках и половодьях, что приводит к уменьшению плодородия и засухооливанью поймы.

Угрозы в социально-экологической сфере. Весьма серьезные угрозы реализуются и в социально-экономической сфере, включая снижение надежности и безопасности гидросооружений и других объектов ВХК. Среди последних выделяются:

- ухудшение условий работы водозаборов как вследствие понижения урвней, так и из-за отложения наносов;
- подмыв опор мостовых и других переходов через реки;
- на участках отложения продуктов размыва происходит уменьшение глубин, повышение урвней воды и подтопления поймы, вынос песка на пойму. При этом часто снижается устойчивость русла, усиливается эрозия и возникает угроза потери земельных ресурсов, строений, жилых объектов;
- ухудшение условий судоходства из-за отложения наносов. Требуется дноуглубительные работы, которые в дальнейшем могут неблагоприятно сказываться на состоянии русла;
- ухудшение условий судоходства на скальных участках дна и на порогах шлюзов из-за уменьшения глубин. При этом возникает необходимость реконструкции причальных и судопропускных сооружений;
- при падении урвня воды в нижнем бьефе возможно некоторое увеличение выработки электроэнергии на гидроэлектростанции, однако при этом

усиливается кавитационный износ турбин, ухудшается условие сопряжения бьефов, происходит усиленное разрушение обнажившихся конструкций гидротехнических сооружений, выполненных из неморозостойкого бетона.

При эксплуатации гидроузлов с крупными водохранилищами (годовичного и многолетнего регулирования) нередки и климатические изменения, в том числе и неблагоприятные. После установления ледостава на реке в нижнем бьефе гидроузла в течение всего зимнего периода может наблюдаться полынья значительной длины (до 100 км и более). Открытие водные поверхности реки в зимний период становятся «фабриками» шуги и тумана. Шуга при остановке может образовать зажор, что обуславливает подъем уровня воды и заполнение прилегающей территории с весьма тяжелыми социальными последствиями зимних затоплений. К отрицательным последствиям социально-экологического и технико-экономического плана приводит и туман, вызывающий обледенение окружающей территории, сооружений линий электропередач на расстояниях в десятки километров.

Вопросы:

1. Какие факторы, определяющие безопасность гидротехнических сооружений, относятся к факторам природопользования?
2. Общая классификация факторов, определяющая безопасность гидротехнических сооружений?
3. Назовите три основные группы факторов определяющие безопасность гидротехнических сооружений?
4. Какие факторы определяющие безопасность гидротехнических сооружений относятся к природным?
5. Какие факторы относятся к техногенным?
6. Какие факторы определяющие безопасность гидротехнических сооружений относятся к проектно-технологическим?
7. Какие факторы определяющие безопасность гидротехнических сооружений относятся к строительно-техническим?
8. Какие факторы определяющие безопасность гидротехнических сооружений относятся к эксплуатационно-техническим?
9. Структурно-логическое моделирование работоспособности гидротехнических сооружений как системы?
10. Неполное резервирование надежности гидротехнических сооружений?
11. Специфические виды не полного резервирования надежности гидротехнических сооружений?
12. На что указывает логическое моделирование надежности гидротехнических сооружений?
13. В чем заключаются особенности строительного периода для безопасности гидротехнических сооружений?
14. Какие причины влияют на безопасность гидротехнических сооружений при строительстве?

15. Дефекты производства работ и роль авторского надзора в повышении безопасности гидротехнических сооружений?
16. Какие факторы влияющие на безопасность гидротехнических сооружений относятся к эксплуатационно-технологическим?
17. Назовите основные факторы заилиения водохранилищ?
18. Как фильтрация влияет на безопасность гидротехнических сооружений?
19. Особые факторы воздействий на гидротехнические сооружения при их эксплуатации?
20. Особенности отказов водосбросных сооружений гидроузлов?
21. Каковы основные изменения природных факторов?
22. Что такое геометрические процессы?
23. Опасные техногенные процессы?
24. Что такое активизация обвально-оползневых процессов?
25. Изменение руслового и урванного режимов рек?
26. Угрозы в социально-экологической сфере?

ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. Основные понятия о критериях безопасности гидротехнических сооружений

Понятия критериев состояния гидротехнических сооружений К1 и К2 заключаются в следующем:

К1 – первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность гидротехнического сооружения и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений еще соответствуют нормальным условиям эксплуатации;

К2 – второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которых эксплуатация гидротехнических сооружений в проектных режимах недопустима.

Если состояние сооружений отвечает проектно-нормативным требованиям безопасности значит оно соответствует нормальной эксплуатации, здесь следует подчеркнуть, что если сооружение отвечает проектным данным, то это еще не говорит о полной надежности его, так как меняется со временем нормы проектирования. И то сооружение, которое отвечало нормам 20 лет назад в настоящее время может быть уже недостаточно надежным к примеру, часто увеличивается в сейсмически активных районах балльность, а следовательно и расчетная балльность. Сооружение которое проектировалось и строилось по старым нормам, может оказаться не устойчивым по новым нормам.

Увеличение балльности может потребовать реконструкции гидротехнических сооружений с целью повышения его устойчивости.

Ситуация по нормативности может измениться и по другим косвенным причинам: построили в нижнем бьефе сооружения очень важный завод, комбинат или город – изменился класс капитальности сооружения, а в месте с ним и требования к надежности.

Критерии безопасности гидротехнических сооружений. В соответствии с законом «О безопасности гидротехнических сооружений» собственник гидротехнического сооружения и эксплуатирующая организация обязаны «систематически анализировать причины снижения безопасности гидротехнических сооружений, своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправленного состояния гидротехнического сооружения и его безопасности, а также по предотвращению аварий гидротехнических сооружений».

Для эксплуатационных гидротехнических сооружений необходимо различать следующие эксплуатационные состояния:

- нормальное;
- потенциально опасное;
- предаварийное.

Если гидротехническое сооружение не отвечает проектно-нормативным требованиям, то имеет место потенциально опасное состояние сооружения – критерий 1 (K_1) или предаварийное – критерий 2 (K_2).

Потенциально опасное состояние требует немедленного вмешательства владельца сооружения и органов надзора, которым эксплуатационный персонал немедленно сообщает о состоянии гидротехнических сооружений. В то же время это состояние сооружения не вызывает немедленной или сравнительно быстрого разрушения сооружения.

Оперативную оценку эксплуатационного сооружения и его безопасности следует осуществлять путем сравнения измеренных или вычисленных количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями K_1 и K_2 , а также с прогнозируемым интервалом изменения диагностических показателей.

Для сооружений 4 класса, а также при специальном обосновании для сооружения 3 класса допускается устанавливать один уровень критериальных значений K_2 .

Количественные значения критерия K_1 и K_2 определяется на основании диагностических и расчетных показателей которые следует установить на основе оценок реакций сооружения при основном и особом сочетании нагрузок, соответственно. Состав нагрузок в сочетании и способ их определения должны быть установлены для конкретного гидротехнического сооружения нормативными документами и проектом, а затем уточнены на стадии эксплуатации с учетом изменений требования нормативных документах.

Причины перехода сооружений в состояние критерия безопасности K_1 . Причины перехода сооружения в состояние безопасности K_1 очень разнообразны.

Кальмотация дренажа и как следствие этого, подъем кривой депрессии сверх проектного максимального положения на 10 – 20 см. Что может при-

вести к снижению устойчивости низового откоса, повысит фильтрационный расход и т. д. Это состояние потенциально опасное и требует определенных мер.

Переход гидротехнических сооружений из нормального состояния в предаварийное «критерий безопасности K₂», минуя потенциально опасное состояние, «критерий K₁» невозможен. Если что происходит, то по причине недостатков наблюдений эксплуатируемого персонала.

Кроме инструментальных наблюдений немаловажное значение имеют визуальные наблюдения, по которым даются качественные диагностические показатели (K₁ и K₂). Качественную оценку состояния гидротехнического сооружения дает эксперт или группа экспертов. Для этого оцениваются внешние проявления осадок и смещений, коррозии бетонных или металлических элементов, износа и старения материалов, протечки потернах, мелкозернистого грунта в месте протечек потерну или галерею и другие нарушения. Оценивается возможность перехода потенциально опасного (K₁) состояния сооружения предаварийного (K₂) и даже аварийное состояние.

3.2. Методы определения показателей критериев безопасности гидротехнических сооружений

Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений обязательна для применения при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации объектов водного хозяйства всех классов и заключается в следующем (табл.4).

Методы определения критериальных значений K₁ и K₂ как показателей состояния гидросооружений

Таблица 4

№ п/п	Наименование показателя	Рекомендуемые методы расчетов и исследований для определения критериальных значений K ₁ и K ₂ показателей ГТС
1	2	3
1	Отметки депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовых сооружений и береговых примыканиях.	Аналитические методы (метод исследования напорной и безнапорной фильтрации, метод фрагментов) и графический – для определения критериальных значений пьезометрических напоров, фильтрационных расходов.
2	Пьезометрические напоры в теле сооружений, основании и береговых примыканиях.	Численные методы, метод ЭГДА – для определения критериальных значений основных показателей фильтрационного режима (уровни, пьезометрические напоры, фильтрационные расходы).
3	Градиенты напора в теле сооружений основании и береговых примыканиях	
4	Фильтрационные расходы в теле сооружений, основании и береговых примыканиях.	На стадии эксплуатации критериальные значения K ₁ и K ₂ уточняются поверочными расчетами, в том числе на основе использования прогнозных статистических моделей.

5	Избыточное поровое давление и интенсивность его рассеивания в водоупорных элементах плотин из грунтовых материалов.	Расчеты напряженно-деформированного состояния плотин из грунтовых материалов и их конструктивных элементов с учетом консолидации водоупорных элементов из грунтовых материалов.
6	Вертикальные перемещения (осадки) гидросооружений и их оснований.	Детерминистические расчеты прочности и устойчивости бетонных гидросооружений и сооружений из грунтовых материалов (численные методы механики и сплошной среды, теории упругости, пластичности, ползучести).
7	Горизонтальные перемещения гидросооружений и их оснований.	
8	Напряжения в теле сооружений и их основаниях, контактные напряжения.	
9	Углы поворота характерных сечений бетонных и ж/бетонных сооружений.	На стадии эксплуатации критериальные значения показателей состояния ГТС уточняются поверочными расчетами по «откалиброванным» на основе данных натуральных наблюдений детерминистическим математическим моделям, а также на основе прогнозных статистических (регрессионных) моделей.
10	Раскрытие трещин и межблочных швов.	Инженерные методы, регламентированные СНиП (вторая группа предельных состояний). Численные методы расчета НДС с учетом образования и раскрытия трещин. На стадии эксплуатации для контроля состояния ГТС используются критериальные значения показателей, определенные на стадии проекта.
11	Глубина распространения трещины по контакту бетонной плотины со скальным основанием.	Расчет НДС системы плотина-основание методами теории упругости с учетом раскрытия шва по контакту, определение предельной глубины распространения трещины по контакту бетонной плотины со скальным основанием из условия обеспечения прочности сооружения и основания. На стадии эксплуатации - использование прогнозных математических моделей (аппроксимация. Регрессионная модель).
12	Взаимное смещение секций по швам бетонных и ж/бетонных сооружений.	Определение допустимого взаимного смещения секций по швам относительно друг друга из условия сохранения герметичности шпунков. На стадии эксплуатации - использование статистических моделей.
13	Температура и температурный градиент в теле сооружения и в приконтактной зоне основания (для сооружений, возводимых в северной климатической зоне).	Расчеты термонапряженного состояния плотин и их оснований численными методами. На стадии эксплуатации критериальные значения показателя уточняются расчетом с учетом реального температурного режима окружающей среды.

14	Температура фильтрующей воды с теле грунтовых сооружений.	Численные методы теории теплопроводности. На стадии эксплуатации- использование статистических моделей.
15	Глубина размыва dna отводящего канала ниже рисбермы	Определение глубины размыва – расчетом по эмпирическим зависимостям (из условия допустимой неразмывающей скорости потока) и удельного расхода или на основе исследований гидравлической модели. Критериальные значения глубины размыва dna отводящего канала ниже рисбермы на стадии эксплуатации принимаются равными значениям, определенным на стадии проекта.
16	Линейный размер и площадь зоны нарушения контакта плит крепления откосов плотин из грунтовых материалов.	Расчет прочности плит крепления откосов плотин из грунтовых материалов для различных условий их опирания.
17	Параметры сейсмических колебаний основания и динамической реакции сооружений.	Расчет численными методами динамической теории сейсмостойкости.

3.3. Системы контроля за состоянием гидротехнических сооружений при строительстве и эксплуатации

Оценка надежного состояния гидротехнических сооружений должна проводиться систематически, начиная с проекта, в ходе строительства и далее в процессе эксплуатации. Большое значение в этом процессе придается регулярным обследованям гидротехнических сооружений, выполняемые эксплуатирующими организациями, специализированными проектными и научно- исследовательскими организациями, отдельными специалистами-экспертами, а также проверке состояния сооружений органами надзора.

Всю систему обследований и проверок гидротехнических сооружений в зависимости от их целей, задач и сроков можно подразделить на:

- осмотры силами эксплуатирующей организации при подготовке сооружений к пропуску паводков, после прохождения паводков, при подготовке к осенне-зимнему периоду;

- осмотры и обследования после землетрясений и пропуска высоких паводков;

- локальные обследования и исследования силами привлекаемых эксплуатирующей организацией специалистов научно-исследовательских институтов (НИИ), проектных организаций по выявлению причин появления конкретных дефектов в работе сооружений с целью разработки-технологий их ремонта и уточнения режимов эксплуатации;

- инспекционные проверки состояния сооружений органами государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений;

- **централизованные обследования** комиссиями специалистов, организуемые отраслевым министерством и ведомством, как правило, не реже одного раза в 5 лет.

При рассмотрении вопросов об организации централизованных обследований, в плановом порядке проверяются все позиции статьи 9 Закона Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений», где сформулированы обязанности эксплуатирующей организации по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений.

Рекомендуются использовать следующие понятия:

Контролируемые показатели – измеряемые на данном сооружении с помощью технических средств или вычисленные на основе измерений количественные характеристики, а также качественные характеристики состояния гидротехнических сооружений.

Диагностические показатели – наиболее значимые для диагностики и оценки состояния гидротехнических сооружений контролируемые показатели, позволяющие дать оценку безопасности системы «сооружение-основание-водохранилище» в целом или отдельных элементов.

Оценка безопасности состояния сооружений: Работоспособное (нормальное) состояние – это состояние гидротехнического сооружения, при котором сооружение соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта, при этом значение диагностических показателей сооружения не превышают своих критериальных значений;

Частично неработоспособное (потенциально опасное) состояние - состояние гидротехнических сооружений, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) предельно допустимого значения или вышло за пределы прогнозируемого для данных конкретных условий интервала значений;

Неработоспособное (предаварийное) состояние – состояние гидротехнического сооружения, при котором нарушены условия устойчивости, прочности или водонепроницаемости, появились признаки его повреждения.

Целью централизованных обследований гидротехнических сооружений являются:

- оценка безопасности состояния и технической надежности гидротехнических сооружений на основе имеющейся документации, в том числе по проведенным ранее исследованиям, визуального осмотра и при необходимости, проведения специальных натурных и лабораторных исследований;

- оценка достаточности принимаемых эксплуатационным персоналом мер по повышению уровня безопасности гидротехнических сооружений.

