

Методология прогноза среднесрочного ущерба при экономическом обосновании мероприятий по защите от наводнений

А.В. Шаликовский , С.Г. Косарев , К.А. Курганович , М.А. Босов ,
А.В. Маслова , Е.Х. Зыкова , А.А. Солодухин , Д.В. Кочев 

 vostokniivh@mail.ru

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, г. Чита, Россия

АННОТАЦИЯ






Актуальность. Возрастание ущерба от наводнений предполагает необходимость реализации экономически обоснованных превентивных мероприятий, однако в настоящее время в России отсутствуют утвержденные методики расчета экономической эффективности выполнения водохозяйственных мероприятий. Разработка методов определения статистических показателей ущерба от опасных гидрологических явлений и оценки эффективности защитных мероприятий является актуальной задачей. **Методы.** На основании анализа российского и зарубежного опыта предложен подход, основанный на определении математического ожидания ущерба от наводнений. **Результаты.** Разработана методология расчета разовых ущербов от наводнений различной повторяемости с последующим определением математического ожидания. Величина разового ущерба зданиям учитывает современные укрупненные нормативы цены строительства и степень повреждения зданий в зависимости от класса капитальности и глубины затопления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наводнение, ущерб, степень повреждения, защита от наводнения, компенсационные выплаты.

Для цитирования: Шаликовский А.В., Косарев С.Г., Курганович К.А., Босов М.А., Маслова А.В., Зыкова К.Х., Солодухин А.А., Кочев Д.В. Методология прогноза среднесрочного ущерба при экономическом обосновании мероприятий по защите от наводнений // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2024. № 4. С. 43–55. DOI:10.35567/19994508-2024-4-43-55.

Дата поступления 05.06.2024.

METHODOLOGY FOR FORECASTING AVERAGE LONG-TERM DAMAGE IN THE ECONOMIC JUSTIFICATION OF FLOOD PROTECTION MEASURES

Andrey V. Shalikovskiy , Sergey G. Kosarev , Konstantin A. Kurganovich ,
Maxim A. Bosov , Alla V. Maslova , Evgenia Kh. Zyкова ,
Alexey A. Solodukhin , Denis V. Kochev 

 vostokniivh@mail.ru

Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection. Eastern Branch, Chita, Russia

© Шаликовский А.В., Косарев С.Г., Курганович К.А., Босов М.А., Маслова А.В., Зыкова К.Х., Солодухин А.А., Кочев Д.В., 2024

ANNOTATION

Relevance. An increase in damage from floods suggests the need to implement economically sound preventive measures, but currently in Russia, there are no approved methods for calculating the economic efficiency of water management measures. Therefore, the development of methods for determining statistical indicators of damage from hazardous hydrological phenomena and assessing the effectiveness of protective measures is an urgent task. **Methods.** Based on the analysis of Russian and foreign experience, an approach has been proposed, which involves determining the mathematical expectation of damage from floods. **Results.** The developed approach consists in calculating one-time damage from floods of varying frequency with the subsequent determination of the mathematical expectation. The amount of one-time damage to buildings takes into account modern integrated construction price standards and the degree of damage to buildings depending on their capital and flood depth.

Keywords: floods, damage, consolidated construction price standards, degree of damage, compensation payments.

For citation: Shalikovky A.V., Kosarev S.G., Kurganovich K.A., Bosov M.A., Maslova A.V., Zykova K.K., Solodukhin A.A., Kochev D.V. Methodology for forecasting average long-term damage in the economic justification of flood protection measures. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2024. No. 4. P. 43–55. DOI:10.35567/19994508-2024-4-43-55.

Received 05.06.2024.

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдаемый в настоящее время рост повторяемости наводнений и наносимого ими экономического ущерба определяет необходимость осуществления превентивных мер, основанных на количественном прогнозе ущерба от наводнений в натуральной и стоимостной формах, а также на объективной оценке эффективности принимаемых превентивных мероприятий, направленных на снижение рисков.

По результатам экспертизы Счетной палаты РФ «Оценка достижения целей, задач и показателей, предусмотренных документами стратегического планирования, а также оценки результатов принятых мер по ликвидации дефицита водных ресурсов, обеспечению защищенности от негативного воздействия вод¹ было отмечено отсутствие утвержденных методик расчета экономической эффективности выполнения водохозяйственных мероприятий и предложено наделить Минприроды России полномочиями по разработке и утверждению такой методики.

