

УДК 551.577.61, 614.8-052
Научная специальность: 3.2.6
EDN WQEIDE

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Проблема оценки социального риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются паводковые наводнения, и формирование путей ее решения

Олтян И.Ю.*,
Арефьева Е.В.,
Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий),
121352, Россия, г. Москва,
ул. Давыдовская, д. 7

Аннотация

В современном мире, подверженном воздействию климатических изменений, наблюдается значительный рост частоты и интенсивности паводковых наводнений, что приводит к негативным последствиям и росту социального ущерба.

В статье представлены результаты анализа научной, методической и нормативно-технической литературы, рассмотрены терминология, существующие методы и подходы к оценке социального риска (гибели) при чрезвычайных ситуациях (ЧС), источниками которых являются паводковые наводнения. Определены пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска ЧС.

На основе анализа и синтеза результатов исследований сделан вывод о том, что прогноз количества погибшего населения при реализации сценариев наводнений различной обеспеченности становится важной прикладной задачей, которую можно решить только с помощью междисциплинарного подхода.

Сформулирована научная проблема и обозначены пути ее решения.

Ключевые слова: паводковое наводнение; риск гибели в наводнениях; социальный риск ЧС; оценка риска ЧС; методы оценки риска; неопределенность.

Благодарности: авторы выражают благодарность доктору технических наук, профессору Михаилу Васильевичу Болгову за помощь, идеи и ценные советы при формировании подходов и путей решения проблемы оценки опасности паводковых наводнений.

Для цитирования: Олтян И.Ю., Арефьева Е.В. Проблема оценки социального риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются паводковые наводнения, и формирование путей ее решения // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 74–95. — EDN WQEIDE.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

The Problem of Assessing the Social Risk of Emergencies Caused by Floods, and the Formation of Ways to Solve It

Irina Yu. Oltyan*,
Elena V. Arefyeva,

All-Russian Scientific Research
Institute for Civil Defence and
Emergencies of the EMERCOM
of Russia (Federal Science and
High Technology Center),
Davydovskaya str., 7, Moscow,
121352, Russia

Abstract

In today's climate-affected world, there has been a significant increase in the frequency and intensity of floods. Such dangerous phenomena this leads to negative consequences and an increase in social damage.

The article presents the results of the analysis of scientific, methodological literature, standards, considers the terminology, existing methods and approaches to assessing the societal flood risk. Gaps in knowledge and the potential of multidisciplinary approaches to assessing the societal flood risk are identified.

Based on the analysis and synthesis of the research results, it is concluded that the forecast of the number of dead people in the flood scenarios of different probability becomes an important applied problem that can only be solved with the help of a multidisciplinary approach.

A scientific problem is formulated and ways to solve it are indicated.

Keywords: flooding; risk of death in floods; social risk; emergency risk assessment; methods of risk assessment; uncertainty.

Acknowledgments: the authors express their gratitude to the Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhail Vasilyevich Bolgov for help, ideas and valuable advice in forming approaches and ways to solve the problem of assessing the danger of floods.

For citation: Oltyan I.Yu., Arefyeva E.V. The problem of assessing the social risk of emergencies caused by floods, and the formation of ways to solve it // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):74–95. (In Russ.). — EDN WQEIDE.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Социальный риск ЧС: термин и количественные показатели
2. Современное состояние методологии оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения
3. Методологические основы и подходы к оценке социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения
4. Пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска
5. Формулирование научной проблемы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, и путей ее решения

Заключение

Список источников

Введение

Согласно определению, приведенному в нормативном документе, наводнение (inundation) — это «затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием. Наводнение может происходить в результате подъема уровня воды во время половодья или паводка, при заторе, зажоре, вследствие нагона в устье реки, а также при прорыве гидротехнических сооружений»¹. В результате таких наводнений за последние 35 лет (с 1990 г.) в Российской Федерации погибло 443 человека [1].

В условиях изменяющегося климата многие страны мира также несут колоссальные социальные потери от наводнений. По информации исследовательского центра Университета Лувена (Бельгия), представленной в ежегодном отчете «2024 Disaster in Numbers»², в 2024 г. по количеству погибших в мире наводнения занимали первое место (в 2023 — третье место) и четвертое место за период с 2004 по 2023 год. Можно ожидать, что текущий 2025 г. превзойдет все среднегодовые показатели. Так, проливные дожди на юге центральной части Техаса (США)³ в начале июля 2025 г. вызвали катастрофическое внезапное наводнение (flash flood), в результате которого погибло более 100 человек.

В Российской Федерации наводнения, в результате которых погибли один и более человек или получили вред здоровью пять и более человек, относятся к чрезвычайным ситуациям⁴ (далее — ЧС). Чрезвычайные ситуации, источниками которых являются наводнения, занимают первое место в Российской Федерации по катастрофичности [2], с учетом количества погибших и пострадавших в таких ЧС. Статистика жертв наводнений наглядно показывает, что наиболее опасными для населения являются ЧС, обусловленные паводковыми наводнениями: более 83% из числа всех погибших в наводнениях составляют жертвы паводковых наводнений (рис. 1) [1].

¹ ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения.

² 2024 Disasters in Numbers. [Электронный ресурс] URL: https://files.emdat.be/reports/2024_EMDAT_report.pdf (дата обращения: 16.05.2025)

³ Death toll from Texas flood hits triple-digits as tally of missing tops 180. [Электронный ресурс] URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/texas-floods-death-toll-creeps-up-search-rescue-continues-2025-07-08/> (дата обращения: 09.07.2025).

⁴ Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».



Рис. 1. Распределение ЧС, источниками которых являются наводнения природного характера, по количеству погибших
Источник: составлено И. Ю. Олтян по материалам [1]

Figure 1. Distribution of emergencies, sources of which are natural floods, by the number of deaths

Source: compiled by I. Yu. Oltyan based on materials [1]

Таким образом, управление рисками наводнений, в том числе социальным риском таких ЧС, особенно редких событий с катастрофическими последствиями, является актуальной задачей. Как справедливо отмечено в Терминологическом глоссарии Организации Объединенных Наций [3] (далее — ООН), мероприятия по управлению риском ЧС можно подразделить на два направления:

- управление потенциальным риском ЧС (управление как контроль) [4];
- корректирующее и компенсационное управление риском ЧС (управление остаточным риском ЧС) (управление как менеджмент) [4].

Еще более 3 тыс. лет назад выполнялись мероприятия по управлению потенциальным риском ЧС, обусловленных наводнениями. Известны случаи строительства противопаводковых дамб в Древнем Египте, Китае и Древнем Риме [5]. В современном мире одним из наиболее ярких примеров риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности при наводнениях является нидерландская система защиты от наводнений, которая начала развиваться после катастрофического наводнения в Северном море в Нидерландах в 1953 г., унесшего жизни более 1,8 тыс. человек [6]. В настоящее время в Нидерландах при разработке документов стратегического развития территорий обязательным к применению является Стандарт безопасности от наводнений, основанный на

анализе «затраты-выгоды», то есть на экономическом оптимуме между ожидаемым ущербом от наводнений и ожидаемыми затратами на улучшение защиты от наводнений [7–10]. Оцениваемыми показателями риска наводнений являются индивидуальный и социальный риск гибели, а также экологический риск. Такой подход Нидерландов можно рассматривать как экономическую модель управления рисками наводнений, сочетающую надежные инженерные методы защиты с социально ориентированной безопасностью.

В Российской Федерации существует запрет на строительство объектов капитального строительства, не обеспеченных сооружениями и (или) методами инженерной защиты территорий и объектов от негативного воздействия вод⁵. Однако это требование должно выполняться только для нового строительства. Исторически люди селились вдоль рек, и в настоящее время в Российской Федерации в зоне возможного затопления проживает более 4,6 млн чел. [11]. В условиях роста масштабов и интенсивности опасных природных процессов становится актуальной задача разработки единой методологии для анализа и оценки социального риска подобных ЧС с учетом наличия широкого спектра неопределенностей. Также стоит отметить, что определение количественных показателей риска ЧС (оценка риска), в том числе источниками которых являются наводнения, обязательно при разработке паспорта безопасности территории субъекта Российской Федерации и муниципального образования⁶.

Управление риском ЧС в Российской Федерации как новое научное направление начало формироваться после ряда аварий и катастроф в СССР, а затем и в Российской Федерации [12]. Вместе с тем специалисты отмечают [13], что к настоящему времени методологическая база и методические подходы к оценке риска лучше всего проработаны для техногенного риска, включая риск техногенных ЧС.

В статье проведен анализ терминологии, методологии, нормативно-технических документов, методик и результатов научных исследований по вопросам оценки социального риска ЧС, источниками которых являются

паводковые наводнения. Предложены новые метрики оценки социального риска ЧС, а также определены перспективные направления исследований в этой области.

1. Социальный риск ЧС: термин и количественные показатели

Вплоть до настоящего времени термины, связанные с риском (риском ЧС), имеют различное толкование в официальных и научных источниках. В настоящей работе не будем останавливаться на рассмотрении общего понятия риска, а остановимся подробнее на термине «социальный риск ЧС».

Терминология, используемая в Российской Федерации для определения термина «социальный риск», значительно отличается как между различными федеральными органами исполнительной власти, так и в пределах одного Министерства (МЧС России). Так, национальным стандартом ГОСТ Р 55059 социальный риск ЧС определен как «количественный показатель риска чрезвычайной ситуации, определяемый как вероятность гибели на рассматриваемой территории за год одновременно более чем десяти человек в результате возможного воздействия всей совокупности поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации»⁷. Вместе с тем статистика неуклонно свидетельствует, что при таком понимании социального риска ЧС более чем в половине субъектов Российской Федерации он равен единице [14, 15]. Значение граничного числа одновременно погибших в ЧС (более десяти человек) также не получило своего научно-методического обоснования и требует уточнения.