Основными задачами централизованных обследований являются:

- проверка технического состояния гидротехнического сооружения и организация эксплуатационного контроля и надзора за ними;

- выявление отклонений от проектных решений, повреждений, дефектов конструкций сооружений, изменений физико-механических свойств материалов сооружений, которые могут стать причиной аварий;

- определение достаточности запаса прочности и устойчивости гидротехнических сооружений в целом и их отдельных элементов с учетом их состояния в период проверки, исходя из действующих нормативов;

- установление фактического состояния и достаточности для выполнения эффективных наблюдений контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), установленной на объекте, регулярности ведущихся по ней наблюдений, обработки и анализа материалов наблюдений.

- проверка состояния технической документации.

Объектами централизованных обследований гидротехнических сооружений являются: плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные, водопропускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, коллектора, насосные станции, сооружения, предназначенные для защиты от паводка и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек и каналов, сооружений (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций.

Централизованные обследования гидротехнических сооружений является обязательным для исполнения всеми министерствами и ведомствами и распространяется на гидротехнические сооружения I, II и III классов капитальности, находящихся на их балансе.

В случае если оценка работоспособности гидротехнических сооружений не может быть дана только по данным их обследования рассматривается необходимость проведения испытания сооружений или их отдельных конструктивных элементов.

Работы по обследованию необходимо выполнить с соблюдением правил охраны труда и техники безопасности.

Порядок организации обследования гидротехнических сооружений. Централизованные обследования проводятся комиссиями экспертов, создаваемыми приказами отраслевых министерств и ведомств, по заранее составленным и утвержденным ими же правилами.

В состав комиссии для централизованного обследования гидротехнических сооружений входят представители Госводхознадзора, руководства эксплуатирующей гидротехнические сооружения организации и генеральной проектной организации. Состав комиссии подбирается так, чтобы в нее входили специалисты по бетонным, железобетонным конструкциям и сооружениям, грунтовым сооружениям, строительным материалам и технологии бетонных и цементационных работ, инженерной геологии и механике грунтов, натурным исследованиям и диагностике сооружений, гидравлике сооружений и нижних бьефов, по механическому оборудованию, а также другие необходимые специалисты в зависимости от конструкции и назначения гидротехнических сооружений.

В отдельных случаях при обследовании особо важных объектов по согласованию с органами Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) в состав комиссии могут включаться их представители.

Эксплуатирующая организация составляет справку о техническом состоянии обследуемого объекта, которая предьявляется комиссии перед началом её работы на объекте.

На основании результатов обследования составляется акт обследования по форме согласно приложению гидротехнических сооружений, рекомендации по его дальнейшей эксплуатации и конкретные мероприятия по обеспечению надежности технического состояния и безопасности гидротехнических сооружений со сроками их исполнения.

Сроки и периодичность обследования. Периодичность обследования гидротехнических сооружений устанавливается не реже одного раза в 5 лет, но не более чем за 1 год до составления и обновления деклараций безопасности.

Внеочередному обследованию подлежат объекты, подвергающиеся чрезвычайным воздействиям (землетрясения, паводки с расходом на уровне максимальных расчетных и другие) или вызывающие обоснованные сомнения в их надежности и безопасности из-за больших просадок-провалов в грунтовых сооружениях и основаниях, подмывов или размывов сооружений и оснований, вывалов пород в туннелях и других явлений. В таких случаях обследование сооружений проводятся не позднее, чем через 1-2 недели после чрезвычайного события, по инициативе эксплуатирующей организации.

Работа комиссии по обследованию гидротехнических сооружений предусматривает следующее:

Проверка наличия, состояния и качества ведения технической документации:

- утвержденной проектной документации (чертежи, пояснительная записка и т.д.) со всеми в них изменениями, в том числе проект эксплуатации гидротехнических сооружений и установки на них КИА;
- актов Государственных и рабочих приемочных комиссий со всеми актами на скрытые работы по сооружениям и их элементам, исполнительными чертежами, в том числе по КИА;
- журналов авторского надзора (периода строительства);
- технических паспортов гидротехнических сооружений, служебные обязанности эксплуатационного персонала;
- актов отвода земельных участков;
- правил эксплуатации гидротехнических сооружений (для водохранилищ – согласованные с другими водопользователями и водопотребителями), инструкций по эксплуатации гидротехнических сооружений и его механического оборудования, инструкций по эксплуатации КИА;
- журналов визуальных и инструментальных наблюдений за гидротехническими сооружениями и их отдельными элементами;
- материалов обработки и анализа данных наблюдений за гидротехническими сооружениями, отчетные материалы о натурных и производственных исследований и наладочных работ, проведенных привлеченными организациями и собственными силами, фактические продольные и поперечные профили каналов, коллекторов;

- технических отчетов периода эксплуатации;
- актов специализированных и плановых комиссий по обследованию гидротехнических сооружений и их элементов;
- предписаний органов надзора;
- диспетчерских графиков, графиков водоподачи и водораспределения, журналов учета воды и других документов;
- Закона «О безопасности гидротехнических сооружений», правительственных документов, приказов и инструкций вышестоящих организаций по обеспечению надежности и безопасной работы гидротехнических сооружений.

Проверка оснащенности гидротехнических сооружений средствами измерений:

- соответствия оснащенности гидротехнических сооружений контрольно-измерительной аппаратурой требованиям проекта, своевременности их установки, сохранности и исправности;
- наличия и надежности работы средств и систем автоматизированного контроля по сбору и обработке результатов измерений и управления.

Организация надзора за гидротехническими сооружениями. Проверяется:

- производственная структура эксплуатационных подразделений и организаций, осуществляющих контроль за ГТС и механическим оборудованием, численный состав и квалификация персонала, осуществляющего эксплуатацию и контроль за работой гидротехнических сооружений;
- выполнение требований руководящей документации и указаний в части объемов и сроков проведения мероприятий по контролю за гидротехническими сооружениями и их отдельными элементами.

Проверка технического состояния гидротехнических сооружений. Проверяется:

- достаточность суммарной пропускной способности водопропускных сооружений гидроузла для пропуска максимального расчетного расхода;
- соответствие фактического превышения гребня сооружений над нормальным подпертым уровнем требованиям строительных норм и правил (СНиП) и проекта;
- соответствие фактических значений основных показателей состояния и работы гидротехнических сооружений заданным предельным или расчетным значениям.

К основным показателям технического состояния и работы гидротехнических сооружений относятся осадки, горизонтальные перемещения, напряжения, деформации, фильтрационный режим, максимальные горизонты бьефов, фактическая пропускная способность водопропускных сооружений.

Производится:

- осмотр сооружений;
- контрольные измерения и инструментальная съемка (в случае необходимости).

В зависимости от состояния сооружений могут также выполняться дополнительные виды работ, например:

- контроль качества с помощью неразрушающих методов;
- местные вскрытия арматуры в железобетонных элементах (для выявления состояния арматуры);
- изъятия образцов материалов для выполнения лабораторных испытаний.

Обнаруженные при обследовании дефекты и повреждения конструкций оцениваются с точки зрения их влияния на несущую способность, долговечность, эксплуатационные качества сооружения.

Проверка выполнения плановых мероприятий и ранее выданных предписаний по ремонту и реконструкции, а также по обеспечению надежности технического состояния и безопасности работы гидротехнических сооружений. Проверяется:

- наличие утвержденной вышестоящей организации плана мероприятий по ремонту и реконструкции гидротехнических сооружений, достаточность в нем планируемых мероприятий для надежности и безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, достаточность объема и своевременность их выполнения;
- учет ранее выданных предписаний, сведения о принятых мерах и их выполнении;
- качества произведенных ремонтов и их организация.

Проверка наличия и порядок использования списания и восстановления аварийных запасов материалов, инструментов и оборудования. Проверяется:

- наличие Положения об аварийном запасе материалов, инструментов и оборудования гидротехнических сооружений; Достаточность их объемов в соответствии с положением; - их наличие, сроков хранения, годность, доступность погрузки и транспортировки при авариях

Проверка наличия локальных систем оповещения при аварийных ситуациях на гидротехнических сооружениях и готовность объекта к локализации, и ликвидации опасных повреждений.

Оценка безопасности состояния и технической надежности гидротехнических сооружений. Оценка безопасности обследуемых сооружений является главной задачей и итоговым результатом работы комиссии, которая фиксируется в акте обследования.

Оценка безопасности каждого конкретного сооружения, гидроузла осуществляется путем сопоставления имеющихся место на момент обследования значений контролируемых показателей с принятыми в проекте.

Значения контролируемых показателей, определяющих прочность, устойчивость, водонепроницаемость и пропускную способность сооружений, а также его долговечность сопоставляются с соответствующими нормативными критериями безопасности для отдельных видов гидротехнических сооружений. При этом принимаются во внимание и учитываются закономерности и тенденции изменения значений, контролируемых параметров системы «со-

оружие – основание», за которыми ведутся наблюдения в ходе эксплуатации, прямо или косвенно характеризующие состояние сооружения или происходящие в нем процессы.

Значения контролируемых параметров, установленные в результате натурных наблюдений и исследований, сопоставляются с предельно допустимыми их значениями (ПДЗ). Номенклатура и ПДЗ контролируемых показателей состояния конкретного сооружения Ия устанавливаются в проекте и уточняются в процессе эксплуатации объекта проектной организацией с привлечением научно-исследовательских организаций.

Расчеты по проверке соответствия сооружения требованиям нормативных документов выполняются заблаговременно организациями эксплуатирующих гидротехнические сооружения или по их заданию проектной или научно-исследовательскими организациями.

Комиссия, проводящая обследование, проверяет правильность выбора исходных данных, методики расчетов и нормативных критериев безопасности и сопоставляя значения контролируемых показателей дает оценку безопасности гидротехническому объекту, как сооружение находящееся в «Работоспособном (нормальном) состоянии», «Частично неработоспособном (потенциально опасном) состоянии», «Неработоспособном (предаварийном) состоянии», при этом оценка технического состояния и работы сооружений производится путем всестороннего анализа данных, полученных при обследовании.

После обследования гидротехнического сооружения комиссия делает выводы по организации его эксплуатации, где отмечается технический уровень организации; соответствие организационной структуры задачам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, требованиям нормативно-технической и правовой документации, в т.ч. требованиям Закона Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений»; достаточность принимаемых мер по повышению безопасности сооружений, квалификацию кадров, их достаточность для обеспечения безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений.

Рекомендации комиссии. Рекомендации комиссии являются одним из основных результатов обследования, и включает в себя организационные и технические вопросы эксплуатации.

Рекомендации могут носить конкретный характер с перечнем мероприятий и указанием сроков их выполнения, перспективный рекомендательный характер, если это касается недостаточно изученных вопросов, по которым у членов комиссии нет сложившегося мнения, либо требуются дополнительные исследования.

Оформление акта обследования. Результаты обследования гидротехнического сооружения оформляются комиссией в форме акта обследования (приложение № 2), который подписывается всеми членами комиссии, и направляется в вышестоящие министерства и ведомства по принадлежности гидротехнического сооружения, а затем утверждается руководителями этих организаций и рассылаются всем организациям-участникам обследования (в

том числе эксплуатирующей организации) для реализации включенных в них рекомендаций и контроля.

По результатам обследования объекта эксплуатирующая гидротехническое сооружение организация разрабатывает и выполняет организационные и технические мероприятия, направленные на устранение выявленных дефектов и повреждений сооружений, повышения уровня контроля за их состоянием, повышения эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, экземпляры которых для контроля передаются «Госводхознадзор» и заинтересованным министерствам и ведомствам.

3.4. Геотехнический контроль за возведением грунтовых гидротехнических сооружений

Одним из существенных признаков комплекса мер по обеспечению надежности и безопасности работы грунтовых плотин является геотехнический контроль за укладкой грунтов при их возведении. Это в одинаковой мере распространяется на любые способы строительства плотин будь то отсыпка насухо, намыв или отсыпка под воду.

Контроль качества грунтовых плотин ведется с целью проверки обеспечения значений физико-механических характеристик грунтов, укладываемых в тело плотины, их значениям, принятым при проектировании. В процессе накопления данных геотехконтроль и их анализа могут быть приняты коррективы в технологию возведения плотины, а также проведены некоторые расчеты, которыми устанавливается действительная картина напряженно-деформированного состояния плотины.

Кроме того, статистика физико-механических свойств грунта (главным образом плотности) позволяет на основе теории вероятности оценивать и напряженно – деформационное состояние плотин и коэффициент надежности, и перемещения и строить соответствующие математические ожидания величин и их доверительный интервал, что позволяет более обоснованно оценивать работу сооружения в период эксплуатации.

При проектировании грунтовой плотины, а также при организации геотехконтроля на строящемся сооружении заранее устанавливается перечень физико-механических характеристик грунта, подлежащих определению, количество проб грунта (точек контроля), места отбора проб (высотное и плановое положение точек контроля) объемы проб грунта, которые устанавливаются действующими нормативными документами или специально разрабатываются применительно к условиям конкретного строительства и регламентируются техническими условиями (ТУ) строительства плотин.

Служба геотехнического контроля организуется строительной организацией к началу земляных работ и действует на протяжении всего периода строительства вплоть до полного окончания работ. Виды контроля подразделяются на несколько групп: в зависимости от места и времени контроля в технологическом процессе строительства (входной контроль, операционный контроль), в зависимости от охвата контролируемых параметров (сплошной контроль, выборочный контроль), в зависимости от периодичности контроля

(непрерывный контроль, периодический контроль и др.), в зависимости от методов контроля (измерительный контроль, визуальный контроль, регистрационный контроль).

При строительстве грунтовых плотин в сложных климатических условиях параллельно с ведением гетехконтроля проводятся наблюдения за температурой воздуха и температурой грунта, укладываемого в сооружение, атмосферными осадками, скоростью воды и т. п.

Контроль за возведением грунтовых сооружений проводится геотехнической лабораторией. Перед возведением грунтовых сооружений геотехническая лаборатория проводит контрольные определения состава и характеристик грунтов в карьерах и сопоставляет эти данные с проектными, после чего выдает заключение о пригодности карьеров к использованию. При этом определяются следующие характеристики: для песчаных и глинистых грунтов — гранулометрического состава, плотность частиц грунта, предел текучести и раскатывания (для глинистых грунтов), влажность грунта, оптимальная плотность, компрессионные характеристики, коэффициент трения и удельное сцепление, коэффициент фильтрации; для крупнообломочных грунтов — предел прочности на одноосное сжатие, зерновой состав, содержание лещатки и содержание мелкозема, коэффициент размягчения камня при насыщении его водой, коэффициент разрыхления как отношение плотности грунта в карьере к плотности грунта, уложенного в плотину, морозостойкость и водопоглощение. При возведении намывных плотин устанавливаются соответствие карьерных грунтов проектным данным. При этом определяются: для песчаных, гравийных и водорастворимых солей, а для пылеватых и глинистых грунтов — влажность, число пластичности, содержание органических включений и водорастворимых солей.

Укладке грунтов в плотину предшествуют работы по подготовке основания. Подготовка основания производится в соответствии с проектом производства работ и дополнительными условиями, которые могут возникать после вскрытия котлована. Качество грунтов основания определяется лабораторными исследованиями проб грунта, взятых из основания, отбор проб производится из специальных шурфов, глубина которых зависит от геологического строения основания. У взятых проб определяется те же характеристики, которые указаны выше карьерных грунтов. Кроме обычных проб грунта геологической лабораторией отбираются большие монолиты для определения плотности грунта. При оценке качества грунта скального основания особое внимание уделяется наличию в нем суффозионных грунтов, глинистых грунтов, в которых при нагружении может развиваться поровое давление и наличию тонких прослоек слабых глинистых грунтов с пониженными прочностными характеристиками. При оценке качества скального основания особое внимание обращается на влияние в нем трещин разного порядка, ослабленных зон, зон сбросов и сдвигов и др.

