РД 153 - 34.2 - 002 - 01

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА, ВОЗМОЖНОГО ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

Москва
2001

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН ОАО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (докт. техн. наук. Иващенко И.Н. — руководитель темы, докт. техн. наук. Прудовский А.М., канд. техн. наук. Школьников С.Я.), Научно-техническим центром энергонадзора за плотинами и энергосооружениями (НТЦ энергонадзора) (канд. техн. наук Орлов А.В.) АО «Институт «Гидропроект» (Троицкий А.В., канд. техн. наук Файн И.И.), ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (Никитина Н.Я., канд. техн. наук Сольский С.В., Усманская Л.Б., Фролов А.Н.)

2. ВНЕСЕН Департаментом Государственного энергетического надзора и энергосбережения Минэнерго России и Российским акционерным обществом энергетики и электрификации «ЕЭС России»

3. ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Минэнерго России от 26 апреля 2001 г. № 130

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

АО НИИЭС, 123362, Москва, а/я 393, Строительный проезд, д. 7а
Телефоны: 493 51 32, 493 35 77 Факс: (095) 493 64 29
E-mail: niiesoao@mtu-net.ru

©ОАО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений», 2001

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 2

3 Термины и определения 2

4 Оценки ущербов 3

5 Пример укрупненной оценки ущербов от гидродинамической аварии 17

Библиография 26

Приложение 1. Основные положения методики детальной оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения. 28

Приложение 2. Математическое моделирование волны прорыва. 34

Приложение 3. Протяженность автомобильных дорог Российской федерации. 40

Приложение 4. Основные фонды по регионам Российской федерации 43

Приложение 5. Территория и административно-территориальное деление регионов Российской федерации. 46

Приложение 6. Валовый национальный продукт на 1997 г. по регионам Российской федерации. 50

Приложение 7. Данные для расчета ущербов сельскому, лесному хозяйствам, водозаборам и водному транспорту в верхнем бьефе 53

Введение

«Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения» (далее — Методика) разработана в соответствии с решением совместного заседания НТС РАО «ЕЭС России», Координационного Совета по проблеме «Безопасность энергетических сооружений», секции «Единая энергетическая система» Научного совета РАН по проблемам надежности и безопасности больших систем энергетики на тему: «О ходе реализации и научно-техническом обеспечении Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» от 14 сентября 1999 г.».

«Методика» рассмотрена и рекомендована к утверждению решением совместного заседания Координационного Совета по отраслевой программе «Безопасность энергетических сооружений» и секции НТС РАО «ЕЭС России» «Правовые и нормативно-технические проблемы безопасности энергетических сооружений» от 26.12.2000 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА, ВОЗМОЖНОГО ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

Дата введения 2001 – 05 – 01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий руководящий документ (РД) предназначен для применения при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации объектов топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, в состав которых входят водоподпорные гидротехнические сооружения (ГТС).

1.2 РД используется при:

определении величины финансового обеспечения и объемов страхования гражданской ответственности собственников (эксплуатирующих организаций) за вред, причиненный в результате аварии ГТС;

составлении деклараций безопасности;

планировании аварийно-спасательных работ;

обосновании мероприятий, снижающих негативные последствия аварий;

определении сумм, необходимых для возмещения вреда от аварии и ликвидации ее последствий.

1.3 РД предназначен для оценки максимального ущерба, возможного при заданных параметрах волны прорыва.

1.4 В РД рассмотрены 2 методики оценки ущербов:

методика укрупненной оценки ущербов, использующая для стоимостных оценок среднестатистические значения стоимости основных фондов по региону и выделяющая в зоне затопления подзоны, различающиеся по хозяйственному использованию: городскую застройку, сельские населенные пункты, сельхозугодья, лесные массивы и т.д.;

методика детальной оценки ущербов, включающая подробный анализ экономической ситуации на территории, подвергшейся затоплению, на основе экспедиционных исследований или с помощью информации, содержащейся в базе данных геоинформационной системы региона и включающей в себя данные об объектах, в том числе их стоимость (для этого варианта «Методики» приведены основные положения).

1.5 РД применяется для оценки размера возможного ущерба:

в целом;

отдельных видов ущерба.

1.6 В РД приводятся рекомендации по определению параметров волны прорыва, необходимых для оценки ущерба от гидродинамической аварии, а также справочные макроэкономические данные по регионам России, необходимые для укрупненных оценок ущербов.

1.7 РД не распространяется на сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов (в том числе золошлакоотвалы ТЭС) и другие сооружения, предназначенные для предотвращения вредного воздействия жидких отходов.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

РД разработан в соответствии с требованиями Закона РФ «О безопасности гидротехнических сооружений», Гражданского кодекса РФ, Водного кодекса РФ, Земельного кодекса РСФСР.

В РД используются следующие нормативные документы:

Постановление Правительства РФ от 27.11.1995 г. «Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд».

Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 г. «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 г. «О порядке выделения средств из резервного фонда Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий».

Приказ МПР РФ и Роскомзема от 22.12.1995 г. №525/67 «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Распоряжение мэра Москвы от 27.07.2000 г. «Об утверждении методики исчисления размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории г. Москвы».

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Собственник гидротехнического сооружения — орган власти Российской Федерации, физическое или юридическое лицо, имеющее право владения, пользования, распоряжения данным ГТС.

Гидродинамическая авария — авария на гидротехническом сооружении, сопровождающаяся аварийным сбросом воды в нижний бьеф и создающая угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации.

Зона катастрофического затопления — территория, в пределах которой происходит затопление потоком воды, образующимся в результате гидродинамической аварии, ограниченная сверху створом гидроузла, а снизу — створом с отметкой затопления, соответствующей паводку обеспеченностью 5%.

Реальный ущерб — утрата или повреждение имущества в части стоимостного выражения полной или частичной потери основных и оборотных производственных фондов, готовой продукции предприятий, жилищного и коммунального хозяйства, затрат на поддержание инфраструктуры, утраты плодородия почв и гибели сельхозпродукции, ущербов лесному и рыбному хозяйствам и т.п.

Экологический ущерб — ущерб, связанный с ухудшением свойств лесных земель, загрязнением реки при авариях на очистных сооружениях и т.п.

Социальный ущерб — прогнозная оценка количества погибших и пострадавших людей от последствий гидродинамической аварии.

Прочие виды реального ущерба — часть реального ущерба, выявить которую на стадии прогноза не представляется возможным.

Основные фонды — средства (капитал), затрачиваемые на здания, сооружения, оборудование, машины, в размере балансовой стоимости.

Оборотные фонды — средства предприятия, используемые для финансирования его хозяйственной деятельности, т.е. сырье, материалы и т.д.

Бьеф (верхний или нижний) — часть водотока, примыкающая к водоподпорному сооружению соответственно выше (ВБ) или ниже (НБ) его по течению.

В РД использованы следующие обозначения:

$И_{общ}$ — общий реальный ущерб;
$И_1$ — ущерб основным производственным фондам;
$И_{об}$ — ущерб оборотным производственным фондам;
$И_2$ — ущерб готовой продукции предприятий;
$И_3$ — ущерб элементам транспорта и связи;
$И_4$ — ущерб жилому фонду и имуществу граждан;
$И_5$ — расходы на ликвидацию последствий аварии;
$И_6$ — ущербы сельскохозяйственному производству;
$И_7$ — ущерб лесному хозяйству;
$И_{7к}$ — ущерб от потери леса как сырья;
$И_{7э}$ — экологический ущерб от затопления лесов;
$И_8$ — ущерб окружающей среде от сброса опасных веществ в окружающую среду;
$И_9$ — ущерб, вызванный нарушением водоснабжения из-за аварии водозаборных сооружений;
$И_{10}$ — ущерб объектам водного транспорта;
$И_{11}$ — ущерб рыбному хозяйству;
$И_{12}$ — прочие виды реального ущерба.

4 ОЦЕНКИ УЩЕРБОВ

4.1 Оценка параметров волны прорыва, необходимых для оценки ущербов

4.1.1 При определении ущерба от прохождения волны прорыва необходимо оценить зону затопления и гидродинамические параметры потока в нижнем бьефе:

максимальные значения глубины и скорости потока;

время от начала аварии до прихода в данную точку местности прорывной волны;

продолжительность затопления.

Эти данные определяются методами математического моделирования с использованием одномерных [18] или двумерных [7] уравнений Сен-Венана (Приложение 2).

4.1.2 При оценке параметров волны прорыва одномерные уравнения целесообразно использовать в тех случаях, когда поток движется в пределах русла и поймы, не достигая уровня коренного берега. Двумерные уравнения следует использовать в зонах резкого расширения или сужения поймы, при большой извилистости русла, наличии островов, побочней, выступов берега. При этом граничные условия на входе в расчетный фрагмент, для которого необходимо применить двумерные уравнения, могут быть получены с использованием результатов прогноза распространения волны прорыва, выполненного по одномерным уравнениям для более протяженной расчетной области.

4.1.3 Перечень исходных данных для определения возможного ущерба от прохождения волны прорыва существенно зависит от рассматриваемого сценария аварии. Основными сценариями возникновения волны прорыва являются:

4.1.3.1 Постепенное переполнение водохранилища из-за превышения расходом приточности сбросного расхода при исчерпанной регулирующей емкости (например при поступлении в водохранилище нерасчетного паводка, неполном открытии водосбросных отверстий из-за поломок затворов или ошибки персонала и т.д.)

4.1.3.2 Возникновение в водохранилище чрезвычайно больших волн (например волн вытеснения из-за оползня берега, селевого паводка, волны прорыва из вышележащих водохранилищ, завальных озер или временных водоемов, подпруженных ледниками, волн от крупных взрывов и т.д.)

4.1.3.3 Разрушение напорного фронта гидроузлов без аварийного повышения уровня верхнего бьефа (из-за суффозии основания или тела плотины, подмыва сооружений со стороны нижнего бьефа, раскрытия в теле плотины трещин из-за старения материала плотины или нерасчетных сейсмических воздействий, нерасчетных воздействий другой природы: взрывов, ударов судов, падений самолетов, и по другим причинам).

Примечание: При возникновении аварии, соответствующей сценариям 4.1.3.1 или 4.1.3.2, гидроузел может остаться неразрушенным, хотя поступившие в нижний бьеф водные массы все равно могут явиться причиной катастрофического затопления. При плавном переполнении верхнего бьефа, не сопровождающемся прорывом напорного фронта, в нижнем бьефе возникнет экстремальный паводок, но он является паводком «обычного типа» и в данной методике не рассматривается. При волновом перехлесте через плотину явление становится аналогичным волне прорыва и рассматривается в методике как одна из возможных ситуаций.

4.1.4 Для оценки гидрографа излива необходимо провести расчет уровенного режима верхнего бьефа. Расчет как правило проводится: при укрупненной оценке — при помощи балансовой (0-мерной) модели верхнего бьефа или одномерных уравнений Сен-Венана, при детальной оценке ущерба — при помощи двумерных уравнений Сен-Венана.

4.1.5 Результаты численных экспериментов по распространению волны прорыва ниже гидроузла следует нанести на топографическую карту, вплоть до створа, в котором максимальный за время наводнения расход не превосходит расход обеспеченностью 5%. На карту должны быть нанесены

граница области затопления, а также изолинии четырех характеристик прорывного паводка, используемых при определении ущерба: максимальных глубины и скорости за время аварии , времени затопления местности после начала аварии и продолжительности затопления.

4.1.6 Результаты численных экспериментов, моделирующих излив воды из верхнего бьефа, следует представлять в виде графика изменения уровня ВБ во времени в ходе аварии.

4.2 Укрупненная оценка ущербов, вызываемых авариями гидротехнических сооружений

Оценка ущербов базируется на использовании данных о параметрах гидродинамической аварии и данных макроэкономического развития региона, в котором располагается подпорное гидротехническое сооружение.

В качестве исходной информации для проведения расчетов ущербов используются следующие результаты расчета параметров последствий гидродинамической аварии:

А. Ниже гидроузла:

общая площадь зоны катастрофического затопления с нанесением ее границ на планшеты государственной топосъемки масштаба 1:25000 или 1:10000;

по характерным створам (не менее 3, исключая створ гидроузла и конечный створ зоны катастрофического затопления): максимальная глубина затопления, время добегания волны от начала образования прорана; максимальная скорость течения, продолжительность затопления;

Б. Выше гидроузла:

скорость снижения уровня;

остаточный уровень воды после аварии;

объемы вытекающей и оставшейся воды;

время опорожнения водохранилища.

4.2.1 Общий порядок определения натуральных показателей различных видов ущербов

4.2.1.1 Определение натуральных показателей ущербов от гидродинамической аварии без обследования на местах, на базе доступной информации об освоенности территории зон катастрофического затопления и водохранилища. При этом используются данные хозяйственного и социального развития субъекта Федерации, на территории которого располагается рассматриваемый гидроузел и зона катастрофического затопления.

4.2.1.2 На начальном этапе по данным официальной статистики, а также по справочным, литературным и иным источникам определяется следующие общие показатели по субъекту Федерации:

общая площадь территории;

средняя плотность населения субъекта Федерации;

численность населения субъекта федерации с разбивкой на городское и сельское население;

средняя плотность населения в городах и поселках городского типа;

общая длина автодорог общего пользования или плотность автодорог на тысячу квадратных километров территории;

балансовая стоимость основных производственных фондов;

валовый национальный продукт за год.

Для удобства пользования некоторые из указанных показателей приведены в Приложениях 3-7.

4.2.1.3 С использованием показателей, перечисленных в п.4.2.1.2., и данных топографических планшетов, на которых нанесена зона катастрофического затопления ниже гидроузла, выполняются следующие действия:

ниже гидроузла:

разбивка общей площади затопления на зоны сильного, среднего и слабого воздействия с выделением по каждой зоне: земель, занятых населенными пунктами или промышленными объектами; земель сельскохозяйственного назначения; земель, занятых естественными природными ландшафтами;

составление перечня затронутых населенных пунктов и сбор сведений о количестве проживающего в них населения, характере жилых строений и размерах приусадебных участков;

определение участков затрагиваемых транспортных коммуникаций и линий связи;

выявление прочих специфических объектов;

выше гидроузла:

выявление населенных пунктов и объектов, расположенных около водохранилища;

определение длины судовых ходов, установление объектов водного транспорта, расположенных на водохранилище;

выявление водозаборных устройств (местоположение, тип, расход);

определение прочих видов водопользования.

4.2.1.4 Поскольку все элементы хозяйственной инфраструктуры должны быть защищены от паводков определенной повторяемости, натуральные показатели ущербов должны определяться с учетом этого обстоятельства. По промышленным объектам и населенным пунктам ущербы определяются, если параметры гидродинамической аварии превышают показатели воздействия паводка 1%-й обеспеченности, по мостовым переходам — 0,3%-й, по сельхозугодьям — 5%-й.

4.2.2 Стоимостная оценка ущербов

4.2.2.1 Стоимостная оценка ущербов от гидродинамической аварии производится в действующих ценах с использованием положений, установленных государством для определения компенсационных средств при нанесении реальных ущербов различного вида (материальный, экологический, социальный и непредвиденный). Конкретные используемые государственные документы указаны в разделах, посвященных определению отдельных видов ущербов.

4.2.2.2 Материальный ущерб основным производственным фондам промышленных предприятий, транспортным магистралям и линиям связи может быть оценен затратным методом по остаточной балансовой стоимости зданий и сооружений с учетом степени их повреждений от гидродинамической аварии.

4.2.2.3 Материальный ущерб жилищному фонду определяется сравнительным методом с выделением типовых элементов, стоимость которых распространяется на остальные объекты.