В данной работе отражены предварительные результаты обоснования методологической основы разрабатываемой методики, основанной на следующих принципах:

- соответствие современным научным достижениям в сфере управления природными и техногенными рисками с учетом специфики опасных гидрологических явлений;

- возможность получения необходимых данных для выполнения расчетов в рамках стандартного комплекса инженерных изысканий для строительства и по результатам мониторинга водных объектов.

¹ Бюллетень Счетной палаты РФ // Водные ресурсы. 2022. № 5 (294). 125 с.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки фактического ущерба от наводнений в России в настоящее время используется методика, общая для всех видов чрезвычайных ситуаций². Она применяется совместно с документами, утвержденными постановлениями Правительства РФ^{3,4,5}.

В сфере деятельности Росводресурсов используется «Методика оценки вероятностного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий»⁶, разработанная ФГУП «ВИЭМС» в 2006 г. Данная методика фактически не является нормативным правовым документом, т. к. не утверждена в установленном порядке и противоречит действующей системе ценообразования, нормативам цены строительства и компенсации ущерба населению. Приведенные в ней примеры не содержат полных исходных данных, что допускает произвольную трактовку и в большинстве случаев дает завышенный «предотвращаемый ущерб» и, следовательно, преувеличенный экономический эффект.

Для определения размера вреда в результате аварии гидротехнических сооружений используются две методики^{7,8}. В них выполнению расчетов предшествует разделение территории на зоны затопления, для установления границ которых используются критерии, различающиеся для жилых зданий, промышленных сооружений, элементов транспорта и связи, людских потерь. Положительным моментом этих методик является применение шкалы тяжести разрушений, что позволяет учитывать факторы воздействия затопления (глубину, продолжительность и скорость потока) на величину ущерба.

² Приказ МЧС России от 01.09.2020 № 631 (ред. от 24.07.2022) «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368894/ (дата обращения: 25.05.2024).

³ Постановление Правительства РФ от 16.10.2019 № 1327 (ред. от 25.01.2024) «Об утверждении Правил предоставления иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета ...». Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335670/ (дата обращения: 25.05.2024).

⁴ Постановление Правительства РФ от 26.12.2019 № 1846 (ред. от 29.12.2023) «Об утверждении Положения об использовании бюджетных ассигнований резервного фонда Правительства Российской Федерации». Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342115/2d1ae2713fe54a2c10ca3f1e059b7722068e7130/ (дата обращения: 25.05.2024).

⁵ Постановление Правительства РФ от 28.12.2019 № 1928 (ред. от 02.03.2023) «Об утверждении Правил предоставления иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета ...». Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342223/ (дата обращения: 25.05.2024).

⁶ Методика оценки вероятного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий. М.: ФГУП «ВИЭМС», 2006. 97 с.

⁷ Приказ Ростехнадзора № 516 от 10.12.2020 г. «Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)». Режим доступа: www.gosnadzor.ru/energy/safety/acts.rtf. (дата обращения: 25.03.2024).

⁸ Приказ Министерства транспорта РФ № 153 от 25.04.2022 г. «Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии судоходного гидротехнического сооружения». Режим доступа: normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=434855 (дата обращения: 25.05.2024).

Мировой опыт оценки возможного ущерба от наводнений свидетельствует о том, что в последнее десятилетие сформировался преобладающий подход к оценке риска наводнений через сочетание вероятности затопления и потенциального ущерба, однако в рамках единого подхода есть и некоторые отличия [1, 2]. При этом в подавляющем большинстве случаев при прогнозе потенциального ущерба ограничиваются только его зависимостью от глубины затопления⁹ [3–5 и др.].

