

# УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ РИСКАМИ БЕДСТВИЙ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ



Кокшетау, 2026

**Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан  
Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина**

**Кусаинов А.Б.**

**УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ РИСКАМИ БЕДСТВИЙ  
В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

**Монография**

**Кокшетау, 2026**

## Содержание

Термины и определения	5
Введение	8
1. Обоснование необходимости в управлении трансграничными рисками бедствий	10
2. Подверженность стран Центральной Азии стихийным бедствиям и техногенным авариям	15
2.1 Описание региона и его уязвимости к бедствиям	15
2.2 Анализ предшествующих бедствий и их последствия	20
2.2.1 Анализ последствий техногенных аварий	28
2.2.2 Анализ последствий природных бедствий	33
3. Интегральный риск бедствий стран Центральной Азии	38
3.1 Оценка коэффициента опасности бедствий	38
3.2 Оценка коэффициента уязвимости бедствиям	42
3.3 Оценка коэффициента потенциала противодействия бедствиям	43
3.4 Оценка интегрального риска бедствий	45
4. Управление риском бедствий стран Центральной Азии	48
4.1 Мероприятия, направленные на отказ от риска	48
4.2 Мероприятия, направленные на передачу риска	52
4.2.1 Определение сейсмического риска для жилых зданий	54
4.2.2 Определение паводкового риска для жилых зданий	58
4.2.3 Определение оползневого риска для жилых зданий	60
4.2.4 Определение лесного пожарного риска для жилых зданий	63
4.3 Мероприятия, направленные на принятие риска	66
4.3.1 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации природных и техногенных пожаров	68
4.3.2 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации паводков, наводнений и подтоплений	80
4.3.3 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации землетрясений	86
4.3.4 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера (оползни, сели, обвалы, снежные лавины)	91

4.3.5 Оценка общего показателя соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий	95
5. Мониторинг и прогнозирование риска бедствий	96
5.1 Обоснование необходимости создания Регионального центра мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий	96
5.2 Определение требуемого количества сил и средств на тушение лесного пожара на основе прогнозных значений	103
5.3 Прогнозирование количества бедствий	107
6. Разработка алгоритма реагирования на трансграничные бедствия	113
6.1 Алгоритм запроса сил и средств на ликвидацию трансграничных бедствий	113
6.2 Выбора ближайшего аварийно-спасательного подразделения при трансграничных бедствиях	116
Заключение	121
Список используемой литературы	122

## Термины и определения

Наименование	Определение
Авария	разрушение зданий, сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ
Бедствие	событие, которое серьезно нарушает жизнь местных сообществ и общества, является причиной жертв среди населения, а также обширного материального, экономического или экологического ущерба и воздействия, которое превосходит способность сообщества или общества справиться с ним собственными силами. Примечание: бедствия часто характеризуют как результат сочетания: подверженности угрозе; существующих параметров уязвимости; и недостатка потенциала или мер, направленных на снижение или преодоление потенциальных отрицательных последствий. Воздействие бедствий может включать в себя гибель людей, травмы, заболевания и другие негативные последствия для физического, психического и социального благосостояния людей в сочетании с ущербом имуществу, уничтожением активов, утратой служб, социальными и экономическими потрясениями и деградацией окружающей среды.
Допустимый риск	уровень потенциального ущерба, который считается допустимым в данном обществе или сообществе с учетом существующих социальных, политических, культурных, технических и экологических условий. Примечание: в инженерном понимании допустимый риск также используется для оценки и определения структурных и неструктурных мер, необходимых для снижения возможного ущерба людям, имуществу, услугам и системам до выбранного допустимого уровня, согласно стандартам или “общепринятой практике”, основанным на знании вероятности угрозы и других факторов.
Изменение климата	изменение состояния климата, которое может быть определено (например, с помощью статистических испытаний) через изменения в среднем значении и (или) изменчивость его свойств и которое сохраняется в течение длительного периода, обычно несколько десятилетий или больше. Изменение климата может быть связано с естественными процессами, либо с постоянными антропогенными изменениями в атмосфере или землепользовании.
Менеджмент рисков (Risk management)	планы, действия, стратегии или программы, осуществляемые для уменьшения правдоподобия и/или последствий рисков или в качестве реагирования на последствия.
Мониторинг и прогнозирование бедствий	совокупность мер по наблюдению, анализу, оценке состояния и изменения природных, техногенных процессов, явлений и прогнозированию их развития, направленных на предупреждение бедствий.