4.2.2.4 Ущерб сельскому, лесному и рыбному хозяйствам, а также экологический ущерб устанавливается в соответствии с порядком, определенным земельным, лесным и природоохранным законодательством.

4.2.2.5 Прочие виды реального ущерба, а также расходы на ликвидацию последствий аварии определяются в процентах от общей величины ущерба.

4.2.2.6 Социальный ущерб определяется в натуральном выражении — в виде возможного числа погибших и пострадавших при гидродинамической аварии.

4.2.2.7 Методика оценки ущерба не определяет упущенной выгоды.

4.2.3 Ущербы основным и оборотным фондам

4.2.3.1 Критерии разделения зоны катастрофического затопления на зоны сильных, средних и слабых разрушений для основных фондов представлены в таблице 4.1 Отнесение территории к той или иной зоне разрушений следует осуществлять из условия, чтобы хотя бы один из критериев превосходил указанные значения.

Таблица 4.1 [6]

(H — глубина затопления, V — скорость течения, T — продолжительность затопления)

Тип зданий	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	H, м	V, м/с	T, час	H, м	V, м/с	T, час	H, м	V, м/с	T, час
Кирпичные малоэтажные здания (1-3 этажа)	4	2,5	170	3	2	100	2	1	50
Промышленные здания с легким металлическим каркасом	5	2,5	170	3,5	2	100	2	1,5	50
Кирпичные и панельные дома средней этажности (4 этажа и более)	6	3	240	4	2,5	170	2,5	1,5	100
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом (стены из керамзито-бетонных панелей)	7,5	4	240	6	3	170	3	1,5	100
Бетонные и железобетонные здания антисейсмической конструкции	12	4	—	9	3	240	4	1,5	170

Степень разрушения (утраты остаточной балансовой стоимости) по зонам принята следующая:

зона сильных разрушений — $K_1 = 0{,}7$;

зона средних разрушений — $K_2 = 0{,}3$;

зона слабых разрушений — $K_3 = 0{,}1$.

4.2.3.2 Расчет ущербов основным фондам следует производить по формуле:

$$И_1 = И_{1(фон)} \cdot (S_1 \cdot K_1 \cdot П_1 + S_2 \cdot K_2 \cdot П_2 + S_3 \cdot K_3 \cdot П_3) \qquad (4.1)$$

где: $И_1$ — ущерб основным производственным фондам; $И_{1(фон)}$ — общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Федерации, отнесенная к единице его территории;

$$И_{1(фон)} = \frac{C_1}{S},$$

где: C_1 — общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Федерации без объектов транспорта и связи (Приложение 4);
при невозможности определить C_1 на момент выполнения расчетов рекомендуется пользоваться формулой:

$$C_1 = C \cdot (1{,}015)^n,$$

где: C — общая балансовая стоимость основных производственных фондов на 1997 год (Приложение 4);

1,015 — осредненный ежегодный темп роста основных фондов;

n — число лет между 1997 годом и годом выполнения расчетов;

S — площадь территории субъекта Федерации;

S_1; S_2; S_3 — площадь соответственно зон сильных, средних и слабых разрушений;

K_1; K_2; K_3 — степень разрушения в зонах сильных, средних и слабых разрушений ;

$П_1$; $П_2$; $П_3$ — коэффициент концентрации основных фондов на территории зон соответственно сильных, средних и слабых разрушений;

$$П_i = \frac{P_i}{P_{фон}},$$

P_i — плотность населения в зонах соответственно сильных ($i=1$), средних ($i=2$) и слабых ($i=3$) разрушений;

$P_{фон}$ — средняя плотность населения по субъектам Федерации.

В случае, когда $П_1 = П_2 = П_3 = П$ формула (4.1) приобретает вид:

$$И_1 = И_{1(фон)} \cdot П \cdot (S_1 \cdot K_1 + S_2 \cdot K_2 + S_3 \cdot K_3) \qquad (4.1а)$$

4.2.3.3 Ущерб оборотным производственным фондам в материальном выражении (сырье, запасные детали, запасы топлива, тара и т.п.) $И_{об}$ следует принимать в размере 5% от ущерба основным производственным фондам.

4.2.4 Ущербы готовой продукции предприятий

4.2.4.1 Оценку ущерба готовой продукции, произведенной на предприятии и хранящейся на затрагиваемой аварией территории, следует производить по формуле:

$$И_2 = И_{2(фон)} \cdot m \cdot (S_1 \cdot K_1 \cdot П_1 + S_2 \cdot K_2 \cdot П_2 + S_3 \cdot K_3 \cdot П_3) \qquad (4.2)$$

где: $И_2$ — ущерб готовой продукции;

$И_{2(фон)}$ — общий валовый национальный продукт, произведенный за рабочий день в субъекте Федерации и отнесенный к единице его территории;

$$И_{2(фон)} = \frac{P_1}{S \cdot N_p}$$

где: P_1 — валовый национальный продукт за год ; при невозможности определить P_1 на момент выполнения расчетов рекомендуется пользоваться формулой:

$$P_1 = P \cdot E^n,$$

где: P — валовый национальный продукт, произведенный в субъекте Федерации в 1997 году (Приложение 6);

E=1,025 — осредненный ежегодный темп роста ВНП;

n — число лет между 1997 годом и годом выполнения расчетов;

N_p = 250 — число рабочих дней в году;

m — срок хранения готовой продукции на предприятии (принимается m = 7 сут).

Остальные обозначения те же, что и для формулы 4.1.

4.2.5 Ущербы элементам транспорта и связи

4.2.5.1 Критерии разделения зоны катастрофического затопления (максимальные значения параметров гидродинамической аварии) на зоны сильных, средних и слабых разрушений для объектов транспорта и линий связи представлены в таблице 4.2. При этом отнесение территории к той или иной зоне разрушений следует производить, если хотя бы один из критериев превосходит указанные значения.

4.2.5.2 Расчет ущербов элементам транспорта и связи производится по формуле:

$$И_3 = И_{3(фон)} \cdot (L_1 \cdot K_1 + L_2 \cdot K_2 + L_3 \cdot K_3), \qquad (4.3)$$

где: $И_3$ — ущерб элементам транспорта и связи;

$И_{3(фон)}$ — общая стоимость основных фондов элементов транспорта и связи в субъекте Федерации, отнесенная к единице длины автодорог;

$$И_{3(фон)} = \frac{D_1}{L_1},$$

где: D_1 — общая балансовая стоимость элементов транспорта и связи; при невозможности определить D_1 на момент выполнения расчетов рекомендуется пользоваться формулой:

$$D_1 = D \cdot E^n,$$

где: D — общая балансовая стоимость объектов транспорта и связи (Приложение 4);

$E = 1{,}015$ — осредненный ежегодный темп роста основных фондов;
n — число лет между 1997 годом и годом выполнения расчетов;
L — протяженность автомобильных дорог в субъекте Федерации (Приложение 3);
$L_1; L_2; L_3$ — протяженность автодорог соответственно в зонах сильных, средних и слабых разрушений;
$K_1; K_2; K_3$ — степень разрушения в зонах сильных, средних и слабых разрушений.

Таблица 4.2 [6]
(H — глубина затопления, V — скорость течения, T — продолжительность затопления)

Типы элементов транспортных магистралей	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	H,м	*V,м/с*	*T,час*	*H,м*	*V,м/с*	*T,час*	*H,м*	*V, м/с*	*T, час*
Деревянные мосты	1	2	—	1	1,5	—	0,5	0,5	—
Железобетонные мосты	2	3	50	1	2	30	0,5	0,5	10
Металлические мосты и путепроводы с пролетом 30-100м, ЛЭП, линии связи	2	3	50	1	2	30	0,5	0,5	10
Металлические мосты и путепроводы с пролетом более 100м	2	2	50	1	1	30	0,5	0,5	10
Железнодорожные пути	2	2	100	1	1,5	50	0,5	0,5	30
Дороги с гравийным (щебеночным) покрытием	2,5	2	100	1	1,5	50	0,5	0,5	30
Шоссейные дороги с асфальтовым покрытием	4	3	240	2	1,5	170	1	1	100

Степень разрушения (утраты остаточной балансовой стоимости) по зонам принята следующая:

зона сильных разрушений — $K_1 = 0{,}8$;
зона средних разрушений — $K_2 = 0{,}4$;
зона слабых разрушений — $K_3 = 0{,}1$.

4.2.6. Ущербы жилому фонду и имуществу граждан

4.2.6.1 Критерии разделения зоны катастрофического затопления на зоны сильных, средних и слабых разрушений для объектов жилого фонда и имущества граждан представлены в таблице 4.3. При этом отнесение терри-

тории к той или иной зоне разрушений следует производить, если хотя бы один из критериев превосходит указанные значения.

Таблица 4.3 [6]
(Н — глубина затопления, V — скорость течения, Т — продолжительность затопления)

Типы объектов жилого фонда	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	H, м	*V*, м/с	*T*, час	*H*, м	*V*, м/с	*T*, час	*H*, м	*V*, м/с	*T*, час
Сборные деревянные жилые дома	3	2	48	2,5	1,5	24	1	1	12
Деревянные дома (1-2 этажа)	3,5	2	48	2,5	1,5	24	1	1	12
Легкие 1-2-этажные бескаркасные постройки	3,5	2	72	2,5	1,5	48	1	1	24
Кирпичные дома малой этажности (1-3 этажа)	4	2,5	50	3	2	100	2	1	50
Кирпичные и блочные дома повышенной этажности (4 этажа и более)	6	3	240	4	2,5	170	2,5	1,5	100

Степень разрушения (утраты остаточной балансовой стоимости) по зонам принята следующая:

зона сильных разрушений — $K_1 = 0,7$;
зона средних разрушений — $K_2 = 0,3$;
зона слабых разрушений — $K_3 = 0,1$.

4.2.6.2 Расчет ущерба жилому фонду следует производить по формуле:

$$И_ж = \beta_1 \cdot C_{с.п.} \cdot (N_1 \cdot K_1 + N_2 \cdot K_2 + N_3 \cdot K_3) + \beta_2 C_{г.п.} \cdot (M_1 \cdot K_1 + M_2 \cdot K_2 + M_3 \cdot K_3) \quad (4.4)$$

где: $И_ж$ — ущерб жилому фонду;

$C_{с.п.}$ — осредненная стоимость жилого фонда и имущества на одного сельского жителя;

N_1; N_2; N_3 — количество сельских жителей, проживающих в зонах сильного, среднего и слабого разрушений;

K_1; K_2; K_3 — степень разрушения по зонам ;

$C_{г.п.}$ — осредненная стоимость жилого фонда и имущества на одного городского жителя;

M_1; M_2; M_3 — количество городских жителей, проживающих соответственно в зонах сильного, среднего и слабого разрушений;

$\beta_1 = 1,1$ и $\beta_2 = 1,3$ — коэффициенты, учитывающие ущерб элементам сельского и городского благоустройства.

Рекомендуемые исходные данные для расчета ущербов:

Сельские населенные пункты — стоимость жилья, имущества и земельного участка на 1 чел. — $C_{с.н.} = 46,7$ тысяч рублей.

Городские населенные пункты — стоимость жилья и имущества на 1 чел. — $C_{г.н.} = 122$ тысяч рублей.

Указанные исходные данные могут уточняться и корректироваться в ходе составления расчетов по конкретным объектам, если существует возможность получить более точную информацию.

4.2.6.3 При подсчетах ущерба к жилому фонду следует относить отдельностоящие:

оздоровительные учреждения;

больницы, дома престарелых и интернаты;

охотничьи и рыболовные хозяйства (строения);

прочие учреждения кратковременного или сезонного пребывания.

При этом для сезонных объектов рекреации должен вводиться коэффициент 0,5, а для других учреждений непостоянного пребывания людей — коэффициент 0,7.

4.2.7 Определение числа погибших и пострадавших при возникновении гидродинамической аварии

4.2.7.1 Оценку возможных потерь (гибель) людей и пострадавших при гидродинамической аварии следует проводить по методике, изложенной в [10].

4.2.7.2 Отнесение территории к той или иной зоне воздействия следует производить по критериям, используемым для объектов жилого фонда и имущества граждан (таблица 4.3). При этом в зоне сильных воздействий должна быть выделена ближайшая к створу зона катастрофических воздействий. Размеры этой зоны определяются обязательным сочетанием двух следующих факторов:

зона располагается в пределах одного часа добегания волны до створа;

глубина затопления должна быть более 3 метров.

4.2.7.3 Оценку возможных потерь следует производить в процентах от численности населения, проживающего в различных зонах. Необходимые для расчета данные помещены в таблице 4.4

4.2.8 Расходы на ликвидацию последствий аварии

4.2.8.1 Должны быть предусмотрены следующие меры по ликвидации последствий аварии:

эвакуация людей из зоны бедствия;

разборка завалов и обрушившихся строений;

восстановление водоснабжения, электроснабжения и теплоснабжения по временной схеме;

единовременная выплата населению;

прочие расходы, связанные с обеспечением необходимых условий проживания населения, затронутого гидродинамической аварией.

4.2.8.2 Расходы на указанные в п.4.2.8.1 мероприятия следует определять в размере 20% от суммы материального ущерба на территории населенных пунктов и промышленных объектов

$$И_5 = 0,2 \cdot (И_1 + И_{об} + И_2 + И_3 + И_4). \qquad (4,5)$$

Таблица 4.4

Зона воздействия	Общие потери (%)		Из общего числа потерь			
			Безвозвратные (%)		Возвратные (%)	
	Днем	Ночью	Днем	Ночью	Днем	Ночью
1-я зона — катастрофическая	60	90	40	75	60	25
2-я зона — сильного воздействия	13	25	10	20	90	80
3-я зона — среднего воздействия	5	15	7	15	93	85
4-я зона — слабого воздействия	2	10	5	10	95	90

4.2.9 Ущербы сельскохозяйственному производству

4.2.9.1 Ущербы сельскохозяйственному производству следует определять по методу, изложенному в [6], и принимать в размере 50% от стоимости земли по действующим нормативам восстановления [9]. При этом площадь нарушений принимается равной 40% от общей площади затопленных сельхозугодий.

$$И_б = 0,5 \cdot S_{с.х.} \cdot K_{норм.с.} \cdot 0,4, \quad (4.6)$$

где: $И_б$ — ущербы сельскохозяйственному производству;
$S_{с.х.}$ — площадь сельхозугодий, расположенных в зоне катастрофического затопления, га;
$K_{норм.с.}$ — средний по субъекту Федерации норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий [9] (Приложение 7).

4.2.9.2 В общей сумме ущерба сельскохозяйственному производству следует учитывать:

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

4.2.10 Ущерб лесному хозяйству

4.2.10.1 Ущерб от потери леса как сырья для лесоперерабатывающей промышленности следует определять по методике [6] с использованием формулы:

$$И_к = 0,15 \cdot P \cdot S_л \cdot M, \quad (4.7)$$

где: $И_к$ — ущерб от потери леса как сырья;
P — стоимость одного м³ корневого запаса, руб/м³ (минимальные ставки платы за древесину, отпускаемую на корню. Утв. Постановлением Правительства РФ от 19.09.97 № 1199, с учетом деноминации.) (Приложение 7);

$S_л$ — площадь лесов в зоне катастрофического затопления, га;
M — средний корневой запас товарной древесины, м³/га — определяется по данным регионального органа лесного хозяйства; при невозможности получить точные данные рекомендуется применять следующие значения:

для таежных районов — $M = 130$ м³/га;
для районов со смешанными лесами — $M = 90$ м³/га;
для прочих районов — $M = 50$ м³/га.