Определение термина «социальный риск» приведено в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности⁸: «Социальный пожарный риск — степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара». Это определение требует пояснения: в чем измеряется степень опасности и для какой именно группы людей определяется социальный пожарный риск.

Другой подход к социальному риску используется в Ростехнадзоре при разработке декларации безопасности опасного производственного объекта. Так,

⁵ «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ.

⁶ Приказ МЧС России от 28.09.2021 № 639 «О внесении изменений в типовой паспорт безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, утвержденный приказом МЧС России от 25 октября 2004 г. № 484». Зарегистрировано в Минюсте РФ 22 марта 2022 г. Регистрационный № 67845.

⁷ ГОСТ Р 55059-2012 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения».

⁸ ФЗ РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», ст. 2, п. 43.

в Руководстве по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» под социальным риском (или риском поражения группы людей) понимается « $F(x)$ — зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N (представляется в виде соответствующей F/N -кривой)»⁹. Преимуществом такого подхода к оценке социального риска является его универсальность и наглядность. Однако требуется уточнение определения в контексте наводнений.

В зарубежных изданиях одно из первых определений социального риска (social risk) приведено в монографии В. Маршалла «Основные опасности химических производств» [16]: «социальный риск (social risk) — зависимость риска (частоты возникновения) событий, состоящих в поражении определенного числа людей, подвергаемых поражающим воздействиям определенного вида при реализации определенных опасностей, от этого числа людей. Характеризует масштаб катастрофичности опасности».

Другое, но схожее определение социального риска (societal risk) применительно к наводнениям приведено в докторской диссертации С. Джонсмана, представленной к защите в Делфтском технологическом университете: «вероятность превышения (в год) опасных случаев с определенным количеством погибших» [6]. Аналогичные определения даны в работах [9, 17–19].

В качестве метрик (количественных показателей) социального риска предлагается использовать:

- частоту несчастных случаев со смертельным исходом (Fatal accident rate, FAR): ожидаемое количество смертельных случаев на единицу воздействия (может быть выражено в расчете на миллион отработанных часов, на взлет самолета, на пройденный километр, на час транспортировки, на длину трубы и др.) (используется в основном для оценки техногенного риска)¹⁰;
- потенциальную потерю человеческой жизни (Potential loss of life, PLL): статистически ожидаемое

число смертельных исходов в определенной популяции в течение определенного периода времени¹¹;

- диаграмму Фармера (FN диаграмма): графическое представление уровня социального риска. На диаграмме Фармера ось X — число погибших N , ось Y — частота событий, в которых погибло не менее N человек. FN диаграмма представляет множественное кумулятивное распределение вероятностей наступления событий [16, 19].

Анализ терминологии в области риска, в том числе риска ЧС, позволил уточнить формулировки ранее определенных понятий и показателей риска ЧС и ввести новое понятие «метрика (количественный показатель) социального риска ЧС».

В дальнейшем в работе под социальным риском (гибели) в ЧС будет пониматься вероятность гибели не менее N человек при возникновении ЧС с определенной частотой [14, 15].

В рамках исследования предлагается формализовать две метрики (количественных показателей) социального риска чрезвычайных ситуаций, вызванных паводковыми наводнениями, которые либо принципиально отличаются от аналогов, определенных в действующем национальном стандарте¹², либо являются оригинальной разработкой авторов:

Метрика 1: F-N диаграмма (Frequency-Number diagram, диаграмма частоты — количества жертв) — зависимость количества потерь (гибели) группы населения от частоты реализации различных сценариев ЧС за заданное время¹³ [15, 20, 21]. Применительно к паводковым наводнениям можно сделать допущение, что частота реализации различных сценариев F — дискретная величина, характеризующая вероятность превышения прогнозируемого уровня воды над всей совокупностью всех возможных его значений (обеспеченность гидрологической характеристики).

Метрика 2: Интегральный показатель уровня социального риска ЧС, отражающий уровень опасности паводкового наводнения для социума, представляет

⁹ Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»

¹⁰ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

¹¹ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

¹² ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения; ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайных ситуаций. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.

¹³ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

собой площадь под F-N диаграммой и определяется по зависимости (1) [22]:

$$R_s = \int_1^{\max N} F(N) dN = \int_1^{\max N} \frac{1}{T} \sum_{i=1}^k E_{N_i \geq N} dN, \quad (1)$$

где:

E (emergency) — ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

k — общее количество ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

N_i — число погибших в i -й ЧС,

$\max N$ — максимально возможное количество погибших при возникновении ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

T — период наблюдений (лет);

$F(N)$ — ступенчатая функция (F - N диаграмма).

По нашему мнению, использование предложенных метрик позволит применять методы бенчмаркинга для сопоставления муниципальных образований по уровню социального риска ЧС, обусловленных паводковыми наводнениями, путем сравнения с «эталонными» территориями, обладающими сопоставимыми природно-климатическими и демографическими условиями, но демонстрирующими минимальные значения социального риска ЧС. Такой подход позволит выявлять отклонения от референтных значений социального риска ЧС на эталонных территориях, формировать приоритетные направления управления риском и планировать мероприятия по его снижению, с учетом лучших практик и ресурсных ограничений.

2. Современное состояние методологии оценки риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются наводнения

Terje Aven, профессор риск-анализа и риск-менеджмента Университета Ставангера (Норвегия), разделяет науку о рисках (Risk Science) на два уровня знаний [23]:

- общая наука о рисках (Generic risk science) включает концепции, методологию, методы и модели для анализа рисков, в том числе оценку последствий и оценку неопределенностей;
- прикладная наука о рисках (Applied risk science) применяется к конкретным случаям, например, к оценке риска ЧС, источниками которых являются наводнения.

Методы прикладной науки о рисках в достаточной степени формализованы: утверждены международные и национальные стандарты по терминологии и методам оценки риска (риска ЧС)¹⁴. Так, оценка риска ЧС — «общий процесс идентификации опасности, анализа и сравнительной оценки риска чрезвычайной ситуации»¹⁵.

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с использованием одного или нескольких методов разного уровня сложности¹⁶.

Опубликовано значительное количество работ по практическому применению методов оценки риска ЧС для оценки риска наводнений. В работах сделан акцент на использовании одного или нескольких методов. В таблице приведен перечень методов оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения, применяемых в зависимости от этапа оценки риска ЧС.

В следующем разделе рассмотрим более подробно эволюцию методов оценки социального риска природных ЧС, в том числе источниками которых являются наводнения в Российской Федерации.

3. Методологические основы и подходы к оценке социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения

После утверждения в 1991 г. Государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска природных и техногенных катастроф» в Российской Федерации стала активно развиваться теория природных опасностей и стихийных бедствий, включая

¹⁴ ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения; ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска; ГОСТ Р 22.2.06-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта; ГОСТ Р 22.2.02-2015 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайной ситуации при разработке проектной документации объектов.

¹⁵ ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения.

¹⁶ ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

Таблица. Методы оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения (терминология ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011)

Table. Methods for assessing the risk of emergencies originating from floods (terminology GOST R ISO/IEC31010-2011)

Этапы процесса оценки риска ЧС	Наименование метода ¹⁷	Применимость	Авторы и публикации
Идентификация риска	Анализ сценариев	Рассмотрение возможного развития событий в будущем, их значимости и последствий	[20, 24, 25]
Оценка последствий	Марковский анализ	Применим для систем, когда будущее состояние системы зависит только от ее текущего состояния (для наводнений применимо для описания закономерностей многолетних колебаний стока в виде простой цепи Маркова)	[26]
	Байесовский анализ и сети Байеса	Графовая вероятностная модель, представляющая собой множество переменных и их вероятностных зависимостей по Байесу	[27, 28]
	Оценка токсикологического риска	Оценка доза-воздействие при оценке воздействия поражающих факторов источников ЧС, в том числе наводнений	[10, 29]
	Моделирование методом Монте-Карло	Используя метод Монте-Карло или другие статистические методы, проводится моделирование для генерации большого количества возможных сценариев наводнений. Для каждого сгенерированного сценария рассчитывается вероятность возникновения (F) и ожидаемое число жертв (N). Эти данные используются для анализа риска	[22, 30]
Оценка вероятностных характеристик	HRA (human reliability assessment) – анализ влияния человеческого фактора	Анализ влияния человеческого фактора на: сроки предоставления прогноза ЧС; сроки передачи сигнала экстренного оповещения; сроки начала эвакуации; на агентную модель поведения толпы в условиях эвакуации	[31, 32, 33, 34]
	Анализ дерева событий (event-tree analysis)	Анализ дерева событий (event-tree analysis)	[35]
Оценка уровня риска	Построение FN диаграмм	Графическое представление вероятности событий, вызывающих уровень опасных воздействий для определенной группы лиц	[22, 24]
	Анализ видов и последствий отказов (FMEA – failure mode effect analysis)	Сочетание последствий и вероятности	[36, 37, 38]
Сравнительная оценка риска ЧС	Матрица последствий и вероятностей	Используется для перехода от количественных к качественным оценкам	Получена типология субъектов РФ по степени опасности наводнений [39]
	Индексы риска	Меры риска, полученные с применением балльных шкал	Получены индексы природной опасности наводнений [39, 40]

методы оценки и картографирования природного риска — совмещения карт вероятности развития опасных процессов различной интенсивности с картами уязвимости объектов. В том числе благодаря этим работам сложилось общепринятое в Российской Федерации понимание риска как «вероятностной меры потерь, которая может быть установлена путем умножения

вероятности процесса на величину возможного ущерба от него» [41] (рис. 2).

