

Безопасная и эффективная работа гидротехнических сооружений с высокой степенью износа в течение периода, предшествующего ремонту или реконструкции, может быть обеспечена посредством внедрения системы автоматизированного ведения мониторинга ГТС в сочетании с системой поддержки принятия решений (СППР) [48].

## **10.2. Вопросы обеспечения безопасности на гидротехнических сооружениях (Бовина Ю.А., Филиппов С.А.)**

Под уязвимостью объекта принято понимать степень потерь (0–100 %), возникающих в результате развития потенциально опасного явления. Основным методом оценки опасности является картирование территории с выделением на карте площадей с одинаковой вероятностью развития какой-либо опасности с определенными физическими параметрами (интенсивностью). На рисунке 10.2 представлена карта потенциально опасных зон, связанных с уязвимостью объектов гидротехнических мелиораций. Опасность определяется всем комплексом природных условий территории, от которых зависит вероятность развития опасного явления и его интенсивность. Уязвимость в свою очередь определяется относительными потерями и нарушением экономической деятельности [108].



*Рисунок 10.2 – Карта потенциально опасных зон ГТС*

На карте можно непосредственно увидеть возможные участки затопления территорий субъектов Российской Федерации в результате гидродинамической аварии. На этих территориях возможны наибольшие потери среди населения, сильные разрушения объектов экономики и жилых построек, подтопление мелиоративных систем и вывода из строя основных сооружений.

На данном этапе решения вопроса обеспечения безопасности является оценка влияния поражающих факторов чрезвычайной ситуации путем прогнозирования развития и масштабов возможных последствий гидродинамических аварий на подпорных ГТС. Основные параметры прогноза – размер бедствия, ущерб в зоне возможного затопления и техногенный риск.

Существующая методика оценки риска при использовании системного подхода позволяет в достаточной форме дать сопоставительную оценку риска аварий гидротехнического сооружения, на основе анализа всех факторов, влияющих на надежность и безопасность работы, включая возможный ущерб при аварии [81].

Основным показателем защиты населения и территорий от ЧС является уровень потенциальных опасностей для жизнедеятельности населения. Для его определения формируются количественные показатели, позволяющие

выполнить сравнительный анализ состояния защиты населения в субъектах, Федеральных округах Российской Федерации в потенциально-опасных зонах и оценить эффективность реализации комплекса мер, осуществляемых в рамках российской системы по чрезвычайным ситуациям. Показателем защиты населения от потенциальных опасностей является величина индивидуального риска (R). Численное значение этой величины для субъектов Российской Федерации определяются отношением числа погибших при возникновении потенциальных опасностей к численности населения субъектов.

В таблице 10.1 представлена сравнительная оценка уровней потенциальных опасностей в Федеральных округах Российской Федерации на водных объектах и в ЧС. Чаще всего такая оценка осуществляется путем соотнесения соответствующих фактических значений индивидуального риска техногенных, природных и других видов чрезвычайных ситуаций с допустимым индивидуальным риском. На основе данных, представленных субъектами Российской Федерации по числу погибших при ЧС и происшествиях на водных объектах, были определены границы фактических значений величин индивидуального риска для жизнедеятельности населения, что позволило сопоставить уровни потенциальных опасностей, сформировавшиеся в 2021 году.

Таблица 10.1

Уровни потенциальных опасностей в Федеральных округах Российской Федерации на водных объектах и в ЧС в 2021 году

№ п/п	Федеральный округ Российской Федерации	Индивидуальный риск гибели		
		допустимый (ГОСТ. Р 22.10.02)	на водных объектах	в ЧС
1	Центральный	$8,15 \cdot 10^{-6} - 1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,83 \cdot 10^{-5}$	$2,19 \cdot 10^{-6}$
2	Северо-Западный	$5,57 \cdot 10^{-7} - 1,43 \cdot 10^{-5}$	$6,43 \cdot 10^{-5}$	$7,71 \cdot 10^{-6}$
3	Южный	$6,53 \cdot 10^{-6} - 1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-5}$
4	Северо-Кавказский	$4,010 \cdot 10^{-5} - 1,070 \cdot 10^{-5}$	$1,31 \cdot 10^{-5}$	$3,25 \cdot 10^{-6}$
5	Приволжский	$9,97 \cdot 10^{-6} - 1,78 \cdot 10^{-1}$	$2,89 \cdot 10^{-5}$	$3,27 \cdot 10^{-6}$
6	Уральский	$8,9 \cdot 10^{-6} - 1,23 \cdot 10^{-5}$	$3,40 \cdot 10^{-5}$	$2,37 \cdot 10^{-5}$
7	Сибирский	$2,99 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-5}$	$2,90 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-5}$
8	Дальневосточный	$9,22 \cdot 10^{-5} - 1,75 \cdot 10^{-4}$	$4,41 \cdot 10^{-5}$	$2,36 \cdot 10^{-5}$
Российская Федерация		не установлен	$3,23 \cdot 10^{-5}$	$1,19 \cdot 10^{-5}$

Требование ГОСТ Р 22.10.02-2016 о том, что фактический индивидуальный риск ЧС на территории субъекта Российской Федерации не должен превышать установленного допустимого индивидуального риска ЧС для Федерального округа РФ, если обратиться к статистике, приведенной на сайте МЧС РФ, выполняется по в пяти субъектах Российской Федерации: в Смоленской области, Мурманской области, Ненецком автономном округе, Ростовской области и Республике Дагестан [128].