4.2.10.2 Экологический ущерб от затопления лесов следует определять по формуле:

$$И_{эз} = \alpha_1 \cdot S_л \cdot К_{норм.л.} \cdot \alpha_2, \qquad (4.8)$$

где: $И_{эз}$ — экологический ущерб от затопления лесов;
$S_л$ — площадь лесов в зоне катастрофического затопления, га;
$К_{норм.л}$ — средний норматив платы за перевод лесных земель в нелесные, установленный в субъекте Федерации, с учетом особенностей лесов в зоне катастрофического затопления (Приложение 7);
$\alpha_2 = 0{,}4$ — доля лесных земель в зоне затопления, подверженных нарушению;
$\alpha_1 = 0{,}15$ — доля утраченных лесных земель из подверженных затоплению.

4.2.10.3 Суммарный ущерб от затопления лесов при гидродинамической аварии равен:

$$И_з = И_{зс} + И_{эз}, \qquad (4.9)$$

4.2.11 Ущерб окружающей природной среде

4.2.11.1 Ущерб вызывается повреждением или разрушением в зоне затопления объектов, на которых получают, перерабатывают или хранят опасные вещества.

4.2.11.2 Оценку возможного ущерба следует проводить в три этапа.

На первом этапе осуществляется оценка количества опасных веществ, которые могут поступить в природную среду из-за разрушения установок или сооружений.

На втором этапе производится оценка ущерба, причиненного природной среде из-за поступления в нее опасных веществ. При этом оценка производится в натуральных показателях с применением зависимостей «эффект — воздействие». Цель этой оценки — определить площади поражения (S_i) и объемы работ (V_i), необходимых для восстановления (рекультивации) природной среды, которой причинен вред. В эту оценку не входят затраты, определяемые ущербом сельскохозяйственному производству (п.4.2.9 «Методики»), ущербом лесному хозяйству (п.4.2.10 «Методики»), ущербом по верхнему бьефу п. 4.2.12 «Методики».

На третьем этапе производится денежная оценка возможного ущерба. При этом должны учитываться только затраты, связанные с восстановлением (рекультивацией) природной среды.

4.2.11.3 Ущерб окружающей среде следует определять по формуле:

$$И_в = \Sigma (S_i V_i Ц_i), \qquad (4.10)$$

где: $И_в$ — ущерб окружающей среде от сброса опасных веществ в окружающую среду;

S_i — площадь, пораженная сбросом i-го опасного вещества (определяется по методикам, принятым МПР России [14,15]);

V_i — объем работ, которые необходимо провести для восстановления (рекультивации) природной среды, пораженной сбросом i-го опасного вещества (определяется по методикам, принятым МПР России [14,15]);

$Ц_i$ — стоимость единицы объема работ по восстановлению (рекультивации) окружающей среды, связанной со сбросом первого опасного вещества. Конкретные нормативные расценки на работы устанавливаются региональными властями (например, [16]).

4.2.12 Ущербы по верхнему бьефу.

4.2.12.1 Ущерб водозаборным сооружениям следует учитывать, если уровень опорожнения водохранилища прогнозируется ниже отметки УМО, а скорость снижения уровня водохранилища при аварии составит более 3 метров в сутки. В этом случае ущерб определяется необходимыми затратами на восстановление водоснабжения, прерванного из-за отказа или выхода из строя водозаборных сооружений. Оценку ущерба следует проводить по нормам, установленным для аварийного водоснабжения населения в зоне чрезвычайной ситуации [17]:

$$И_в = \Sigma (N_i t_i Ц_i), \qquad (4.11)$$

где: $И_в$ — ущерб, вызванный нарушением водоснабжения из-за аварии водозаборных сооружений;

N_i — количество жителей, снабжавшихся водой из i-го водозабора (для них необходимо организовать аварийное водоснабжение — не более 0,6 м³/сут);

t_i — число дней аварийного водоснабжения (по i-му водозабору);

$Ц_i$ — суточные затраты на организацию аварийного водоснабжения на одного жителя (снабжавшегося водой из i-го водозабора).

4.2.12.2 Ущерб объектам водного транспорта на водохранилище должен определяться только в случае внесения рассматриваемого водохранилища в перечень водных объектов, определенных для использования в целях водного транспорта (ст.142 [6]).

Ущерб в этом случае следует определять по формуле:

$$И_{10} = F \cdot П_2 \cdot \beta_3 \qquad (4.12)$$

где: $И_{10}$ — ущерб объектам водного транспорта;

F — площадь используемой части акватории водохранилища, км²; при отсутствии данных

$$F = B \cdot L_в, \qquad (4.13)$$

где: B — условная ширина судового хода (B = 0,2 км);

$L_в$ — длина водохранилища;

$П_2$ — ставка платы за использование акватории, установленная для данного водохранилища региональным органом МПР России. В случае отсутствия данных следует принимать по минимальной ставке платы ([8] или в соответствии с Приложением 5);

$\beta_3 = 10$ — коэффициент, учитывающий возможные повреждения на объектах водного транспорта при неконтролируемой сработке водохранилища.

В случае, если известна остаточная балансовая стоимость основных производственных фондов водного транспорта на водохранилище, ущерб следует определять по формуле:

$$И_{10} = С_{а.т.} \cdot \beta_4 \cdot \beta_5, \qquad (4.14)$$

где: $И_{10}$ — ущерб объектам водного транспорта;
$С_{а.т.}$ — остаточная балансовая стоимость производственных фондов;
$\beta_4 = 0,1$ — степень повреждения основных фондов в результате неконтролируемой сработки водохранилища;
$\beta_5 = 0,5$ — доля основных фондов водного транспорта, примыкающих непосредственно к водохранилищу.

4.2.12.3 Ущерб рыбному хозяйству. Если на водохранилище ведется промысловый лов рыбы, ущерб определяется по формуле:

$$И_{11} = \beta_6 \cdot V \cdot С_р \cdot T \qquad (4.15)$$

где: $И_{11}$ — ущерб рыбному хозяйству;
V — ежегодный вылов рыбы;
T — количество лет, необходимое для формирования нового ихтиоценоза ($T = 5$);
$С_р$ — рыночная стоимость пойманной рыбы на момент расчетов (в течение 2001 года можно принимать 25 рублей за кг);
$\beta_6 = 1,2$ — коэффициент учета возможного ущерба рыбному хозяйству в нижнем бьефе.

Если данные об ежегодном вылове рыбы отсутствуют, ущерб следует определять по формуле:

$$И_{11} = \beta_6 \cdot S_а \cdot G \cdot С_р \cdot T \qquad (4.16)$$

где: $S_а$ — площадь водохранилища при НПУ, га;
G — осредненная рыбопродуктивность, которая для условий Европейской части принимается 10 кг с гектара площади водохранилища, для Сибири и Дальнего Востока — 5 кг с гектара;
остальные обозначения те же, что и для формулы (4.15).

4.2.13 Прочие виды реального ущерба

Прочие виды реального ущерба, которые невозможно заранее запрогнозировать, следует рассчитывать по аналогии с вычислением непредвиденных расходов при осуществлении инвестиционных проектов водохозяйственного строительства и их рекомендуется принимать в размере 10% от суммарного ущерба, за исключением ущербов сельскому хозяйству и экологических ущербов от потери леса.

$$И_{12} = (И_1 + И_{об} + И_2 + И_3 + И_4 + И_5 + И_{7к} + И_8 + И_9 + И_{10} + И_{11}) \cdot 0,1 \qquad (4.17)$$

4.2.14 Общий реальный ущерб

Общий реальный ущерб следует определять суммированием всех видов ущербов от гидродинамической аварии на гидроузле с учетом ущербов сельскому хозяйству и экологических ущербов от потери леса:

$$И_{общ} = И_1 + И_{об} + И_2 + И_1 + И_4 + И_5 + И_6 + И_{7к} + И_{7т} + И_8 + И_9 + И_{10} + И_{11} + И_{12} \qquad (4.18)$$

5. ПРИМЕР УКРУПНЕННОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБОВ ОТ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ

В качестве примера рассмотрена авария условного гидроузла, расположенного на реке «Н» в субъекте Федерации «К» площадью 29900 км² и средней плотностью населения 36,7 чел. на 1 км². Водохранилище используется для целей водоснабжения, замкнутого судоходства, гидроэнергетики. В данном примере ущербы окружающей природной среде и верхнему бьефу не рассматривались.

5.1 Расчет волны прорыва.

До прорыва напор на исследовавшемся гидроузле был равен 32 м. Местность ниже гидроузла представляет собой ярко выраженную пойменную долину, ограниченную справа по течению реки крутым бортом, а слева - относительно пологим откосом, кроме участка примерно в 10 км ниже гидроузла, где также имеется небольшой участок обрывистого борта (рис. 1.А). Река имеет среднюю ширину около 50 м и достаточно прямое русло. В 17 км ниже гидроузла она впадает в большую реку.

Оценка параметров волны прорыва выполнялась в рамках одномерной схематизации с использованием программы, разработанной в АО НИИЭС к.т.н. С.Я.Школьниковым [18]. Программа обеспечивает корректное выполнение закона сохранения импульса за счет примененного оригинального метода аппроксимации члена, задающего давление на поток со стороны русла (см. уравнение (2) Приложения 2, [18]). Применяемый в программе численный метод обеспечивает удовлетворительное качество решения при численном моделировании течений со следующими особенностями: критическими сечениями, гидравлическими прыжками, осушениями и затоплениями определенных зон в расчетной области, уступами дна, при резких изменениях формы сечения (так, при внезапном расширении сечения программа автоматически обеспечивает выполнение известной формулы А.Д. Альтшуля). Программа позволяет рассчитывать раскрытие прорана в теле плотины из грунтовых материалов по полуэмпирической теории, разработанной в АО НИИЭС д.т.н. А.М.Прудовским [14].

Для ближней к гидроузлу зоны верхнего бьефа известны поперечные разрезы дна, но для водохранилища в целом такая информация отсутствовала. В расчетах дно верхнего бьефа моделировалось при помощи одномерных уравнений Сен-Венана. Для правильного задания объема водохранилища выше самого удаленного от плотины створа введены два условных створа таким образом, чтобы выполнялись реальные функции связи уровня и объема воды в водохранилище.

Приведенные далее исходные данные задачи пронумерованы в соответствии с таблицей П 2.1. Приложения 2. (Все исходные данные заданы в условной системе высот).

1. Гидрограф расхода приточности мал по сравнению с расходом излива и в данной задаче не задавался.

2. Предполагалось, что водосбросы гидроузла при аварии разрушены.

3. Емкость водохранилища задана поперечными разрезами его дна. Ре-

льеф дна акватории позволял схематизировать поперечные створы при помощи двух трапеций, верхняя из которых (большая по размеру) задавала форму затопленной поймы, а нижняя — русла реки. В исходных данных задавались расстояния между створами и характеристики двухтрапецеидального русла: отметки дна речного русла и затопленной поймы, их ширина по низу и уклоны бортов.

4. Уровень воды в водохранилище, соответствующий началу расчета, — 36 м.

5. Характер повреждения: принималось, что в теле плотины образовалась прямоугольная брешь 100 м шириной, не изменявшаяся за весь период прохождения прорывного паводка.

6. Значительных притоков река на исследуемом участке не имеет.

7. Геометрия русла нижнего бьефа задавалась при помощи поперечных разрезов местности, причем они, также как и для верхнего бьефа, аппроксимировались при помощи двух трапеций.

8. Шероховатость подстилающей поверхности для всей области принималась постоянной (n=0.03).

9. Никаких сооружений, способных повлиять на течение прорывного паводка, ниже гидроузла не имеется.

10. В связи с большим расширением русла ниже устья можно ожидать, что во время прорывного паводка в устье реализуется критический режим течения.

При гипотетической аварии в результате разрушения напорного фронта гидроузла водохранилище опорожняется, а в нижнем бьефе образуется зона катастрофического затопления, параметры которой представлены на рис.1: изолинии глубины затопления (рис. 1.Б), максимальной скорости течения (рис. 1.В), времени начала наводнения (рис. 1.Г) и времени осушения (рис. 1.Д); так как время осушения на порядок выше времени добегания волны, его можно принять за время наводнения. Площадь затопления по левому берегу составляет 110 км², по правому — 84 км², общая площадь —194 км², из них:

городские и сельские населенные пункты — 12 км²;
лесные площади — 80 км²;
сельхозугодья — 40 км²;
прочие земли — 62 км².

5.2 Ущербы основным и оборотным производственным фондам (включая здания, сооружения, оборудование, сырье) (п.4.2.3)

В зону затопления попадает часть города «Л» площадью 10 км² с общей численностью населения 20 тыс. человек и плотностью населения 2000 человек на 1 км². Производственные здания - кирпичные и каркасные железобетонные.

Параметры зоны затопления:

глубина затопления — 2,0 м;
скорость воды — 1,5 м/час;
время добегания волны — 1,5 – 2 часа;
продолжительность затопления — 100 часов.

Исходя из параметров зоны затопления территории города «Л», основные производственные фонды находятся в зоне слабых разрушений.

Исходные данные для расчета ущерба основным и оборотным производственным фондам:

1. Балансовая стоимость основных фондов субъекта Федерации «К» в 1997 г. (в соответствии с Приложением 4) .... 92217 млн. руб.
2. Доля объектов транспорта и связи (в соответствии с Приложением 4) 11,5%
3. Осредненный ежегодный темп роста основных фондов 1,015
4. Число лет между 1997 г. и годом выполнения расчетов (n) 3
5. Площадь субъекта Федерации (S) ..... 29900 км²
6. Плотность населения на территории города «Л» (Р) ..... 2000 чел/км²
7. Средняя плотность населения по субъекту Федерации «К» ($P_{фон}$) 36,7 чел/км²
8. Степень разрушений (для зоны слабых разрушений) (K_3) 0,1
9. Доля ущерба оборотным производственным фондам от ущерба основным производственным фондам 5%

Определяем необходимые для расчета величины:

$$C_1 = C \cdot (1{,}015)^1,$$

где: C — балансовая стоимость основных фондов субъекта Федерации «К» без объектов транспорта и связи в 1997 г. ,

$$C = 92217 - 0{,}115 \cdot 92217 = 92217 - 10605 = 81612 \text{ млн. руб.},$$

C_1 — балансовая стоимость основных фондов субъекта Федерации «К» без объектов транспорта и связи в 2000 г. ,

$$C_1 = 81612 \cdot (1{,}015)^3 = 85366 \text{ млн. руб.}$$

Общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Федерации, отнесенная к единице его территории ($И_{1(фон)}$):

$$И_{1(фон)} = \frac{C_1}{S} = \frac{85366}{29900} = 2{,}855 \text{ млн. руб/км}^2$$

Коэффициент концентрации основных фондов для зоны слабых разрушений ($П$):

$$П_1 = \frac{P_1}{P_{фон}} = \frac{2000}{36{,}7} = 54{,}5$$

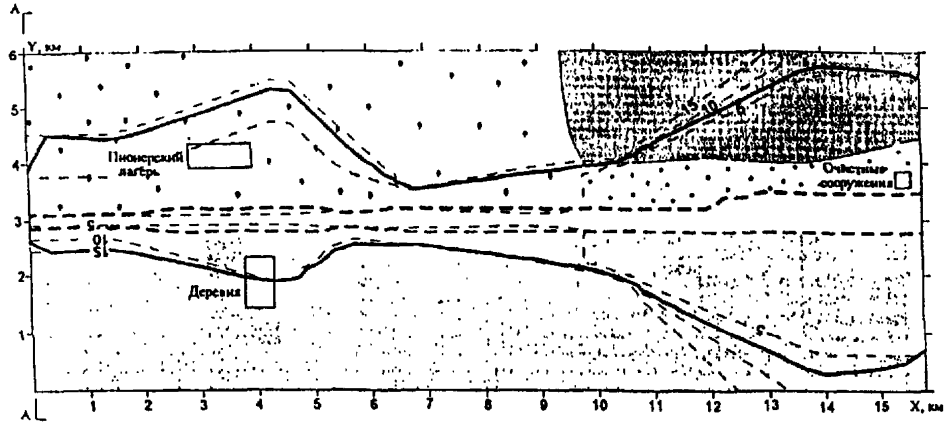
Величина ущербов основным фондам ($И_1$) , определенная по формуле (4.1а), составляет:

$$И_1 = И_{1(фон)} \cdot П \cdot (0 + 0 + K_3 \cdot S_3) = 2{,}855 \cdot 4{,}5 \cdot (0 + 0 + 0{,}1 \cdot 10) = 155{,}6 \text{ млн. руб.}$$