Контроль качества возводимого сооружения устанавливается путем отбора и исследования характеристик уложенного грунта. Контрольные пробы отбираются равномерно по всему сооружению. Их количество зависит от

класса сооружения, типа грунта, объема работ и т.п. Вместо отбора проб применяются также полевые методы определения характеристик, например, геофизические методы, зондирование, испытание лопастными приборами.

Кроме лабораторных опытов проводятся и полевые исследования грунтов, особенно в тех случаях, когда затруднен отбор образцов или есть необходимость в определении осредненных характеристик. В частности, при определении водопроницаемости грунтов используются способы наливов в шурфы или откачек, при определении деформируемости грунтов-метод штамповых испытаний на поверхности грунта или шурфах, при определении прочности грунтов- метод сдвига (среза) отсыпов и целиков, а также динамическое и статическое зондирование.

3.5. Натурные наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений и их основаниями

Целью натурных наблюдений за грунтовыми сооружениями и их основаниями является установление их фактического состояния и определение его соответствия проектным прогнозам и критериям надежности и безопасной работы системы «плотина-основание».

Задачами натурных наблюдений является оперативный контроль за состоянием плотин и их оснований с целью своевременного выявления неблагоприятных отклонений в поведении системы «плотина-основание» и своевременного предотвращения развития негативных процессов, которые могут привести к выходу плотины из работоспособного состояния и даже аварийному состоянию. Кроме оперативного контроля сбор и обработка натурных наблюдений необходимы для комплексного анализа надежности плотины в целом и отдельных ее элементов. Натурные наблюдения начинаются в период строительства плотины при закладке контрольно-измерительной аппаратуры и продолжают в течении всего срока эксплуатации гидроузла.

В настоящее время действующими нормативными документами предусматривается в период проектирования гидроузла разработка специального проекта натурных наблюдений с установкой соответствующей контрольно-измерительной аппаратуры. Объем натурных наблюдений, и количество КИА определяется классом сооружения. Высокие грунтовые плотины оснащаются комплексом КИА, позволяющим вести наблюдения за параметрами фильтрационного потока в теле и основании плотины, осадками и горизонтальными смещениями, температурой, а ряда случаев и напряженно-деформированном состоянии, включая измерения порового давления в глинистых грунтах водоупорных элементов и основаниях.

При строительстве плотин в сейсмических районах проектом натурных наблюдений предусматривается установка сейсмической аппаратуры (сейсмографов, акселерометров) как непосредственно на сооружении, так и в непосредственной близости к нему.

Чистота наблюдений в проекте натурных наблюдений может корректироваться в процессе эксплуатации в зависимости от стабильности показаний КИА. Частота наблюдений может повышаться при близости показаний при-

боров предельно допустимых значениях измерительных величин, а также в случае появления экстремальной ситуации, например: длительной форсировке уровня верхнего бьефа, усиление верхнего бьефа, усилении сейсмической активности в районе гидроузла и т. п.

Современная практика проектирования предусматривает создание для анализа работы сооружений соответствующих баз данных наблюдений и их обработки. С этой целью сбор, хранение и обработка данных натурных наблюдений осуществляется с помощью специальных компьютерных информационно-диагностических систем, у которых все этапы (сбор, хранение и обработка) могут проводиться в автоматическом режиме по заранее заданным программам. Такую постановку проведения натурных наблюдений и их обработки принято называть мониторингом. Следует отметить, что в настоящее время успехи в мониторинге плотин достигнуты на ряде крупных бетонных плотин, например на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции, и на ряде грунтовых плотин: Чарвакская, Можайская и т. д.

Натурные наблюдения предусматривают визуальные наблюдения за состоянием плотин, береговых примыканий, включая цементационные и дренажные галереи, инструментальные геодезические наблюдения по приборам КИА (как визуально, так и дистанционно), наблюдения за суффозией и химическим составом воды.

Помимо систематических наблюдений плотина, как и весь гидроузел в целом, должна подвергаться внеочередному визуальному осмотру и полному циклу инструментальных наблюдений после паводка при форсировки водохранилища, землетрясения высокой балльности и т. п.

Оперативный контроль за состоянием плотин осуществляет на основе сравнения фактически ~~наблюденных~~ показателей с критериальными значениями показатели (предельно-допустимыми значениями (ПДЗ)), полученными на стадии проектирования. Как правило, время действия проектных показателей распространяется на начальный период наполнения водохранилища до отметки НПУ и первые годы постоянной эксплуатации. В дальнейшем ПДЗ могут быть откорректированы по результатам натурных наблюдений, уточненными данными о физико-механических свойствах грунтов тела плотины и основания, полученные в процессе геотехнического контроля в период строительства и дополнительных исследований в период эксплуатации плотины (например, с помощью геодезических методов, георадара и т. п.

Результаты наблюдения на плотинах подразделяются на текущие и полные осмотры. Текущие осмотры выполняются службой эксплуатации гидроузла, полные осмотры выполняются службой эксплуатации гидроузла, полные осмотры проводятся на комиссионной основе. При организации визуальных наблюдений следует обращать особое внимание на выявление трещин, осадок и просадок грунта на гребне, в зонах бортовых примыканий, признаки появления трещин, закола, являющихся предшественниками возможного оползня откосов плотины, рост фильтрационных расходов в дренажах, появление признаков выноса материала заполнителя трещин в дренажную систему бортовых примыканий, появление очагов высачивания в зоне контакта плотины

тины с бортами каньона (при возведении плотин на скальных основаниях горной местности) или с берегами речной долины (при возведении плотин на нескальном основании). Если крепление откосов плотины со стороны верхнего бьефа выполнено с помощью бетонных (железобетонных) плит, то особое внимание уделяется состоянию бетона плит крепления, а также дефектам температурно-осадочных швов между плитами, выноса грунта из под плит, их просадкам и вспучиванию. Осмотру подлежат дренажные колодцы, которые могут засорятся и заполняться вынесенным грунтом. В цементационных галереях выявляются течи через трещины в разрушенном бетоне и вынос грунта тела плотины. На территории, примыкающей к плотине со стороны нижнего бьефа наблюдаются заболоченные участки, а также, на которых могут наблюдаться признаки выпора грунта.

По результатам визуальных наблюдений могут организованы специальные инструментальные наблюдения.

Инструментальные наблюдения на грунтовых плотинах подразделяются на периодические повторяющиеся геодезические наблюдения и наблюдения за показаниями КИА. Как правило, в проекте размещение КИА в плотине предусматривается по ряду створов, которые приурочены либо к характерным сечениям, либо к сечениям, обладающим специальными особенностями по топографии местности. Геологическому строению основания, компоновке сооружений в створе гидроузла и т.п. В последнем случае особое внимание уделяется сопряжению грунтовых плотин с бетонными сооружениями (водосливноыми плотинами, зданиями гидроэлектростанций, камерами шлюзов и т. п.). С помощью геодезических наблюдений и КИА, как отмечалось выше, проводятся наблюдения за осадками и смещениями плотин и их оснований, происходящими как в период строительства, так и в период эксплуатации, за фильтрационным режимом плотины, за ее основанием и береговыми примыканиями, за процессами консолидации грунтовых водоупорных элементов плотин и глинистых оснований, за напряженным состоянием тела плотин и ее конструктивных элементов.

Наблюдения за осадкой и смещениями гребня плотины. Наблюдения за осадкой и смещениями гребня плотины начинаются в период строительства и продолжаются в период эксплуатации. Осадка плотины складывается из осадки подошвы плотины, которая определяется уплотнением грунтов основания под действием веса возводимой плотины и осадки тела самой плотины, происходящей под действием собственного веса грунта. Осадки основания определяются деформационными характеристиками грунтов, залегающих под подошвой плотины. При строительстве плотин на скальных грунтах эти осадки незначительны и могут не приниматься в расчет при вычислении осадок плотин. Осадка тела плотины под действием собственного веса определяются плотностью укладываемых грунтов. Кроме осадок могут фиксироваться и плановые смещения точек плотины, как в направлении потока, так и вдоль оси плотины. Кроме веса плотины на осадки и плановые смещения оказывает влияние и гидротехническая нагрузка со стороны водохранилища. Наблюдения за осадкой и плановыми смещениями точек плотины проводятся

на плотинах I и II класса, на плотинах III и IV классов — только осадки. При строительстве плотин на сильно сжимаемых основаниях производится наблюдения за послойной осадкой оснований.

Наблюдения за осадкой точек на гребне и бермах плотины, а также на береговых примыканиях устанавливаются поверхностные марки. Для определения осадок точек внутри тела плотины, на ее подошве или в грунтовой массе основания устанавливаются глубинные марки.

Горизонтальные перемещения точек плотины могут определяться по системе прямых или обратных отвесов. Для установки отвесов в теле плотины устанавливаются наблюдательные специальные шахты, которые состоят из отдельных звеньев, способных перемещаться в горизонтальной плоскости друг относительно друга. В прямых отвесах точка крепления струны находится на гребне плотины или в общем случае имеет место верхнее крепление, а перемещения звеньев шахты фиксируются относительно точки подвеса с помощью координатомера. Оси координатомера совпадают с направлениями оси плотины и перпендикулярны к ней. Перемещение точки подвеса определяются обычными геодезическими методами. При использовании обратных отвесов якорь укрепляется в глубине основания или ниже крепления. Верхнее крепление обратного отвеса осуществляется с помощью поплавка на поверхности емкости с жидкостью. Точка расположения якоря считается, неподвижной и показания координатомера фиксируют абсолютные горизонтальные перемещения стенок смотровой шахты, принимаемые за перемещения точек внутри тела плотины (смещения поплавка). Измеренные горизонтальные перемещения гребня плотины геодезическими методами увязываются с показаниями отвесов. Для высоких и сверхвысоких плотин используют систему отвесов, имеющих точки закрепления на разных отметках. В этом случае перемещение точек плотины определяется суммированием показаний по соответствующим отвесам. Ответы чаще принимаются в бетонных плотинах, так как им удобно фиксировать сравнительно малые перемещения.

Натурные наблюдения за фильтрационным потоком в теле и основании грунтовых плотин. Фильтрационный поток в теле плотины и основании характеризуется двумя основными параметрами, определяемыми при натурных наблюдениях — пьезометрическим напором и фильтрационным расходом. Пьезометрический напор в грунте измеряют с помощью пьезометров (открытых точечных пьезометров при измерениях в проницаемых грунтах, закрытых — напорных точечных пьезометров в слабопроницаемых грунтах) и пьезодинамометров. Пьезодинамометры используют для измерения пьезометрического напора в глинистых грунтах. Для установления положения кривой депрессии в теле плотины используются шахтные пьезометры, представляющие собой буровой колодец с перфорированной осадной трубой. Вода в колодце находится на уровне стояния воды в теле плотины. Положение поверхности кривой депрессии определяется путем измерения расстояния между уровнем воды и краем колодца.

Фильтрационные расходы устанавливаются путем сбора и измерения количества профильтровавшейся воды. Если в плотине имеется трубчатый

или ленточный дренаж, то организуется отвод и сбор воды из дренажа. Расход воды определяются известными способами с помощью мерных водосливов.

Анализ данных о пьезометрических напорах в плотине и фильтрационных расходах дает возможность достаточно быстро установить признаки перемен в нормальном режиме работы сооружения.

Частота снятия показаний КИА на плотине регламентируется в инструкции по эксплуатации гидроузла и во многом зависит от уровня автоматизации натуральных наблюдений.

3.6. Анализ причин снижения безопасности гидротехнических сооружений

Для качественного и количественного анализа условий возникновения аварий и социально-экологических нарушений при эксплуатации гидротехнических объектов большое значение имеет их классификация в зависимости от причин возникновения, характера проявления и возможных последствий для объекта, персонала, населения; окружающей природной и социальной среды.

В общем случае условия возникновения аварий и социально-экологических нарушений на гидротехнических объектах условно могут быть разделены на пять характерных классов:

- первичные нарушения – отказы и неисправности исследуемого объекта, возникающих по любым причинам, кроме действия других отказов и неисправностей объекта, элементов гидротехнических сооружений и окружающей среды;
- вторичные нарушения – отказы и неисправности гидротехнических объектов, возникающие в результате реализации других отказов и неисправностей объекта, элементов ГТС и окружающей среды;
- ошибки управления – нарушения, происходящие вследствие ошибочных сигналов управления либо сбоя в сетях управления и контроля за состоянием объекта, элементов гидротехнических сооружений и окружающей среды;
- нарушения, вызванные общей причиной – отказы и неисправности различного вида, источником которых являются одна и та же (т.е. общая) причина;
- нарушения, обусловленные достижением предельных состояний и деградацией – отказы и неисправности, связанные с исчерпанием ресурса объекта либо развитием процессов деградации в гидротехнических сооружениях и в окружающей среде.

Нарушения на гидротехническом объекте могут иметь признаки нескольких из указанных выше классов. Такие нарушения определяются как сложные. Сложные нарушения могут допускать, дальнейшую дифференциацию до уровня простых базовых или же элементарных нарушений.

Среди непосредственных причин возникновения первичных нарушений на гидротехническом объекте выделяются: несоответствие показателей физико-механических свойств материалов и грунтов заданным; недостатки конст-

- постоянные и длительные воздействия наиболее общего проявления (фильтрация, эвтрофикация, влияние полыньи в нижнем бьефе, трансформация русла в нижнем бьефе и т. п.);

- грубые ошибки и просчеты, допущенные при изысканиях, научном обосновании, проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехническом объекте.

Общие причины могут инициировать множественные нарушения, в том числе и *каскадные*, развивающиеся по принципу «домино».

Под деградацией природных, экологических и социальных структур понимается их обеднение, вырождение, ухудшение свойств во времени, потеря качества (падение плодородия почвы; ухудшение качества воды), любые изменения в худшую сторону, ведущие в конечном итоге к потере структуры.

Деградация социально-экологических структур может быть вызвана естественными причинами (первичные нарушения по деградации), которые реализуются в процессе длительной эксплуатации гидротехнических объектов или же хозяйственной деятельности, развитой на базе гидротехнических объектов (вторичные нарушения по деградации).

По своему проявлению нарушения можно разделить на *функциональные*, при которых прекращается выполнение той или иной структурой, экосистемой или же социумом хотя бы одной из установленных их функций или же теряется одна из установленных их функций или же теряется одна из установленных их потенциалов, и *параметрические*, при которых хотя бы один контрольный параметр состояния исследуемого объекта изменяется в недопустимых пределах.

В общем случае нарушения на гидротехнические объекты могут быть независимыми и зависимыми, явными и скрытыми. Независимые нарушения не оказывают существенного влияния на возможность проявления других. Зависимые нарушения определяют характер проявления друг друга.

Явные нарушения регистрируются непосредственно в результате соответствующих наблюдений за явлениями и процессами, происходящими на гидротехнических объектах, в ГТС и окружающей среде. Наличие скрытых нарушений может быть установлено лишь косвенным путем, на основе соответствующего анализа.