В системе Государственной экспертизы проектов МЧС России совместно с Госстроем России подготовлены «Методические рекомендации по составлению раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства предприятий, зданий и сооружений». В соответствии с названным документом, значения риска до  $10^{-3}$  относятся к зоне неприемлемого риска, значения риска до  $10^{-5}$  относятся к зоне жесткого контроля риска, значения риска от  $10^{-5}$  относятся к зоне приемлемого риска. При этом учитываются такие показатели как: количество погибших и пострадавших, а также количество лиц, утративших трудоспособность.

Проведение количественного анализа риска для опасных объектов требует высокой квалификации исполнителей, большого объема информации по аварийности, надежности оборудования, а также учета особенностей окружающей местности, метеоусловий, времени пребывания людей на территории и вблизи объекта, плотности населения и других факторов. Поэтому оценку потенциального территориального риска следует производить по пространственному распределению частоты реализации негативного воздействия определенного уровня [135, 183].

Общая схема оценки риска представлена на рисунке 10.3.



Рисунок 10.3. – Схема оценки риска

Данная интегральная мера опасности для конкретных объектов воздействия определяется в предположении, что в течение всего рассматриваемого промежутка времени они находятся в определенной точке пространства, и количественно оценивает максимально возможный риск. Поэтому количественный анализ риска наиболее эффективен:

- на стадиях проектирования размещения опасных объектов;
- при оценке безопасности объектов;
- при необходимости получения комплексной оценки воздействия аварий на людей, материальные объекты и окружающую природную среду;
- при разработке приоритетных мер по подготовке к чрезвычайным ситуациям в регионе, насыщенном потенциально опасными объектами.

Сама же реализация концепции приемлемого риска в области защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации на гидротехнических сооружениях будет основана на заблаговременной оценке риска ЧС с целью принятия решений по его снижению до приемлемого уровня.

На данном этапе решаются такие проблемы как:

- формирование качественно новой цели безопасности;

- разработка методов количественной оценки факторов опасности;
- разработка методов количественной оценки безопасности, основанных на основных показателях;
- смена ориентации системы контроля за состоянием безопасности, т.е. от контроля факторов опасности, к контролю за воздействием этих факторов на элементы системы, которые попадают в зону риска [183].

Таким образом, можно будет найти компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения.

В качестве примера на рисунке 10.4 приведена схема идентификации опасностей аварий на гидротехническом сооружении.



Рисунок 10.4. – Схема идентификации опасностей аварий на ГТС

Результат анализа опасностей позволяет разработать перечень возможных нежелательных процессов и событий, приводящих к аварии анализируемого ГТС.

Тем не менее, круг не решенных в этой области проблем еще достаточно широк. Трудность решения задачи моделирования и управления в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера заключается в том, что характер развития конкретной ЧС является сугубо индивидуальным, а само ее развитие происходит в условиях неопределенности, когда не известны

требуемые темпы ликвидации ЧС, необходимый объем ресурсов, уровень сложности выполняемых работ.

Также стоит отметить недостаточность данных о характере развития чрезвычайной ситуации, о возможных условиях, когда ЧС может перейти в ситуацию с катастрофическими последствиями. Возникает проблема, каким образом распределять ресурсы при их ограниченности между функциональными подразделениями (ФП) по ликвидации ЧС и с какими темпами обеспечить своевременную доставку этих ресурсов. Остается нерешенным вопрос разработки методических подходов к созданию региональных информационных систем поддержки принятия решений по управлению в чрезвычайных ситуациях [117].

Не стоит забывать о разработке ряда решений в области обеспечения безопасности сельскохозяйственных угодий. Изменения, которые происходят в результате возникновения чрезвычайных ситуаций, свидетельствуют, что общее количество переувлажненных и заболоченных почв продолжает расти, при этом происходит уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий. Это особенно характерно для зоны влияния Вазузского водохранилища, где значительное количество почв (9886 га, или 75,8 %) находится в условиях избыточного увлажнения под влиянием подтопления.

Методология системных исследований сложных динамических систем и управление в условиях неопределенности, характерной для гидродинамической аварии, требует также разработки и соответствующих информационных систем, позволяющих учитывать особенности чрезвычайных ситуаций и обеспечивающих поддержку принятия решения.

### **10.3. Методики расчетов (Завьялов Г.В., Мочунова Н.А.)**

Теоретической и методической основой исследований послужили труды, научные концепции и принципы отечественных и зарубежных ученых – Е.П.