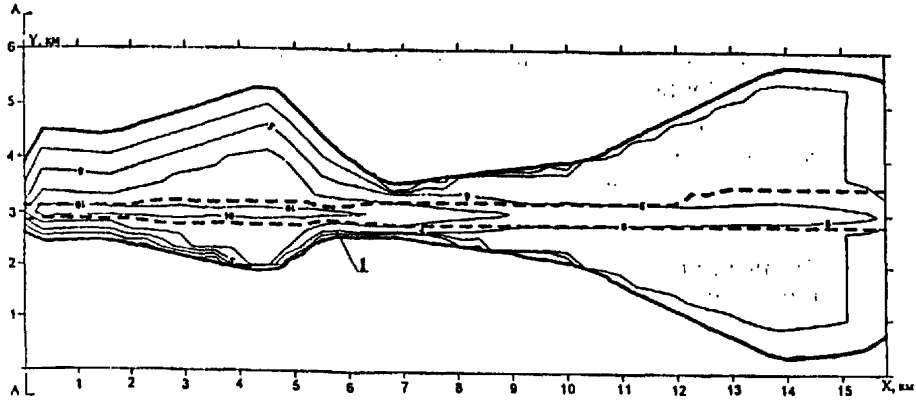
Ущерб оборотным производственным фондам ($И_{об}$), равный 5% от $И_1$, составит:

$$И_{об} = И_1 \cdot 0{,}05 = 155{,}6 \cdot 0{,}05 = 7{,}8 \text{ млн. руб.}$$

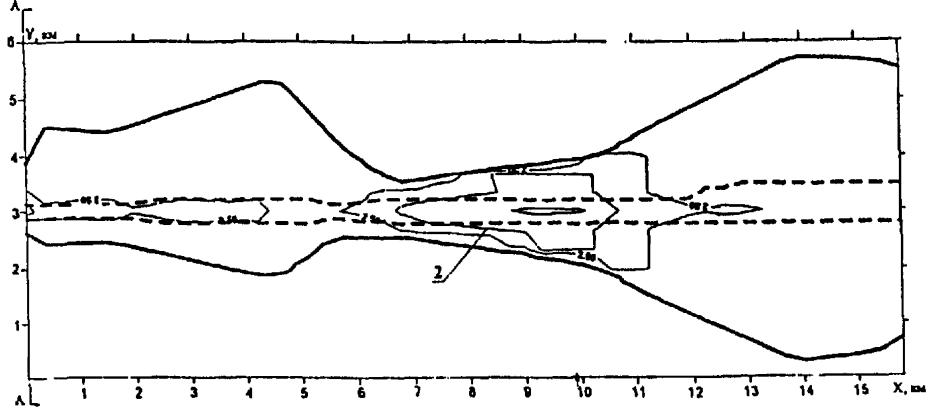
А. Рельеф местности в нижнем бьефе гидроузла. Система высот - условная



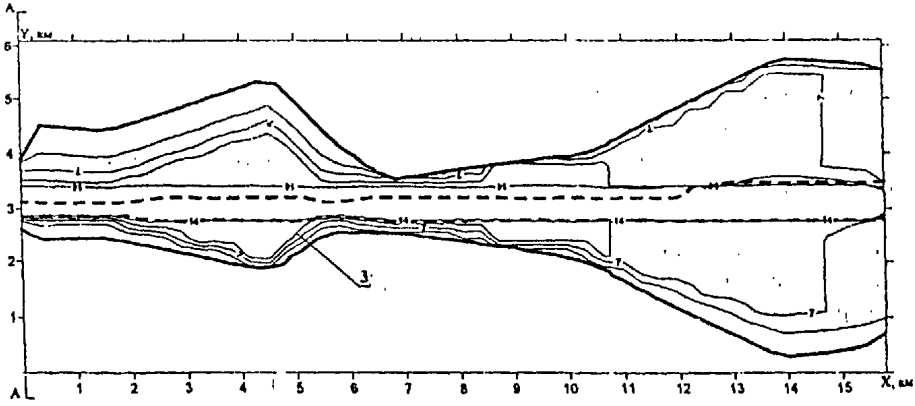
Б. Максимальная глубина затопления нижнего бьефа при прорыва гидроузла (м)



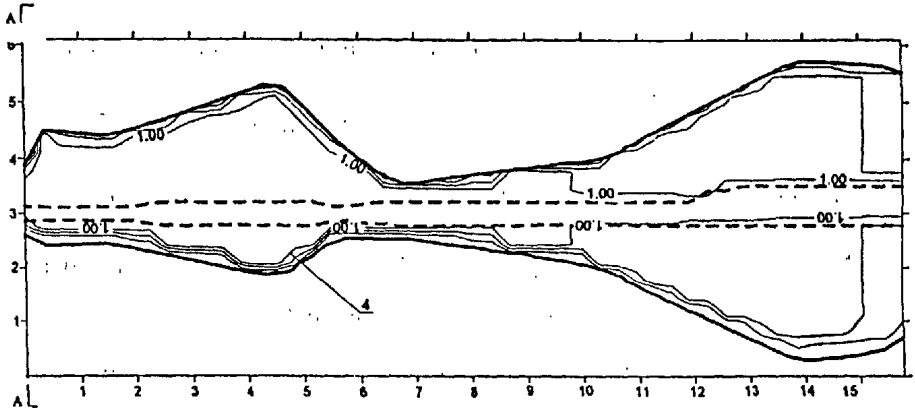
В. Максимальная скорость в нижнем бьефе при прорыве гидроузла (м/с)



Г. Продолжительность затопления нижнего бьефа при прорыве гидроузла (сут)



Д. Время добегания прорывной волны (час)



Условные обозначения:

А—А — створ гидроузла

граница области затопления;

речное русло

изолинии: 1 — глубины затопления (шаг — 2,5 м),
2 — максимальной скорости (шаг — 2,5 м/с),
3 — продолжительности затопления (шаг — 3,5 сут),
4 — времени добегания (1 шаг в 1 час);

изолинии поверхности земли (шаг — 5м)

Городская застройка

Лесопарк

Лес

Пашня

Рис. 1. Параметры волны прорыва в нижнем бьефе гидроузла

5.3 Ущербы готовой продукции, хранящейся на затапливаемой территории и произведенной с применением основных фондов (п.4.2.4)

Исходные данные для расчета ущерба готовой продукции, хранящейся на затапливаемой территории:

1. Валовый национальный продукт, произведенный в субъекте Федерации «К» в 1997 году (Р) (в соответствии с приложением 6).. 10919 млн. руб
2. Число лет между 1997 г. и годом выполнения расчетов (n)..... 3
3. Осредненный ежегодный темп роста ВВП 1,025
4. Площадь территории субъекта Федерации, попавшая в зону слабых разрушений (S_3) .... 10 км²
5. Степень разрушения (для зоны слабых разрушений) (K_3)..... 0,1
6. Коэффициент концентрации основных фондов для зоны слабых разрушений (П) (см. п.4.4.1) 54,5

Валовый национальный продукт, произведенный в субъекте Федерации «К» в 2000 году (P_1):

$$P_1 = 10919 \cdot (1{,}025)^3 = 11760 \text{ млн.руб.}$$

Общий валовый национальный продукт, произведенный за рабочий день в субъекте Федерации и отнесенный к единице его территории ($И_{2(фон)}$):

$$И_{2(фон)} = \frac{P_1}{S \cdot N_p} = \frac{11760}{29900 \cdot 250} = 0{,}0016 \text{ млн. руб/км}^2$$

Ущерб готовой продукции ($И_2$), определяемый по формуле (4.2), составляет:

$$И_2 = И_{2фон} \cdot n \cdot (0 + 0 + П \cdot S_3 \cdot K_3) = 0{,}0016 \cdot 7 \cdot 54{,}5 \cdot 10 \cdot 0{,}1 = 0{,}61 \text{ млн. руб.}$$

5.4 Ущербы элементам транспорта и связи (п.4.2.5)

Исходные данные для расчета ущерба готовой продукции, хранящейся на затапливаемой территории:

1. Протяженность автомобильных дорог в субъекте Федерации (L) ..... 4664 км
2. Общая балансовая стоимость основных фондов элементов транспорта и связи (D), (в соответствии с Приложением 4).. 10605 млн. руб
3. Осредненный ежегодный темп роста основных фондов .. 1,015
4. Число лет между 1997 г. и годом выполнения расчетов (n)... 3
5. Протяженности автодорог:
   в зонах сильного разрушения (L_1) .... 5 км
   в зонах среднего разрушения (L_2) .... 30 км
   в зонах слабого разрушения (L_3) .... 42 км

Общая балансовая стоимость основных фондов элементов транспорта и связи (D_1)

$$D_1 = D \cdot (1{,}015)^3 = 10605 \cdot (1{,}015)^3 = 11093 \text{ млн. руб.}$$

Общая стоимость основных фондов элементов транспорта и связи в субъекте Федерации, отнесенная к единице длины автодорог ($И_{З(фон)}$):

$$И_{З(фон)} = \frac{D_1}{L_1} = \frac{11093}{4664} = 2{,}38 \text{ млн. руб/км}$$

Ущербы элементам транспорта и связи ($И_З$), определяемые по формуле (4.3), составляют:

$$И_З = И_{З(фон)} \cdot (L_1 \cdot K_1 + L_2 \cdot K_2 + L_3 \cdot K_3) = 2{,}38 \cdot (5 \cdot 0{,}8 + 30 \cdot 0{,}4 + 42 \cdot 0{,}1) = 48{,}1 \text{ млн. руб.}$$

5.5 Ущерб жилому фонду и имуществу граждан (п. 4.2.6)

В зону затопления попадает:

а) деревня «Б» (частично), расположенная в 4 км от створа;

б) лагерь отдыха для детей (полностью), расположенный в 3 км от створа; пионерлагерь работает только в теплое время года (5 месяцев);

в) часть города «Л» (примерно 10 км²), расположенного от створа гидроузла в 11 – 15 км. Деревня и пионерлагерь находятся в зоне сильных разрушений с глубиной затопления 5 м, приход волны прорыва ожидается в пределах 1 часа. Затапливаемая часть города находится в зоне слабых разрушений с глубиной затопления 2,5 м, время прихода пика волны более 2 часов.

Исходные данные для расчета ущерба жилому фонду и имуществу граждан:

Деревня «Б»

Количество домов (деревянных) 60
Численность проживающего населения ..... 180 чел.
Стоимостная оценка материальных ценностей на 1 дом .... 140 тыс. руб

Лагерь отдыха для детей

Количество строений (кирпичных) 10
Общая численность проживающих в лагере ..... 300 чел.
Стоимостная оценка величины ущерба на одного отдыхающего ..... 61 тыс. руб

Стоимостная оценка величины ущерба на одного отдыхающего в лагере отдыха равна величине ущерба для городского жителя с К = 0,5 (учитывая сезонность работы объекта).

Часть города «Л»:

Общая численность проживающих в зоне возможного затопления ..... 20000 чел.
Из них непосредственно затронуты ..... 4000 чел.
Стоимостная оценка материальных ценностей на одного жителя ..... 122 тыс. руб

Коэффициент, учитывающий ущерб:

Деревенского благоустройства 1,1
Городского благоустройства 1,3

Ущерб жилому фонду деревни «Б» составит:

$$И_д = 140 \cdot 0,7 \cdot 60 = 5880 \text{ тыс. руб.}$$

Ущерб жилому фонду города «Л» составит:

$$И_г = 122 \cdot 0,1 \cdot 4000 = 48800 \text{ тыс.руб.}$$

Ущерб жилому фонду лагеря отдыха $И_л$ составит:

$$И_л = 122 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 300 = 12810 \text{ руб.}$$

Суммарный ущерб жилому фонду и имуществу граждан, проживающих на затапливаемой территории ($И_1$), определяемый по формуле (4.4), составляет:

$$И_1 = 5,88 \cdot 1,1 + (48,8 + 12,8) \cdot 1,3 = 86,6 \text{ млн. руб.}$$

5.6 Определение числа погибших и пострадавших (п.4.2.7)

Для расчета принимаем, что событие происходит в летнее время и ночью.

Деревня и пионерлагерь по степени воздействия на население расположены в зоне катастрофического затопления и за время добегания пика волны прорыва (менее часа) организовать вывоз людей из зоны поражения не представляется возможным. Город расположен в зоне слабого воздействия и за 2 часа (время прихода пика) можно организовать выход из зоны примерно 90% населения в ней проживающего.

Расчет численности погибших и пострадавших приведен в таблице.

Численность погибших и пострадавших при прорыве гидроузла

Наименование населенного пункта	Численность проживающего населения, чел.	Потери, чел.	
		Погибшие	Пострадавшие
Деревня "Б", пионерлагерь	480	$480 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 324$	$480 \cdot 0,9 \cdot 0,25 = 108$
Город "Л"	4000	$4000 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 40$	$4000 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 360$
Итого:	4480	364	468

5.7 Расходы по ликвидации последствий аварии (п.4.2.8)

Расходы по ликвидации последствии аварии ($И_5$), определяемые по формуле (4.5), составляют:

$$И_5 = 0,2 \cdot (155,6 + 7,8 + 0,643 + 48,1 + 86,5) = 59,7 \text{ млн. руб.}$$

5.8 Ущербы сельскохозяйственному производству (п. 4.2.9)

Исходные данные для расчета ущерба сельскохозяйственному производству:

Площадь сельхозугодий, расположенных в зоне катастрофического затопления ..... 4000 га

Площадь нарушений от общей площади затопленных сельхозугодий ..... 40 %
Доля ущерба сельскохозяйственному производству от стоимости земли по действующим нормативам восстановления [9] ..... 50 %
Средний по субъекту Федерации «К» норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий (в соответствии с Приложением 7)..... 124 тыс. руб/га

Ущерб сельскохозяйственному производству ($И_6$), определяемый по формуле (4.6), составляет:

$$И_6 = 0,5 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 0,124 \cdot 0,4 = 99,2 \text{ млн. руб.}$$

В общую сумму ущерба входят:
потери плодородия — 59,5 млн. руб;
произведенная сельхозпродукция — 5,0 млн. руб;
сопутствующие затраты (обводнение, внутрихозяйственные дороги, места хранения урожая и т.п.) — 34,7 млн.руб

5.9 Ущерб лесному хозяйству (п.4.2.10)

Исходные данные для расчета ущерба от потери леса как сырья:

Площадь лесов, расположенных в зоне катастрофического затопления ..... 8000 га
Средний корневой запас древесины ..... 90 м³/га
Стоимость одного м³ корневого запаса (в соответствии с Приложением 7) ..... 15 руб/м³
Доля утраченных лесных земель из подверженных затоплению .. 0,15

Ущерб от потери леса как сырья ($И_{7с}$), определяемый по формуле (4.7), составляет:

$$И_{7с} = 0,15 \cdot 15 \cdot 8000 \cdot 90 = 1,6 \text{ млн. руб.}$$

Исходные данные для расчета экологического ущерба от потери леса:

Площадь лесов, расположенных в зоне катастрофического затопления ..... 8000 га
Плата за перевод лесных земель в нелесные (в соответствии с Приложением 7) ..... 60 тыс. руб/га
Доля утраченных лесных земель из подверженных затоплению... 0,15
Доля лесных земель в зоне затопления, подверженных нарушению.. 0,4

Экологический ущерб от потери леса ($И_{7э}$), определяемый по формуле (4.8), составляет:

$$И_{7э} = 0,15 \cdot 8000 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 0,4 = 28,8 \text{ млн. руб.}$$

5.10 Прочие виды ущерба (п. 4.2.11)

Исходные данные для расчета прочих видов ущерба:

Ущерб основным фондам ($И_1$) ..... 155,6 млн. руб
Ущерб оборотным производственным фондам ($И_{об}$) ..... 7,8 млн. руб

Ущерб готовой продукции ($И_2$) ..... 0,61 млн. руб
Ущерб элементам транспорта и связи ($И_3$) ..... 48,1 млн. руб
Ущерб жилому фонду ($И_4$) ..... 86,6 млн. руб
Расходы на ликвидацию последствий аварии ($И_5$) ..... 59,7 млн. руб
Ущерб от потери леса как сырья ($И_{7с}$) ..... 1,6 млн. руб
Доля прочих ущербов в суммарном ущербе 10%

Прочие виды ущерба ($И_{12}$), определяемые по формуле (4.17), составляют:

$$И_{12} = (155,6 + 7,8 + 0,61 + 48,1 + 86,6 + 59,7 + 1,6) \cdot 0,1 = 36,0 \text{ млн.руб.}$$

5.11 Общий реальный ущерб в ценах на 01.01.2001 г. (п.4.2.14) составит:

Виды ущербов, перечисленные в разделе 5.10 ($И_1$, $И_{об}$, $И_2$, $И_3$, $И_4$, $И_5$, $И_{7с}$) ..... 360,0 млн.руб.
Ущерб сельскому хозяйству ($И_6$) ..... 92,2 млн.руб
Экологический ущерб от потери леса ($И_{7э}$) ..... 28,8 млн.руб
Прочие виды ущерба ($И_{12}$) ..... 36,0 млн.руб.
Итого общий реальный ущерб: ..... 517 млн. руб

Библиография

1. Водный кодекс РФ, 1995 г.
2. Гражданский кодекс РФ, 1997 г.
3. Закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений»,1997 г.
4. Земельный кодекс РСФСР, 1991 г.
5. Лятхер В.М., Милитеев А.Н., Тогунова Н.П. Исследование плана течений в нижних бьефах гидротехнических сооружений численными методами. //Гидротехническое строительство. 1978. №6.
6. Методические указания по оценке ущербов в зоне затопления. Гидропроект.1980 г.
7. Милитеев А.Н., Школьников С.Я. Численные методы исследования планов течения в руслах со сложным рельефом дна. //Водные ресурсы. 1981. №3.
8. Минимальные и максимальные ставки платы за пользование водными объектами по бассейнам рек, озерам, морям и экономическим районам. Утверждены постановлением Правительства РФ от 22.07.1998г №818.
9. Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд. Утверждены постановлением Правительства РФ от 27.11.1995 г, № 1176.
10. «Организация экстремальной медицинской помощи населению при стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях». Под ред. В.В. Мешкова.М.1992 г.
11. Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 г. «О порядке выделения средств из резервного фонда Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий.»

12. Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 г. «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы.»
13. Приказ МПР РФ и Роскомзема от 22.12.1995 г. №525/67 «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы.»
14. А.М.Прудовский. Образование прорана при прорыве земляной плотины. Безопасность гидротехнических сооружений (БЭС) , вып. 2 – 3. М.: НИИЭС, 1998.
15. Распоряжение мэра Москвы от 27.07.2000 г. «Об утверждении методики исчисления размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории г. Москвы».
16. Российский статистический ежегодник за 1998 г. Госкомстат России.
17. Чоу В.Т. Гидравлика открытых потоков. Издательство литературы по строительству. М. 1969.
18. Школьников С.Я. К вопросу о конструировании консервативных конечно-разностных схем для дифференциальных уравнений неустановившегося течения в непризматическом русле. //Гидротехническое строительство. 1997. №5.

Приложение 1.
Рекомендуемое

Основные положения методики детальной оценки ущерба, возможного вследствии аварии гидротехнического сооружения

1 Общие принципы количественной оценки ущерба.

1.1 Приложение обобщает опыт оценки экономического ущерба, накопленный в ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева» и охватывающий различные гидротехнические сооружения, включая водохранилища ГЭС и ТЭС, а также золошлакоотвалы (ЗШО). Изложены общие принципы проведения расчетов, сбора необходимых исходных данных, определены основные составляющие социального, имущественного, экологического, ущербов.

1.2 Количественная оценка возможного ущерба основана на принятых в гражданском праве принципах защиты прав собственника (владельца) и полного возмещения его убытков, возникших по вине юридических или физических лиц.

1.3 Расчеты ущерба должны основываться на положениях законодательства Российской Федерации (Закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений», Гражданский, Водный, Земельный Кодексы [3,2,1,4] и др. законы РФ) с использованием действующей нормативно-методической документации. Приоритетность применения для расчетов методик, положений, инструкций и т.п. определяется: их использованием органами, представляющими интересы государства; принятием данных документов государством (министерствами, ведомствами) для защиты прав граждан и собственников; возможностью юридического доказательства сумм убытков потерпевшими организациями или физическими лицами (их представителями).

1.4 Расчет ущерба следует производить для того сценария аварии, масштабы последствий аварии для которого максимальны. Для электростанций, в состав которых входят несколько ГТС, расчеты возможного ущерба должны выполняться для каждого сооружения отдельно. При определении максимального ущерба следует учитывать возможные последствия аварии на одном из ГТС комплекса на безопасность и функционирование других ГТС.

1.5 В зоне затопления необходимо выявить народно-хозяйственные объекты, транспортные магистрали, инженерные коммуникации и т.п. и определить их собственников, в т.ч. объекты, находящиеся в собственности РФ или субъектов РФ, местных органов исполнительной власти; определить места проживания, нахождения населения; выявить зоны различного использования территории и т.п.

1.6 Оценка ущерба должна основываться на оценках состояния ГТС и объектов, могущих попасть в зону затопления на момент выполнения расчетов. При этом используются текущие коэффициенты индексации, другие коэффициенты, установленные соответствующими органами.

Допускается прогнозная оценка изменения величины ущерба на пятилетний период. Такая оценка рекомендуется в том случае, если решениями органов власти, органов госнадзора, проектной и другой документацией установлены конкретные сроки изменения состояния ГТС и др. объектов в зоне затопления, а возможность реализации таких изменений (строительство,

вывод из эксплуатации, перепрофилирование и т.п.) для организации, рассчитывающей ущерб (собственника), очевидна.

1.7 Количественная оценка ущерба производится в денежном выражении в рублях. Одновременно с суммой ущерба проставляется дата (месяц, год), по состоянию на которую произведен расчет.

1.8 Возможный в результате гидродинамической аварии ущерб определяется как сумма социального ущерба, в основном характеризующегося количеством пострадавших и степенью вреда их здоровью, а в стоимостной форме — компенсационными затратами имущественного (экономического) ущерба, нанесенного материальным объектам в результате аварии и ущерба от загрязнения окружающей среды (экологический ущерб). Каждый из вышеперечисленных ущербов определяется суммированием нескольких составляющих.

1.9 Сбор исходных данных, уточнение движения волны прорыва и т.п. следует производить на ГЭС (ТЭС), в территориальном органе (при необходимости — в нескольких) исполнительной власти, на основных объектах, попадающих в зону затопления.

1.10 Расчеты следует производить с разумным приближением, более точно учитывая составляющие, вносящие максимальный вклад в итоговый результат. При этом следует использовать результаты анализа и оценки безопасности ГТС, например учитывать вероятность нахождения людей в зоне затопления, объемы разрушения ГТС и т.д.

Примечание: При наличии в период, предшествующий выполнению оценок ущерба, факта аварии на ГТС необходимо использовать результаты расчетов ущербов собственникам, платы за загрязнение природной среды, сметы ремонтно-восстановительных работ и т.д. Рекомендуется использовать метод аналогий, а для составляющих, вклад которых незначителен, — укрупненные стоимостные показатели. Возможно также вероятные затраты на возмещение имущественного и других ущербов оценивать методом экспертных оценок, с включением в состав экспертов представителя собственника.

1.11 В сумму ущерба, возможного вследствие аварии на ГТС электростанции, входят и затраты, необходимые для покрытия убытков по данному сооружению и по электростанции. При этом затраты, связанные с отключением (недовыпуском) электроэнергии, учитываются в случае невозможности выполнить обязательства по поставке электроэнергии потребителям путем использования резервных мощностей декларируемой электростанции, с других ТЭС, ГЭС через ОДУ АО-энерго или ЦДУ РАО «ЕЭС России».

2 Исходные данные, необходимые для оценки ущерба.

2.1 Основой для оценок возможных ущербов являются результаты расчетов волн прорыва от аварии на ГТС и зон затопления и анализа риска нахождения людей, прерывания технологических и других процессов в зоне затопления и т.п. Результаты должны быть представлены в виде разделения (районирования) на зоны затопления по степени (масштабам): поражения людей; разрушения объектов; загрязнения природной среды.

2.2 По топокартам местности в масштабе 1:100 000, 1:25 000 должны быть предварительно определены основные объекты в зоне затопления. Для

количественного расчета имущественного ущерба рекомендуется использование карт масштаба 1:10 000, 1:5 000. Если на ТЭС (ГЭС), в других учреждениях имеются топографические съемки проектных, изыскательских и других организаций, то их также целесообразно использовать.

2.3 При сборе исходной информации на ГТС, электростанции, в прилегающих населенных пунктах следует выявить наличие областных, региональных нормативных документов, ознакомиться с материалами в органах исполнительной власти: комитетах по делам строительства и архитектуры, земельным ресурсам и землеустройству, охраны окружающей среды; в бюро технической инвентаризации (БТИ) и др. Также необходимо использовать материалы основных собственников, расположенных в вероятной зоне затопления: промышленных и транспортных объектов, объектов сельского и лесного хозяйства и .т.п.

2.4 Необходимые для расчетов сведения о свойствах отходов, воды в золошлакоотвалах, в т.ч. и о химическом составе, могут быть взяты из соответствующих разделов декларации безопасности. Целесообразно также использовать результаты НИР и информацию, которую может предоставить орган, ответственный за охрану окружающей среды. Допускается применение сведений о составе отходов и воды по данным объектов-аналогов.

3 Имущественный ущерб

В общем виде имущественный ущерб определяется как сумма:

$$И_{и} = И_{из} + И_{эс} + И_{пр} + И_{4} + И_{6} + И_{7} + И_{вб}$$

где: $И_{из}$ — потери от недовыпуска электро- и теплоэнергии;
$И_{эс}$ — ущерб, нанесенный самой электростанции в результате аварии;
$И_{пр}$ — ущерб, нанесенный промышленным объектам, попавшим в зону действия аварии;
$И_{4}$ — ущерб, нанесенный населенным пунктам;
$И_{6}$ — ущерб, нанесенный сельхозугодьям;
$И_{7}$ — ущерб, наносимый лесному хозяйству;
$И_{вб}$ — ущерб, нанесенный водным биоресурсам (рыбным и другим).

Более подробная характеристика составляющих имущественного ущерба:

$И_{из}$ — определяется в соответствии с п. 1.11 настоящего Приложения при наличии договоров о предоставлении услуг по электротеплоснабжению с АО-энерго с учетом соответствующих компенсационных выплат за отключения.

$$И_{эс} = И_{ав} + И_{авд} + И_{рез} + И_{ут}$$

где: $И_{ав}$ — затраты на работы по ликвидации аварии и восстановлению ГТС;
$И_{авд}$ — затраты на аварийно-восстановительные работы по другим сооружениям электростанции;
$И_{рез}$ — затраты на восстановление резервов материалов;
$И_{ут}$ — затраты по уборке территории электростанции.

Данная составляющая ущерба может быть исключена при оценке страховых сумм при страховании гражданской ответственности.

$$И_{пр} = И_{1} + И_{об} + И_{тп} + И_{ус}$$

где: $И_{1}$ — ущерб основным фондам. В зависимости от величин гидродина-

мических давлений определяется степень повреждения зданий и сооружений, оборудования. Затраты на их восстановление, ремонт, компенсацию выбытия определяются с учетом амортизационных отчислений.

$И_{об}$ — ущерб оборотным фондам, оказавшимся в момент затопления (загрязнения) на объекте.

$И_{тп}$ — ущерб технологическому процессу определяется его остановкой, в течение которой должны быть произведены работы по очистке производственных помещений, оценена работоспособность оборудования, произведен необходимый ремонт и замена выбывшего оборудования.

$И_{уе}$ — упущенная выгода, недовыпуск продукции. Размер данного ущерба во многом определяется прибыльностью и социальной значимостью пострадавшего предприятия, спецификой производственного цикла.

$$И_4 = И_{ис} + И_и + И_{сп} + И_{мс} + И_{мх} + И_{др}$$

где: $И_{ис}$ — ущерб, нанесенный зданиям, надворным строениям и другим подобным сооружениям находящимся в личной собственности граждан;

$И_и$ — ущерб, нанесенный при затоплении (загрязнении) личному имуществу;

$И_{сп}$ — ущерб, нанесенный сельскохозяйственной продукции, выращенной на личных приусадебных участках, при средней урожайности для данного региона;

$И_{мс}$ — ущерб зданиям, сооружениям, находящимся в муниципальной собственности;

$И_{мх}$ — ущерб муниципальному хозяйству: транспортным магистралям, инженерным коммуникациям и т.п.;

$И_{др}$ — другие затраты на покрытие убытков от личного и общественного имущества в населенных пунктах.

$$И_6 = И_{кз} + И_{вг}$$

где: $И_{кз}$ — потери от ухудшения качества земли в результате аварии;

$И_{вг}$ — ущерб от неполучения (недополучения) сельскохозяйственной продукции.

$$И_7 = И_{лп} + И_{лд}$$

где: $И_{лп}$ — потери от снижения продуктивности лесных пород или уничтожения деревьев в результате аварии;

$И_{лд}$ — потери от других направлений хозяйственного использования леса, снижения рекреационного и водоохранного потенциала.

$И_{рб}$ — ущерб, нанесенный рыболовству и рыбоводству водотока, водохранилища и в других водоемах в зоне возможного затопления, в том числе и дополнительные затраты на возмещение биопродуктивности.

4 Экологический ущерб.

4.1 Экологический ущерб определяется выражением:

$$И_8 = И_в + И_д + И_п + И_а + И_б$$

где: $И_в$ — ущерб, нанесенный поверхностным водам;

$И_д$ — дополнительные затраты на ликвидацию отрицательных последствий аварии;

$И_п$ — ущерб, нанесенный поверхностному слою почвы;
$И_а$ — вред, причиненный атмосферному воздуху пылением зольных и других отходов;
$И_б$ — ущерб, нанесенный особо охраняемым природным объектам, видам растений, животных, экосистемам. $И_б = 0$, если в зоне воздействия волны прорыва вследствие аварии на ГТС данных объектов и видов не имеется.