В представленной работе применен подход, основанный на определении риска как математического ожидания ущерба [6], при этом также предполагается, что величина ущерба при затоплении конкретного объекта является функцией глубины. Для оценки доли потерь при затоплении использован экспертный подход [7] с привлечением данных из различных источников [8–10 и др.].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предлагаемый подход к оценке вероятного ущерба для экономического обоснования мероприятий по защите от наводнений включает следующие этапы:

а) построение зон затопления при нескольких значениях обеспеченности p_i в соответствии с табл. 1;

б) определение разового прогнозного ущерба от наводнения обеспеченностью p_i для отдельных составляющих (ущерб зданиям, линейным объектам, выплаты пострадавшим и т. д.);

в) определение общего разового прогнозного ущерба от наводнения обеспеченностью p_i ;

г) вычисление вероятного среднелетнего ущерба.

Таблица 1. Классификация зон затопления по степени воздействия наводнения на здания и сооружения

Table 1. Classification of flood zones according to the degree of impact of floods on buildings and structures

Код зоны	Уровень воздействия	Глубина затопления, м
А	слабый	менее 0,5
Б	средний	от 0,5 до 1,0
В	сильный	от 1,0 до 2,0
Г	очень сильный	более 2,0

Наиболее трудоемким является прогноз ущерба зданиям в связи с их многообразием как по назначению, так и по конструктивным особенностям. Поэтому нами использованы следующие допущения:

– стоимость восстановления определяется в долях от стоимости строительства нового здания соответствующего назначения, т. к. ремонтные работы осуществляются с использованием современных материалов и оплатой труда специалистов в действующей системе цен;

– степень повреждения зависит от глубины затопления и класса капитальности здания.

⁹ Economic Guidance Memorandum (EGM) 04-01 / U.S. Army Corps of Engineers Generic. URL: <https://planning.ercd.dren.mil/toolbox/library/EGMs/egm01-03.pdf>. (дата обращения: 10.07.2022).

Эти допущения позволяют применять для обоснования стоимости зданий ежегодно актуализируемые сборники укрупненных нормативов цены строительства (НЦС)¹⁰, а для оценки степени повреждения – карты зон затопления и разработанные матрицы «капитальность – зона затопления – степень повреждения» (табл. 2).

Таблица 2. Степень повреждения зданий в зависимости от их капитальности и зоны затопления

Table 2. The degree of damage to buildings depending on their capital structure and flood zone

Группа капитальности	Код зоны затопления по степени воздействия			
	А	Б	В	Г
Жилые здания				
I	0,02	0,04	0,1	0,2
II	0,025	0,05	0,12	0,25
III	0,03	0,06	0,15	0,3
IV	0,05	0,1	0,2	0,5
V	0,08	0,2	0,4	0,8
VI	0,12	0,25	0,5	1,0
Общественные здания				
I	0,05	0,02	0,05	0,1
II	0,02	0,04	0,1	0,2
III	0,025	0,05	0,12	0,25
IV	0,03	0,06	0,15	0,3
V	0,04	0,07	0,17	0,4
VI	0,05	0,1	0,2	0,5
VII	0,08	0,2	0,4	0,8
VIII	0,12	0,25	0,5	1,0
IX	0,15	0,3	0,8	1,0
Производственные здания				
I	0,05	0,02	0,05	0,1
II	0,02	0,04	0,1	0,2
III	0,03	0,06	0,15	0,3
IV	0,05	0,1	0,2	0,5
V	0,12	0,25	0,5	1,0

Таким образом, разовый прогнозный ущерб всем зданиям на рассматриваемой территории от наводнения обеспеченностью p_i можно определить по зависимости:

$$y_i^{3A} = \sum_{j,k} (K_{j,k}^{3A} \cdot C_{j,k}^{3A}), \quad (1)$$

где Y_i^{3A} – разовый прогнозный ущерб всем зданиям различного назначения от наводнения обеспеченностью p_i ;

$K_{j,k}^{3A}$ – степень повреждения зданий j -го типа в k -ой зоне воздействия, определяемая по табл. 2;

¹⁰ Укрупненные нормативы цены строительства. Минстрой России. Режим доступа: minstroyrf.gov.ru/trades/tsenoobrazovanie/ukрупnennyye-normativy-tseny-stroitelstva (дата обращения: 25.05.2024).