В зависимости от последствий различные нарушения на гидротехнические объекты (и в ГТС) могут ранжироваться на:

- простейшие (базовые, элементарные) нарушения по отдельным техническим и социально-экологическим компонентам – нарушения, которые непосредственно не связаны с дальнейшим ухудшением ситуации на объекте и неблагоприятные последствия реализации которых легко устраняются в ходе профилактических мероприятий;

- простейшие нарушения по отдельным структурам, непосредственно связанные с возможным последующим развитием событий в неблагоприятном направлении и которые при определенных условиях могут привести к потере одного из полезных свойств данных структур; для сохранения свойств

- постоянные и длительные воздействия наиболее общего проявления (фильтрация, эвтрофикация, влияние полыньи в нижнем бьефе, трансформация русла в нижнем бьефе и т. п.);

- грубые ошибки и просчеты, допущенные при изысканиях, научном обосновании, проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехнического объекта.

Общие причины могут инициировать множественные нарушения, в том числе и *каскадные*, развивающиеся по принципу «домино».

Под деградацией природных, экологических и социальных структур понимается их обеднение, вырождение, ухудшение свойств во времени, потеря качества (падение плодородия почвы, ухудшение качества воды), любые изменения в худшую сторону, ведущие в конечном итоге к потере структуры.

Деградация социально-экологических структур может быть вызвана естественными причинами (первичные нарушения по деградации), которые реализуются в процессе длительной эксплуатации гидротехнических объектов или же хозяйственной деятельности, развитой на базе гидротехнических объектов (вторичные нарушения по деградации).

По своему проявлению нарушения можно разделить на *функциональные*, при которых прекращается выполнение той или иной структурой, экосистемой или же социумом хотя бы одной из установленных их функций или же теряется одна из установленных их функций или же теряется одна из установленных их потенциалов, и *параметрические*, при которых хотя бы один контрольный параметр состояния исследуемого объекта изменяется в недопустимых пределах.

В общем случае нарушения на гидротехнические объекты могут быть независимыми и зависимыми, явными и скрытыми. Независимые нарушения не оказывают существенного влияния на возможность проявления других. Зависимые нарушения определяют характер проявления друг друга.

Явные нарушения регистрируются непосредственно в результате соответствующих наблюдений за явлениями и процессами, происходящими на гидротехнических объектах, в ГТС и окружающей среде. Наличие скрытых нарушений может быть установлено лишь косвенным путем, на основе соответствующего анализа.

В зависимости от последствий различные нарушения на гидротехнические объекты (и в ГТС) могут ранжироваться на:

- простейшие (базовые, элементарные) нарушения по отдельным техническим и социально-экологическим компонентам – нарушения, которые непосредственно не связаны с дальнейшим ухудшением ситуации на объекте и неблагоприятные последствия реализации которых легко устраняются в ходе профилактических мероприятий;

- простейшие нарушения по отдельным структурам, непосредственно связанные с возможным последующим развитием событий в неблагоприятном направлении и которые при определенных условиях могут привести к потере одного из полезных свойств данных структур; для сохранения свойств

структуры необходимо принятие неотложных мер поддерживающего характера;

- нарушения, связанные с безвозвратной потерей отдельных свойств элементов гидротехнического объекта, ПТО и окружающей среды; отрицательные последствия могут быть ликвидированы путем срочного проведения ремонтных и компенсационных мероприятий; при непринятии мер события могут развиваться в неблагоприятном направлении;

- нарушения, приводящие к исчерпанию ресурса технических структур либо к полной деградации отдельных социальных и экологических объектов по всем учитываемым свойствам; восстановление качества объектов возможно только посредством капитального ремонта, реконструкции, замены;

- нарушения, приводящие к критическим состояниям на объектах и различного рода экологически-конфликтным ситуациям, обуславливающие общественно неоправданное либо потенциально опасное ухудшение условий жизни человека;

- нарушения, непосредственно предопределяющие наступление аварии либо чрезвычайной техногенной ситуации, или же нарушения, рассматриваемые как общественно неоправданные и опасные, связанные с тяжелыми, трудно учитываемыми материальными, моральными, экологическими или социальными потерями.

Основные принципы вероятности моделирования определяющих факторов. В общем случае определяющие факторы могут быть представлены различного рода числовыми и нечисловыми переменными, характеризующими свойства объектов, условия их функционирования и способы использования. Они могут быть определенными и неопределенными и выражаются количественно и или качественно; логическими – элементарными высказываниями, принимающими значения истинности «да» либо «нет»; структурными – представляющими собой производные символы рассматриваемых объектов, событий, состояний, явлений, процессов.

К определенным факторам относятся признаки и параметры, значения которых в любой момент времени могут быть установлены с требуемой точностью: как на основе прямых измерений, так и косвенных исследований по известным функциям определенных аргументов. Определенные факторы всегда принимают конкретные неслучайные значения в виде координат точки в признаковом пространстве, соответствующей конкретному состоянию гидротехнического объекта, элементов ГТС и окружающей среды. К определенным факторам относятся также контролируемые входные воздействия и управляемые переменные.

К неопределенным факторам относятся признаки и параметры, о значениях которых отсутствует достоверная информация. Неопределенные факторы могут случайными и нестохастическими, и в отличие от определенных их значения распределяются по всем классам состояний с той или иной вероятностью. При отсутствии любой информации речь идет о полной неопределенности фактора.

Для стохастически определенных факторов основной формой представления является функция распределения. Среди источников статистической и другой вероятной информации об определяющих факторах выделяются следующие:

1. Априорные (проектные) данные о параметрах конструкций гидротехнических объектов и показателях физико-механических свойств материалов и грунтов, используемых при гидротехническом строительстве; параметрах экосистем и социумов, других структур, которые включаются в ГТС; параметрах окружающей среды. Эта информация, в принципе, относится к генеральной совокупности по объектам, поэтому в практике проектирования гидротехнических объектов оперируют так называемыми нормативными значениями показателей. Однако, для конкретного объекта предметом окончательных оценок служат вполне определенные представители из этой совокупности, на основе которых и определяются расчетные значения параметров.

2. Априорные (проектные) данные о параметрах нагрузок, воздействий, условиях взаимодействия гидротехнических объектов с элементами гидротехнических сооружений и окружающей среды. Накопление статической информации происходит в результате полевых изысканий, лабораторных и научных исследований и в процессе проектирования. Хотя в некоторых случаях и наблюдается неопределенность оценок при выборе расчетных схем и моделировании условий работы гидротехнических объектов, природных структур, экосистем, социумов, однако и здесь репрезентативность выборок вполне достижима.

3. Данные текущего контроля, диагностики и мониторинга показателей состояния объекта, элементов ГТС и окружающей среды (апостериорные данные). В ходе натурных и диагностических исследований накапливается новая статистическая информация как о материалах, грунтах, нагрузках, условиях работы, состоянии, так и о надежности и безопасности отдельных элементов гидротехнического строительства, ГТС, окружающей среды. Объединение такой (апостериорной) информации с априорными данными может существенно снизить уровень неопределенности совокупной информации по объекту. Поэтому вероятностные модели факторов, основанные как на априорной, так и апостериорной информации, представляются более объективными, чем те, которые используются на стадии проектирования.

При обработке статической информации определяются математические ожидания (стандарты), коэффициенты вариации и асимметрии, обеспеченности и вероятности превышения расчетных значений, повторяемости и плотности распределения параметров по расчетным выборкам и генеральным совокупностям значений.

Параметры распределения факторов нестохастической природы, представляющих собой функции статически определяемых аргументов, устанавливаются на основе рандомизации уравнений связи.

При рандомизации уравнений связи могут использоваться различные приемы, наибольшее распространение среди которых получили метод статических испытаний (Монте-Карло) и метод статической линеаризации. Метод

либо процессов. Она может использоваться и для количественных признаков, для которых важна не столько описывающая их величина, сколько сам факт существования признака или же факт попадания или не попадания его численного значения (например, объема повреждения) в строго заданный интервал.



Рисунок - 3. Общая схема вероятностного моделирования факторов, определяющих надежность и безопасность гидротехнических объектов.

Структурные (лингвистические) показатели позволяют рассматривать фактор в виде цепочки соответствующих символов, формирующих законченное предложение. Мера близости к тому или иному фактору определяется количеством совпадающих с контрольным для каждого фактора списком символов, моделирующих рассматриваемый структурный показатель.

Оценка вероятностей возникновения аварий и нарушений методом деревьев отказов. Одной из основных целей количественного анализа надежности и безопасности гидротехнических объектов является снижение вероятности аварий и нарушений, приводящих к отрицательным воздействиям на человека, экономику и природную среду. В то же время оценка вероятностей неблагоприятных техногенных событий и состояний на гидротехнические объекты является наиболее сложной из задач, связанных с обеспечением их надежности и безопасности. Для ее решения необходимо использовать некоторые универсальный подход, в рамках которого возможны количественных оценки вероятностей реализации сложных событий и состояний на гидротехнические объекты на основе имеющейся, не всегда статически однород-

либо процессов. Она может использоваться и для количественных признаков, для которых важна не столько описывающая их величина, сколько сам факт существования признака или же факт попадания или непадания его численного значения (например, объема повреждения) в строго заданный интервал.



Рисунок - 3. Общая схема вероятностного моделирования факторов, определяющих надежность и безопасность гидротехнических объектов.

Структурные (лингвистические) показатели позволяют рассматривать фактор в виде цепочки соответствующих символов, формирующих законченное предложение. Мера близости к тому или иному фактору определяется количеством совпадающих с контрольным для каждого фактора списком символов, моделирующих рассматриваемый структурный показатель.

Оценка вероятностей возникновения аварий и нарушений методом деревьев отказов. Одной из основных целей количественного анализа надежности и безопасности гидротехнических объектов является снижение вероятности аварий и нарушений, приводящих к отрицательным воздействиям на человека, экономику и природную среду. В то же время оценка вероятностей неблагоприятных техногенных событий и состояний на гидротехнические объекты является наиболее сложной из задач, связанных с обеспечением их надежности и безопасности. Для ее решения необходимо использовать некоторые универсальный подход, в рамках которого возможны количественных оценки вероятностей реализации сложных событий и состояний на гидротехнические объекты на основе имеющейся, не всегда статически однород-

ной, часто неопределенной и субъективной информации: частной – о состоянии отдельных структурных единиц объекта, логике их взаимодействия в системе; общей – по свойствам объекта как системы в целом, поведению элементов окружающей среды, логике взаимодействия объекта с окружающей средой с учетом принятых частных и общих критериев надежности и безопасности.

Моделирование сценариев возникновения аварий и нарушений на гидротехнические объекты наглядно показывает, что такие события чаще всего обуславливаются одновременным или же последовательным действием нескольких различных по происхождению причин: неисправностей и отказов технических средств, ошибок управления, действий факторов окружающей среды. Сценарии возникновения аварий и нарушений позволяют расчлнить сложные события и состояния на простые, проследить самые разнообразные причинно-следственные отношения между различными событиями в системе во времени и пространстве. В конечном счете, они существенно упрощают качественную и количественную, в том числе и вероятностную (за счет углубленной дифференциации) характеристику отдельных событий и состояний.

Суть метода деревьев отказов и неисправностей заключается разработке эвристической, графоаналитической модели надежности и безопасности объекта, отображающей соответствующим образом логико-вероятностные отношения между исходными отказами и неисправностями, причинами и следствиями их возникновения и некоторым результирующим событием или состоянием на гидротехнических сооружениях, определяющим аварию либо нарушение, с целью получения интегрального (обобщенного) показателя надежности и безопасности объекта как вероятности реализации результирующего события (состояния), определяющего надежность (безопасность) системы в целом по вычисленным априори на основе методов теории вероятностей, математической статистики, параметрической и системной теории надежности вероятностям реализации установленных элементарных событий и состояний.

Основными графоаналитическими элементами дерева отказов и неисправностей являются символы-события (состояния), отображающие различные по своим свойствам события и состояния, отказы и неисправности в системе, и символы-операторы, моделирующие логико-вероятностные связи между исходными событиями (состояниями) и событиями (состояниями) - следствиями. Каждый из символов имеет строго определенное логическое значение

Дерева отказов и неисправностей могут стать достаточно громоздкими, что нередко затрудняет выявление ошибок и последующий расчет. В таких случаях целесообразно разбить задачу на несколько частных задач, а также больше внимание уделять исследованиям логики взаимодействия между различными событиями и состояниями. Полезно построение и расчет дерева отказов и неисправностей сопровождать блочными диаграммами, таблицами

событий и состояний, в которых пояснять все принятые положения и допущения.

Рассмотрим пример построения дерева отказов ирригационной системы. Ирригационная система является сложной технической системой, состоящей из ряда взаимосвязанных элементов (водозаборного сооружения, водосборной плотины, канала, дюкеров, водовыпусков и т.п.), нарушение функционирования которых приводит к повреждениям этой системы.

Основными причинами аварийности ирригационных систем, на наш взгляд являются: технический отказ водозаборного гидроузла и межхозяйственного канала (рис. 4).

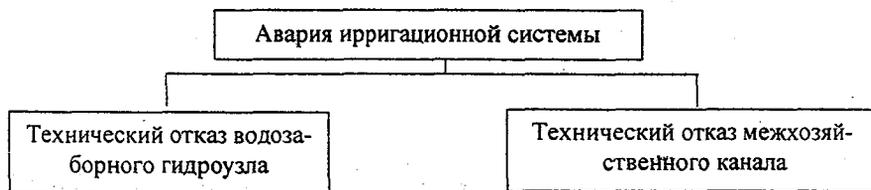


Рис. 4 - Основные виды аварий ирригационной системы

Технический отказ водозаборного гидроузла и межхозяйственного канала в большей степени зависят от следующих факторов:

- ошибки проектирования, заключающиеся в использовании стандартных решений без учета индивидуальных особенностей сооружения и природно-климатических условий;
- ведение строительных работ с отступлением от проекта;
- ошибки в нарушении режима эксплуатации водозаборного гидроузла и межхозяйственного канала;
- стихийные бедствия (паводки и сель).

Опыт эксплуатации различных ирригационных систем показывает, что основными видами аварий водозаборного гидроузла могут служить (рис. 5):

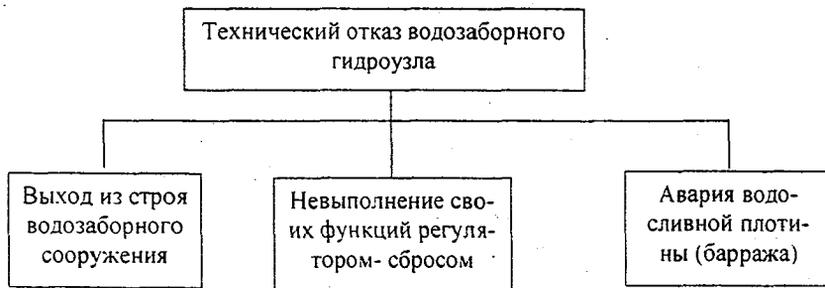


Рис. 5 - Основные виды аварий водозаборного гидроузла

- выход из строя водозаборного сооружения;
- невыполнение своих функций регулятором-сбросом;

- авария водосливной плотины (барража).

А основными видами аварий межхозяйственного канала могут быть (рис.6):

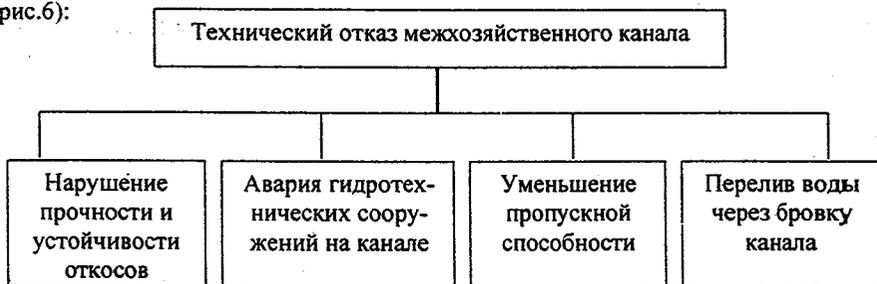


Рис. 6- Основные виды аварий межхозяйственного канала

- нарушение прочности и устойчивости откосов;
- авария гидротехнических сооружений на канале;
- уменьшение пропускной способности;
- перелив воды через бровку канала.