4.2 Составляющие экологического ущерба более подробно определяются в виде суммы:

$$И_в = И_о + И_к + И_г$$

где: $И_о$ — вред, причиненный поверхностным водам (водотоку, водоему) вследствие аварийного сброса воды сверх лимита, определенного договором водопользования;
$И_к$ — ущерб от сброса загрязняющих веществ в поверхностные воды и/или поступления загрязняющих веществ из хранилищ отходов, с предприятий и т.п. $И_к = \Sigma И_{кi}$, где $И_{кi}$ — плата за сброс каждого (i-го) загрязняющего вещества с учетом экологической ситуации в регионе;
$И_г$ — ущерб от поступления загрязняющих веществ в грунтовые воды.

$$И_з = И_{от} + И_р + И_{оп}$$

где : $И_{от}$ — затраты по очистке окружающей территории от золы, оказавшейся на почве в результате аварии;
$И_р$ — затраты на частичную рекультивацию верхнего слоя почвы. Определяются стоимостью работ по нанесению слоя потенциально плодородной почвы (технический этап рекультивации) и по восстановлению продуктивности рекультивированной территории (биологический этап);
$И_{оп}$ — затраты на пылеподавление мелкодисперсных частиц в летний период, вынесенных за пределы хранилищ (возможно и из водохранилищ). Если не принять мер по исключению пыления, то возможны платежи $И_а$, определяемые как плата за несанкционированный выброс в атмосферу. $И_а = \Sigma И_{аi}$, где $И_{аi}$ — плата за выброс каждого (i-го) загрязняющего вещества с учетом экологической ситуации и значимости атмосферы в регионе;
$И_п$ определяется как плата за несанкционированный сброс загрязняющего вещества, например золы, и загрязнение почв исходя из норматива платы за отход соответствующего класса токсичности с учетом экологической ситуации и значимости почв региона.

5 Социальный ущерб

Социальный (социально-экономический) ущерб определяется выражением:

$$И_с = И_{зп} + И_{см} + И_{сл} + И_{дл} + И_{сд}$$

где: $И_{зп}$ — затраты на лечение пострадавших, т.е. клиническое и санаторно-курортное лечение;
$И_{см}$ — затраты, связанные и травмированием людей, вызванными действием волны прорыва. К таким затратам относятся выплата пособий по временной нетрудоспособности, материальная помощь, пенсии людям, ставшими инвалидами;

$И_{сл}$ — социально-экономические потери, связанные с гибелью людей. К прямым экономическим потерям в данном случае следует отнести затраты на погребение, компенсационные выплаты семьям погибших, пенсии по случаю потери кормильца, расходы на социальное обеспечение детей-сирот и др.

$И_{лл}$ — затраты на локализацию, ликвидацию наиболее социально-значимых последствий аварии специальными (МЧС, МВД, Минобороны и др.) и дополнительными подразделениями (муниципальные службы, формирования ГО предприятий и др.).

$И_{сд}$ — другие социальные потери от аварии на ГТС, приводящие к затратам общества на компенсацию данных потерь: например, переход части территории в зону экологического бедствия вследствие разрушения опасных производств волной прорыва ; нарушение устойчивости экосистем из-за затопления; разрушение культурно-исторических памятников федерального значения.

Приложение 2.

Математическое моделирование волны прорыва

1. Для математического моделирования волн прорыва следует, как правило, использовать уравнения Сен-Венана (одномерные или двумерные).

2. Применительно к укрупненной оценке ущербов от волны прорыва (разделы 4 и 5 «Методики») предпочтительнее применение одномерных уравнений — при этом существенно облегчается сбор исходной информации и ускоряется проведение соответствующих исследований, понижаются требования к квалификации специалистов, проводящих исследования в области вычислительной гидравлики. Ряд параметров течения и гидравлических эффектов: нормальные оси потока составляющие скорости, водоворотные зоны, процесс заполнения пойменной долины — должны в случае необходимости прогнозироваться в рамках двумерной схематизации.

Примечание: В некоторых случаях распределение скоростей в плане в ближней зоне существенно определяет ход процесса во всей области, так что без решения двумерной задачи для этой зоны дать прогноз распространения волны прорыва и для зоны, удаленной от гидроузла, невозможно. Так, для наливного водохранилища, расположенного на возвышенности, по которой проходит водораздел, при прорыве дамбы вблизи водораздела распределение расхода между различными водосборными областями, определяющее волновой режим в этих областях, может быть найдено лишь при решении двумерной задачи. Чаще, однако, встречаются ситуации, когда решение двумерной задачи в ближней зоне требуется именно для определения зон затопления в ней; вдалеке же от гидроузла течение зависит в основном от гидрографа излива (при характерном для данной задачи критическом режиме истечения он целиком определяется уровнем в верхнем бьефе и формой прорана). В таких случаях может оказаться, что в ближней зоне нет объектов, представляющих большой экономический интерес, и все исследование волны прорыва целесообразно проводить в рамках одномерной схематизации [18].

3. При математическом моделировании волны прорыва уравнения Сен-Венана целесообразно применять в консервативном (дивергентном) виде, то есть в виде законов сохранения импульса и массы, что позволяет проводить расчеты как для областей с непрерывным течением, так и при возникновении разрывов: боров или гидравлических прыжков.

Примечание: Одномерные уравнения Сен-Венана в виде законов сохранения массы и импульса имеют вид [18]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t}+\frac{\partial \omega V}{\partial x_i}=0; \qquad (1)$$

$$\frac{\partial \omega V}{\partial t}+\frac{\partial \omega V^2+gS}{\partial x}-g\frac{\partial S}{\partial x}\Big|_{Z_{fs}=const}+\frac{\lambda}{2}V|V|\chi=0; \qquad (2)$$

где t — время; x — пространственная координата, направленная по оси потока; V — средняя по сечению скорость; ω — площадь поперечного сечения потока;

Z_n — уровень свободной поверхности воды; S — статический момент живого сечения потока относительно его свободной поверхности; χ — смоченный периметр сечения потока; g — ускорение гравитации; λ — коэффициент гидравлического трения:

$$\lambda = \frac{2gn^2}{R^{1/3}}; \tag{3}$$

$R = \omega/\chi$ — гидравлический радиус; n — коэффициент шероховатости дна.

Двумерные уравнения Сен-Венана в виде законов сохранения массы и импульса имеют вид [7]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hV_i}{\partial x_i} = 0; \tag{4}$$

$$\frac{\partial hV_k}{\partial t} + \frac{\partial hV_iV_k}{\partial x_i} + \frac{\partial gh^2/2}{\partial x_k} + gh\frac{\partial Z_b}{\partial x_k} + \frac{\lambda}{2}V_k|V| = 0; \tag{5}$$

где: t — время; x_i — i-я плановая координата ($i=1,2$); h — глубина потока; V — вектор средней по глубине скорости потока; V_i — его i-я координата; Z_b — уровень дна; k — номер координатной оси, на которую спроецирован импульс. При этом коэффициент гидравлического трения:

$$\lambda = \frac{2gn^2}{h^{1/3}}; \tag{6}$$

При решении одномерных уравнений в каждом створе определяются уровни затопления и расходы воды. При известном расходе в створе скорость в любой его точке может быть определена на основе гипотезы постоянства гидравлического уклона (метод Великанова) и считается направленной параллельно оси потока. При решении двумерных уравнений в расчетной области определяются уровни затопления и компоненты скорости.

Поскольку течение в ближней к прорану зоне имеет квазиустановившийся характер, то при простом рельефе дна вблизи прорана, близком к наклонной плоскости, зону затопления и параметры течения (двумерные) в ней можно определить при помощи номограммы [5].

4. Для плотин из грунтовых материалов прогноз раскрытия прорана выполняется методами математического моделирования с использованием полуэмпирических методик, связывающих вынос материала из тела плотины и расход воды через проран. Принимается, что размыву подвержено лишь тело плотины; размыв коренных пород основания не учитывается. За начальное состояние плотины принимается состояние, при котором в ее теле образовался первоначальный проран с отметкой дна, меньшей уровня воды водохранилища.

Для бетонных плотин считается, что:

арочные плотины разрушаются целиком и мгновенно;

брешь в гравитационных плотинах возникает при мгновенном разрушении элемента (блока или секции), авария которого более вероятна; для эксплуатируемых бетонных плотин назначение аварийного элемента следует проводить с учетом мониторинга состояния плотины.

5. Исходные данные, соответствующие различным сценариям аварии, характеру местности и детальности доступной информации о форме чаши водохранилища и позволяющие с достаточной точностью оценить ущерб от прохождения прорывной волны, перечислены в таблице П2.1.

6. При определении зоны затопления и параметров течения в ближней зоне с использованием номограмм [3] требуются следующие исходные данные: уклон откоса, его шероховатость, первоначальная отметка воды в водохранилище, ширина прорана и проходящий через него расход. Для бетонных и железобетонных плотин экстремальные условия в зоне истекающей струи соответствуют максимальному наполнению водохранилища; для набросных и намывных плотин необходимо провести исследование при различных размерах прорана и наполнении водохранилища. Для решения соответствующей задачи требуется график связи объема и уровня (или площади и уровня) и поперечный разрез плотины.

Таблица П2.1

Исходные данные для расчета волны прорыва с помощью одномерных и двумерных уравнений Сен-Венана

(П — методика, использующая двумерную схематизацию, У — методика, использующая одномерную схематизацию)

№	Исходные данные	Сценарий разрушения	Дополнительные условия, комментарии	Методика
1	2	3	4	5
1.	Гидрограф расхода приточности	Все	При сценарии 4.1.3.1 задается обязательно, в других случаях — когда расход проточности соизмерим с расходом излива.	П,У
2	Пропускная способность водопропускных отверстий гидроузла. Возможные варианты:	4.1.3.3	Вводится, если пропускная способность гидроузла сравнима с расходом через проран и во время аварии предполагается работа водопропускных отверстий (например для уменьшения размывов в проране)	
1.	Кривые связи $Q\text{-}Z_{вб}$ или $Q\text{-}(Z_{вб}\text{-}Z_{нб})$ для створа в целом (Q— расход воды в створе гидроузла, $Z_{вб}$ и $Z_{нб}$ — отметки верхнего и нижнего бьефов соответственно)			П,У
2.	Кривые связи $Q\text{-}Z_{вб}$ или $Q\text{-}(Z_{вб}\text{-}Z_{нб})$ для каждого типа отверстий (поверхностные водосливы, донные водосбросы, агрегаты ГЭС)			П,У
3.	Поверхностные водосливы (задаются количеством, отметкой порога и шириной отверстия), донные водосбросы (задаются количеством, отметкой дна, шириной и высотой отверстия), агрегаты ГЭС(задаются количеством и кривыми связи $Q\text{-}Z_{вб}$)			П,У

Продолжение таблицы П2.1

1	2	3	4	5
3.	Емкость водохранилища. Возможные варианты:	Все		
1.	Кривые связи $Z_{вб}$-W или $Z_{вб}$ — Ω ($Z_{вб}$ — уровень ВБ, W— объем водохранилища, Ω — площадь свободной поверхности).		Расчет уровневого режима верхнего бьефа проводится по балансовой модели	У
2.	Поперечные разрезы дна водохранилища		Расчет уровневого режима верхнего бьефа проводится по одномерной модели	У
3.	Кривые связи ω = ω (x,z) или b=b(x,z) для створов с продольной координатой x (b—ширина русла на уровне z, ω — площадь сечения, лежащая ниже уровня z)		Расчет уровневого режима верхнего бьефа проводится по одномерной модели	У
4	Отметка дна как функция горизонтальных координат (x,y); как частный случай — задание дна, применяемое в ГИС-технологиях.		Расчет уровневого режима верхнего бьефа проводится по плановой (двумерной) модели	П,У
4.	Уровень воды в водохранилище в момент, соответствующий началу расчета.	Все		П
5.	Задание характера повреждения плотины.	4.1,3.1, 4.1.3.3		
1.	Размер и форма бреши, ее расположение на напорном фронте		Задается для бетонных и железобетонных плотин.	П,У
2.	Отметка дна первоначального прорана, ее расположение, уклон бортов прорана.		Задается для набросных и намывных плотин (кроме мерзлых плотин). Обычно при сценарии 4.1.3.3 задаются несколько ниже отметки уровня в водохранилище, при сценарии 4.1.3.1 — несколько ниже отметки гребня плотины, при наличии плавкой вставки — несколько ниже отметки плавкой вставки.	П,У
3.	Расположение первоначального талика по ширине напорного фронта и высоте, его радиус.		Задается для мерзлых каменноземляных плотин (только при сценарии 4.1.3.3).	П,У
6.	Гидрографы расхода в притоках.	Все	Требуются в тех случаях, когда в пределах расчетной области имеются притоки с расходом, соразмеримым с расходом излива из водохранилища аварийного гидроузла.	П,У
7.	Геометрия русла нижнего бьефа. Возможные варианты:	Все		
1.	Поперечные разрезы дна водотока		Расчет уровневого режима нижнего бьефа проводится по одномерной модели.	У
2.	Кривые связи ω = ω (x,z) или b=b(x,z) для створов с продольной координатой x (b—ширина русла на уровне z, ω — площадь сечения, лежащая ниже уровня z).		Расчет уровневого режима нижнего бьефа проводится по одномерной модели.	У

Продолжение таблицы П2.1

1.	2	3	4	5	
7.	3.	Отметка дна как функция горизонтальных координат (x,y); как частный случай — задание дна, применяемое в ГИС-технологиях		Расчет уровневого режима верхнего бьефа проводится по плановой (двумерной) модели	П
8.		Шероховатость подстилающей поверхности назначается при помощи экспертной оценки, базирующейся на рассмотрении характера местности (с использованием Таблицы П2.2)		Для определения параметров течения в НБ используется всегда; в ВБ — в случаях 3.2 –3.4	П,У
9.		Данные о размещении в нижнем бьефе гидротехнических сооружений, дамб, дорог, проходящих по насыпи или выемке, мостов, водопропускных отверстий и т.д.	Все	Желательно иметь насколько возможно полную информацию об этих сооружениях (для дамб и дорожных насыпей — отметка гребня, ширина поверху, заложение откосов, материал; для дорожных выемок — ширина по дну, заложение откосов; для мостов — количество и ширина проемов, отметка дна водотока, высота пролета; для водопропускных труб — форма, геометрические размеры, отметка оси)	П
10.		Информация о гидравлических условиях на выходе из расчетной области	Все		
	1.	Отметка свободной поверхности		Если на выходе из расчетной области расположен крупный водоем: море, большое озеро или водохранилище (такие, что увеличение их объема на объем опорожненного в ходе аварии водохранилища слабо изменит их уровень воды)	П,У
	2.	Водопропускная способность гидротехнического сооружения (способы его задания перечислены в 2.1—2.3)		Если на выходе из расчетной области находится гидротехническое сооружение, разрушение которого в рассматриваемой аварии маловероятно	П,У
	3.	Форма склона, средний уклон и шероховатость русла		Если расчлененная область ограничена некоторым "обычным" створом достаточно удаленным от аварийного гидроузла, так что в нем можно ожидать квазиравномерный характер течения	П,У
	4.	Форма створа		Выходной створ расчетной области — уступ, консоль или место резкого расширения потока, то есть створ, в котором следует ожидать критический режим течения	П,У

Таблица П2.2

Шероховатость дна естественных водотоков и затопленных угодий [17]