$C_{j,k}^{3A}$ – стоимость строительства зданий j -го типа в k -ой зоне воздействия, определяемая по формуле:

$$C_{j,k}^{3A} = (\text{НЦС}_j^{3A} \cdot S_{j,k}^{3A} \cdot \text{КП}_j^{3A}) \cdot I_{\text{пр}} + \text{НДС}, \quad (2)$$

где НЦС_j^{3A} – норматив цены строительства зданий j -го типа для первого базового района;

$S_{j,k}^{3A}$ – площадь горизонтальной проекции зданий j -го типа в k -ой зоне воздействия;

КП_j^{3A} – произведение коэффициентов перехода к условиям рассматриваемой территории, представленные в сборниках НЦС.

$I_{\text{пр}}$ – индекс-дефлятор от даты установления норматива НЦС_j^{3A} на дату расчета, определенный по отрасли «Инвестиции в основной капитал (капитальные вложения)» Минэкономразвития;

НДС – налог на добавленную стоимость.

Вычисление разового прогнозного ущерба линейным объектам производится аналогично зданиям:

$$y_i^{\text{лин}} = \sum_{j,k} (K_{j,k}^{\text{лин}} \cdot C_{j,k}^{\text{лин}}), \quad (3)$$

где $K_{j,k}^{\text{лин}}$ – степень повреждения линейных объектов j -го типа в k -ой зоне воздействия, определяемая по табл. 3;

$C_{j,k}^{\text{лин}}$ – стоимость строительства линейных объектов j -го типа в k -ой зоне воздействия, определяемая по формуле, аналогичной (2).

Таблица 3. Степень повреждения линейных объектов в зависимости от зоны затопления

Table 3. The degree of damage to linear objects depending on the flood zone

Тип линейных объектов	Зоны затопления по степени воздействия			
	А	Б	В	Г
Уличная сеть населенных пунктов				
Магистральные улицы	0,002	0,005	0,02	0,04
Улицы общегородского значения I класса	0,002	0,006	0,025	0,05
Улицы общегородского значения II класса	0,002	0,007	0,03	0,06
Улицы районного значения	0,005	0,015	0,06	0,12
Улицы в жилой застройке	0,01	0,03	0,12	0,25
Улицы и дороги в производственных и коммунально-складских зонах	0,015	0,05	0,2	0,4
Проезды в кварталах	0,01	0,02	0,1	0,2

На наш взгляд, при оценке прогнозного ущерба линейным объектам достаточно ограничиться улично-дорожной сетью, а ущерб другим объектам относить к неучтенному. Это связано, с одной стороны, с высокой сложностью их идентификации, с другой – с высокой устойчивостью водонесущих коммуникаций к воздействию затопления.

Разовые прогнозные расходы на ликвидацию последствий наводнения $Y_i^{\text{ЛИКВ}}$ обеспеченностью p_i предлагается принимать в размере 20 % от суммы ущерба зданиям и линейным объектам:

$$Y_i^{\text{ЛИКВ}} = 0,2 \cdot (Y_i^{\text{ЗД}} + Y_i^{\text{ЛИН}}), \quad (4)$$

Разовые прогнозные компенсационные выплаты пострадавшим $Y_i^{\text{КОМП}}$ от наводнения обеспеченностью p_i определяются по формуле:

$$Y_i^{\text{КОМП}} = Y_i^{\text{ЕДИНОВ}} + Y_i^{\text{ЧАСТ.ИМУЩ}} + Y_i^{\text{ПОЛН.ИМУЩ}} + Y_i^{\text{ЧАСТ.ПРЕДПР}} + Y_i^{\text{ПОЛН.ПРЕДПР}}, \quad (5)$$

где $Y_i^{\text{ЕДИНОВ}}$ – единовременная материальная помощь гражданам, у которых нарушены условия жизнедеятельности в результате воздействия наводнения;

$Y_i^{\text{ЧАСТ.ИМУЩ}}$ – финансовая помощь в связи с частичной утратой имущества первой необходимости;

$Y_i^{\text{ПОЛН.ИМУЩ}}$ – финансовая помощь гражданам в связи с полной утратой имущества первой необходимости;

$Y_i^{\text{ЧАСТ.ПРЕДПР}}$ – финансовая помощь юридическим лицам и гражданам, осуществляющим предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, в связи с частичной утратой имущества;

$Y_i^{\text{ПОЛН.ПРЕДПР}}$ – финансовая помощь юридическим лицам и гражданам, осуществляющим предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, в связи с полной утратой имущества.