Вместе с тем стоит отметить, что при формировании методологии оценки риска ЧС в конце XX — начале XXI веков основное внимание было уделено проблеме промышленной безопасности и безопасности сложных технических систем [12]. Оценке риска

¹⁷ ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

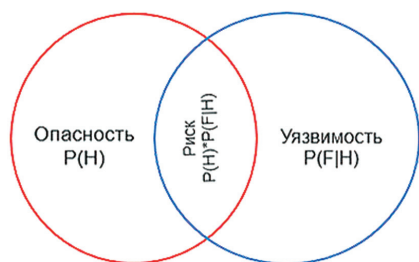


Рис. 2. Схема формирования риска от внешней опасности [36]

Figure 2. Diagram of external hazard risk formation [36]

природных опасностей уделялось значительно меньше внимания. В публикациях того времени выделяется специальное совместное издание Российской академии наук и МЧС России — монография в шести томах «Природные опасности России». Заключительный том монографии посвящен методам оценки природных рисков, в том числе рисков ЧС, источниками которых являются наводнения [41].

Применительно к природным рискам, в коллективной монографии [36] А. Л. Рагозиным введено понятие «физического риска» и рассматривается отказ объекта — реципиента опасности — выполнять определенные действия. Для территорий простейшим видом отказа является любой случай выведения из строя отдельных площадей в результате их поражения (например, наводнениями).

Также в работе [36] впервые введен показатель социального риска поражения населения (вероятность оказаться в зоне воздействия опасности и понести потери, включая летальные исходы), и приведено его математическое выражение [36]:

$$R_s(H) = P^*(H) \times \frac{S_H}{S_T} \times d_p, \quad (2)$$

где:

$P^*(H)$ — частота возникновения опасности H , численно равная ее статистической вероятности (случаев/год);

S_T — площадь территории, км²;

S_H — площадь поражения территории опасностью H , км²;

d_p — плотность населения, чел./км².

Рисунок 3 иллюстрирует переменные S_T и S_H , используемые в формуле (2).

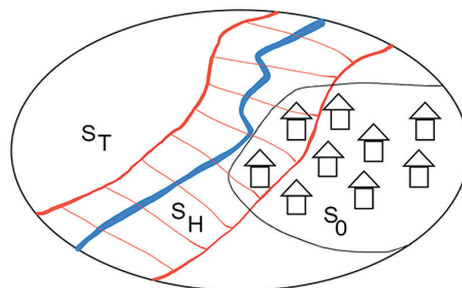


Рис. 3. Поражение освоенной части (S_0) территории муниципального образования опасностью (наводнение).

Источник: составлено И. Ю. Олтян по материалам [36]

Figure 3. Damage to the developed part (S_0) of the territory of the municipality by danger (flood).

Source: compiled by I. Yu. Oltyan based on materials [36]

Отмечено, что данный тип риска «может в перспективе стать одним из основных показателей для предварительной оценки безопасности крупных территорий, особенно в мелком и обзорном масштабах, когда, как правило, отсутствует достоверная информация о потерях и степени защищенности объектов хозяйства и населения от отдельных опасностей» [36].

Работы А. Л. Рагозина [36, 42, 43] внесли значительный вклад в предметную область настоящего исследования. Он одним из первых в Российской Федерации рассматривал социальный риск с учетом уязвимости населения при воздействии поражающих факторов определенной интенсивности, разрушительной силы и длительности воздействия [36]:

$$R_s(H) = R_i(H) \times D_p = P^*(H) \times V_s(H) \times D_p, \quad (3)$$

где:

$R_s(H)$ — полный социальный риск погибнуть от опасности H , равный числу летальных исходов от этой опасности в течение года, чел./год;

D_p — общая численность населения в пределах оцениваемой территории, чел.;

$V_s(H)$ — социальная уязвимость населения для опасности H определенного генезиса и интенсивности, доли единицы.

Вместе с тем, по мнению авторов, недостатком принятого показателя социального риска поражения населения является то, что при таком подходе не учитывается воздействие на население поражающих факторов ЧС, источниками которых являются

наводнения: в формуле в явном виде отсутствует параметрический закон поражения людей и дифференциация населения по степени уязвимости, рассмотрен лишь некий интегральный показатель социальной уязвимости граждан.

В те же годы (конец XX-начало XXI века) исследования по оценке и управлению риском ЧС продолжались в Центре стратегических исследований гражданской защиты МЧС России и ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) под руководством В. А. Акимова.

В работах [44, 45] изложены подходы к прогнозированию индивидуального риска при наличии статистических данных:

$$R_i(H) = \frac{M(\Delta t) \times \bar{n}(\Delta t)}{N}, \quad (4)$$

где:

$M(\Delta t)$ — математическое ожидание числа опасных событий H на территории возможного нахождения индивида из оцениваемой группы;

N — численность группы, на которую распространяется полученный прогноз (оценка);

$\bar{n}(\Delta t)$ — среднее число погибающих от рассматриваемого опасного события H .

При отсутствии статистических данных среднее число погибших предложено оценивать с помощью математических моделей, например, по формуле (5) [45]:

$$\bar{n}(\Delta t) = M(\Delta t) \times S_{\text{зп}} \times D, \quad (5)$$

где:

$S_{\text{зп}}$ — средняя площадь зоны поражения при реализации опасного события, км²/событие;

D — средняя плотность населения в районе возможных опасных событий, чел./км².

Отмечено, что в общем случае социальный риск является «интегральной характеристикой опасности определенного вида в конкретном географическом районе» [45] и оценивается вероятностным распределением числа смертей от определенных причин. Зависимостей для оценки степени поражения человека поражающими факторами наводнения и социального риска ЧС в работах [44, 45] не приведено.

Подходы А. Л. Рагозина к оценке социального риска природных ЧС легли в основу Методики комплексной

оценки индивидуального риска ЧС природного и техногенного характера¹⁸ (далее — Методика).

В Методике основным моделируемым параметром социального риска ЧС является возможное количество погибших, которое определяется по зависимости:

$$M(N) = \iint_{S_r} \int_{\Phi_{\min}}^{\Phi_{\max}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) \cdot \psi(x, y) d\Phi dx dy, \quad (6)$$

где:

$\Phi_{\min}, \Phi_{\max}$ — соответственно минимально и максимально возможное значение поражающего фактора для рассматриваемой ЧС;

$P(\Phi)$ — параметрический закон поражения людей;

$f(x, y, \Phi)$ — функции плотности распределения интенсивности поражающего фактора в пределах площадки с координатами (x, y) ;

S_r — площадь города;

$\psi(x, y)$ — плотность населения в пределах рассматриваемой площадки.

4. Пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска

Использование формулы (6) в практической деятельности вызывает определенные затруднения. Кроме того, при реализации сценария паводкового наводнения заданной обеспеченности имеются следующие методические и методологические пробелы, описанные ниже.

1) Межгосударственным стандартом ГОСТ 22.0.06-2023¹⁹ установлено, что основным поражающим фактором ЧС, источниками которых являются паводки (дождевые паводки), является «подъем уровня воды на защищаемой территории».

¹⁸ Методика комплексной оценки индивидуального риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. М.: ВНИИ ГОЧС, 2002. Прошла экспертизу Межведомственного координационного научного совета по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (МВКНС) (протокол от 25.06.2002 № 2 (13) и аттестована Межведомственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (МВК) (протокол от 29.10.2002 № 4).

¹⁹ ГОСТ 22.0.06-2023 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий».

Однако следует учитывать, что сам по себе факт «подъема уровня воды» представляет собой лишь физическое проявление гидрологического процесса, не оказывая непосредственного поражающего воздействия на население, объекты экономики или инфраструктуру. В контексте анализа рисков ЧС в качестве поражающего фактора следует рассматривать не сам уровень воды как таковой, а сопутствующие негативные последствия, вызванные этим процессом, такие как:

- воздействие гидродинамического давления, разрушение зданий и сооружений;
- затопление территорий с последующим нарушением жизнедеятельности населения, нарушением цепочек поставок и бизнес-процессов;
- эрозия почв и подмыв фундаментов зданий;
- загрязнение источников питьевой воды и распространение инфекций.

Таким образом, «подъем уровня воды» целесообразно трактовать как предпосылку возникновения комплекса поражающих факторов, а не как самостоятельный поражающий фактор в строгом смысле этого термина. Для корректного определения факторов риска ЧС и оценки ущерба необходимо переходить от описания общего явления к конкретным механизмам воздействия, включая:

- непосредственное воздействие — гидродинамическое воздействие потока воды (в случае социального риска ЧС — воздействие на человека) [40];
- отсроченное воздействие — гидрохимическое воздействие потока воды (загрязнение источников водоснабжения, инфекционные заболевания).

Термическое воздействие холодной паводковой воды следует рассматривать как самостоятельный поражающий фактор, влияющий на жизнеспособность пострадавшего населения и эффективность проведения спасательных работ. Этот фактор обусловлен переохлаждением организма, ускоренным развитием гипотермии и сопутствующими рисками для здоровья людей и животных, а также воздействием на физические характеристики зданий и инфраструктуры.