Тип дна и его описание	n		
	Мин.	Норм.	Макс.
1. Малые водотоки с шириной паводкового уровня меньше 2,5 м			
а. Равнинные водотоки			
Чистые прямолинейные без перекатов или глубоких омутов	0,025	0,03	0,033
То же при наличии камней и водорослей	0,030	0,035	0,04
Чистые извилистые с омутами и отмелями	0,033	0,4	0,045
То же при наличии камней и водорослей	0,035	0,045	0,05
То же при низком уровне и более неправильных уклоне и сечении	0,04	0,048	0,055
Чистые извилистые с омутами, отмелями, водорослями и большим количеством камней	0,045	0,05	0,06
Заросшие с глубокими омутами при медленном движении	0,05	0,07	0,08
Очень заросшие с глубокими омутами или каналы для пропуска паводковых вод с застаревшими тяжелыми стволами и порослью	0,075	0,1	0,15
б. Водотоки с хорошим обслуживанием, без растительности, берега обычно крутые, кусты и деревья по берегам заливаются при высоком уровне воды			
Дно сложено из гравия, булыжника и редких валунов	0,03	0,04	0,05
Дно сложено из гравия, булыжника с крупными валунами	0,04	0,05	0,07
2. Пойменные водотоки			
а. Пастбища без кустарника			
Низкая трава	0,025	0,03	0,035
Высокая трава	0,03	0,035	0,05
б. Возделываемые площади			
Без посевов	0,02	0,03	0,04
Созревшие рядовые посевы	0,025	0,035	0,045
Созревшие сплошные посевы	0,03	0,04	0,05
в. Кустарник			
Отдельные кусты, обильная растительность	0,035	0,05	0,07
Редкие кусты и деревья зимой	0,035	0,05	0,06
Редкие кусты и деревья летом	0,04	0,06	0,08
Кустарник средней и большой густоты зимой	0,45	0,07	0,11
Кустарник средней и большой густоты летом	0,07	0,1	0,16
г. Деревья			
Густой ивняк летом	0,11	0,15	0,2
Очищенная территория с древесными пнями без поросли	0,03	0,04	0,05
Очищенная территория с древесными пнями и развивающейся порослью	0,05	0,06	0,08
Тяжелые застрявшие стволы отдельных поваленных деревьев, небольшой подлесок, уровень паводка ниже ветвей	0,08	0,1	0,12
Тяжелые застрявшие стволы отдельных поваленных деревьев, небольшой подлесок, уровень паводка достигает ветвей	0,1	0,12	0,16

Приложение 3

Протяженность автомобильных дорог Российской Федерации

Таблица П 3.1

Код	Наименование субъекта Федерации	Территория, тыс км²	Плотность авт. дорог в 1997г., км/тыс км².	Протяженность авт.дорог в 1997г., км
1	2	3	4	5
01	Республика Адыгея	7,6	199	1512,4
02	Республика Башкортостан	143,6	149	21396,4
03	Республика Бурятия	351,3	17	5972,1
04	Республика Горный Алтай	92,6	28	2592,8
05	Республика Дагестан	50,3	139	6991,7
06	Республика Ингушетия	19,3	184	3551,2
07	Кабардино-Балкарская республика	12,5	227	2837,5
08	Республика Калмыкия	76,1	29	2206,9
09	Карачаево-Черкесская республика	14,1	134	1889,4
10	Республика Карелия	172,4	37,0	6378,8
11	Республика Коми	415,9	11,2	4658,1
12	Республика Марий Эл	23,2	135,0	3132,0
13	Республика Мордовия	26,2	156,0	4087,2
14	Республика Саха (Якутия)	3103,2	2,3	7137,4
15	Республика Северная Осетия	8,0	286,0	2288,0
16	Республика Татарстан	68,0	182,0	12376,0
17	Республика Тыва	170,5	14,0	2387,0
18	Удмуртская республика	42,1	118,0	4967,8
19	Республика Хакасия	61,9	34,0	2104,6
20	Чеченская республика (см. республика Ингушетия)	19,3	184,0	3551,2
21	Чувашская республика	18,3	233,0	4263,9
22	Алтайский край	169,1	83,0	14035,3
23	Красноярский край	2339,7	5,1	11932,5
24	Краснодарский край	76,0	132,0	10032,0
25	Приморский край	165,9	42,0	6967,8
26	Ставропольский край	66,5	112,0	7448,0
27	Хабаровский край	788,6	4,7	3706,4
28	Амурская область	363,7	19,0	6910,3
29	Архангельская область	587,4	11,5	6755,1
30	Астраханская область	44,1	58,0	2557,8
31	Белгородская область	27,1	232,0	6287,2
32	Брянская область	34,9	168,0	5863,2

Продолжение таблицы П3.1

1	2	3	4	5
33	Владимирская область	29,0	190,0	5510,0
34	Волгоградская область	113,9	74,0	8428,6
35	Вологодская область	145,7	78,0	11364,6
36	Воронежская область	52,4	170,0	8908,0
37	Ивановская область	21,8	44,0	959,2
38	Иркутская область	767,9	15,0	11518,5
39	Калининградская область	15,1	303,0	4575,3
40	Калужская область	29,9	156,0	4664,4
41	Камчатская область	472,3	2,7	1275,2
42	Кемеровская область	95,5	57,0	5443,5
43	Кировская область	120,8	72,0	8697,6
44	Костромская область	60,1	88,0	5288,8
45	Курганская область	71,0	88,0	6248,0
46	Курская область	29,8	195,0	5811,0
47	Ленинградская область	85,9	120,0	10308,0
48	Липецкая область	24,1	209,0	5036,9
49	Магаданская область	461,4	5,8	2676,1
50	Московская область	47,0	321,0	15087,0
51	Мурманская область	144,9	17,0	2463,3
52	Нижегородская область	76,9	153,0	11765,7
53	Новгородская область	55,3	154,0	8516,2
54	Новосибирская область	178,2	51,0	9088,2
55	Омская область	139,7	53,0	7404,1
56	Оренбургская область	124,0	101,0	12524,0
57	Орловская область	24,7	154,0	3803,8
58	Пензенская область	43,2	133,0	5745,6
59	Пермская область	160,6	54,0	8672,4
60	Псковская область	55,3	180,0	9954,0
61	Ростовская область	100,8	105,0	10584,0
62	Рязанская область	39,6	159,0	6296,4
63	Самарская область	53,6	127,0	6807,2
64	Саратовская область	100,2	96,0	9619,2
65	Сахалинская область	87,1	21,0	1829,1
66	Свердловская область	194,8	51,0	9934,8
67	Смоленская область	49,8	177,0	8814,6
68	Тамбовская область	34,3	145,0	4973,5
69	Тверская область	84,1	174,0	14633,4
70	Томская область	316,9	10,4	3295,8
71	Тульская область	25,7	198,0	5088,6
72	Тюменская область	1435,2	5,8	8324,2

Продолжение таблицы 113.1

1	2	3	4	5
73	Ульяновская область	37,3	124	4625,2
74	Челябинская область	87,9	91	7998,9
75	Читинская область	431,5	22	9493,0
76	Ярославская область	36,4	170	6188,0
77	Москва (см.Московская область)	–	–	–
78	Санкт-Петербург (см.Ленинградская область)	–	–	–
79	Еврейская автономная область	36,0	157	5652,0
80	Агинский Бурятский автономный округ	19,0	48	912,0
81	Коми-Пермяцкий автономный округ	32,9	37	1217,3
82	Корякский автономный округ	301,5	0,2	60,3
83	Ненецкий автономный округ	176,7	0,7	123,7
84	Таймырский автономный округ	862,1	0,1	86,2
85	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	22,4	98	2195,2
86	Ханты-Мансийский автономный округ	523,1	2,7	1412,4
87	Чукотский автономный округ	737,7	0,9	663,9
88	Эвенкийский автономный округ	767,6	0,02	15,4
89	Ямало-Ненецкий автономный округ	750,3	0,9	675,3

Приложение 4

Основные фонды по регионам Российской Федерации
(по балансовой стоимости на конец 1997 г.,
миллиардов неденоминированных рублей) [16]

Таблица П4.1

Код	Наименование субъекта Федерации	1997	В том числе в процентах от общего итога					
			Отрасли, производящие товары. Всего	из них			Отрасли, оказывающие рыночные и нерыночные услуги. Всего	Из них транспорт и связь
				Промышленность	Сельское хозяйство	Строительство		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	Республика Адыгея	24831	44,1	18,8	19,3	5,7	55,9	2,8
02	Республика Башкортостан	354553	48,8	32,8	13,1	2,7	51,2	11,6
03	Республика Бурятия	83577	29,7	20,3	7,4	1,7	70,3	34,3
04	Республика Горный Алтай	3275	42,5	9,5	28,8	3,8	57,5	13,0
05	Республика Дагестан	172094	24,9	9,6	11,0	4,2	75,1	5,6
06	Республика Ингушетия	2840	71,17	47,4	18,7	5,4	28,3	3,3
07	Кабардино-Балкарская республика	40107	35,6	15,5	17,0	2,9	64,4	9,2
08	Республика Калмыкия	22849	41,4	12,3	25,0	3,6	58,6	25,1
09	Карачаево-Черкесская республика	29624	37,6	15,2	19,7	2,6	62,4	10,5
10	Республика Карелия	77978	43,5	33,8	7,8	1,6	56,5	17,3
11	Республика Коми	154563	45,2	38.8	4,2	2,1	54,8	2,1
12	Республика Марий Эл	63589	33,2	18,1	13,0	1,8	66,8	10,5
13	Республика Мордовия	64401	48,6	22,9	22,3	2,8	51,4	11,3
14	Республика Саха (Якутия)	172997	47,0	38,8	3,7	4,3	53,0	11,7
15	Республика Северная Осетия	38198	32,7	18,3	12,0	2,2	67,3	10,3
16	Республика Татарстан	370733	54,2	39,4	11,7	2,9	45,8	9,6
17	Республика Тыва	13599	34,6	16,6	16,4	0,9	65,4	21,1
18	Удмуртская республика	131170	46,1	31,9	12,1	2,0	53,9	11,2
19	Республика Хакасия	48151	62,0	48,5	11,7	1,8	38,0	8,4
20	Чеченская республика (см. республика Ингушетия)	—	—	—	—	—	—	—
21	Чувашская республика	106228	43,0	25,1	15,5	2,3	57,0	12,1
22	Алтайский край	199300	41,3	20,9	17,6	2,7	58,7	9,5
23	Красноярский край	378718	50,9	42,0	7,0	1,9	49,1	11,2
24	Краснодарский край	334331	38,1	15,0	21,4	1,7	61,9	12,7
25	Приморский край	200465	46,5	34,2	8,8	3,4	53,5	17,6

Продолжение таблицы П4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26	Ставропольский край	206240	36,1	17,3	15,7	3,0	63,9	11,2
27	Хабаровский край	139153	30,4	23,1	0,5	2,7	69,6	23,9
28	Амурская область	143064	25,3	12,8	7,9	3,5	74,7	28,1
29	Архангельская область	149592	44,3	34,2	8,0	1,8	55,7	17,1
30	Астраханская область	97471	42,5	28,3	11,9	2,3	57,5	14,2
31	Белгородская область	126190	47,8	24,6	20,5	2,6	52,2	11,7
32	Брянская область	114852	37,4	17,1	18,3	1,8	62,6	13,5
33	Владимирская область	107965	40,3	27,5	11,2	1,3	59,7	8,8
34	Волгоградская область	206825	46,6	30,8	13,7	1,9	53,4	14,6
35	Вологодская область	110152	54,2	37,2	12,8	4,2	45,8	13,8
36	Воронежская область	195257	42,2	20,9	19,5	1,6	57,8	17,3
37	Ивановская область	77989	39,3	24,4	13,4	1,4	60,7	11,1
38	Иркутская область	324242	37,2	30,1	5,3	1,8	62,8	26,4
39	Калининградская область	55748	29,2	22,6	4,6	1,8	70,8	12,8
40	Калужская область	92217	37,4	20,2	15,3	1,8	62,6	11,5
41	Камчатская область	57279	34,0	26,0	6,5	1,5	66,0	11,1
42	Кемеровская область	249203	54,5	45,1	7,3	2,0	45,5	12,9
43	Кировская область	139316	44,4	24,9	17,5	1,8	55,6	13,8
44	Костромская область	69069	35,1	19,5	13,9	1,4	64,9	17,9
45	Курганская область	85211	45,3	20,7	22,7	1,6	54,7	18,3
46	Курская область	118634	48,8	26,9	20,4	1,4	51,2	13,4
47	Ленинградская область	169277	53,9	35,8	16,3	1,8	46,1	9,3
48	Липецкая область	123170	53,3	35,4	15,8	2,1	46,7	12,3
49	Магаданская область	49411	41,2	36,0	3,3	1,8	58,8	18,9
50	Московская область	490427	36,4	21,0	10,6	4,5	63,6	8,8
51	Мурманская область	131898	43,0	38,0	3,7	1,2	57,0	18,4
52	Нижегородская область	264850	40,2	29,5	8,7	2,0	59,8	12,8
53	Новгородская область	69969	39,3	22,3	15,3	1,6	60,7	16,4
54	Новосибирская область	273449	29,5	17,0	10,5	1,8	70,5	13,8
55	Омская область	180071	46,1	24,1	19,8	2,1	53,9	12,0
56	Оренбургская область	200205	53,7	38,3	13,8	1,6	46,3	16,5
57	Орловская область	59396	41,4	20,4	18,4	2,3	58,6	15,4
58	Пензенская область	126207	37,1	16,8	18,8	1,4	62,9	9,6
59	Пермская область	261319	46,8	37,0	7,6	1,9	53,2	17,7
60	Псковская область	77704	32,2	14,1	16,3	1,5	67,8	14,7
61	Ростовская область	270197	46,2	28,2	15,8	2,2	53,8	15,9
62	Рязанская область	102572	50,5	28,8	19,7	2,0	49,5	13,1
63	Самарская область	305548	51,5	41,5	8,3	1,7	48,5	13,4
64	Саратовская область	206896	43,7	25,8	15,4	2,4	56,3	15,8

Продолжение таблицы П4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	Сахалинская область	84171	31,1	23,8	5,1	2,0	68,9	18,4
66	Свердловская область	480750	53,1	42,8	5,3	4,8	46,9	11,4
67	Смоленская область	90119	52,1	33,6	16,0	2,3	47,9	17,1
68	Тамбовская область	93483	43,8	18,9	22,7	2,1	56,2	15,9
69	Тверская область	134116	38,6	22,1	14,6	1,6	61,4	15,0
70	Томская область	125272	56,2	46,2	6,8	3,1	43,8	8,8
71	Тульская область	147376	47,3	32,3	12,7	2,1	52,7	9,8
72	Тюменская область	809240	61,5	56,3	2,1	3,2	38,5	17,2
73	Ульяновская область	123797	46,0	27,7	15,8	2,2	54,0	9,2
74	Челябинская область	317960	47,2	37,4	8,2	1,5	52,8	7,9
75	Читинская область	97617	29,4	19,6	7,9	1,7	70,6	28,0
76	Ярославская область	148151	39,0	28,0	8,9	1,9	61,0	114,9
77	Москва	1013875	21,5	19,3	0,0	2,0	78,5	14,1
78	Санкт-Петербург	389949	27,1	24,1	0,0	2,9	72,9	17,2
79	Еврейская автономная область	15717	44,3	18,4	11,1	14,8	55,7	18,9
80	Агинский Бурятский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
81	Коми-Пермяцкий автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
82	Корякский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
83	Ненецкий автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
84	Таймырский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
85	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
86	Ханты-Мансийский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
87	Чукотский автономный округ	32458	48,0	47,2	0,5	0,2	52,0	8,4
88	Эвенкийский автономный округ	—	—	—	—	—	—	—
89	Ямало-Ненецкий автономный округ	—	—	—	—	—	—	—

Приложение 5

Территория и административно-хозяйственное деление регионов Российской Федерации на 1 января 1998 г.