Перечисленные составляющие формулы (5) определяются путем произведения нормативов, установленных федеральным законодательством⁵ и законодательством субъектов РФ, на число получателей тех или иных выплат. Для определения количества получателей предлагается следующий подход:

– число граждан, у которых нарушены условия жизнедеятельности в результате воздействия наводнения принимается равным численности постоянного населения в границах зоны затопления обеспеченностью p_i ;

– число граждан, частично или полностью утративших имущество первой необходимости, принимается равным доле численности постоянного населения в границах зоны затопления обеспеченностью p_i в соответствии с табл. 4;

Таблица 4. Доля населения, утратившего имущество первой необходимости
Table 4. Share of the population who lost essential property

Код зоны затопления по степени воздействия	Доля жителей индивидуальных домов и жителей первого этажа многоквартирных домов, %	
	частично утративших имущество первой необходимости	полностью утративших имущество первой необходимости
А	15	0
Б	40	5
В	60	40
Г	0	100

– количество юридических лиц и предпринимателей, частично или полностью утративших имущество в результате воздействия наводнения обеспеченностью p_i , предлагается определять по табл. 5, при этом их общее число в зоне k вычисляется по формуле:

$$N_{i,k}^{\text{преапр}} = 0,7 \cdot N_{\text{общ}}^{\text{преапр}} \cdot \frac{F_{i,k}^{\text{зат}}}{F_{\text{общ}}}, \quad (6)$$

где 0,7 – коэффициент, учитывающий долю предпринимателей, осуществляющих деятельность на первом и в цокольном этажах зданий;

$N_{\text{общ}}^{\text{преапр}}$ – число предпринимателей в населенном пункте по данным государственных органов;

$F_{i,k}^{\text{зат}}$ – площадь k -ой зоны затопления по степени воздействия при наводнении обеспеченностью p_i .

$F_{\text{общ}}$ – общая площадь населенного пункта, в пределах которого расположена рассматриваемая территория.

Таблица 5. Доля юридических лиц и предпринимателей, утративших имущество
Table 5. Share of legal entities and entrepreneurs who lost property

Код зоны затопления по степени воздействия	Доля от числа предпринимателей, осуществляющих деятельность на первом и в цокольном этажах зданий, %	
	частично утративших имущество	полностью утративших имущество
А	20	3
Б	45	5
В	80	10
Г	70	30

В разрабатываемой методике также представлены предложения по определению прогнозного ущерба природной среде $Y_i^{\text{прир}}$ и от потерь сельскохозяйственной продукции $Y_i^{\text{сх}}$.

Существенной долей ущерба являются его сложно прогнозируемые и случайные составляющие:

- ущерб малым архитектурным формам и озеленению населенных пунктов;
- ущерб наружным тепловым и электрическим сетям, сетям связи, водоснабжения и канализации;
- единовременные пособия членам семей погибших граждан и единовременные пособия гражданам, получившим вред здоровью;
- ущерб имуществу граждан, юридических лиц и предпринимателей, превышающий величину компенсационных выплат;
- потери сельскохозяйственной продукции в результате гибели урожая многолетних насаждений и сельскохозяйственных животных.

Величину неучтенного ущерба предлагается определять в размере 30 % от суммы оцениваемых составляющих:

$$Y_i^{\text{неучт}} = 0,3 \cdot (Y_i^{3\Delta} + Y_i^{\text{лин}} + Y_i^{\text{ликв}} + Y_i^{\text{комп}} + Y_i^{\text{сх}} + Y_i^{\text{прир}}), \quad (7)$$

Таким образом, суммарный разовый прогнозный ущерб Y_i от наводнения обеспеченностью p_i рассчитывается по формуле:

$$Y_i = Y_i^{3\Delta} + Y_i^{\text{лин}} + Y_i^{\text{ликв}} + Y_i^{\text{комп}} + Y_i^{\text{сх}} + Y_i^{\text{прир}} + Y_i^{\text{неучт}}, \quad (8)$$

Для определения вероятного среднеемноголетнего ущерба следует произвести вычисление Y_i для нескольких значений обеспеченности наводнений: построить для нескольких значений p_i зоны затопления по грациям табл. 1, рассчитать составляющие ущерба и суммарные разовые прогнозные ущербы. Совокупность ущербов разной вероятности превышения позволяет определить величину вероятного ущерба – количественного показателя риска, сочетающего вероятность наводнений и их последствия.