Оценка риска	<p>методика определения природы и масштаба риска посредством анализа потенциальных угроз и оценки существующих условий уязвимости, которые потенциально могут нанести вред подверженным угрозе людям, имуществу, средствам к существованию и окружающей среде, от которой они зависят.</p> <p>Примечание: оценка риска (и взаимосвязанное картирование риска) включает: обзор технических характеристик угроз, таких как их местонахождение, интенсивность, частота и вероятность; анализ подверженности и уязвимости, включая физические, социальные, экономические, экологические параметры и показатели здоровья населения; и оценку эффективности преобладающих и альтернативных возможностей преодоления в отношении вероятных сценариев риска. Эта последовательность мероприятий иногда называется процессом анализа риска.</p>
Передача риска	<p>процесс формального или неформального перевода финансовых последствий конкретных рисков с одной стороны на другую, в результате чего домохозяйство, община, предприятие или орган власти получают ресурсы от другой стороны после наступления бедствия в обмен на постоянные или компенсационные социальные, или финансовые выгоды, предоставляемые этой другой стороне.</p>
Прогнозирование	<p>определенное заявление или статистическая оценка о вероятности наступления в будущем события или условий для конкретного района.</p> <p>Примечание: в метеорологии прогнозирование относится к условиям, которые возникнут в будущем, тогда как оповещение относится к потенциально опасным условиям в будущем.</p>
Риск бедствий	<p>потенциальные потери в результате бедствий, выражающиеся в гибели людей, ухудшении здоровья, источников существования, ущербе имуществу и общественным службам, которые может понести конкретное сообщество или общество в течение некоего указанного периода времени в будущем.</p> <p>Примечание: определение риска бедствий отражает представление о том, что бедствия являются результатом постоянно существующих условий риска. Понятие риска бедствий включает различные виды потенциального ущерба, которым зачастую трудно дать количественную оценку.</p>
Риск (Risk)	<p>возможность неблагоприятных последствий, когда что-то ценное находится под угрозой и когда достижение и степень конечного результата являются неопределенными.</p>
Система раннего оповещения	<p>совокупность возможностей, необходимых для выработки и распространения своевременной и важной информации оповещения, чтобы дать возможность населению, общинам и организациям, которым угрожает опасность, заблаговременно подготовиться и принять необходимые меры для снижения вероятности ущерба и потерь.</p>
Снижение риска бедствий	<p>концепция и практические действия по снижению риска бедствий посредством систематической работы, направленной на анализ и</p>

контроль причинных факторов бедствий, в том числе через снижение подверженности угрозам, уменьшение уязвимости населения и имущества, разумное управление земельными ресурсами и окружающей средой и повышение готовности к неблагоприятным событиям.

Управление риском системный подход и практические действия, направленные на устранение неопределенности для снижения потенциального вреда и ущерба.

Управление рисками бедствий (УРБ) (Disaster risk management (DRM)) процессы разработки, осуществления и оценки стратегий, программ и мер для улучшения понимания рисков бедствий, содействия уменьшению и переносу рисков бедствий, а также для поощрения постоянного совершенствования работы по обеспечению готовности к бедствиям, реагированию на них и восстановлению после них. При этом однозначной целью этих процессов является повышение безопасности, благосостояния человека, качества жизни и устойчивое развитие.

Уязвимость условия, определяемые физическими, социальными, экономическими и экологическими факторами или процессами, которые повышают восприимчивость человека, общины, имущества или систем к воздействию угроз.