Зная сценарии аварийного состояния ирригационной системы, в целом, необходимо построить деревья отказов и неисправностей для гидротехнических сооружений входящих в водозаборный гидроузел, а также для межхозяйственного канала и сооружений на нем.

На основании дерева отказов и неисправностей, отображающих соответствующим образом логико-вероятностные отношения между исходными отказами и причинами их возникновения, позволить выявить факторы, снижающие надежность и безопасность гидротехнических сооружений ирригационных систем. Рассмотрим построение дерева отказов и неисправностей, на примере аварии водосливной плотины (рис. 7).

3.7. Оценка уровня риска аварий эксплуатируемых гидротехнических сооружений.

Для оценки безопасности гидротехнических сооружений необходимо выполнять оценку уровня риска аварий для этой цели должна быть построена *нерахитическая* система факторов и выполнена оценка уровня риска аварий. Оценка уровня риска аварий должна выполняться при составлении декларации безопасности гидротехнических сооружений.

На стадии проекта состав и критерии диагностических показателей K_1 и K_2 следует определять на основе анализа результатов расчетов и экспериментальных исследований фильтрационного, гидравлического и температурного режимов, напряженно-деформированного состояния прочности и устойчивости гидротехнических сооружений на основное и особое сочетание нагрузок, а также на основе анализа прочностных деформационных и фильтрационных характеристик материалов.

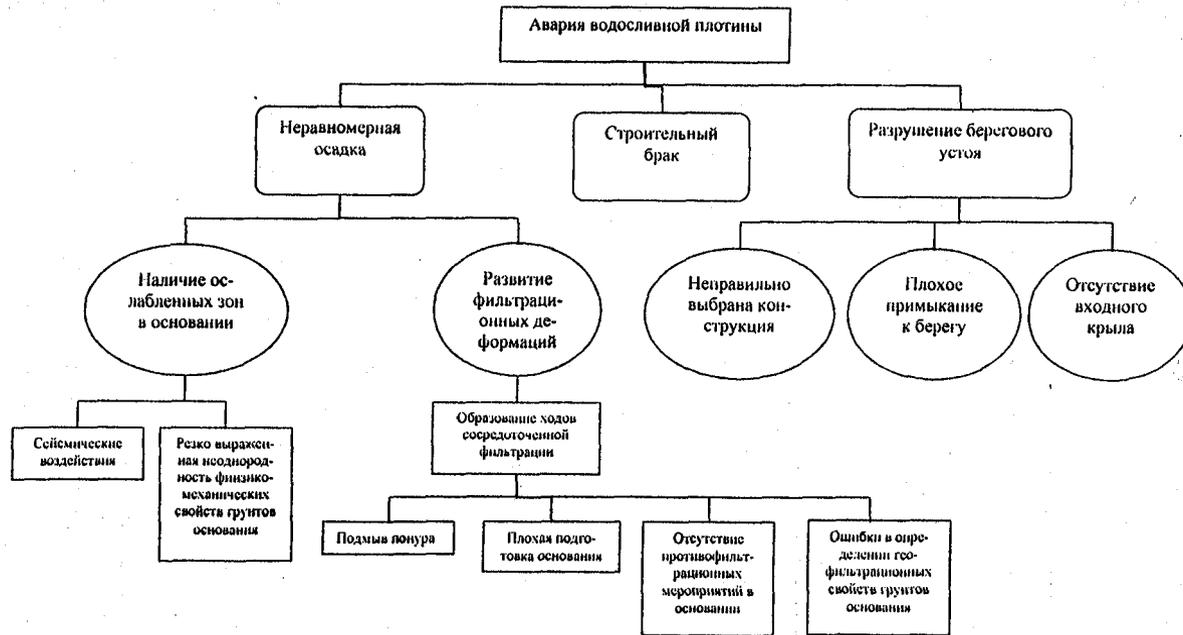


Рис. 7 - Дерево отказов водосливной плотины

На основе анализа результатов натуральных наблюдений и опыта эксплуатации гидротехнических сооружений должны быть осуществлены корректировки и дополнения критериальных значений K_1 (случаи необходимости K_2) диагностических показателей с использованием:

- результатов прогноза, выполненного на основании статических моделей, сформированных по данным натуральных наблюдений;
- поверочных расчетов по (от калиброванных) на основе натуральных наблюдений вероятностных математическим моделям, применительно к уточненным расчетным схемам гидротехнических сооружений и уточненным расчетным значениям параметров свойств материалов и перед оснований, а также параметров основного и особого сочетания нагрузок.

На стадии эксплуатации следует также определить состав и значения качественных диагностических показателей состояния сооружения (гидротехнических сооружений).

Для сооружений измерение значения диагностических показателей, которые оказались значительно ниже расчетных значений, определенных на стадии проекта и в случае отсутствия результатов уточненных расчетов эксплуатационного сооружения, критериальные значения показателей принимать по прогнозным статистическим моделям. При этом указанные статистические модели следует принимать, как правило, в пределах диапазона нагрузок и воздействий испытанных сооружений в процессе эксплуатации.

Случае превышения одним из несколькими диагностическими показателями критериального значения K_1 , определенного на стадии проекта и уточненного расчета на стадии эксплуатации, допускается на период поведения гидротехнических сооружений на основе статистической модели.

Для цели диагностики, прогноза состояния сооружений и определения эксплуатационных ситуаций следует использовать три типа математических моделей:

- статистические;
- детерминистические (расчетные);
- смешенные.

Статистические модели следует применять при наличии представительного временного ряда измерений для прогноза в диапазоне воздействий, ранее испытательных сооружением для всего комплекса измеряемых диагностических показателей. Детерминистическая (расчетная модель) разработанная на стадии проекта может использоваться на стадии начальной эксплуатации для прогноза при текущих, реальных на момент проверок нагрузок и воздействие на сооружение, с этой целью следует выполнить расчеты не только на экстремальные, но и на промежуточные нагрузки и воздействия при реальных характеристиках материалов сооружения и основания.

Детерминированную оценку уровня риска эксплуатируемых гидротехнических сооружений рекомендуется осуществлять в форме обобщенного показателя, объединяющего влияние количественных и качественных факторов безопасности. Указанный обобщенный показатель (уровень безопасности гидротехнических сооружений) характеризует степень отклонения безопасности

гидротехнических сооружений от требований проекта (точнее от современных требований норм и правил)

Оценка уровня безопасности гидротехнических сооружений может быть выполнена следующим образом:

- рассматриваются различные сценарии аварий,
- для каждого сценария аварии определяется перечень действующих факторов,
- разные количественные и качественные факторы безопасности приводятся к единому масштабу (ранжируются по единой шкале, разбитой на интервалы),
- осуществляется количественная оценка меры риска (уровня безопасности гидротехнической сооружений) с учетом взаимовлияния различных (приведенных к единому масштабу) факторов безопасности по формуле:

$$I = I_{\max} - \prod_i^n (I_{\max} - I_i) / (I_{\max} - I_{\min})^{n-1}$$

где I_i - значения факторов безопасности; I_{\max}, I_{\min} - максимальное и минимальное значения факторов для того интервала указанной количественной шкалы, которому соответствует качественные значения факторов, учитываемых при вычислениях по формуле.

Рассмотренный способ оценки уровня безопасности эксплуатируемого гидротехнического сооружения не исключает применения вероятностного метода оценки меры риска. В частности традиционные вероятностные представления характеристик воздействий (гидрологических, ветроволновых, сейсмических) следует использовать при выполнении оценок факторов безопасности, характеризующих природные воздействия, свойства материалов и пород основания. Аналогично при оценки соответствия состояния эксплуатируемого гидротехнического сооружения современным методам расчетов, нормам и правилам рекомендуется использование (при наличии соответствующих рекомендаций в нормативных документах) вероятностных оценок надежности гидроузла в целом или его отдельных элементов.

Наиболее эффективно применение вероятностных оценок надежности и безопасности сооружений при сильной случайной изменчивости действующих факторов, в особенности при учете особых нагрузок и воздействий (в том числе катастрофических природных) или их сочетаний, например сейсмического воздействия при случайном и меняющемся в широких пределах уровне водохранилища и т. п.

Вероятностную оценку риска аварии гидротехнических сооружений рекомендуется осуществлять в следующем порядке:

- рассматриваются различные сценарии аварий,
- для каждого сценария аварии определяется перечень действующих факторов.
- расчетам по формулам определяется вероятность аварий гидротехнических сооружений.

Заключительным этапом оценки риска аварии или оценки уровня безопасности эксплуатируемого гидротехнического сооружения является анализ полученных результатов, выявление наиболее «опасных» факторов и разработка рекомендаций технического или организационного характера по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений.

Для приблизительной оценки последствий, от разрушения гидротехнических сооружений, рекомендована система приближенных факторов или баллов риска, принятых аналогично международной практике (Бюллетень 72 ICOLD), таблица 5.

Оценка категории риска и опасности ГТС.

Таблица 5

Показатели	Баллы			
Требования в эвакуации людей, чел	>1000 (12)	1000 – 100 (8)	100 – 1 (4)	нет (0)
Потенциальная опасность	высокая (12)	средняя (8)	низкая (4)	нет (0)

Категория риска определяется по сумме баллов таблица 6.

Категория риска

Таблица 6

Сумма баллов	Категория риска
31 - 36	IV(высшая)
19 – 30	III
7 – 18	II
0 - 6	I

Анализ безопасности эксплуатируемого гидротехнического сооружения осуществляется на основании сценариев аварий таблица 7,8.

Оценка риска

Таблица 7

№	Опасность	Балл (Н)
1	Авария, которая может привести к разрушению плотин и опасности для ниже расположенной территории	5
2	Авария, которая ведет к возникновению опасности для персонала эксплуатации	4
3	Авария, которая может вызвать перебой в подаче воды на орошение или электроснабжение	3
4	Авария ведущая к значительным ремонтным работам	2
5	Авария, не вызывающая серьезных последствий	1

Оценка риска

Таблица 8

Н+Р	Необходимые действия	Риск	Балл (Р)
1-2	Наблюдения	1 Неотвратимый	3
3-5	Планирование ремонтных работ в течение 3 – 5 лет	2 Возможен в ближайшие 3-5 лет	2
6-8	Ремонтные работы в течение года или сезона	3 Возможен в будущем	1
9-12	Срочный немедленный ремонт		
15	Аварийная ситуация, снижение уровня воды в водохранилище, ввод в действие системы оповещения, срочный ремонт		

3.8. Оценка эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений

Повышение эффективности эксплуатации гидротехнических сооружений во многом зависит от их надежности. В тоже время, оценивая сегодняшнее состояние многих эксплуатируемых гидротехнических сооружений ирригационных систем, следует отметить, их низкую надежность. Факторы, определяющие надежность гидротехнических сооружений при эксплуатации во многом зависят от ошибок допущенных при проектировании и строительстве их. Существующие нормы срока службы сооружений не в полной мере отражают действительность. Поэтому, нами предлагается, оценку надежности гидротехнических сооружений определять при проектировании или в период эксплуатации, в зависимости от действительного срока службы каждого элемента сооружения.

Для этого вероятность отказов элементов сооружений $F(x)$ можно определить по формуле полученной, на основании натурных исследований проводимых сотрудниками кафедры «Гидротехнические сооружения и инженерные

конструкции» ТИИМ:
$$F(x) = e^{-\frac{(t-1)^2}{0,3183}}$$

где t – срок службы элемента гидротехнического сооружения.

Зная вероятность отказа каждого элемента гидротехнического сооружения в зависимости от срока его эксплуатации $F(x)$, можно построить графики зависимости $F(x)=f(t)$ (рис.8).

Из рисунка наглядно видно насколько велика вероятность отказа $F(x)$ того или иного элемента сооружения.

Из условия. работы гидротехнических сооружений и значимости того или иного элемента в обеспечении безотказной работы сооружения в целом, можно еще на стадии проектирования или в процессе эксплуатации конструктивно

усилить надежность его. В тоже время, имея график $F(x)=f(t)$ можно легко определить вероятность безотказной работы $P(x)$ каждого элемента и сооружения в целом по формуле:

$$P(x) = 1 - F(x)$$

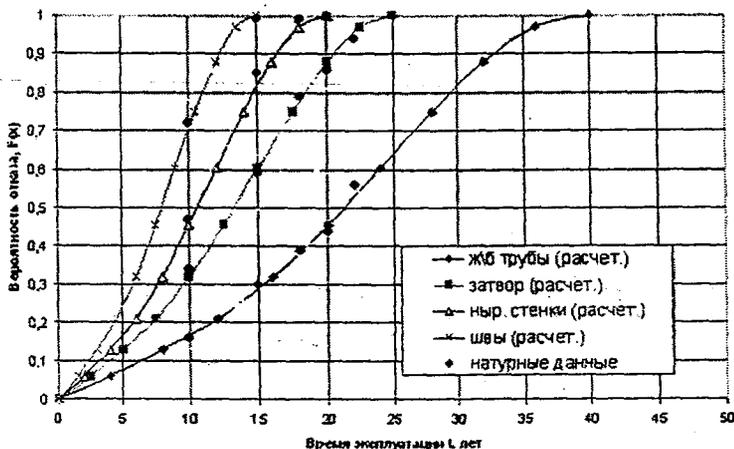


Рис.8. График зависимости отказа элементов водозаборного сооружения от времени его эксплуатации

Тогда вероятность безотказной работы эксплуатируемой ирригационной системы на период времени t можно определить по следующей формуле :

$$P_{kc}(t) = P_{BГУ}(t) \cdot P_{MХК}(t) \cdot i P_p(t) \cdot n P_c(t) \cdot m P_v(t)$$

где $P_{BГУ}$ — вероятность безотказной работы водозаборного гидроузла;

$P_{MХК}$ — вероятность безотказной работы межхозяйственного канала;

P_p — вероятность безотказной работы регулирующих сооружений;

P_c — вероятность безотказной работы сопрягающих сооружений;

P_v — вероятность безотказной работы водопроводящих сооружений;

i, n и m — соответственно количество регулирующих, сопрягающих и водопроводящих сооружений.

Безотказная работа отдельных сооружений, входящих во весь комплекс, зависит от надёжности их конструктивных элементов. В тоже время, при выходе из строя водозаборного узла или межхозяйственного канала выйдет из строя вся система в целом, поэтому в первую очередь необходимо иметь высокие показатели надёжности ответственных сооружений. Для вычисления других основных показателей надёжности гидротехнических сооружений ирригационных систем можно использовать расчётные формулы, предложенные академиком Ц.Е.Мирихулава.

Среднее время безотказной работы сооружений на каналах можно определить по формуле:

$$t_p = \sum_{i=1}^n P_{кс}(X_i) \Delta t = \sum_{i=1}^n [1 - F(X_i)]$$

Тогда, коэффициент надёжности работы всех гидротехнических сооружений в комплексе на период времени t определится, как

$$R(t_0) = K e^{-t_0/t_p}$$

где K – коэффициент готовности сооружений к работе, определяется по формуле:

$$K = t_p / (t_p + t_{п})$$

где t_p – время работы сооружений; $t_{п}$ – время простоя сооружений.