Среднеемноголетний вероятный ущерб от наводнений предлагается определять через величину его математического ожидания [6]:

$$M(Y) = \sum_i \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \cdot \frac{|p_i - p_{i+1}|}{100\%}, \quad (9)$$

В зависимости (9) полусумма разовых ущербов представляет собой значение ущерба с вероятностью, равной значению второй дроби, что тождественно классической форме записи математического ожидания случайной величины.

Для примера в табл. 6 представлены значения разового ущерба территории города от наводнений (по зонам затопления и суммарный) при нескольких значениях обеспеченности. График зависимости ущерба от обеспеченности и гистограмма его распределения отражены на рис. 1 и рис. 2.

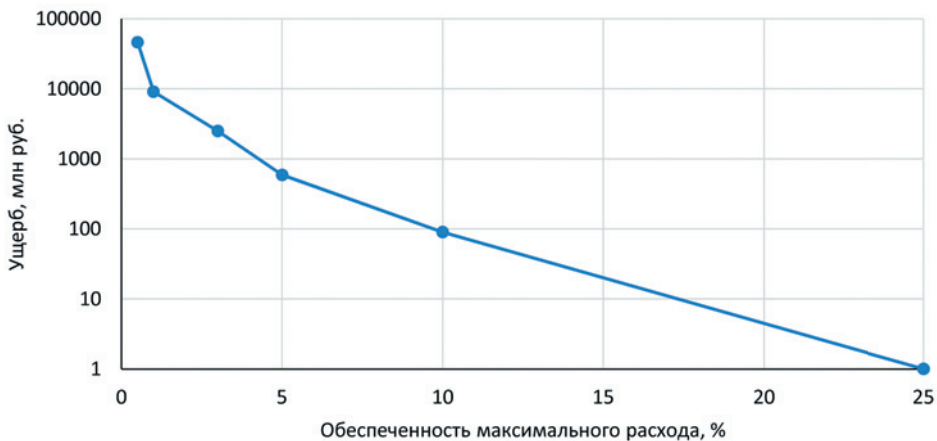


Рис. 1. Зависимость разового прогнозного ущерба от обеспеченности максимального расхода.

Fig. 1. Dependence of one-time forecast damage on the probability of exceeding.

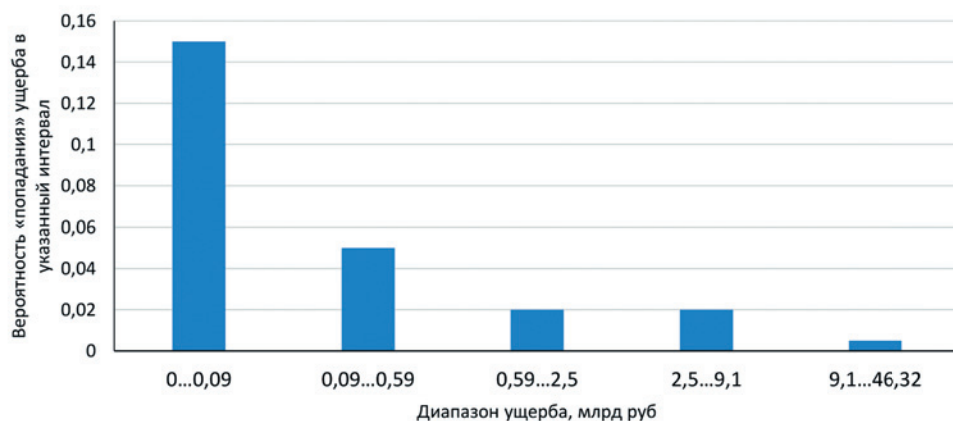


Рис. 2. Гистограмма плотности распределения ущерба.

Fig. 2. Histogram of damage distribution density.

Таблица 6. Разовый прогнозный ущерб при различных обеспеченностях максимального расхода, млн руб.

Table 6. One-time forecast damage at various levels of maximum flow rate, million rubles.