Таким образом, для целей практической оценки и управления рисками ЧС целесообразно дополнить формулировку поражающих факторов паводков и наводнений более конкретными характеристиками, отражающими действительные механизмы воздействия на население, а также разработать параметрический закон поражения людей $P(\Phi)$ паводковыми водами с учетом

их антропометрических и социально-демографических особенностей.

2) Методическая база моделирования параметров поражающих факторов и картографирования паводковых наводнений многообразна, имеет разную степень детализации, во многом определяется пространственным масштабом гидрологических процессов и их чрезвычайно большой пространственной изменчивостью.

Анализ существующих моделей и методов моделирования параметров паводковых наводнений показал, что:

- водно-балансовые методы²⁰ [46], применяемые для расчета стока, требуют большого количества различных гидрометрических и гидроморфологических данных, не учитывают социально-демографические характеристики территории (плотность населения, уязвимость, доступность путей эвакуации), что делает их недостаточными для прямой оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

- физико-статистические методы [47, 48] при наличии архивов паводков (хотя бы 20–30 лет) позволяют прогнозировать параметры поражающих факторов паводковой волны и другие параметры паводкового наводнения, однако их применение для оценки социального риска таких ЧС ограничено. Они не обеспечивают интеграции данных о населении, критической инфраструктуре и социально-экономических последствиях, а их точность критически зависит от полноты и качества исторических наблюдений;

- статистические модели [49, 50], хотя и дополняют физические и пространственно-динамические модели, позволяют напрямую оценить риск для населения, так как работают с усредненными значениями и вероятностными гидрологическими характеристиками, не учитывая пространственное распределение уязвимого населения;

- методы, основанные на модели формирования стока²¹ [51, 52], чувствительны к входным гидрометрическим данным и могут быть применены только на изученных в гидрологическом плане территориях. Для целей оценки социального риска ЧС они недостаточны, поскольку не отражают сценариев развития

²⁰ Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1, Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Л.: ГИМИЗ, 1989, 258 с.

²¹ Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. СПб.: ГГИ, Нестор-История, 2009. 190 с.

ЧС и не позволяют оценить потенциальное число пострадавших;

- математические модели, направленные на оценку максимального подъема уровня воды и прогнозирование зон затопления местности в местах, не оборудованных пунктами гидрометрического наблюдения, или в зонах с недостаточно длинными рядами гидрометрических наблюдений, представлены фрагментарно. Отсутствие таких оценок затрудняет построение достоверных карт зон риска для целей предупреждения и эвакуации населения;

- методов для решения задачи по определению продолжительности затопления местности при наводнении крайне мало. Между тем, именно продолжительность затопления местности определяет масштаб социально-экономических последствий и необходимость проведения эвакуационных мероприятий;

- примеры определения зон затопления местности при наводнениях редкой повторяемости (0,5% обеспеченности и реже) единичны и часто представлены как тестовые примеры, что не позволяет проводить оценку социального риска ЧС для экстремальных событий;

- цифровые модели рельефа (ЦМР) при оценке социального риска таких ЧС используются недостаточно. Вместе с тем, ЦМР играют ключевую роль в моделировании и прогнозировании параметров

наводнений, поскольку рельеф местности напрямую влияет на поверхностный сток, распределение воды и вероятность наводнений [53].

В целом, большинство работ носят теоретико-методический характер либо отражают применение разработанного метода к локальным местам с отсутствием обоснования возможности масштабирования и, как правило, не позволяют использовать результаты в практической деятельности органов, специально уполномоченных на решение задач в области защиты населения от паводковых наводнений.

3) В формулах (4)–(6) в качестве параметра используется средняя плотность населения. Вместе с тем население муниципального образования представляет собой неоднородную структуру, отличающуюся своим возрастом, а также показателями уязвимости и устойчивости к воздействию поражающих факторов паводковой воды.

Нами проанализированы открытые источники, содержащие информацию о возрастных характеристиках жертв наводнений в городах: Новый Орлеан (2005 г., США), Крымск (2012 г., Россия), Тулун (2019 г., Россия) и земле Рейнланд-Пфальц (2021 г., Германия) [6, 54–56]. На рисунке 4 приведена обобщенная диаграмма, показывающая распределение жертв по возрасту в рассмотренных выше ЧС.

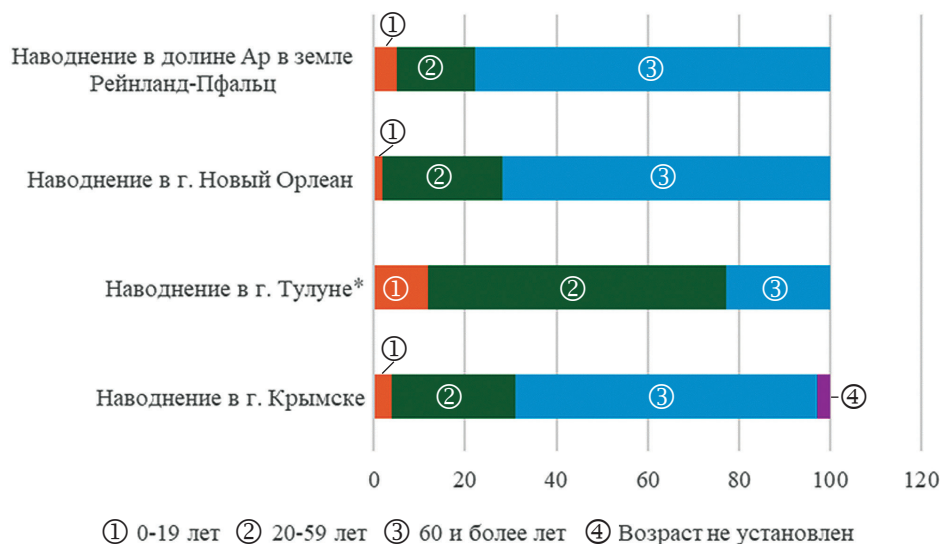


Рис. 4. Обобщенная диаграмма, показывающая распределение жертв (погибших и получивших вред здоровью) в рассмотренных выше ЧС²²

Источник: разработано И. Ю. Олтян

Figure 4. Generalized diagram showing the distribution of victims (dead and injured) in the above emergencies

Source: developed by I. Yu. Oltyan

²² Примечание: в г. Тулуна показано распределение получивших вред здоровью, в остальных ЧС – распределение погибших.

Анализ четырех крупномасштабных ЧС, источниками которых являлись высокие уровни воды, показывает, что наиболее уязвимыми в наводнениях являются люди старше 60 лет. Вместе с тем приходится признать, что недостаток и фрагментарность данных, отсутствие в открытых источниках информации о местоположении погибших и получивших вред здоровью, распределение их по полу, возрасту, трудоспособности и прочим признакам препятствуют корректному использованию методов математической статистики в целях оценки риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения.

4) Как правило, при оценке негативных последствий наводнения для населения не учитываются поведенческие факторы населения, подверженного воздействию паводковых вод.

Так, несмотря на установление федеральным законодательством²³ обязанности граждан Российской Федерации эвакуироваться с территории, на которой существует угроза возникновения ЧС, или из зоны чрезвычайной ситуации при получении информации о проведении эвакуационных мероприятий, последний опыт реагирования на ЧС, источником которого были высокие уровни воды (наводнение в Уральском федеральном округе весной 2024 г.), показал, что многие жители принимали самостоятельное решение и не покидали свои дома²⁴, либо эвакуация проводилась по факту затопления территории.

Анализ исследований поведения человека в условиях наводнений [54, 57, 58] позволил получить интересные и важные результаты:

- информирование населения, его готовность к адекватным действиям снижает количество погибших и пострадавших, но не снижает ущерб;
- выполнение инженерно-технических мероприятий по защите населенных пунктов снижает ущерб зданиям и сооружениям, но не снижает количество погибших и пострадавших при отсутствии у них знаний и опыта.

Представленные выше результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

• формально наличие обязанности к эвакуации не обеспечивает фактического ухода из зоны ЧС, как показал пример наводнения в Уральском федеральном округе в 2024 г.;

• действия людей при угрозе наводнения не всегда рациональны, зависят от субъективных и психологических факторов и могут включать внутреннюю борьбу между риском и сохранением имущества;

• эмоциональные реакции (любопытство, страх, паралич действий) и адаптивные паттерны, сформированные прошлым опытом ЧС;

• предыдущий опыт ЧС сказывается на поведении в аналогичной ситуации в будущем, но нельзя однозначно утверждать, повысится или понизится адаптивность к действиям в ЧС;

• рискованное поведение — ключевой фактор гибели при наводнениях;

• пассивное поведение (неспособность эвакуироваться, неосведомленность) встречается реже, но при сочетании определенных условий среды может привести к гибели.

Таким образом, для целей практического управления социальным риском ЧС целесообразно дополнить формулу (6) моделью поведения человека в экстремальной ситуации.

5) Вероятностные составляющие оповещения населения и выполнения эвакуационных мероприятий являются важными компонентами социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения. Так, в 2012 г. в результате федеральной ЧС, источником которой являлось паводковое наводнение, погиб 171 человек, из них в г. Крымске Краснодарского края — 153 человека [55]. Одними из основных факторов, совокупность которых привела к возникновению ЧС федерального уровня со столь значительным количеством погибших, являлись [55]: несвоевременное оповещение и информирование населения об угрозе и масштабах ЧС, а также отсутствие эвакуационных мероприятий из-за несвоевременного принятия решения органами исполнительной власти о применении существующих систем оповещения населения. Эмпирические исследования показывают, что домохозяйства, получившие предупреждение о наводнении, на 20–50% чаще принимали экстренные меры по снижению риска наводнений по сравнению с теми, кто оповещен не был [59]. Своевременные эвакуационные мероприятия снижают количество человек, подверженных воздействию

²³ ФЗ РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

²⁴ Паводок приходит, разум уходит: психология отказа от эвакуации. [Электронный ресурс] URL: <https://dzen.ru/a/ZhZgQiZQKSM6bOMs#pochemu> (дата обращения: 15.04.2025).