Полученные данные по отказам гидротехнических сооружений Угамской ирригационной системы показывают, что самая большая вероятность отказа составляет по водозаборному гидроузлу $F(x) = 0,91$ и межхозяйственному каналу $F(x) = 0,84$, а самая низкая $F(x) = 0,81-0,83$ соответственно по дюкерам и водовыпускам. Это подтверждено натурными исследованиями и данными эксплуатационной службы. Расчет вероятности безотказной работы гидротехнических сооружений Угамской ирригационной системы $P(x)$ после 23 лет эксплуатации показал, что самая низкая надежность у водозаборного гидроузла, которая составляет $P(x) = 0,09$, поэтому необходима срочная реконструкция его.

3.9. Содержание декларации безопасности гидротехнических сооружений

Декларация безопасности гидротехнических сооружений должна содержать в себе пять разделов и семь приложений.

В первом разделе должны содержаться следующие краткие сведения об эксплуатируемом гидротехническом сооружении:

- полное и сокращенное наименование эксплуатирующей организации;
- наименование вышестоящей организации, министерства, ведомства;
- наименование должности руководителя эксплуатирующей организации;
- полный почтовый адрес эксплуатирующей организации, телефон, факс, адрес электронной почты;
- состав и общая характеристика объектов гидротехнических сооружений, сведения о численности и размещении персонала;
- сведения о границах и размерах территории гидротехнических сооружений, границах запретных и санитарно-защитных зон;
- краткая характеристика основных положений проекта гидротехнического сооружения, результатов исследований и изысканий, в том числе: основные компоновочные и конструктивные решения, а также основные способы производства СМР; климат и гидрологические условия (температура воздуха, скорость ветра, наблюдаемые и расчетные расходы воды, гидрограф паводка); инженерно-геологические, гидрогеологические и сейсмические условия; све-

дения о селевой и оползневой опасности (при наличии таких явлений); перечень основных научно-исследовательских работ и экспериментальных исследований гидротехнических сооружений, выполненных для обоснования проектных решений, основные выводы и рекомендации для использования в проекте; сведения о принятых в проекте параметрах нагрузок и воздействий, методах расчетов, результатах расчета сооружений на устойчивость и прочность (фильтрационную прочность грунтов), о мероприятиях обеспечивающих недопущение перелива воды через гребень плотин (дамб и т.д.); сведения о принятых в проекте критериях безопасности гидротехнических сооружений;

- общие меры безопасности гидротехнических сооружений и организации контроля: системы инструментального и визуального контроля за состоянием гидротехнических сооружений, результаты натуральных наблюдений по каждому виду КИА; перечень контролируемых показателей состояния гидротехнических сооружений, критериев безопасности; системы АСУ, раннего предупреждения и оповещения; предусмотренных проектом план действий эксплуатационного персонала в аварийной ситуации; системы охраны объекта и обеспечения его безопасности в особый период; перечень реализованных технических и организационных решений, направленных на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений;

- характеристика зоны возможного затопления:

- перечень имеющейся на объекте утвержденной ПСД, включая изменения и дополнения, внесенные в проект в установленном порядке.

Во втором разделе должны содержаться следующие сведения об изменениях, влияющих на безопасность гидротехнических сооружений, произошедших после утверждения проекта (декларации), (отвечать да, нет. Да - сопроводить кратким изложением характера изменения):

- информация о соответствии существующего состояния гидротехнических сооружений действующим нормам и правилам. Современным методам расчета и оценки его безопасности: сведения об изменениях положений норм, методов расчета и методов оценки состояния сооружений; сведения об изменении условий эксплуатации сооружений; сведения об изменении факторов (кроме природных воздействий), влияющих на безопасность сооружений;

- информация о превышении принятых в проекте расчетных уровней природных воздействий: переоценка расчетных максимальных расходов водосточников; переоценка расчетных сейсмических воздействий; селевой и оползневой опасности, в том числе переработки берегов;

- информация об изменении расчетных значений физико-механических и фильтрационных свойств грунтов тела и основания гидротехнического сооружения, строительных материалов, из которых возведены сооружения из-за: изменения методов (СНиП) определения и назначения расчетных характеристик; обнаруженных в процессе строительства и эксплуатации дефектов конструкций и основания; изменения гидрогеологического режима; возможности «разжижения» грунтов тела и основания плотин при динамических воздействиях; других факторов;

- отклонения от проектных условий в период эксплуатации: уменьшение пропускной способности водопропускных сооружений; нарушения режимов эксплуатации гидротехнических сооружений и оборудования; снижения надежности механического, энергетического и др. оборудования; выхода из строя средств контроля за состоянием гидротехнических сооружений; не соблюдения правил эксплуатации гидротехнических сооружений; другие факторы;

- отклонения установленных проектом критериев безопасности от показателей состояния сооружений по результатам натуральных наблюдений;

- сведения об авариях и аварийных ситуациях на эксплуатируемом гидротехническом сооружении;

- сведения о планировавшихся и невыполненных мероприятиях, направленных на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений;

В третьем разделе должны содержаться сведения о оценке влияния изменений на безопасность эксплуатируемого гидротехнического сооружения;

- оценка категории риска (опасности) гидротехнических сооружений, уточнение класса сооружений;

- анализ уточнений, внесенных в проект в период строительства и эксплуатации, включая оборудование и энергоснабжение. Оценка их влияния на безопасность гидротехнических сооружений;

- уточнение степени заилиenia водохранилищ, каналов и коллекторов реформирования бьефов гидроузлов;

- уточнение величины максимальных расчетных расходов в связи с удлинением ряда наблюдений и изменения норм, расходов связанных с прорывом горных озер, вышерасположенных водохранилищ и условий их пропуска через сооружения;

- оценка влияния на безопасность гидротехнических сооружений изменений пропускной способности водопропускных сооружений и режимов их работы.

- уточнение расчетных уровней воды в верхнем и нижнем бьефах, выбор мероприятий по недопущению перелива воды через гребень плотины (дамбы и т.д.);

- уточнение физико-механических и фильтрационных свойств грунтов тела и основания сооружений, принятых в проекте, с учетом результатов исследований в период строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, а также изменения норм;

- уточнение фильтрационной прочности грунтов основания и тела гидротехнических сооружений, прочности бетонных конструкций гидротехнических сооружений по результатам натуральных наблюдений;

- уточнение сейсмических условий гидротехнических сооружений с связи с изменением норм и инженерно-геологических условий района расположения гидротехнических сооружений;

- уточнение устойчивости гидротехнических сооружений и бортовых склонов;

- оценка влияния других изменений на безопасность гидротехнических сооружений;

- оценка работоспособности механического и электрического оборудования;
- описание возможных аварийных ситуаций гидротехнических сооружений, уточнение критериев безопасности
- оценка вероятности (риска) аварии в существующих условиях и после выполнения восстановительных работ.

В четвертом разделе должны приводиться сведения о готовности эксплуатируемого гидротехнического сооружения к локализации и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций:

- модернизация системы АСУ затворами, системы раннего предупреждения и оповещения;
- описание плана действий эксплуатационного персонала гидротехнических сооружений в аварийной ситуации (ПДАС): классификация аварийных ситуаций; процедура оценки аварийных ситуаций, порядок уведомления и принятие решений; перечень обязанностей участников ПДАС; план подготовки персонала гидротехнических сооружений и других организаций – участников ПДАС и проведение совместных учений; техническая документация по сооружениям и картографический материал с нанесением границ зоны затопления; сведения о необходимых объемах и номенклатуре резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В пятом разделе должно содержаться заключение, включающее в себя следующее:

- итоговую оценку безопасности гидротехнических сооружений;
- перечень основных причин снижения безопасности гидротехнических сооружений;
- перечень основных мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений;
- выводы, содержащие перечень необходимых мероприятий и условий, при выполнении (соблюдении) которых возможна эксплуатация гидротехнических сооружений;

Декларация по безопасности гидротехнических сооружений должна иметь следующие приложения к разделам:

- справку о состоянии гидротехнических сооружений с актом обследования;
- схему размещения сооружений с прилегающей территорией, попадающей в зону затопления;
- схему каскада гидротехнических сооружений, расположенных на реке;
- линейную схему каналов;
- характерные продольные профили поперечные сечения по основным гидротехническим сооружениям;
- схему размещения КИА, схема АСУ и системы раннего предупреждения и оповещения;
- инженерно-технические и организационные мероприятия, направленные на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений.

Вопросы:

1. Каковы критерии безопасности гидротехнических сооружений?
2. Каковы причины перехода сооружений в состояние критерия безопасности K_1 ?
3. Оценка безопасности гидротехнических сооружений?
4. Что означает критерий безопасности гидротехнических сооружений K_1 ?
5. Что означает критерий безопасности гидротехнических сооружений K_2 ?
6. Что входит в геотехнический контроль за возведением грунтовых гидротехнических сооружений?
7. Что представляют из себя натурные наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений и их основаниями?
8. Как проводятся наблюдения за осадкой и смещениями гребня плотины?
9. Состав натурных наблюдений за фильтрационным потоком в теле и основании грунтовых плотин?
10. Как определяется фильтрационный расход через тело и основание грунтовых сооружений при натурных обследованиях?
11. Как определяется положение кривой депрессии при натурных обследованиях?
12. Общая классификация условий возникновения аварий и нарушений в работе гидротехнических сооружений?
13. Основные принципы вероятности моделирования определяющих факторов?
14. Оценка вероятностей возникновения аварий и нарушений методом деревьев отказов?
15. Оценка уровней риска аварий гидротехнических сооружений?
16. Как определить вероятность отказа гидротехнических сооружений $F_{(x)}$?
17. Как определить вероятность безотказной работы гидротехнического сооружения $P_{(x)}$?
18. Как определить вероятность безотказной работы эксплуатируемой ирригационной системы?
19. Как определить время безотказной работы гидротехнических сооружений?
20. Чему равен коэффициент надежности работы гидротехнических сооружений?
21. Как можно определить коэффициент готовности сооружений к работе?
22. Сколько разделов должна содержать декларация по безопасности гидротехнических сооружений?
23. Какие сведения об эксплуатируемом гидротехническом сооружении должны содержаться в декларации по безопасности?
24. О чем говорится во втором разделе декларации по безопасности гидротехнических сооружений?
25. О чем говорится в третьем разделе декларации по безопасности гидротехнических сооружений?
26. О чем говорится в четвертом разделе декларации по безопасности гидротехнических сооружений?

27. Что должно содержаться в заключении декларации по безопасности гидротехнических сооружений?

28. Какие приложения должна содержать в себе декларация по безопасности гидротехнических сооружений?

ГЛАВА 4. НАДЗОР ЗА БЕЗОПАСНОСТЬЮ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

4.1. Основные элементы стратегического регулирования безопасности гидротехнических сооружений

Практически во всех развитых странах мира осуществляется надзор за безопасностью сложных технических объектов и опасных производств при проектировании, строительстве и эксплуатации. Одной из важнейших задач организации такого надзора является рациональное разделение ответственности между государством и собственником, проектными и научными организациями и научными организациями, строителями (подрядчиками, субподрядчиками) и заказчиком (эксплуатирующей организацией).

До сих пор обеспечение безопасности эксплуатируемого объекта считалось прямой обязанностью эксплуатирующей организации. Проектные и строительные организации, выполнив заказ, как правило, снимали с себя прямую ответственность и безопасность объекта. В то же время практика показывает, что во многих случаях аварии и нарушения на объектах были связаны с теми или иными ошибками изысканий, научного обоснования, проектирования и строительства. Расчет в данном случае делался на то, что ошибки, допущенные при проектировании и строительстве потенциально опасных объектов, можно компенсировать за счет административного надзора за безопасностью — усиления производственной дисциплины среди персонала и, в частности, широкого применения средств индивидуальной защиты человека. В результате такого подхода контроль за безопасностью объекта полностью отдавался в руки персонала, который не всегда имел достаточные знания по структуре объекта, основам технологического процесса, последствиям неработоспособных и аварийных режимов и не обладал необходимыми правами для принятия решений при рассмотрении вопросов безопасности. Нередко вопросы техногенной безопасности перекладывались на инженера по технике безопасности. Поэтому среди эксплуатационного персонала под безопасностью до сих пор понимается обеспечение соблюдения правил техники безопасности на производстве.

Другой характерной ошибкой при обеспечении надежности и безопасности во многих отраслях промышленности, не только в гидротехнике, является несоответствие между той опасностью, которая сосредотачивается в руках работника и которой он может (случайно) распорядиться неправильно, и служебным положением самого работника, прежде всего его полномочиями, компетентностью, окладом и т.д. Почему-то считается естественным, когда крупная энергетическая установка контролируется сменной операторов, которые несут, да и не могут нести всей полноты ответственности за принятые решения по безопасности.

Нет сомнения в том, что вопросы внутренней дисциплины на предприятии, обеспечения техники безопасности, создания режима допуска на объект и т. п. являются очень важными. Эти вопросы успешно могут решаться усилиями собственника или руководства эксплуатирующей организации. Однако это только тактические задачи безопасности объекта. Стратегический подход к решению задачи техногенной безопасности предусматривает подключение к решению этой проблемы государственных органов, отраслевых министерств и ведомств, проектных и научных организаций, страховых компаний. Необходимость их должного участия в выработке решений на всех стадиях жизненного цикла объекта (изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции, ликвидации) уже созрела. Такой комплексный подход к проблеме позволит в полной мере реализовать концепцию упреждения аварий и ТЧС в отличие от устаревающей концепции борьбы с их последствиями.

Элементы регулирования техногенной безопасности. Основными элементами стратегического регулирования техногенной безопасности, принятого на вооружение в развитых странах и становление которого в Республике Узбекистан (особенно в последние годы) происходит активными темпами, являются:

- **законодательное регулирование безопасности** путем принятия соответствующих государственных законов, актов, постановлений правительства, требования которых являются обязательными для исполнения на всей территории страны независимо от ведомственной либо любой другой принадлежности технического объекта;

- **отраслевое регулирование безопасности** путем исполнения государственных законов, актов, постановлений правительства; разработки государственных стандартов, обеспечивающих законодательное регулирование, разработки отраслевых нормативных документов, адаптации и уточнения на их основе действующих строительных норм и правил (СНиП), правил технической эксплуатации (ПТЭ), ведомственных строительных норм (ВСН), типовых инструкций, методических указаний и рекомендаций, правил техники безопасности, требования которых также являются обязательными для исполнения на всей территории страны независимо от вида собственности и ведомственной принадлежности технического объекта;

- **административное регулирование** техногенной безопасности путем исполнения требований законодательного и отраслевого регулирования, разработки и внедрения на их основе системы методических документов по контролю и обеспечению безопасности применительно к конкретному объекту; обеспечение выполнения эксплуатационным персоналом правил технической эксплуатации, контроля состояния безопасности объекта специальными службами предприятия, его руководством, включая организацию внутреннего надзора за выполнением государственных и отраслевых законов, норм, правил и инструкций работниками предприятия.

Законодательный надзор. Законодательный надзор за безопасностью опасных производственных объектов предусматривает и многоступенчатый контроль:

- на уровне государственных комиссий - со стороны официальных государственных органов;
- на уровне отраслевых комиссий - в рамках министерств, ведомств;
- административный—контроль состояния безопасности технического объекта и квалификации персонала специальными службами предприятия, руководством компании, т. е. в рамках организации «собственного» внутреннего надзора.