Глубина затопления, м	Обеспеченность максимального расхода, %					
	25	10	5	3	1	0,5
Менее 0,5	0	70	200	290	710	840
0,5–1,0	0	20	150	410	1030	2120
1,0–2,0	0	0	240	840	3600	15 840
Более 2,0	0	0	0	960	3760	27 520
Сумма (общий прогнозный ущерб)	0	90	590	2500	9100	46 320

Среднемноголетний вероятный ущерб от наводнений для данного примера, рассчитанный по формуле математического ожидания (9), равен:

$$\begin{aligned}
 M(Y) &= \sum_i \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \cdot \frac{|p_i - p_{i+1}|}{100\%} = \frac{(0+90)}{2} \cdot \frac{|25-10|}{100} + \dots + \frac{(9100+46320)}{2} \cdot \frac{|1-0,5|}{100} = \\
 &= 390,2 \text{ млн руб/год.} \quad (10)
 \end{aligned}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный в работе подход к прогнозу среднемноголетнего ущерба от наводнений направлен на повышение объективности оценок как самого ущерба, так и экономической эффективности планируемых водохозяйственных мероприятий.

В соответствии с этим подходом можно на основании зонирования территории рассчитать величину ущерба для различных значений обеспеченности

наводнений, а затем – его математическое ожидание, являющееся вероятным среднемноголетним значением потерь от затопления. Повышение надежности прогнозных расчетов также обеспечивает применение современных норм ценообразования в строительстве, которые позволяют объективно учитывать особенности субъектов Российской Федерации, а в ряде случаев – ценовые и климатические отличия отдельных территорий.

Данную гидролого-экономическую модель предполагается использовать и для других частных случаев: вычисления математического ожидания ущерба на основании статистических данных для крупных территорий (речной бассейн, субъект РФ), определения остаточного ущерба от наводнений после работ некапитального характера, сопоставления воздействия на риск наводнений мероприятий различного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boulange J., Hirabayashi Y., Tanoue M. et al. Quantitative evaluation of flood damage methodologies under a portfolio of adaptation scenarios // *Natural Hazards*. 2023. Vol. 118, 1855-1879. DOI: 10.1007/s11069-023-06017-7.
2. Шаликовский А.В., Курганович К.А. Управление риском наводнений в мире и в Российской Федерации // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2012. № 5. С. 21–31.
3. Olsen A.S., Zhou Q., Linde J.J., Arnbjerg-Nielsen K. Comparing methods of calculating expected annual damage in urban pluvial flood risk assessments // *Water*. 2015. № 7, 255-270. DOI: 10.3390/w7010255.
4. Scawthorn C., Flores P., Blais N., Seligson H., Tate E., Chang S., et al. HAZUS-MH flood loss estimation methodology. II. Damage and loss assessment // *Natural Hazards Rev.* 2006. № 7. 72–81. DOI: 10.1061/(ASCE)1527-6988(2006)7:2(72)
5. Шаликовский А.В. Оценка риска наводнений и зонирование паводкоопасных территорий // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2006. № 4. С. 27–35.
6. Шаликовский А.В. Риск наводнений: методы оценки и картографирования // *Водное хозяйство России*. 2012. № 2. С. 68–78.
7. Шаликовский А.В. Водные и водохозяйственные риски: анализ проблемы, концептуальные основы страхования. Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2003. 100 с.
8. Appelbaum S.J. Determination of Urban Flood Damages // *Water Resources Planning Management*. 1985. Vol. 111. № 3. 269–282. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9496(1985)111:3(269).
9. Cammerer H., Thieken A.H., Lammel J. Adaptability and transferability of flood loss functions in residential areas // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2013. Vol. 13. 3063–3081. DOI: 10.5194/nhess-13-3063-2013.
10. Notaro V., De Marchis M., Fontanazza C.M. et al. The Effect of Damage Functions on Urban Flood Damage Appraisal // *Procedia Engineering*. Vol. 70. 2014. 1251–1260. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.02.138.

