

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.

Борисенкова, В.М. Пасецкого, В.Г. Плющикова, Д.Н. Говорова, О.Д. Сиротенко, Б. Нэбел, J.R. Barrett, G. Duval, J.J. Kaisand, W. Riebrame, производственный опыт по упреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий и крупномасштабных аварий, объективные законы природы, экологии и земледелия.

Использованы законодательные и нормативно-правовые документы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий: Федеральный закон РФ от 21.12.1994 г. № 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»; Федеральный закон РФ 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; ФЗ от 28.12.2010 № 390 «О безопасности»; ФЗ от 06.03.2006 № 35 «О противодействии терроризму»; Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»; ГОСТ 22.0.05-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения; ФЗ от 21.07.1997г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»; ГОСТ Р 22.2.09-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения и другие [14].

Данный свод нормативной документации позволяет проводить комплексную оценку безопасности и повышенного риска опасности гидротехнических сооружений на основе экспертного анализа уровня всех факторов, влияющих на надежность и безопасность сооружения, в частности: техническое состояние сооружений, организация эксплуатационного отдела, опасность превышения расчетных значений и последствия, экологическая безопасность и др.

Рассмотрим ряд методик расчета определения характера чрезвычайной ситуации (гидродинамической аварии) и ее масштабов.

Факторов чрезвычайной ситуации, сопровождающихся прорывом плотины напорного фронта и возникновением волны прорыва - достаточно большое количество и все они отличаются, как упоминалось ранее. В таблице 10.2 представлена частота возникновения причин разрушения плотин в процентом эквиваленте [14].

Таблица 10.2

**Причины аварий с возникновением волны прорыва**

<b>Причина разрушения</b>	<b>Частота, %</b>
Деструкция основания	40
Ограниченность стоков	23
Дефекты конструкции	12
Дифференциальное уплотнение	10
Высокое допустимое (капиллярное) давление в омываемой дамбе	5
Военные действия	3
Смещение откосов	2
Дефекты материалов	2
Стихийный бедствия	1
Некорректное использование	2
<b>ВСЕГО:</b>	<b>100</b>

Процентное соотношение несчастных случаев для различных видов плотин представлено в таблице 10.3 [14].

Таблица 10.3

**Частота аварий для разнообразных типов плотин**

<b>Тип плотины</b>	<b>Аварии, %</b>
Земляная плотина	53
Предохранительные дамбы из местных материалов	4
Бетонная гравитационная	23
Арочная железобетонная	3
Дамбы иных видов	17
<b>ВСЕГО:</b>	<b>100</b>

Чаще всего в процессе прогнозирования выделяют несколько сценариев развития аварий на гидротехнических сооружениях:

- сценарий 1 - акт терроризма или влияние современных средств поражения (снаряд или бомбовый удар) в случае возникновения военных операций в районе гидротехнического объекта. Последствие - разрушение напорного фронта плотины, возникновение волны прорыва с затоплением этого района;

- сценарий 2 – разница между реальными паводковыми расходами и расчетными, по причине редкого происхождения таких паводков, переполнением жидкости через гребень плотины, уничтожением гребневого участка дамбы и получением прорана, а также формированием волны прорыва с затоплением территории;

- сценарий 3 - неравномерные деформации грунтовой плотины из-за нарушений, образовавшихся на этапе строительства и отступлений от плана. Последствие - появление волны прорыва с опустошением резервуара, наводнение и затопление местности в нижнем бьефе плотины.

- сценарий 4 - насыщение жидкостью зон низового откоса, происхождение обвалов, ям и канав вдоль направления суффозии и нор землеройных животных, промоины в основании плотины и распространение прорана с возникновением волны прорыва, наводнение и затопление района в нижнем бьефе плотины;

- сценарий 5 - выход из строя гидромеханического оснащения (клапанов, прокладок, подъемных систем на водосбросе) из-за амортизации и коррозии, переход воды через гребень дамбы, размыв части гребня, уничтожение откосов. Последствие - возникновение прорана, подтопление зоны нижнего бьефа.

- сценарий 6 - множественные разломы установок электропередач, аварии в энергосистеме, выход из режима генерального электропитания гидроузла, утрата регулирования клапанов водосброса, захлестывание резервуара, перелив воды через гребень дамбы, далее по сценарию 5.

- сценарий 7 – невыполнение рабочим персоналом графиков сработки и заполнения резервуара: стремительное понижение уровня в водоеме и понижение уровня водохранилища в случае ледяного покрытия, выход из строя фиксации верхового откоса, размыв и порча антифильтрационного экрана, увеличение расходов на фильтрацию, выход фильтруемой жидкости на низовом откосе, формирование промоин, затем по сценарию 6. (из ВКР Бут)

Для обоснования сценария аварии ГТС в методике расчета вероятного вреда все типы сценариев аварии, независимо от вида ГТС, могут быть разбиты на четыре группы:

- первая группа сценариев аварии ГТС – аварии ГТС, связанные с разрушением напорного фронта, сопровождающимся образованием прорана, в который происходит, неконтролируемый персоналом ГТС излив воды или жидких отходов при отсутствии ледового покрова или при его наличии;

- вторая группа сценариев аварии ГТС – аварии ГТС, связанные с повреждением отдельных элементов сооружения, приведшие к необходимости аварийного понижения напора на ГТС и сопровождающегося сбросом воды или жидких отходов с расходом, превышающим максимальный расчетный;

- третья группа сценариев аварии ГТС – аварии ГТС золошлакоотвалов и шламонакопителей, содержащих в отходах опасные вещества, связанные с нарушением фильтрационной прочности ГТС и его основания, и приведшие к загрязнению опасными веществами территории вне ГТС;

- четвертая группа сценариев аварии ГТС – аварии ГТС золошлакоотвалов и шламонакопителей, содержащих в отходах опасные вещества, связанные с аварийным прекращением орошения, его осушением и пылением опасных веществ [103].