поражающих факторов ЧС, в том числе источниками которых являются паводковые наводнения. Таким образом, для целей практического управления социальным риском ЧС целесообразно дополнить формулу (6) вероятностью эвакуации населения в условиях паводкового наводнения.

6) В работе [23] определены особенности прикладной науки о рисках, среди которых следует отметить ключевую проблему — неопределенность [60], выражаемую:

- в наличии неполных или неточных данных (недостаточные ряды наблюдений, пропуски данных и пр.);
- во влиянии внешних факторов на реализацию сценариев развития кризисных ситуаций и их вероятности (человеческий фактор, экономические или социальные изменения).

Неопределенность делится на два типа²⁵:

- алеаторная неопределенность, связанная со случайным (стохастическим) характером паводковых наводнений;
- эпистемическая неопределенность, связанная с неполнотой или неточностью знаний об объекте или процессе.

Рассмотрим неопределенность в прогнозе уровня воды заданной обеспеченности и, как следствие, глубины затопления местности. Для моделирования распределения вероятностей событий, таких как максимальные уровни и максимальные расходы, в гидрологии используется трехпараметрическая функция распределения Крицкого-Менкеля. Она позволяет описывать распределения редких событий, таких как экстремальные значения (например, паводки редкой повторяемости, катастрофические наводнения)²⁶. Также могут применяться распределения Пирсона III типа и логарифмическая регрессия [61, 62] (рис. 5, 6).

Анализ рис. 5, 6 наглядно показывает, что глубина затопления местности при наводнении заданной обеспеченности может быть как недооценена, так и переоценена, что необходимо учитывать при принятии управленческих решений, основанных на оценке риска ЧС.

Одним из подходов к учету неопределенности является использование интервальной вероятности [13].

²⁵ ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска (Переиздание).

²⁶ СП 529.1325800.2023 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

5. Формулирование научной проблемы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, и путей ее решения

Таким образом, в отличие от техногенной опасности, где вопросы оценки социального риска аварий методически обустроены, вопросы оценки социального риска (гибели) населения в паводковых наводнениях, в том числе катастрофических, с нашей точки зрения, изучены недостаточно. Отсутствует комплексный междисциплинарный подход к такому явлению, как социальный риск (гибели) в ЧС, обусловленных паводковыми наводнениями. Перечисленные противоречия требуют большой систематизированной работы и дальнейших исследований в рамках этой темы.

Из анализа чрезвычайных ситуаций, источниками которых явились паводковые наводнения, а также из анализа научных публикаций выявлено, что проблема оценки и управления социальным риском ЧС, возникающих в результате паводковых наводнений, является междисциплинарной и межведомственной. Проблема может быть решена путем выработки комплекса мер:

- нормативно-правовых;
- нормативно-технических;
- научно-исследовательских и научно-методических;
- административных;
- экономических;
- психолого-педагогических;
- инженерно-технических;
- информационных.

В последние десятилетия проблема оценки и управления социальным риском ЧС, источником которых являются паводковые наводнения, находится в стагнации. Причиной тому как внутренние социально-экономические, так и внешние факторы. Требуется комплексный междисциплинарный подход к вопросу управления риском таких ЧС.

Целью работы является сбережение народа России и обеспечение общественной безопасности путем повышения эффективности управления социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации в соответствии с положениями Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий

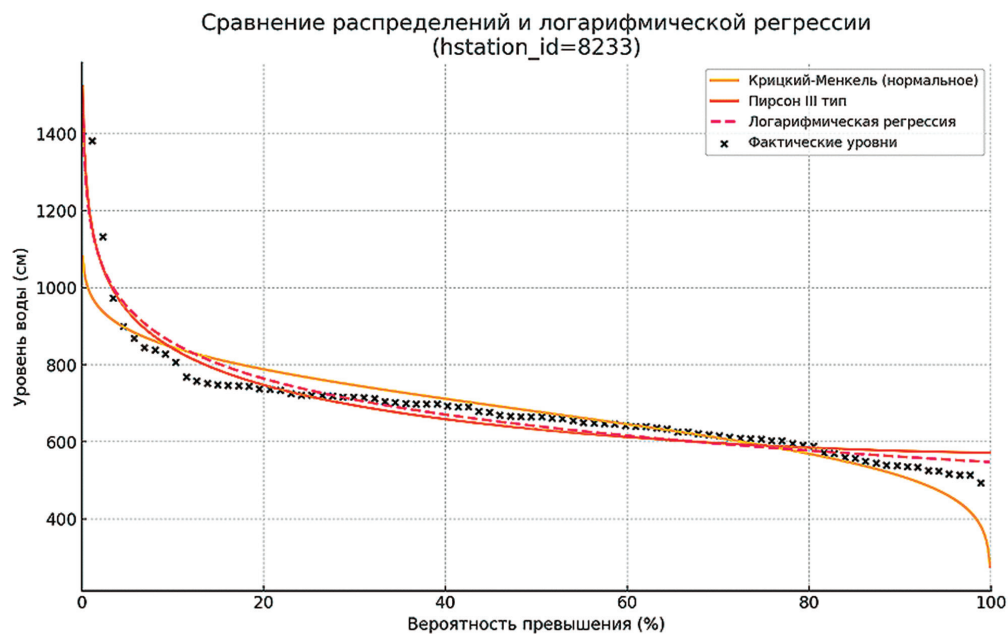


Рис. 5. Сравнение распределений Крицкого-Менкеля, Пирсона III типа и логарифмической регрессии для гидропоста 8233

Источник: составлено И.Ю. Олтян

Figure 5. Comparison of Kritsky-Menkell, Pearson type III distributions and log regression for gauging station 8233

Source: compiled by I.Yu. Oltyan

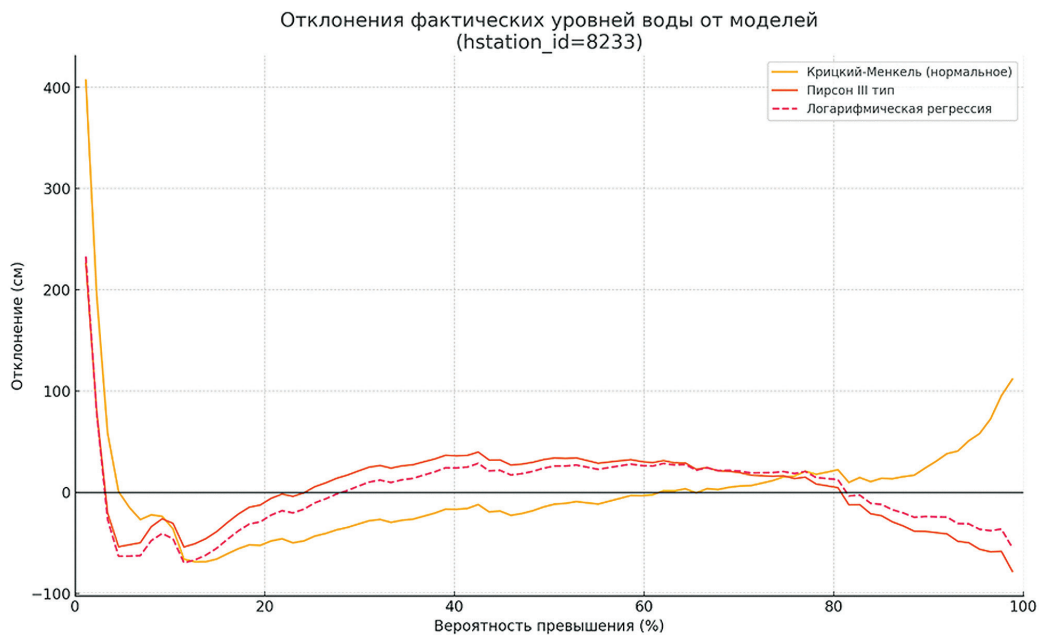


Рис. 6. Отклонение фактических уровней воды от модельных (положительные значения — модель недооценивает уровень воды, отрицательные значения — модель переоценивает уровень воды)

Источник: составлено И.Ю. Олтян

Figure 6. Deviation of actual water levels from model levels (positive values — model underestimates water level, negative values — model overestimates water level)