REFERENCES

1. Boulange J., Hirabayashi Y., Tanoue M. et al. Quantitative evaluation of flood damage methodologies under a portfolio of adaptation scenarios. *Natural Hazards*. 2023. Vol. 118, 1855-1879. DOI: 10.1007/s11069-023-06017-7.
2. Shalikhovsky A.V., Kurganovich K.A. Flood risk management in the world and in the Russian Federation. *Bulletin of the Transbaikal State University*. 2012. No. 5. pp. 21–31.
3. Olsen A.S., Zhou Q., Linde J.J., Arnbjerg-Nielsen K. Comparing methods of calculating expected annual damage in urban pluvial flood risk assessments // *Water*. 2015. № 7, 255-270. DOI: 10.3390/w7010255.
4. Scawthorn C., Flores P., Blais N., Seligson H., Tate E., Chang S., et al. HAZUS-MH flood loss estimation methodology. II. Damage and loss assessment. *Natural Hazards Rev.* 2006. No. 7. 72–81. DOI: 10.1061/(ASCE)1527-6988(2006)7:2(72)

5. Shalikovskiy A.V. Flood risk assessment and zoning of flood-prone areas. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2006. No. 4. P. 27-35.
6. Shalikovskiy A.V. Flood risk: methods of assessment and mapping. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2012. No. 2. P. 68–78.
7. Shalikovskiy A.V. Water and water management risks: problem analysis, conceptual foundations of insurance. Ekaterinburg: Publishing house RosNIIVKh, 2003. 100 p.
8. Appelbaum S.J. Determination of Urban Flood Damages // Water Resources Planning Management. 1985. Vol. 111. № 3. 269–282. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9496(1985)111:3(269).
9. Cammerer H., Thieken A.H., Lammell J. Adaptability and transferability of flood loss functions in residential areas // Natural Hazards and Earth System Sciences. 2013. Vol. 13. 3063–3081. DOI: 10.5194/nhess-13-3063-2013.
10. Notaro V., De Marchis M., Fontanazza C.M. et al. The Effect of Damage Functions on Urban Flood Damage Appraisal // Procedia Engineering. Vol. 70. 2014. 1251–1260. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.02.138.

Сведения об авторах:

Шаликовский Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, руководитель филиала, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0000-0002-5839-3498; e-mail: vostokniivh@mail.ru;

Косарев Сергей Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент, ведущий специалист, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0009-0004-1298-6257; e-mail: kosarevsg@mail.ru

Курганович Константин Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, ведущий специалист, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0000-0002-6146-2984; e-mail: naptheodor@mail.ru

Босов Максим Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, специалист, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0000-0003-1871-1380; e-mail: max_bosov@mail.ru

Маслова Алла Владимировна, канд. техн. наук, доцент, специалист, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0009-0003-4347-4628; e-mail: maslova.alla2013@yandex.ru

Зыкова Евгения Хамимдуловна, канд. биол. наук, доцент, специалист, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0009-0006-8275-5950; e-mail: evgenia.zykova@mail.ru

Солодухин Алексей Анатольевич, ведущий инженер, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0009-0009-2123-1450; e-mail: solodyhin5@mail.ru

Кочев Денис Владимирович, инженер, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Россия, 672000, г. Чита, ул. Лермонтова, 1; ORCID: 0000-0002-7833-9712; e-mail: denis.ko4ev@yandex.ru

About the authors:

Andrei V. Shaliovskiy, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Branch Manager, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5839-3498>; e-mail: vostokniivh@mail.ru

Sergey G. Kosarev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0009-0004-1298-6257; e-mail: kosarevsg@mail.ru

Konstantin A. Kurganovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6146-2984>; e-mail: naptheodor@mail.ru

Maxim A. Bosov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Specialist, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0000-0003-1871-1380; e-mail: max_bosov@mail.ru

Alla V. Maslova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Specialist, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0009-0003-4347-4628; e-mail: maslova.alla2013@yandex.ru

Evgenia Kh. Zykova, Candidate of Biology Sciences, Associate Professor, Specialist, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0009-0006-8275-5950; e-mail: evgenia.zykova@mail.ru

Alexey A. Solodukhin, Leading Engineer, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0009-0009-2123-1450; e-mail: solodyhin5@mail.ru

Denis V. Kochev, Engineer, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection East Branch, ul. Lermontova 1, Chita, 672000, Russia; ORCID: 0000-0002-7833-9712; e-mail: denis.ko4ev@yandex.ru