Одним из методов определения вероятного ущерба от аварии является метод агрегированных показателей, применяемый при отсутствии подробных данных о ситуации в районах бедствия и достаточности данных, содержащихся в географических информационных системах, с использованием

среднестатистических данных по характеристики объектов и плотности населения в рассматриваемом регионе.

В качестве входных данных для проведения расчетов возможного вреда используются следующие результаты расчета параметров последствий аварии в гидротехнической системе.

Ниже створа гидроузла:

- определение общей площади зоны катастрофического затопления с нанесением ее границ карты в масштабе и детализации достаточных для определения вероятного ущерба данных;
- определение максимальной глубины затопления, времени добегания волны прорыва от начала образования прорана;
- определение максимальной скорости течения, продолжительности затопления.

Выше створа гидроузла:

- определение скорости снижения уровня воды;
- определение остаточного уровня воды после аварии ГТС;
- определение объемов вытекающей и оставшейся воды;
- определение времени опорожнения водного объекта (водохранилища);
- определение количества вынесенных наносов грунта из заиленного водохранилища.

Основные составляющие ущерба от гидротехнических сооружений определяются на базе прогноза числа погибших и пострадавших при возникновении гидродинамической аварии. Оценка вероятных потерь в данном случае производится в процентах от количества населения, проживающего в разных зонах пострадавшего региона (катастрофической, сильной, средней и слабой областью воздействия). Чаще всего для расчета берутся условия наихудшего варианта - развитие события в ночное время, вывоз людей из области поражения не представляется возможным. В местах с областью слабого воздействия волны прорыва и за два часа (период прихода пика) вывод из зоны возможен практически 90% населения [20].

Ущерб сельскохозяйственному производству следует принимать в размере 50% от стоимости земли по действующим нормативам восстановления. При этом, площадь нарушений принимается равной 40% от общей площади затопленных сельхозугодий.

$$И = 0,5 \cdot S_{с.х.} \cdot K_{норм.с} \cdot 0,4. \quad (10.1)$$

где: И - ущербы предприятиям по производству сельскохозяйственной продукции;

$S_{с.х.}$  - площадь сельскохозяйственных земель, входящих в зону катастрофического затопления, га;

$K_{норм.с}$  - средний по субъекту Федерации норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельхоз земель.

В общей сумме ущерба сельскохозяйственному производству следует учитывать:

- потерю плодородия - 60%,
- потерю произведенной сельхозпродукции - 5%;
- сопутствующие реальные ущербы - 35%.

По такому же принципу обеспечиваются расчеты ущерба, полученного от потери леса, ущерба окружающей природной среде, ущерба по верхнему бьефу (ущерб водозаборным сооружениям и затраты на восстановление водоснабжения, прерванного из-за отказа или выхода из строя водозаборных сооружений) [14, 115].

Другие виды фактического ущерба, которые невозможно предсказать заранее, должны рассчитываться по аналогии с расчетом непредвиденных расходов при реализации инвестиционных проектов строительства водного хозяйства. Их рекомендуется принимать за 10% от общего ущерба, без учета ущерба сельскому хозяйству и экологического ущерба из-за потери лесов.

Общий реальный ущерб следует определять суммой всех видов ущербов от гидродинамической аварии. Полученный результат является одним из главных показателей, который характеризует оценку риска возникновения чрезвычайной ситуации. Прогноз площадей гибели посевов

сельскохозяйственных культур на ближайшую перспективу чаще всего опирается на результаты мониторинга последствий чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях.

Таким образом, только на основе анализа всех данных рассмотренного перечня могут быть найдены приемлемые критерии для определения уровня реагирования, оценки материального и финансового ущерба и размеров возмещения ущербов. Объектом научных исследований будет выступать не только сама чрезвычайная ситуация, ее характеристики и свойства как объекта управления, но и сам процесс организации управления в ЧС и средства информационной поддержки управления

#### **10.4. Мероприятия по ликвидации последствий (Борулько В.Г., Понизовкин Д.А.)**

Функционирование системы оперативного управления осуществляется согласно требованиям своевременного реагирования на возможность возникновения чрезвычайной ситуации с целью ее предотвращения либо максимального смягчения ее последствий.

Основными компонентами такой системы являются

- система аварийного контроля, которая должна как можно быстрее определять отклонения параметров от их контрольных значений;
- территориальный субъектный центр мониторинга и прогнозирования Российской Федерации, который оценивает эти данные, прогнозирует возможные направления развития чрезвычайных ситуаций и определяет необходимые пути и средства их предотвращения или ликвидации их последствий;
- силы и средства быстрого реагирования, осуществляющие непосредственное вмешательство в обстановку.