Необходимость такой «трехступенчатой» структуры регулирования техногенной безопасности объясняется многими причинами. Основные из них следующие. Особое значение имеет законодательное регулирование. Сам факт принятия соответствующих законодательных государственных актов и требования их строгого исполнения субъектами экономики рассматриваются частью общества в качестве одного из наиболее эффективных способов достижения соответствующих уровней безопасности в опасных сферах хозяйственной деятельности. Действительно, законодательный надзор может служить определенной защитой от действий недобросовестных предприятий и компаний, желающих в той или иной мере «сэкономить» на мерах по безопасности. Однако ситуация, когда надзором за безопасностью заняты лишь государственные органы, практически нереальна, хотя бы потому, что у государственных структур нет возможности отрегулировать все вопросы безопасности для каждой из отраслей и для каждого конкретного предприятия. Кроме того, нужно иметь в виду и то, что перспективное законодательство по техногенной безопасности в основном относится к проектируемым объектам. Применить его к решению проблем обеспечения безопасности уже эксплуатируемых объектов намного сложнее. Это означает, что государственные органы не могут решить проблему регулирования техногенной безопасности самостоятельно. Многие из задач законодательного регулирования должны решаться на отраслевом уровне - ближе к проблемам эксплуатируемых объектов. Именно поэтому наиболее эффективное законодательство по промышленной безопасности может быть создано только за счет кооперации государственных органов власти с промышленностью и научными учреждениями, что было сделано в последние десятилетия в промышленно развитых странах мира (США, Канаде, Австралии, Японии, странах ЕЭС и России) и делается сейчас в Республике Узбекистан.

Соответствующее законодательство по промышленной безопасности в Западной Европе и США начало формироваться в 70 — 80-е годы. Сначала практиковалось принятие таких норм в отдельных странах. В ФРГ, например, еще в 1980 году был принят Закон «Об аварийных ситуациях». Одним из первых правовых документов общеевропейского значения, содержащим общие требования по проведению анализа безопасности и риска, может быть названа Директива Европейского сообщества 82.501.ЕЕС (Директива Севезо). В Директиве сформулированы основные требования по идентификации опасностей, представлению информации по опасностям, разработке мер по обеспечению безопасности обслуживающего персонала, населения и окружающей природ-

ной среды. Согласно этой Директиве анализ опасностей и риска представляется уже как составная часть декларации безопасности (Safety Report).

В России законодательство по вопросам промышленной безопасности начало формироваться с развитием рыночных отношений. В 1994 году Государственной Думой был принят Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», который определил общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты населения, земельного, водного, воздушного пространства, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В 1997 году был принят Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», который определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности эксплуатирующих организаций к локализации и ликвидации последствий возможных аварий и нарушений. Положения Федерального закона распространяются на все организации независимо от организационно-правовых форм и форм собственности. Закон содержит основы промышленной безопасности, включающие лицензирование видов деятельности, сертификацию технических устройств, требования безопасности к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию, требования к эксплуатации опасного объекта, требования к разработке и экспертизе деклараций безопасности, по внедрению обязательного страхования ответственности за причинение вреда населению, окружающей природной среде, сторонним организациям. В законе определены критерии, согласно которым под определение промышленно-опасного производства попадают практически все действующие, строящиеся и проектируемые гидротехнические сооружения.

4.2. Опыт законодательного регулирования безопасности гидротехнических сооружений в различных странах

В настоящее время в ряде стран накоплен значительный опыт законодательного регулирования надежности и безопасности гидротехнических объектов. Эффективность такого регулирования подтверждается постепенным снижением аварийности объектов, несмотря на длительные сроки эксплуатации, повышением их экологической безопасности и снижением социальной напряженности.

Так, еще в недалеком прошлом в США негативное отношение населения к гидротехническому строительству привело к необходимости изучения проблемы на федеральном уровне. Специфической особенностью проблемы было то обстоятельство, что большая часть гидроузлов (около 70%) находилась в частной собственности. Федеральное агентство по энергетике начало кампанию целенаправленного обследования гидротехнических объектов и декларирования их безопасности. В результате были приняты нормативные акты, регламентирующие выдачу лицензий на эксплуатацию гидротехнических объектов, содержащих требования к режиму эксплуатации сооружений, соблюдение ко-

торых обязательно для снижения отрицательных воздействий гидротехнических объектов на окружающую среду.

Существенных успехов в решении проблемы надзора за безопасностью гидротехнических объектов достигла Великобритания. Здесь в 1975 году был принят Закон о водохранилищах, в соответствии с которым под законодательное регулирование было поставлено около 2450 плотин, из которых лишь 20% превышают по высоте 15 м. В Законе определена роль правительства, предпринимателей, контролирующих властей и инженерного обеспечения контроля надежности и безопасности гидросооружений. Ответственным за реализацию требований Закона является Департамент охраны окружающей среды. Контроль за ходом строительства и эксплуатации гидротехнических объектов осуществляют инженеры особого назначения. Инженерный корпус делится на группы по специализации. Раз в десять лет проводится обязательное обследование сооружений. Следует заметить, что половина плотин Великобритании эксплуатируется более 80 лет.

В Финляндии с 1962 года контроль за состоянием гидросооружений осуществляют Государственные энергетические компании. В 1978 году образована Национальная компания по надежности плотин, в 1984 году принят Закон, а также разработаны нормы по надежности плотин, изданные в 1985 году и обновленные в 1991 году (типа наших СНиП). Под действие Закона подпадают 450 плотин, в том числе 70 плотин хвостохранилищ и золоотвалов. Плотины классифицируются по видам и степени опасности, возникающей при аварии. Характерно, что высота плотины здесь также не играет решающей роли. Обследования плотин в Финляндии выполняются компетентными представителями раз в пять лет в обстановке широкой гласности. Разработана методика оценки риска. Много внимания уделяется мероприятиям по предотвращению аварий, методам ликвидации их последствий.

В последнее время отчетливо проявляются следующие общие тенденции законодательного регулирования безопасности гидротехнических объектов в различных странах:

- 1) разработка, принятие новых и обновление ранее действующих нормативных правовых актов по безопасности плотин;
- 2) усиление надзорных функций, осуществляемых специально уполномоченными государственными органами исполнительной власти;
- 3) применение двух параллельных форм организации надзора и контроля за состоянием гидротехнических объектов:

- нормативы, накладывающие на собственника ответственность и формулирующие основные обязанности по контролю за состоянием и обеспечением надежности и безопасности гидросооружений, оставляя за государством надзорные функции в части соблюдения собственником общих норм организации эксплуатации и контроля: в этом случае государство (Великобритания, Норвегия, Словакия) предъявляет определенные требования к квалификации инженеров и инженерных фирм, осуществляющих проектирование, строительство и оценку состояния и уровня безопасности гидротехнических сооружений;

- государство регламентирует и организует еще один уровень инспекционного контроля, параллельный контролю, осуществляемому собственником или эксплуатирующей организацией. При этом нормативные документы некоторых стран (например, Португалия, Швейцария) требуют от собственника привлечения сторонних специалистов или экспертов для обследования состояния и оценки надежности и безопасности гидротехнических объектов.

По мере совершенствования количественных методов риска аварий все более четко проявляется тенденция к его включению в нормативные документы с целью классификации плотин по степени их ответственности и регламентации мероприятий по обеспечению безопасности плотин. Так в норвежских нормативных документах, ввод в действие которых был намечен на 1999 год, прямо указывается на необходимость использования анализа риска при проектировании, обследовании эксплуатируемых гидросооружений, в процессе оптимизации инженерных решений при реконструкции плотин, а также при составлении плана противоаварийных мероприятий. Аналогичный подход принят в новых нормативных документах Австралии, Канады, Нидерландов, США. При этом понятие «риск» включает в себя все возможные неблагоприятные проявления, процессы и обстоятельства, которые, если их своевременно не предотвратить, могут вызвать аварию либо нарушение на гидротехнических объектах и связанный с ними ущерб.

Большинство стран, не территории которых эксплуатируется значительное количество плотин, регламентируют в своих законодательных и иных нормативных документах необходимость разработки и основные положения планов по эвакуации населения при авариях плотин и ликвидации последствий аварий. Регламентируется также и необходимость создания систем предупреждения аварий. Планы противоаварийных мероприятий базируются на результатах анализа риска аварий (уровня безопасности эксплуатируемых объектов) и содержат перечни возможных опасностей и наиболее вероятные для каждого конкретного сооружения сценарии возникновения и развития аварий, а также основные индикаторы и критерии их наступления. В составе планов приводятся также результаты расчета параметров волны прорыва и возможных последствий аварий гидротехнических сооружений и на этой основе осуществляется зонирование территорий в нижнем бьефе.

Важным элементом планов противоаварийных мероприятий являются разделы, посвященные организации противоаварийных работ и привлечению необходимых ресурсов. В этих разделах большое внимание уделяется вопросам управления штатными службами эксплуатации и специализированными аварийными подразделениями, а также вопросам организации их взаимодействия с централизованными службами по предупреждению ТЧС и по борьбе с последствиями аварий.

В настоящее время законы по безопасности гидросооружений или обязательные нормативные документы с соответствующими требованиями по безопасности гидротехнических объектов имеются во всех цивилизованных странах.

Указанные тенденции расширения законодательного регулирования безопасности гидротехнических сооружений в полной мере реализованы в России с принятием в 1997 году Федерального Закона «О безопасности гидротехнических сооружений. Закон распространяется на все гидросооружения, аварии на которых могут создать ТЧС, сопровождающиеся угрозой жизни и здоровью людей, состоянию окружающей среды. Закон разграничивает полномочия Правительства Российской Федерации, органов исполнительной власти субъектов федерации и муниципальных органов власти в вопросах обеспечения безопасности гидротехнических объектов.

Правительство, опираясь на федеральные органы исполнительной власти, организует федеральный государственный надзор за безопасностью гидротехнических объектов независимо от их отраслевой принадлежности и форм собственности водными ресурсами, обеспечивает надежность и безопасность гидросооружений, находящихся в федеральной собственности.

Постановлением Правительства РФ № 1320 от 16 октября 1997 г. функции федерального органа государственного надзора за безопасностью гидротехнических объектов электростанций возложены на Минтопэнерго России. В соответствии с постановлением Правительства № 950 от 13 августа 1998 г. надзорные функции Минтопэнерго расширены за счет включения в них функций осуществления государственного надзора за безопасностью гидротехнических объектов, находящихся в ведении, собственности или эксплуатации организаций топливно-энергетического комплекса (ТЭК), а также за счет их участия в формировании и ведении Российского регистра гидротехнических сооружений.

Этим же постановлением на Министерство транспорта Российской Федерации возложен государственный надзор за безопасностью судоходных гидросооружений, находящихся в ведении этого Министерства. Государственный надзор за безопасностью гидротехнических объектов, неподнадзорных Минтопэнерго, Министерству транспорта и Госгортехнадзору, а также гидротехнических сооружений, полномочия на надзор за которыми передано органам местного самоуправления, осуществляет Министерство природных ресурсов России.

Органам государственного надзора представлены широкие права вплоть до принятия в порядке, установленном Законом, решений о прекращении эксплуатации ненадежных сооружений и их ликвидации или реконструкции, прекращения действий лицензий и разрешений на эксплуатацию гидротехнических объектов.

Закон определяет обязанности собственников гидротехнических объектов и эксплуатационных организаций, которые должны организовывать постоянный инструментальный и визуальный контроль за состоянием сооружений, своевременно осуществлять необходимые ремонтно-восстановительные работы, строго выполнять правила безопасной эксплуатации гидротехнических объектов, создавать материальные и финансовые резервы для предотвращения и ликвидации ТЧС, представлять в органы надзора декларации о безопасности гидротехнических объектов, детально характеризующие их состояние и на-

дежность, информировать население о состоянии и уровне безопасности сооружений, нести правовую и финансовую ответственность за последствия аварий и нанесенный ими ущерб.

4.3. Отраслевой надзор и декларирование безопасности гидротехнических сооружений

Отраслевой надзор и декларирование безопасности гидротехнических сооружений. В соответствии с Законом «О безопасности гидротехнических сооружений» Постановлением Правительства Республики Узбекистан утверждено «Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений», в котором определено содержание, порядок составления декларации безопасности гидротехнических сооружений и осуществления ее государственной экспертизы. Согласно Положению *декларация безопасности* рассматривается в качестве основного документа, обосновывающего безопасность гидротехнических сооружений, их соответствие критериям безопасности, проекту, действующим техническим нормам и правилам, а также определяющего характер и масштаб возможных аварийных ситуаций и меры по обеспечению безопасной эксплуатации. Проведение государственной экспертизы декларации безопасности должно осуществляться с целью установления полноты и достоверности сведений, указанных декларантом, в части выявления степени опасности функционирования гидротехнических сооружений, достаточности предусмотренных мер по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений и соответствия этих мер нормам и правилам.

Согласно «Положению Госводхознадзора», ГАКУзбекэнерго, Министерство транспорта, Министерство природных ресурсов, Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан организуют проведение декларирования безопасности гидротехнических сооружений поднадзорных объектов. Декларированию безопасности подлежат все гидротехнические сооружения I, II и III класса капитальности, а также гидросооружения IV класса, аварии которых могут привести к возникновению ТЧС или причинить значительный ущерб. Положение определяет, что орган надзора за безопасностью гидротехнических сооружений во взаимодействии с Министерством Республики Узбекистан по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС) устанавливает требования к содержанию деклараций безопасности и методику их составления в зависимости от назначения, класса, конструкции, условий эксплуатации и специальных требований к безопасности. Представление декларации безопасности является необходимым условием для получения разрешения на ввод в эксплуатацию сооружений, на эксплуатацию гидротехнических сооружений их реконструкцию, капитальный ремонт, восстановление, консервацию или ликвидацию, а также для получения лицензии на осуществление деятельности по эксплуатации гидротехнических сооружений

Во исполнение Закона и Положения Госводхознадзора было подготовлено «Постановление» об утверждении «Порядка разработки и дополнительных требований к содержанию декларации безопасности гидротехнических соору-

жений на подконтрольных Госводхознадзору Республики Узбекистан предприятиях (организациях)». Этим документом предусмотрена необходимость включения в состав декларации безопасности следующих разделов: анализ безопасности с общим заключением и выводом об эксплуатационной надежности и безопасности гидротехнических сооружений; анализ условий возникновения опасностей; оценка риска и возможных ТЧС; составление перечня разработанных мер по уменьшению риска и других аварий, в том числе связанных с распространением загрязненных стоков. Декларации безопасности вместе с заключением экспертизы для гидросооружений I, II и III классов (по опасности) утверждаются в центральном аппарате Госводхознадзора, а IV класса - в его территориальных органах. Были подготовлены «Правила декларирования безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении, собственности или эксплуатации организаций топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан». Правила устанавливают дополнительные требования к содержанию деклараций безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении, собственности и эксплуатационных организаций. Правила конкретизируют установленный «Положением» порядок рассмотрения и утверждения деклараций безопасности в соответствии с организацией государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений в системе ГАКУзбекэнерго и Министерстве сельского и водного хозяйства. Функции органа государственного надзора в системе ТЭК, сельского и водного хозяйства возложены на Госводхознадзор Республики Узбекистан и его региональные управления.

Согласно Правилам выполняется оценка вероятного ущерба, причиняемого в результате аварии гидротехнических сооружений. Оценка производится на основании сценариев возможных аварий, которые представляются в декларации безопасности. Результаты оценки вероятного ущерба направляются в Госводхознадзор для определения размера финансового обеспечения гражданской ответственности собственника либо эксплуатирующей организации за вред, причиненный аварией гидротехнических сооружений. В качестве приложения декларант обязан представить заключение территориальных органов МЧС Республики Узбекистан о готовности объекта к локализации и ликвидации ТЧС и достаточности мер по защите населения и территорий.