Таблица П 5.1

Код	Наименование субъекта Федерации	Территория, тыс км²	Численность постоянного населения, тыс.чел.	Число жителей на 1км²	Административно-территориальное деление					
					Районы	Города (всего)	В том числе республиканского, районного, краевого, областного и окружного подчинения	Городские районы (округа)	Поселки городского типа	Сельские администрации
01	Республика Адыгея	7,6	450	59,2	7	2	2	—	5	50
02	Республика Башкортостан	143,6	4104	28,6	54	21	21	7	40	938
03	Республика Бурятия	351,3	1043	3,0	21	6	3	3	29	226
04	Республика Горный Алтай	92,6	202	2,2	10	1	1	—	—	90
05	Республика Дагестан	50,3	2094	41,6	41	10	10	3	18	693
06	Республика Ингушетия	19,3	313	57,3	20	3	3	6	—	32
07	Кабардино-Балкарская республика	12,5	786	62,9	9	7	2	—	4	112
08	Республика Калмыкия	76,1	317	4,2	13	3	1	—	—	114
09	Карачаево-Черкесская республика	14,1	434	30,8	8	4	2	—	7	77
10	Республика Карелия	172,4	775	4,5	16	13	7	—	11	132
11	Республика Коми	415,9	1163	2,8	12	10	8	1	34	191
12	Республика Марий Эл	23,2	763	32,9	14	4	3	—	17	179
13	Республика Мордовия	26,2	944	36,0	22	7	3	3	19	419
14	Республика Саха (Якутия)	3103,2	1016	0,3	33	13	5	—	65	354
15	Республика Северная Осетия	8,0	661	82,7	8	6	1	4	7	95
16	Республика Татарстан	68,0	3777	55,6	43	20	13	7	21	897
17	Республика Тыва	170,5	310	1,8	16	5	2	—	2	111

Продолжение таблицы П5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	Удмуртская республика	42,1	1633	38,8	25	6	5	5	10	312
19	Республика Хакасия	61,9	582	9,4	8	5	3	—	13	78
20	Чеченская республика (см. республ. Ингушетия)	19,3	792	57,3	20	5	5	4	3	174
21	Чувашская республика	18,3	1361	74,4	21	9	5	3	8	350
22	Алтайский край	169,1	2672	15,8	60	12	11	7	15	722
23	Красноярский край	2339,7	3092	1,3	48	25	18	7	46	510
24	Краснодарский край	76	5015	66,0	38	26	15	11	23	387
25	Приморский край	165,9	2214	13,3	25	12	12	5	47	224
26	Ставропольский край	66,5	2653	39,9	26	18	10	3	7	285
27	Хабаровский край	788,6	1535	1,9	17	7	6	7	25	189
28	Амурская область	363,7	1016	2,8	20	9	7	—	24	286
29	Архангельская область	587,4	1492	2,5	20	14	8	9	38	242
30	Астраханская область	44,1	1023	23,2	11	6	3	4	11	148
31	Белгородская область	27,1	1482	54,7	21	9	6	2	21	333
32	Брянская область	34,9	1460	41,8	27	16	5	4	29	414
33	Владимирская область	29,0	16,25	56,0	16	22	10	3	36	223
34	Волгоградская область	113,9	2700	23,7	33	19	6	8	26	447
35	Вологодская область	145,7	1334	9,2	26	15	4	—	14	375
36	Воронежская область	52,4	2482	47,4	32	15	7	6	22	491
37	Ивановская область	21,8	1242	57,0	21	17	6	4	31	205
38	Иркутская область	767,9	2768	3,6	33	22	14	6	59	384
39	Калининградская область	15,1	943	62,5	13	22	6	5	5	98
40	Калужская область	29,9	1092	36,5	24	19	4	3	13	339
41	Камчатская область	472,3	402	0,9	11	4	3	—	8	53
42	Кемеровская область	95,5	3017	31,6	19	20	18	13	47	235
43	Кировская область	120,8	1613	13,4	39	18	5	4	58	580

Продолжение таблицы П5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
44	Костромская область	60,1	791	13,2	24	12	8	—	8	273
45	Курганская область	71,0	1104	15,6	24	9	2	—	6	420
46	Курская область	29,8	1332	44,7	28	10	5	3	23	478
47	Ленинградская область	85,9	1674	74,4	17	29	19	—	37	203
48	Липецкая область	24,1	1248	51,8	18	8	2	4	5	303
49	Магаданская область	461,4	252	0,5	8	2	1	—	28	31
50	Московская область	47,0	6517	320,3	39	74	56	—	111	474
51	Мурманская область	144,9	1034	7,1	5	16	13	3	16	19
52	Нижегородская область	76,9	3703	48,2	48	26	12	8	71	539
53	Новгородская область	55,3	737	13,3	21	10	3	—	22	271
54	Новосибирская область	178,2	2746	15,4	30	14	7	10	18	428
55	Омская область	139,7	2180	15,6	32	6	6	5	24	362
56	Оренбургская область	124,0	2226	17,9	35	12	11	7	26	583
57	Орловская область	24,7	906	36,7	24	7	3	3	14	222
58	Пензенская область	43,2	1549	35,9	28	11	6	4	16	375
59	Пермская область	160,6	2977	18,5	35	25	14	7	52	520
60	Псковская область	55,3	819	14,8	24	14	2	—	14	249
61	Ростовская область	100,8	4388	43,5	43	23	16	8	25	444
62	Рязанская область	39,6	1309	33,0	25	12	4	4	26	486
63	Самарская область	53,6	3307	61,7	27	11	10	12	23	324
64	Саратовская область	100,2	2721	27,2	38	18	13	6	30	603
65	Сахалинская область	87,1	630	7,1	17	18	9	—	31	64
66	Свердловская область	194,8	4646	23,9	30	47	34	12	100	428
67	Смоленская область	49,8	1153	23,1	25	15	2	3	15	414
68	Тамбовская область	34,3	12,94	37,7	23	8	7	3	12	309
69	Тверская область	84,1	1626	19,3	36	23	12	4	33	612

Продолжение таблицы П5.1

70	Томская область	316,9	1074	3,4	16	6	6	4	1	194
71	Тульская область	25,7	1780	69,3	23	21	9	5	49	344
72	Тюменская область	1435,2	3228	2,2	38	28	26	3	40	425
73	Ульяновская область	37,3	1479	39,6	21	6	3	4	33	324
74	Челябинская область	87,9	3676	41,8	24	30	23	10	30	257
75	Читинская область	431,5	1274	3,0	31	10	5	4	45	364
76	Ярославская область	36,4	1434	39,4	17	11	6	6	14	228
77	Москва (см.Московская область)	—	8537	—	—	2	1	10	3	—
78	Санкт-Петербург (см.Ленинградская обл.)	—	4716	74,4	—	9	4	13	17	—
79	Еврейская автономная область	36,0	204	5,7	5	2	1	—	12	47
80	Агинский Бурятский автономный округ	19,0	79	4,2	3	—	—	—	4	34
81	Коми-Пермяцкий автономный округ	32,9	152	4,6	6	1	1	—	3	75
82	Корякский автономный округ	301,5	32	0,1	4	—	—	—	2	27
83	Ненецкий автономный округ	176,7	46	0,3	—	1	1	—	2	18
84	Таймырский автономный округ	862,1	45	0,1	3	1	1	—	1	21
85	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	22,4	143	6,4	6	—	—	—	—	77
86	Ханты-Мансийский автономный округ	523,1	1372	2,6	9	16	14	—	24	67
87	Чукотский автономный округ	737,7	87	0,1	8			—	15	45
88	Эвенкийский автономный округ	767,6	20	0,03	3	—	—	—	1	20
89	Ямало-Ненецкий автономный округ	750,3	506	0,7	7	7	7	—	8	41

Приложение 6

Валовый национальный продукт на 1997 г. [16]

Таблица П 6.1

Код	Наименование субъекта Федерации	1997	
		Всего, млрд. неденоминир. руб.	На душу населения, тыс.неденоминир.руб.
1	2	3	4
01	Республика Адыгея	2554,1	5673,3
02	Республика Башкортостан	64557,3	15713,1
03	Республика Бурятия	11541,3	11010,6
04	Республика Горный Алтай	1476,9	7304,2
05	Республика Дагестан	9164,8	4397,5
06	Республика Ингушетия	955,5	3072,3
07	Кабардино-Балкарская республика	5440,8	6876,6
08	Республика Калмыкия	1788,8	5635,8
09	Карачаево-Черкесская республика	2747,5	6297,3
10	Республика Карелия	10066,6	12932,4
11	Республика Коми	27176,8	23285,7
12	Республика Марий Эл	6221,1	8143,8
13	Республика Мордовия	9331,2	9848,3
14	Республика Саха (Якутия)	29960,1	29678,1
15	Республика Северная Осетия	3405,6	5127,4
16	Республика Татарстан	67160,3	17813,5
17	Республика Тыва	1803,8	5814,9
18	Удмуртская республика	22114,3	13513,1
19	Республика Хакасия	8032,4	13740,0
20	Чеченская республика	—	—
21	Чувашская республика	11573,5	8511,8
22	Алтайский край	2052,2	8243,2
23	Красноярский край	65481,9	21208,0
24	Краснодарский край	48949,8	9650,0
25	Приморский край	30545,5	13720,9
26	Ставропольский край	25678,6	9589,1
27	Хабаровский край	31380,6	20227,3
28	Амурская область	15664,7	15248,4
29	Архангельская область	19245,2	12831,8
30	Астраханская область	11223,1	10900,4
31	Белгородская область	18154,3	12254,0
32	Брянская область	12336,6	8395,1
33	Владимирская область	15265,0	9342,7
34	Волгоградская область	32496,3	12026,3
35	Вологодская область	20802,9	15508,3
36	Воронежская область	25737,4	10326,8

Продолжение таблицы П 6.1

1	2	3	4
37	Ивановская область	8847,0	7071,9
38	Иркутская область	56083,1	20173,8
39	Калининградская область	8466,1	9011,3
40	Калужская область	10919,0	9972,6
41	Камчатская область	8146,4	20360,8
42	Кемеровская область	48778,6	16083,1
43	Кировская область	17369,0	10733,5
44	Костромская область	8835,4	11056,7
45	Курганская область	9088,3	8215,8
46	Курская область	15404,4	11499,3
47	Ленинградская область	19456,2	11580,4
48	Липецкая область	15736,9	12604,7
49	Магаданская область	6402,4	25774,5
50	Московская область	97419,5	14824,1
51	Мурманская область	19017,9	18561,3
52	Нижегородская область	52943,7	14293,7
53	Новгородская область	7728,5	10460,8
54	Новосибирская область	39072,6	14220,1
55	Омская область	33787,1	15526,5
56	Оренбургская область	30594,0	13729,8
57	Орловская область	8889,7	9779,7
58	Пензенская область	12951,2	8345,4
59	Пермская область	51531,4	17223,1
60	Псковская область	6956,4	8445,3
61	Ростовская область	35062,0	7947,0
62	Рязанская область	14404,6	10981,6
63	Самарская область	72603,4	21935,2
64	Саратовская область	31767,6	11654,8
65	Сахалинская область	13368,8	21335,5
66	Свердловская область	73933,2	15853,5
67	Смоленская область	12029,8	10352,7
68	Тамбовская область	9434,4	7272,3
69	Тверская область	16213,1	9896,9
70	Томская область	21299,9	19836,0
71	Тульская область	16577,1	9244,4
72	Тюменская область	209198,0	65460,3
73	Ульяновская область	16564,6	11141,1
74	Челябинская область	51467,1	13987,1
75	Читинская область	12737,8	9938,2
76	Ярославская область	21093,4	14659,4

Продолжение таблицы П 6.1

1	2	3	4
77	Москва	320084,8	37073,0
78	Санкт-Петербург	75783,5	15908,5
79	Еврейская автономная область	1300,1	6302,2
80	Агинский Бурятский автономный округ	—	—
81	Коми-Пермяцкий автономный округ	—	—
82	Корякский автономный округ	—	—
83	Ненецкий автономный округ	—	—
84	Таймырский автономный округ	—	—
85	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	—	—
86	Ханты-Мансийский автономный округ	—	—
87	Чукотский автономный округ	2388,8	28745,4
88	Эвенкийский автономный округ	—	—
89	Ямало-Ненецкий автономный округ	—	—

Приложение 7

Данные для расчета ущербов сельскому, лесному хозяйствам, водозаборам и водному транспорту в верхнем бьефе

Таблица П7.1

Группа субъектов Федераций	$K_{тер.с}$, средние нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельхоз. земель (тыс. руб/га)	$K_{тер.л}$, средние нормативы платы за перевод лесных земель в нелесные (тыс. руб/га)	P_i, осредненные значения мин. ставок за древесину основных пород (руб/м³)	Осредненные значения минимальных ставок платы	
				За забор 1 тыс.м³ воды, $Ц_1$, руб/тыс.м³	За 1 км² используемой акватории, $Ц_2$, тыс. руб/км²
1	2	3	4	5	6
I Зона (респ.Карелия, респ. Коми, Архангельская и Мурманская обл., Ненецкий автономн.округ)	127	70	17	51	2,0
II Зона (респ.Марий Эл, респ. Удмуртия, Брянская, Владимирская, Вологодская, Ивановская, Калужская, Тверская, Кировская, Костромская, Новгородская, Пермская, Псковская, Смоленская, Ярославская обл., Коми-Пермяцкий автономн.округ)	124	60	15	55	2,2
III Зона (Чувашская респ., Нижегородская, Орловская, Рязанская и Тульская обл.)	156	80	18	55	2,2
IV Зона (респ.Мордовия, респ.Татарстан, Белгородская, Воронежская, Самарская, Тульская, Курская, Липецкая, Пензенская, Тамбовская и Ульяновская обл.)	206	110	20	55	2,6
V Зона (респ. Калмыкия, Астраханская, Волгоградская и Саратовская обл.)	174	120	19	60	2,6
VI Зона (респ.Адыгея, Краснодарский край)	270	180	21	105	2,2
VII Зона (респ.Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская респ., Карачаево-Черкесская респ., респ.Северная Осетия, Чеченская респ., Ставропольский край, Ростовская обл.)	259	165	21	105	2,2

Продолжение таблицы П7.1

1	2	3	4	5	6
VIII Зона (респ.Башкортостан, Курганская, Оренбургская,Свердловская и Челябинская обл.	147	83	16	66	2,4
IX Зона (респ.Горный Алтай, Алтайский край,Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская и Тюменская обл., Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа)	177	122	14	48	2,3
X Зона (респ.Бурятия, респ.Тыва, респ.Хакасия, Красноярский край, Иркутская и Читинская обл., Агинский Бурятский, Таймырский, Усть-Ордынский Бурятский, Эвенкийский автономные округа)	188	85	10	42	2,0
XI Зона (Республика Саха (Якутия), Приморский и Хабаровский края, Амурская, Камчатская, Магаданская,и Сахалинская обл., Еврейская автономн.обл, Корякский и Чукотский автономн.округа)	194	90	12	33	2,5
XII Зона (Калининградская и Ленинградская обл.)	263	180	21	62	2,1
XIII Зона (Московская обл.)	260	200	22	61	2,6

УДК 621.311

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, авария, волна прорыва, макроэкономические показатели, оценка ущерба, финансовое обеспечение и страхование гражданской ответственности, декларация безопасности

Руководящий документ

Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения

Научный редактор: С.Я. Школьников
Компьютерная верстка А.Г. Мелихова

Подписано в печать 20.02 2001
Формат 60x90/16. Гарнитура Таймс
Бумага офс. №1. Печать офсетная.
Объем 4 п.л. Тираж 500 экз.

ИПЦ «Глобус», г. Москва, Тверская застава, 3.