## Введение

Современное развитие общества все в большей мере сталкивается с проблемой обеспечения безопасности и защиты от происходящего глобального климатического изменения. Особую остроту приобретают стихийные бедствия, комплексно влияющие одновременно на многие сферы жизнедеятельности государств, угрожающие национальной безопасности, имеющие трансграничный, межрегиональный или глобальный характеры последствий, прямо или косвенно наносящие ущерб одному или нескольким государствам.

В связи с этим возникает актуальная проблема управления рисками бедствий трансграничного уровня в странах Центральной Азии. Данное обстоятельство обусловлено необходимостью организации эффективного взаимодействия между уполномоченными органами соседствующих государств в управлении трансграничными рисками бедствий. Координация стран Центральной Азии в области управления рисками бедствий определена в первую очередь тем, что данная область сотрудничества является все более важной частью системы современных международных отношений с учетом происходящих глобальных климатических изменений.

Вопросы эффективности управления рисками бедствий рассматриваются на различных межгосударственных заседаниях. Однако, до сих пор не решен вопрос об организации управления взаимодействием в тех случаях, когда для снижения риска бедствий трансграничного характера необходимо привлекать прогнозные службы, силы и средства спасательных формирований сопредельных государств.

Взаимодействие при управлении рисками бедствий трансграничного характера заключается в согласовании порядка взаимообмена прогнозируемыми данными по бедствиям и раннем оповещении в случае возникновения бедствий, согласования совместных действий и порядка оказания взаимной помощи при выполнении задач, направленных на снижение риска трансграничных бедствий. Для согласования перечисленных факторов необходимо выработать научно-обоснованные подходы, основанные на современных практиках.

Анализ произошедших стихийных бедствий и техногенных аварий в странах Центральной Азии показывает, что многие кризисные ситуации имеют потенциальную опасность перехода на трансграничный уровень. А успехи и неудачи реагирования на них прямо зависят от полноты и умелой организации взаимодействия при подготовке и реагировании в ходе проведения совместных действий.

В настоящее время с учетом глобальных климатических изменений, и как следствие, возрастающим количеством трансграничных бедствий, становится

актуальной задачей является разработка моделей и алгоритмов управления рисками бедствий в Центральной Азии для минимизации последствий климатических изменений для населения, территории и объектов экономики.

В настоящей работе рассматриваются возможные факторы уязвимости, риски и угрозы социально-экономическому развитию и стабильности региона Центральной Азии (Казахстану, Кыргызстану, Таджикистану и Узбекистану), возникающие в связи с происходящими стихийными бедствиями и техногенными авариями, связанными с глобальными климатическими изменениями. Предложены научно-обоснованные подходы комплексного управления рисками трансграничных бедствий в странах Центральной Азии для снижения последствий стихийных бедствий, в том числе вызванные климатическими изменениями.

## 1. Обоснование необходимости в управлении трансграничными рисками бедствий

Риски стихийных бедствий и техногенных аварий, влияющие на жизнедеятельность населения и экономику стран Центральной Азии (ЦА), нарастают быстрее, чем принимаются меры по их снижению. Для повышения защищенности стран ЦА от негативного воздействия стихийных бедствий и техногенных аварий, вызванных глобальными климатическими изменениями необходимо объединять совместные усилия для выработки единого комплексного подхода по управлению интегральными рисками [1].

Управление интегральными рисками бедствий стран ЦА — ключевой элемент для подготовки к стихийным бедствиям и техногенным авариям, влияющим на снижение трансграничного риска и для реагирования на бедствия. Комплексность в управлении рисками бедствий является сложным делом, поскольку включает координацию действий множества действующих лиц на национальном и трансграничном уровнях. Чтобы помочь странам ЦА в этих усилиях, предлагается разработать методологию управления интегральными рисками бедствий с учетом региональных особенностей [1].

Алгоритм управления рисками бедствий представлен на рисунке 1.1.