Анализ безопасности гидротехнических сооружений состоит из следующих основных разделов:

- анализ факторов, определяющих безопасность гидротехнических сооружений, возможных сценариев развития аварий, последствий аварий;
- анализ условий возникновения ТЧС, включающий: анализ факторов, обуславливающих аварии на объекте, и построение сценариев развития аварий;
- анализ данных об авариях, имевших место на аналогичных объектах;
- оценку риска различных сценариев развития аварий и общую оценку безопасности гидротехнических сооружений экспертными и/или вероятностными методами.

Аналогичная работа по надзору за безопасностью гидротехнических сооружений проводится и в Министерстве природных ресурсов (МПР) Республики Узбекистан. Для учета специфики поднадзорных МПР объектов были утверждены «Дополнительные требования к содержанию и форме декларации безопасности гидротехнических сооружений, поднадзорных МПР Республики Узбекистан». Согласно этим требованиям при анализе безопасности гидротехнических сооружений должны определяться: границы зоны возможного затопления для определенных сценариев аварий на гидротехнических сооружениях (для накопителей промышленных отходов - дополнительно границы зон вредного воздействия на окружающую среду); границы зон действия вторичных поражающих факторов, если таковые могут проявиться. Должны осуществляться оценки возможной численности населения, подвергающегося риску, и возможного ущерба в случае возникновения ТЧС. Для локализации и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций предусматривается оценка ущерба, максимально возможного в результате аварии, и обеспечение покрытия его, в том числе за счет средств и имущества собственника и эксплуатирующей организации, а также за счет страховой суммы, определенной договором страхования риска гражданской ответственности.

В принятом «Положении о государственном надзоре за безопасностью гидротехнических сооружений, поднадзорных Министерству природных ресурсов Республики Узбекистан» среди основных задач надзора за безопасностью гидросооружений выделяются:

- организация разработки и выполнения мероприятий по обеспечению безопасности гидросооружений по поднадзорным объектам во взаимодействии с органами исполнительной власти;

- осуществление надзора и контроля за соблюдением собственниками и эксплуатирующими организациями норм и правил безопасности гидротехнических сооружений, определяемых лицензией на их эксплуатацию;

- организация разработки и утверждения правил безопасности гидротехнических сооружений, утверждение критериев их безопасности;

- организация и осуществление надзора за безопасностью поднадзорных гидротехнических сооружений с целью оценки их состояния, определения степени их надежности и прогнозирования возможности возникновения аварий и катастроф, принятие решений о режимах их работы или дальнейшей эксплуатации в соответствии с выданным разрешением;

- проверка заблаговременного проведения комплекса мер по максимальному уменьшению риска возникновения аварий и ТЧС на гидротехнических сооружениях;

- контроль за разработкой деклараций безопасности гидротехнических сооружений;

- организация проведения государственной экспертизы декларации безопасности;

- оформление и выдача разрешений на строительство, ввод в эксплуатацию или вывод из эксплуатации, реконструкцию, капитальный ремонт, восстановление или ликвидацию сооружений;

- контроль выполнения условий лицензий на осуществление деятельности по строительству и эксплуатации гидросооружений, оформление предписаний о приостановлении действий лицензий;
- надзор за оснащением гидротехнических сооружений техническими средствами, позволяющими осуществлять контроль за их состоянием;
- осуществление надзора за обеспечением необходимого уровня квалификации работников, обслуживающих гидротехнические сооружения;
- проверка поддержания в постоянной готовности локальных систем оповещения о ТЧС на гидротехнических сооружениях;
- разработка квалификационных требований к специалистам, включаемым в состав экспертных комиссий, организация их обучения и обмена опытом работы и др.

4.4. Административный надзор над безопасностью гидротехнических сооружений

Административный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений. «Порядок разработки декларации безопасности» предусматривает, что декларация безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений, в том числе при их выводе из эксплуатации, восстановлении или консервации должна составляться собственником или эксплуатирующей организацией. Для выполнения этой работы, а также для решения текущих вопросов обеспечения надежности и безопасности объекта при его эксплуатации осуществляется административный надзор за его безопасностью. Основные функции административного надзора следующие:

- контроль текущего состояния объекта и мониторинг окружающей среды;
- обеспечение безопасности населения;
- обеспечение надежности снабжения потребителей продукцией;
- обеспечение безопасности производства и охрана здоровья эксплуатационного персонала;
- подготовка и обучение персонала правилам безопасной эксплуатации.

Административный надзор за безопасностью на гидротехническом объекте организуется в рамках иерархии структуры управления объектом: стратегические задачи безопасности определяются и решаются руководителями высшего звена, тактическими – руководителями низшего звена.

Иерархическая структура обеспечения административного надзора за безопасностью гидротехнического объекта

Таблица - 9

Орган управления, должность	Основные обязанности
Совет директоров (директор или заместитель директора по вопросам безопасности объекта)	<ul style="list-style-type: none"> • Утверждение политики в области обеспечения надежности и безопасности объекта; • Выделение средств на решение задач надежности и безопасности объекта и их распределение; • Организация общего надзора за состоянием объекта; • Принятие решений по обеспечению надежности и безопасности объекта; • Представление в органы государственного надзора декларации безопасности; • Информирование населения.
Руководитель высшего звена (главный инспектор по промышленной безопасности объекта)	<ul style="list-style-type: none"> • Участие в выработке решений; • Обеспечение безопасности технологических процессов; • Расследование случаев нарушения правил и норм безопасной эксплуатации; • Информирования Совета директоров по текущим вопросам надежности и безопасности; • Взаимодействие с органами государственного надзора; • Разработка декларации безопасности.
Руководитель среднего звена (инспектор по промышленной безопасности)	<ul style="list-style-type: none"> • Надзор за выполнением правил и норм безопасной эксплуатации объекта; • Проверка знаний эксплуатационного персонала; • Выдача разрешений на проведение работ; • Подготовка и обучение эксплуатационного персонала.
	<ul style="list-style-type: none"> • Информирование главного инспектора и Совета директоров по текущим вопросам надежности и безопасности; • Разработка декларации безопасности.
Инспектор по технике безопасности	<ul style="list-style-type: none"> • Надзор за выполнением правил техники безопасности, проверка знаний и обучение эксплуатационного персонала правилам техники безопасности; • Информирование главного инспектора и Совета директоров по текущим вопросам надежности и безопасности; • Разработка декларации безопасности;
Инспектор по КИА (мониторингу)	<ul style="list-style-type: none"> • Контроль за состоянием сооружения и окружающей среды; • Надзор за состоянием КИА и инструментальной базы АТОРинга; • Разработка декларации безопасности.

Приведенная в табл. 5 структура обеспечения административного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений и обязанностей должностных лиц не отражает функции охраны объекта от каких-либо подрывных действий.

В общем случае следует различать промышленную безопасность (Safety – в английской терминологии) и охрану объекта (Security). Очевидно, что эти два направления обеспечения безопасности отличаются друг от друга как средствами, так и методами реализации.

Ключевой фигурой при проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений является инженер-гидротехник. Поэтому специалисты по надежности и безопасности крупных гидротехнических сооружений в основном должны формироваться из квалифицированных инженеров-гидротехников. Несомненно, что им после дополнительной специальной подготовки будет значительно легче осуществлять политику предприятия в области безопасности гидротехнических сооружений.

Подготовка специалистов по надежности и безопасности гидротехнических сооружений может вестись по следующим основным направлениям:

- организация учебного курса по надежности и безопасности гидросооружений в вузах и колледжах, готовящих специалистов гидротехнического профиля;
- подготовка специалистов в области промышленной безопасности с ориентированием их специализации по соответствующим отраслям промышленности, в том числе и в гидротехническую отрасль;
- переподготовка специалистов, работающих в проектных, строительных и эксплуатационных организациях;
- организация конференций, симпозиумов, совещаний и семинаров по вопросам оценки и обеспечения надежности и безопасности гидротехнических сооружений с привлечением специалистов в этой области и инженеров-гидротехников, работающих в проектных, строительных и эксплуатационных организациях;
- повышение квалификации инженеров-гидротехников в магистратуре и аспирантуре;
- самообразование.

Повышение квалификации специалистов на местах должно стать определяющим элементом организации административного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений. Для этого необходимо в Уставе предприятий предусмотреть различные формы поощрения преуспевающих в этом отношении работников и наказания нерадивых.

Вопросы:

1. Элементы регулирования техногенной безопасности?
2. Что относится к законодательному регулированию безопасности гидротехнических сооружений?
3. Что относится к отраслевому регулированию безопасности гидротехнических сооружений?

4. Что такое административное регулирование техногенной безопасности?

5. Обязанности Госводхознадзора?

6. Структура обеспечения административного надзора за безопасностью гидротехнических объектов?

7. Что включает в себя законодательный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений?

8. Что включает в себя отраслевой надзор за безопасностью гидротехнических сооружений?

9. Что включает в себя административный надзор за безопасностью гидротехнических объектов?

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бакиев М.Р. Оценка надежности и безопасности водохранилищных гидроузлов. Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений», посвященной к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений». Т., 2006, с. 21-24.
2. Бакиев М.Р., Засов С.В., Кириллова Е.И., Хужакулов Р.Т. Влияние срока эксплуатации гидротехнических сооружений на надежность ирригационных систем. Материалы международной научно-практической конференции «Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК». Часть II. М. 2007, с. 41-44.
3. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И. Курс лекций по «Безопасности гидротехнических сооружений». Т., 2008.
4. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И., Мирзабеков Б.С. Определение эксплуатационной надежности сооружений ирригационных систем. Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений», посвященной к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений». Т., 2006, с. 24-26.
5. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И. Оценка фильтрационной надежности основания водопропускного сооружения на Междуреченском водохранилище. Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений», посвященной к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений». Т., 2006, с. 126-127.
6. Бакиев М.Р., Мирзабеков Б.С., Хрупин Р.В. Факторы, влияющие на надежность эксплуатируемой ирригационной системы. Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений», посвященной к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений». Т., 2006, с. 83-89.
7. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И., Мирзабеков Б.С. Оценка уровня надежности эксплуатируемого межхозяйственного канала. Материалы республиканской научно-производственной конференции «Проблемы перехода на рыночные отношения в отраслях водного хозяйства и мелиорации Узбекистана». Т., 2006, с. 190-196.
8. Бакиев М.Р., Кириллова Е.И., Мирзабеков Б.С. Факторы, снижающие надежность гидротехнических сооружений ирригационных систем. Материалы юбилейной международной конференции ВНИИГиМ. «Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования». Том II. М., 2007, с. 191-195.
9. Векслер А.Б. и др. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решения. Санкт-Петербург. 2002.

10. Госводхознадзор «Положение о централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений Республики Узбекистан». Ташкент. 2001.

11. Декларация безопасности гидротехнических сооружений. Ташкент. 2001.

12. Ивашенко И.Н. и др. Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений. М. 2000.

13. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании». Ташкент. 9.05.1993.

14. Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений». Ташкент. 20.08.1999.

15. Закон «О водопользовании» Республики Узбекистан. Ташкент. 6.05.1993.

16. КМК 2.06.06-97. Гидротехник иншоотларни лойихалаштиришнинг асосий низомлари. Тошкент 1997.

17. Мирхулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений. М. 1974.

18. Порядок проведения Госинспекций «Госводхознадзор» экспертизы надежности технического состояния и безопасности работы эксплуатируемых гидротехнических сооружений. Ташкент. 2001.

19. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах повышения безопасности работы и надежности эксплуатации крупных и особо важных водохозяйственных объектов на период 1999 – 2005 гг.». Ташкент. 1999.

20. Хужакулов Р.Т. Оценка надежности работы оросительной сети на юге Узбекистана. В журнале межгосударственного совета по аграрной науке и информации стран СНГ «Аграрная наука». М., 2001, № 8, с. 23-24.

21. www.vniig.ru.

10. Госводхознадзор «Положение о централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений Республики Узбекистан». Ташкент. 2001.

11. Декларация безопасности гидротехнических сооружений. Ташкент. 2001.

12. Ивашенко И.Н. и др. Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений. М. 2000.

13. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании». Ташкент. 9.05.1993.

14. Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений». Ташкент. 20.08.1999.

15. Закон «О водопользовании» Республики Узбекистан. Ташкент. 6.05.1993.

16. КМК 2.06.06-97. Гидротехник иншоотларни лойихалаштиришнинг асосий низомлари. Тошкент 1997.

17. Мирихулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений. М. 1974.

18. Порядок проведения Госинспекций «Госводхознадзор» экспертизы надежности технического состояния и безопасности работы эксплуатируемых гидротехнических сооружений. Ташкент. 2001.

19. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах повышения безопасности работы и надежности эксплуатации крупных и особо важных водохозяйственных объектов на период 1999 – 2005 гг.». Ташкент. 1999.

20. Хужакулов Р.Т. Оценка надежности работы оросительной сети на юге Узбекистана. В журнале межгосударственного совета по аграрной науке и информации стран СНГ «Аграрная наука». М., 2001, № 8, с. 23-24.

21. www.vniig.ru.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение.....	3
Глава 1.	Общие сведения о безопасности гидротехнических сооружений.....	4
1.1.	Закон Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений».....	4
1.2.	Закон Республики Узбекистан о воде и водопользовании...	10
1.3.	Общие вопросы безопасности гидротехнических сооружений.....	25
1.4.	Аварии и нарушения гидротехнических сооружений.....	26
1.5.	Причины и роль социально-экологического фактора при авариях гидротехнических сооружений.....	27
Глава 2.	Факторы, определяющие безопасность гидротехнических сооружений при строительстве и эксплуатации.....	30
2.1.	Общая классификация факторов, определяющих безопасность гидротехнических сооружений.....	30
2.2.	Природные факторы.....	32
2.3.	Проектно-технологические факторы.....	35
2.4.	Строительно-технологические факторы.....	38
2.5.	Эксплуатационно-технологические факторы.....	41
2.6.	Изменение природных факторов под влиянием гидротехнического строительства.....	48
Глава 3.	Определение критериев безопасности гидротехнических сооружений.....	54
3.1.	Основные понятия о критериях безопасности гидротехнических сооружений.....	54
3.2.	Методы определения показателей критериев безопасности гидротехнических сооружений.....	56
3.3.	Системы контроля за состоянием гидротехнических сооружений при строительстве и эксплуатации.....	58
3.4.	Геотехнический контроль за возведением грунтовых гидротехнических сооружений.....	65
3.5.	Натурные наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений и их основаниями.....	67
3.6.	Анализ причин снижения безопасности гидротехнических сооружений.....	71
3.7.	Оценка уровня риска аварий эксплуатируемых гидротехнических сооружений.....	80
3.8.	Оценка эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений.....	85
3.9.	Содержание декларации безопасности гидротехнических сооружений.....	87
Глава 4.	Надзор за безопасностью гидротехнических сооружений.....	92
4.1.	Основные элементы стратегического регулирования безопасности гидротехнических сооружений.....	92
4.2.	Опыт законодательного регулирования безопасности гидротехнических сооружений в различных странах.....	96
4.3.	Отраслевой надзор и декларирование безопасности гидротехнических сооружений.....	99
4.4.	Административный надзор над безопасностью гидротехнических сооружений.....	103
	Использованная литература.....	107

**Бакиев Машариф
Кириллова Евгения
Хужакулов Рустам**

БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

(учебное пособие)

Редактор: **Н.Мирзаахмедова**

Корректор: **Г.Абдурахманова**