Source: compiled by I.Yu. Oltyan

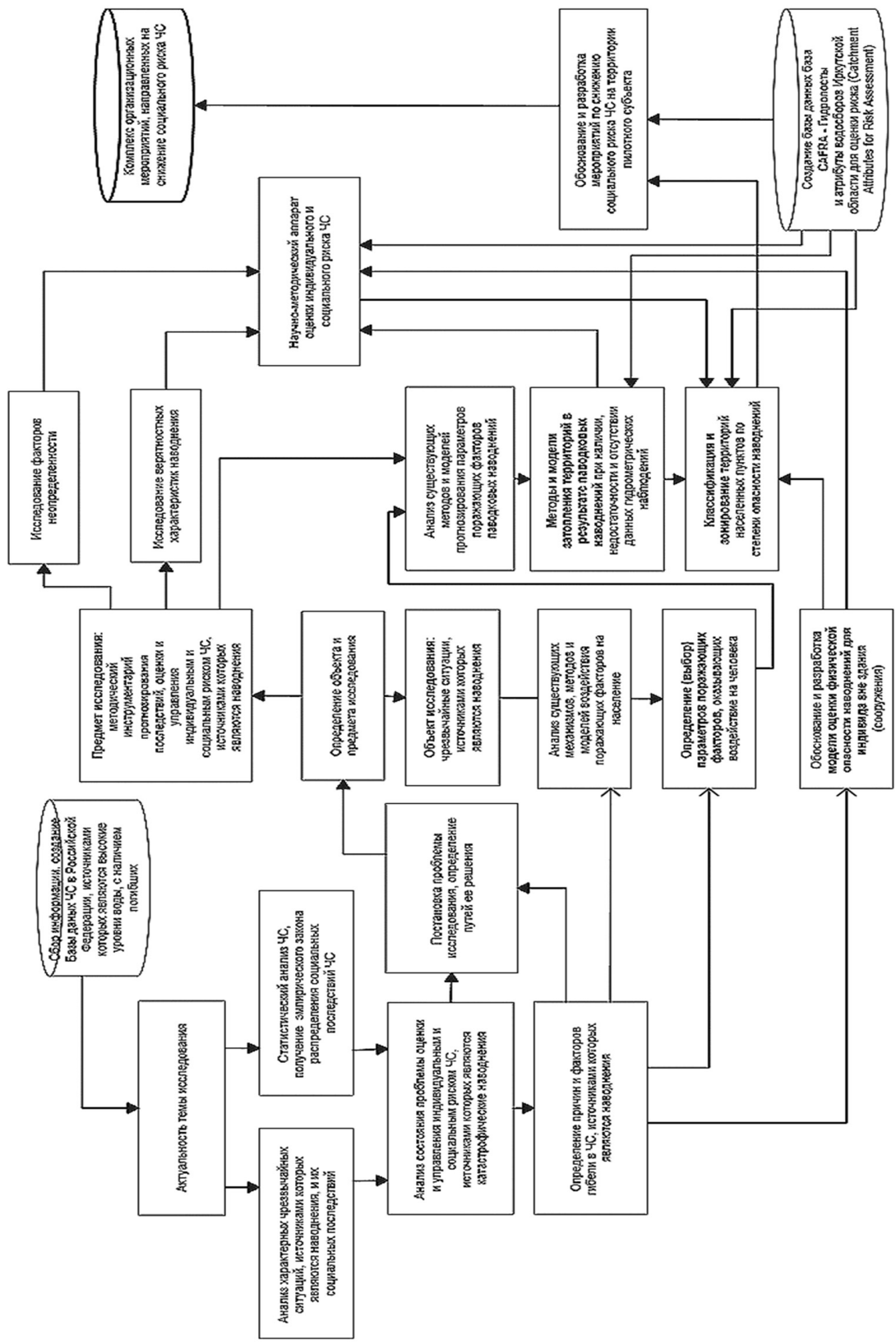


Рис. 7. Алгоритм исследования проблемы оценки и управления социальным риском ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения
Источник: составлено И. Ю. Олтян
Figure 7. Algorithm for studying the problem of assessing and managing the social risk of emergencies caused by floods
Source: developed by I. Yu. Oltyan

от чрезвычайных ситуаций²⁷, а также планом мероприятий по их реализации.

На основе целеполагания составлен план дальнейших исследований в рамках выработанной стратегии. Он включает совершенствование и адаптацию известных математических моделей, методов и методик, а также разработку комплекса моделей, методов и методик, направленных на повышение эффективности управления социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации.

Алгоритм исследования для достижения поставленной цели представлен на рис. 7.

Заключение

Как показано выше в статье, с методологической точки зрения вопросы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, изучены недостаточно. Действующая Методика комплексной оценки индивидуального риска ЧС природного и техногенного характера имеет ряд методических и методологических пробелов, рассмотренных в представленной статье.

Авторами выработаны направления исследований для сбережения народа России, обеспечения общественной безопасности путем повышения эффективности управления индивидуальным и социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации, которые включают разработку:

- моделей оценки физической опасности наводнений для индивида вне здания (сооружения) с учетом его антропометрических и социально-демографических данных;
- методов и моделей затопления территорий в результате паводковых наводнений при наличии, недостаточности и отсутствии данных гидрометрических наблюдений;
- классификации и зонирования территорий населенных пунктов по степени опасности наводнений;
- научно-методического аппарата оценки индивидуального и социального риска чрезвычайных ситуаций, источником которых являются наводнения;
- рекомендаций для субъектов управления риском ЧС по снижению риска ЧС, источником которых являются наводнения.

²⁷ Указ Президента Российской Федерации от 11.01.2018 № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года».

Список источников [References]

1. Олтян И. Ю. О новом подходе к оценке воздействия поражающих факторов паводковых наводнений // Технологии гражданской безопасности. 2025. Т. 22. № 1(83). С. 7–16. – EDN RSFQGN [Oltyan I. Yu. On new approach to assessing the impact of overflow floods damaging factors // Civil Safety Technology. 2025;22(1):7-16. (In Russ.) – EDN RSFQGN]
2. Акимов В. А., Олтян И. Ю., Иванова Е. О. Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1(67). С. 4–7. <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.1.4>. – EDN IOGGXC [Akimov V. A., Oltyan I. Yu., Ivanova E. O. Natural, anthropogenic and biological and social emergency situations ranking technique by catastrophic degree // Civil Safety Technology. 2021;18(1):4-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.1.4>. – EDN IOGGXC]
3. Реализация Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий в Российской Федерации: Итоги пятилетия / И.Ю. Олтян, Е.В. Арефьева, В.В. Крапухин [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2021. 344 р. ISBN 978-5-93970-252-2. – EDN JZQGAW [Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction in the Russian Federation: Results of the Fifth Anniversary / I. Yu. Oltyan, E. V. Arefyeva, V. V. Krapukhin [et al.]. M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2021. 344 p. ISBN 978-5-93970-252-2. (In Russ.) – EDN JZQGAW]
4. Черноплеков А. Н. Управление рисками безопасности химических производств // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 6. С. 10-39. – EDN EGE GRE [Chernoplekov A. N. Chemical processes safety risks control and management // Issues of Risk Analysis. 2024;21(6):10-39. (In Russ.) – EDN EGE GRE]
5. Опасные русловые и гидрологические процессы и их учет при разработке региональных стратегий защиты приречных территорий / А. С. Завадский, В. В. Сурков, И. В. Крыленко [и др.] // Эрозионные и русловые процессы: Сборник научных трудов / Под редакцией Р. С. Чалова. Том Выпуск 7. М.: Географический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, 2020. С. 84–112. – EDN FHOCET

- [Dangerous channel and hydrological processes and their consideration in the development of regional strategies for the protection of riverine territories / A. S. Zavadsky, V. V. Surkov, I. V. Krylenko [et al.] // *Erosion and channel processes: Collection of scientific works* / Ed. by R. S. Chalov. Vol. Issue 7. M.: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2020. P. 84–112. (In Russ.) – EDN FHOCET]
6. Jonkman SN, Maaskant B, Boyd E, Levitan ML. Loss of life caused by the flooding of New Orleans after Hurricane Katrina: analysis of the relationship between flood characteristics and mortality. *Risk Anal.* 2009 May;29(5):676–98. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01190.x>.
 7. Bakker, O.S. (2022) Spatial planning & Flood risk: development of a spatial planning framework for the mitigation of flood risks: Master's thesis, University of Twente
 8. Jorissen, Richard & Kraaij, Erik & Tromp, Ellen. (2016). Dutch flood protection policy and measures based on risk assessment. *E3S Web of Conferences*. 7. 20016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20160720016>
 9. Geerts R., Heitink J., Gooijer L., Van Vliet A., Scheres R., De Boer D., 2016, Societal risk and urban land use planning: creating useful pro-active risk information, *Chemical Engineering Transactions*, 48, 955–960 <https://doi.org/10.3303/CET1648160>
 10. Overstromingsrisicozonering in Nederland. Hoe in de ruimtelijke ordening met overstromingsrisico's kan worden omgegaan. Den Haag / Bilthoven, 2009.
 11. Национальный атлас России: В 4-х томах / А. Д. Думнов, А. А. Кирсанов, Е. А. Киселева [и др.]. Том 2. М.: ПКО «Картография», 2007. 496 с. ISBN 5-85120-250-5. – EDN TYDDSH [National Atlas of Russia: In 4 volumes / A. D. Dumnov, A. A. Kirsanov, E. A. Kiseleva [et al.]. Vol. 2. M.: PKO «Cartography», 2007. 496 p. ISBN 5-85120-250-5. (In Russ.) – EDN TYDDSH]
 12. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ и обеспечение защищенности от чрезвычайных ситуаций / В. А. Акимов, А. А. Антюхов, Е. В. Арефьева [и др.]; Совет Безопасности Российской Федерации, Российская академия наук, МЧС России, Ростехнадзор, Российский научный фонд, ГК «Ростех», ГК «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром». М.: МГОФ «Знание», 2021. 500 с. ISBN 978-5-87633-199-1. – EDN FXIJPZ [Security of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Analysis and provision of protection against emergency situations / V. A. Akimov, A. A. Antyukhov, E. V. Arefieva [et al.]; Security Council of the Russian Federation, Russian Academy of Sciences, EMERCOM of Russia, Rostekhnadzor, Russian Science Foundation, Rostec State Corporation, Rosatom State Corporation, Rosneft, Russian Railways, Transneft, Gazprom. – M.: MGOF «Knowledge», 2021. 500 p. ISBN 978-5-87633-199-1. (In Russ.) – EDN FXIJPZ]
 13. Колесников Е. Ю. Техногенный риск: вопросы методологии // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 6. С. 40–65. – EDN HDVGWD [Kolesnikov E. Yu. Technogenic risk: issues of methodology // *Issues of Risk Analysis*. 2024;21(6):40–65. (In Russ.) – EDN HDVGWD]
 14. Олтян И. Ю. О противоречиях в нормативных правовых актах и нормативных документах в области менеджмента риска чрезвычайной ситуации и путях их устранения / И. Ю. Олтян, А. И. Коровин // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 04-07 апреля 2022 года. Санкт-Петербург: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2022. С. 278–284. – EDN HNXSHA [Oltyan I. Yu. On contradictions in regulatory legal acts and regulatory documents in the field of emergency risk management and ways to eliminate them / I. Yu. Oltyan, A. I. Korovin // *Actual problems of protection and safety: Proceedings of the XXV All-Russian Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg, April 04–07, 2022. St. Petersburg: Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, 2022. P. 278–284. (In Russ.) – EDN HNXSHA]
 15. Олтян И. Ю. О некоторых методических подходах к оценке социального риска чрезвычайных ситуаций // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2024. С. 500–504. – EDN SKETZD [Oltyan I. Yu. On some methodological approaches to assessing the social risk of emergencies // *Actual problems of protection and safety: Proceedings of the XXVII All-Russian Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg, April 01–04, 2024. St. Petersburg: Russian Academy of

- Missile and Artillery Sciences, 2024. P. 500-504. (In Russ.) – EDN CKETZD]
16. Маршалл, Виктор. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. Г. Б. Барсамяна и др.; под ред. Б. Б. Чайванова, А. Н. Черноплекова. М.: Мир, 1989. 671 с. ISBN 5-03-000990-6 (В пер.) [Marshall, Victor. Main hazards of chemical industries / V. Marshall; per. from english. G. B. Barsamyan [et al.]; ed. B. B. Chaivanova, A. N. Chernoplekova. M.: Mir, 1989. 671 p. ISBN 5-03-000990-6 (transl.)]
 17. De Bruijn, Karin & Diermanse, Ferdinand & Klerk, Wouter Jan & Van der Most, Herman. (2014). Societal flood risk assessments: an advanced probabilistic method and its application to the Rhine-Meuse delta. <https://doi.org/10.13140/2.1.1184.5125>
 18. Baecher, Gregory & Abedinsohi, Farshad & Patev, Robert. (2015). Societal risk criteria for loss of life: concepts, history, and mathematics. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12932.78725>.
 19. Zielinski, Przemyslaw. Societal risk-how we measure and evaluate it. 85th Annual Meeting of ICOLD Symposium "Knowledge Based Dam Engineering" At: Prague, Czech Republic, p. 10. 2017
 20. Jonkman, Sebastiaan N., and Albrecht Lentz. (2004) «Propositions for loss-of-life modelling in risk assessment» / In International Forum on Engineering Decision Making: First Forum, Stoos, Switzerland. [Electronic resource] http://www.ifed.ethz.ch/events/Forum04/Jonkman_paper.pdf. (accessed: 24.02.2025)
 21. de Bruijn, K. M., Diermanse, F. L. M., and Beckers, J. V. L.: An advanced method for flood risk analysis in river deltas, applied to societal flood fatality risk in the Netherlands, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 2767-2781, <https://doi.org/10.5194/nhess-14-2767-2014>, 2014
 22. Vrijling, J. & Gelder, P.H.A.J.M.. (1997). Societal risk and the concept of risk aversion. Advances in Safety and Reliability. 1. 45-52. <https://doi.org/10.1016/B978-008042835-2/50005-9>
 23. Aven, T. (2025). Risk science and politics: What is and should be the relationship? Risk Analysis, 45, 274-282. <https://doi.org/10.1111/risa.16558>
 24. Johnkman, S.N. (2007) Loss of life estimation in flood risk assessment. Theory and application. Doctoral Dissertation, Department of Environment & Engineering, Delft University of Technology, Delft. ISBN 978-90-9021950-9
 25. Jonkman, S.N., Vrijling, J.K. & Vrouwenvelder, A.C.W.M. Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method. Nat Hazards. 46, 353-389 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9227-5>
 26. Болгов М. В. Стохастическая гидрология: развитие основных идей в России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2021. Т. 66. № 1. С. 19–40. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.102>. – EDN KZGRLA [Bolgov M. V. Stochastic hydrology: the development of the main ideas in Russia // Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences. 2021;66(1):19-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.102>. – EDN KZGRLA]
 27. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка «Безопасный город» / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. 315 с. ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI [Predictive and analytical solutions on natural, technogenic and biological and social threats of the unified system of information and analytical support for the safety of the living environment and public order «Safe City» / V. A. Akimov, A. V. Mishurny, O. V. Yakimyuk [et al.]. M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2022. 315 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI]
 28. Модели и методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на урбанизированных территориях / В. А. Акимов, Е. В. Арефьева, И. Ю. Олтян [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2024. 132 с. ISBN 978-5-93970-299-7. – EDN FJTDXS [Models and methods for forecasting natural emergencies in urbanized areas / V. A. Akimov, E. V. Arefyeva, I. Yu. Oltyan [et al.]. – M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2024. – 132 p. (In Russ.) – ISBN 978-5-93970-299-7. – EDN FJTDXS]
 29. Lind, Niels & Hartford, Des & Assaf, Hamed. (2007). Hydrodynamic models of human stability in a flood. JAWRA

- Journal of the American Water Resources Association. 40. 89-96.
<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2004.tb01012.x>
30. Diermanse, F.L.M., De Bruijn, K.M., Beckers, J.V.L. et al. Importance sampling for efficient modelling of hydraulic loads in the Rhine–Meuse delta. *Stoch Environ Res Risk Assess* 29, 637-652 (2015).
<https://doi.org/10.1007/s00477-014-0921-4>
31. Человеческий фактор в системах раннего предупреждения: почему знать не всегда значит делать. [Электронный ресурс] URL: <https://www.drivingeco.com/ru/factor-humano-sistemas-alerta-temprana-que-saber-no-siempre-hacer/> (дата обращения: 24.02.2025) [The human element in early warning systems: why knowing doesn't always mean doing. [Electronic resource] URL: <https://www.drivingeco.com/ru/factor-humano-sistemas-alerta-temprana-que-saber-no-siempre-hacer/> (In Russ.) (accessed: 24.02.2025)]
32. Dawson, R.J., Peppe, R. & Wang, M. An agent-based model for risk-based flood incident management. *Nat Hazards* 59, 167-189 (2011).
<https://doi.org/10.1007/s11069-011-9745-4>
33. Aerts, J.C.J.H., Botzen, W.J., Clarke, K.C. et al. Integrating human behaviour dynamics into flood disaster risk assessment. *Nature Clim Change* 8, 193-199 (2018).
<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0085-1>
34. Bernardini, Gabriele & Camilli, Selene & Quagliarini, Enrico & D'orazio, Marco. (2017). Flooding risk in existing urban environment: from human behavioral patterns to a microscopic simulation model. *Energy Procedia*. 134. 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.549>
35. Reclamation – современное агентство по управлению водными ресурсами. [Электронный ресурс] URL: https://www.usbr.gov/ssle/damsafety/risk/BestPractices/Chapters/A5-EventTrees.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 24.02.2025) [Reclamation – a modern water management agency. [Electronic resource] URL: https://www.usbr.gov/ssle/damsafety/risk/BestPractices/Chapters/A5-EventTrees.pdf?utm_source=chatgpt.com (In Russ.) (accessed: 24.02.2025)]
36. Природные опасности России: монограф. в 6 томах. Т. 6: Оценка и управление природными рисками / под ред. А. Л. Рагозина. М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с. – ISBN 5-900816-43-5 [Natural dangers of Russia: monograph. in 6 volumes. Vol. 6: Assessment and management of natural risks / ed. by A. L. Ragozin. M.: Publishing firm «KRUK», 2003. – 320 p. (In Russ.) ISBN 5-900816-43-5]
37. Шаликовский А. В. Риск наводнений: методы оценки и картографирования // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 68–78. – EDN OWYADB [Shalikovskiy A. V. Inundation risk: assessment and mapping methods // Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2012;(2):68-78. (In Russ.) – EDN OWYADB]
38. Standaardmethode schade en slachtoffers ten gevolge van overstromingen. / Vrisou van Eck, E., Vrouwenfelder, A., Kok, Matthijs. Lelystad: HKV Lijn in Water, 1999. 110 p.
39. Гладкевич Г. И., Терский П. Н., Фролова Н. Л. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 29–46. – EDN OWYABX [Gladkevich G. I., Terskiy P. N., Frolova N. L. Assessment of inundation hazard on the territory of the Russian Federation // Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2012;(2):29-46. (In Russ.) – EDN OWYABX]
40. Oltyan, I & Arefyeva, E & Kotosonov, A. (2020). Remote assessment of an integrated emergency risk index. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 962. 042053.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/4/042053>
41. Природные опасности России: монограф. в 6 томах. Т. 1: Природные опасности и общество. / ред. В. А. Владимиров, Ю. Л. Воробьев, В. И. Осипов. М.: Издательская фирма «КРУК», 2002. 248 с. ISBN 5-900816-70-2 [Natural dangers of Russia: monograph. in 6 volumes. T. 1: Natural hazards and society / ed. V. A. Vladimirov, Yu. L. Vorobyov, V. I. Osipov. M.: Publishing firm «KRUK», 2002. 248 p. (In Russ.) ISBN 5-900816-70-2]
42. Рагозин А. Л. Федеральная оценка природного риска – стратегическая основа уменьшения потерь от стихийных и индуцированных бедствий на территории России // Управление рисками чрезвычайных ситуаций: доклады и выступления, Москва, 20-21 марта 2001 года. М.: «КРУК», 2001. С. 192–200. – EDN VSSRTB [Ragozin A. L. Federal natural risk assessment – a strategic basis for reducing losses from natural and induced disasters in Russia // Emergency risk management: reports and speeches,

- Moscow, March 20-21, 2001. М.: «KRUK», 2001. P. 192–200. (In Russ.) – EDN VSSRTB]
43. Рагозин А.Л. Оценка и прогноз стратегических природных рисков России // Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Москва, 15-16 апреля 2003 года / Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. – М.: ООО «Триада», 2003. С. 196–203. – EDN VCVITX [Ragozin A. L. Assessment and Forecast of Strategic Natural Risks of Russia // Strategic Risks of Emergency Situations: Assessment and Forecast: Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference on the Protection of the Population and Territories from Emergency Situations, Moscow, April 15-16, 2003 / Center for Strategic Studies of Civil Protection EMERCOM of Russia. – М.: Triada LLC, 2003. P. 196–203. (In Russ.) – EDN VCVITX]
44. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски – М.: Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2001. 344 с. ISBN 5-89644-042-1. – EDN VRIDWD [Akimov V. A., Novikov V. D., Radaev N. N. Natural and man-made emergencies: dangers, threats, risks – М.: Financial Publishing House «Business Express», 2001. – 344 p. (In Russ.) ISBN 5-89644-042-1. – EDN VRIDWD]
45. Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2004. 352 с. ISBN 5-89644-065-0. – EDN UDIWQF [Akimov V. A., Lesnykh V. V., Radaev N. N. Risks in nature, technosphere, society and economy. М.: Financial Publishing House «Business Express», 2004. 352 p. ISBN 5-89644-065-0. – EDN UDIWQF]
46. Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. Л.: ГИМИЗ, 1991, 198 с. [Koren V. I. Mathematical models in river flow forecasts. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1991, 198 p. (In Russ.)]
47. Мухин В. М. Методические основы физико-статистических видов краткосрочных прогнозов стока горных рек // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2013. № 349. С. 5–46 – EDN RDJAIR [Mukhin V. M. Methodological fundamentals of physical and statistical types of short-term forecasts of the flow of mountain rivers // Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. 2013;(349):5-46. (In Russ.) – EDN RDJAIR]
48. Борщ С. В., Симонов Ю. А., Христофоров А. В. Выбор методов прогнозирования речного стока // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 1(391). С. 71–117. <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-1-71-117>. – EDN CPJXFR [Borshch S. V., Simonov Yu. A., Khristoforov A. V. Selection of methods for streamflow forecasting // Hydrometeorological Research and Forecasting. 2024;(1):71-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-1-71-117>. – EDN CPJXFR]
49. Акимов В. А., Быков А. А., Щетинин Е. Ю. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения; МЧС России; Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2009. 536 с. ISBN 978-5-93970-037-5. – EDN NCHAAR [Akimov V. A., Bykov A. A., Shchetinin E. Yu. Introduction to extreme value statistics and its applications; EMERCOM of Russia; All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia. М.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2009. 536 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93970-037-5. – EDN NCHAAR]
50. Борщ С. В., Христофоров А. В., Юмина Н. М. Статистический анализ в гидрологических прогнозах. М.: ООО «АМА-ПРЕСС», 2018. 160 с. ISBN 978-5-9908623-1-9. – EDN DGQSAU [Borsch S. V., Khristoforov A. V., Yumina N. M. Statistical analysis in hydrological forecasts. М.: LLC «AMA-PRESS», 2018. 160 p. (In Russ.) ISBN 978-5-9908623-1-9. – EDN DGQSAU]
51. Горбунов Ю. В. Модель речной сети и ее применение для расчета паводков // Метеорология и гидрология. 1985. № 10. С. 76–85 [Gorbunov Yu. V. Model of the river network and its application for flood calculation // Meteorologiya i Gidrologiya. 1985;(10):76-85. (In Russ.)]

52. Мотовилов Ю. Г., Гельфан А. Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М.: Российская академия наук, 2018. 300 с. ISBN 978-5-907036-22-2.
<https://doi.org/10.31857/S9785907036222000001>. – EDN VWLMHQ [Motovilov Yu.G., Gelfan A.N. Flow formation models in river basin hydrology problems. M.: Russian Academy of Sciences, 2018. 300 p. (In Russ.) ISBN 978-5-907036-22-2.
<https://doi.org/10.31857/S9785907036222000001>. – EDN VWLMHQ]
52. Пьянков С. В., Шихов А. Н. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. 148 с. ISBN 978-5-7944-3001-1. – EDN YMXXNP [Pyankov S. V., Shikhov A. N. Geoinformation support for modeling hydrological processes and phenomena. Perm: Perm State National Research University, 2017. 148 p. (In Russ.) ISBN 978-5-7944-3001-1. – EDN YMXXNP]
54. Rhein, Belinda & Kreibich, Heidi. (2025). Causes of the exceptionally high number of fatalities in the Ahr valley, Germany, during the 2021 flood. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 25. 581-589.
<https://doi.org/10.5194/nhess-25-581-2025>
55. Отчет «Анализ действий органов управления, сил и средств МЧС России, эффективности применяемых технологий предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, произошедшей в Краснодарском крае в июле 2012 года» (неопубл.). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012 [Report «Analysis of the actions of the governing bodies, forces and means of the EMERCOM of Russia, the effectiveness of the technologies used to prevent and eliminate the consequences of the emergency that occurred in the Krasnodar Territory in July 2012» (unpublished). M.: FSBI VNII GOCHS (FC), 2012. (In Russ.)]
56. Отчет по проведению анализа действий органов управления, сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций при ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, вызванной затоплением населенных пунктов на территории Иркутской области в июне-июле 2019 года (неопубл.). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [Report on the analysis of the actions of management bodies, forces and means of the unified state system for the prevention and elimination of emergencies in the aftermath of an emergency caused by the flooding of settlements in the Irkutsk region in June-July 2019 (unpublished). M.: FSBI VNII GOCHS (FC). (In Russ.)]
57. Apel, Heiko & Vorogushyn, Sergiy & Merz, Bruno. (2022). Brief communication: Impact forecasting could substantially improve the emergency management of deadly floods: case study July 2021 floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 22. 3005-3014.
<https://doi.org/10.5194/nhess-22-3005-2022>
58. Taillandier, Franck & di Maiolo, Pascal & Taillandier, Patrick & Jacquenod, Charlotte & Rauscher-Lauranceau, Loïck & Mehdizadeh, Rasool. (2021). An agent-based model to simulate inhabitants' behavior during a flood event. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 64. 102503.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102503>
59. Endendijk, Thijs & Botzen, W & Moel, Hans & Aerts, Jeroen & Duijndam, Sem & Slager, Kymo & Kolen, Bas & Kok, Matthijs. (2023). Experience from the 2021 floods in the Netherlands: household survey results on impacts and responses.
<https://doi.org/10.22541/essoar.167591077.75588565/v2>
60. Колесников Е. Ю. Неопределенность: качественный и количественный аспекты // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2023. Т. 89. № 7. С. 78–86.
<https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-7-78-86>. – EDN UDUAMU [Kolesnikov E. Yu. Uncertainty: qualitative and quantitative aspects // Industrial Laboratory. Materials Diagnostics. 2023;89(7):78-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-7-78-86>. – EDN UDUAMU]
61. Щеглов А. Н., Жалнин К. Ю., Олтян И. Ю. и др. О методе прогнозирования параметров катастрофических наводнений на неизученных территориях в целях оценки риска чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 3(73). С. 78-83. – EDN MXDHWZ [Shcheglov A. N., Zhalnin K. Yu., Oltyan I. Yu. [et al.] On the method of forecasting catastrophic floods parameters in unexplored territories to assess the risk of emergencies // Civil Safety Technology. 2022;19(3):78-83. (In Russ.). – EDN MXDHWZ]
62. Oltyan I. et al. Simulation modeling and mapping of catastrophic floods in poorly studied areas for emergency risk management // *Reliability: Theory & Applications*. 2023;18(SI 5):539-551

Сведения об авторах:

Олтян Ирина Юрьевна: кандидат технических наук, ученый секретарь ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 190

Область научных интересов: оценка и управление рисками чрезвычайных ситуаций

ORCID: 0000-0002-2178-5033

SPIN-код: 3476-5213

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, 7

irenaoltyan@mail.ru

Арефьева Елена Валентиновна: доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 200

Область научных интересов: оценка и управление рисками чрезвычайных ситуаций природного характера

ORCID: 0000-0001-6037-9663

SPIN-код: 2738-6323

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, 7

elaref@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 11.07.2025

Одобрена после рецензирования: 08.08.2025

Принята к публикации: 12.08.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 11.07.2025

Approved after reviewing: 08.08.2025

Accepted for publication: 12.08.2025

Date of publication: 29.08.2025