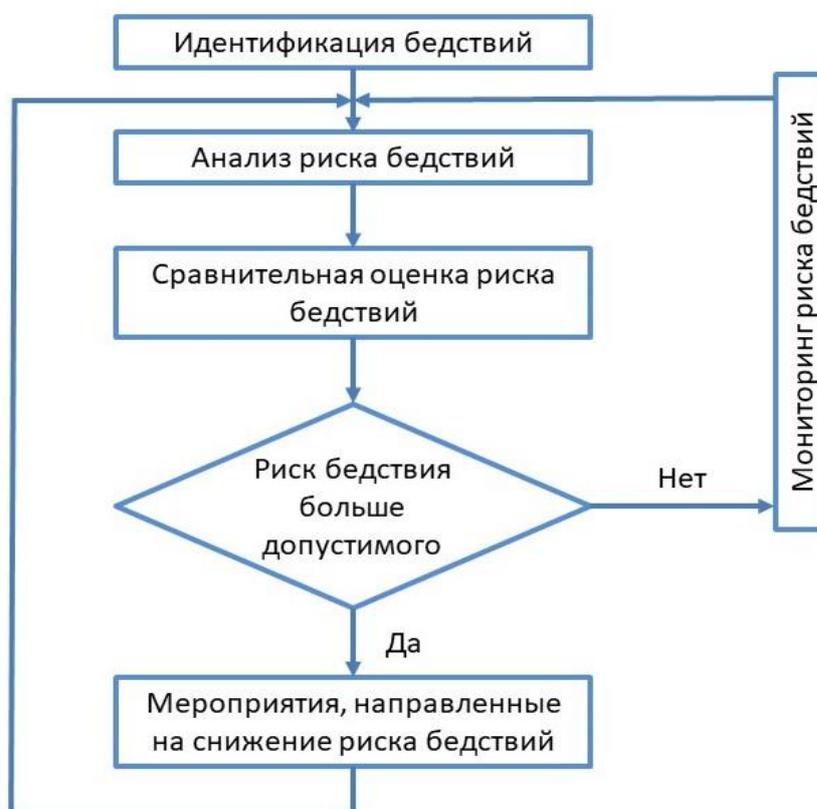


Рисунок 1.1 – Блок-схема управления рисками бедствий

Целью и содержанием управления риском бедствий является разработка соответствующих мероприятий в зависимости от области риска (низкий/исключительно высокий) для минимизаций последствий угроз и опасностей [2].

При разработке управленческих решений необходимо учитывать весь комплекс инженерно-технических, социально-экономических, организационно-управленческих, правовых и иных мероприятий, направленных на минимизацию значения риска бедствий до допустимого уровня.

Управление интегральными рисками стихийных бедствий и техногенных аварий направлено на поддержание реализации Целей устойчивого развития, Парижского соглашения об изменении климата и Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015 - 2030 гг. [3,4].

В настоящее время странами ЦА выстроена региональная система управления рисками стихийных бедствий и техногенных аварий на основе двусторонних и многосторонних межгосударственных Соглашений (таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Перечень многосторонних международных соглашений в области управления рисками стихийных бедствий и техногенных аварий [1]

№	Наименование документа	Дата и место подписания
1	Соглашение между правительствами государств-участников СНГ о взаимодействии в области предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	22.01.1993 г., г. Минск
2	Решение Совета глав правительств Содружества о Корпусе сил Содружества Независимых Государств для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	9.12.1994 г., г. Москва
3	Соглашение между правительствами стран-участниц СНГ о сотрудничестве и взаимодействии в области изучения землетрясений и прогнозирования сейсмической опасности	24.09.1993 г., г. Москва
4	Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Таджикистан и Республикой Узбекистан о сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	17.09.1998 г., г. Чолпон-Ата
5	Соглашение между государствами-участниками СНГ об использовании и развитии сети транспортных коммуникаций для нужд экономики, воинских и гуманитарных перевозок государств-участников СНГ	31.01.2001 г., г. Минск
6	Решение Совета глав правительств государств-участников СНГ о Порядке организации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	29.11.2001 г., г. Москва
7	Соглашение между правительствами государств-участников СНГ о взаимопомощи в случаях аварий и других чрезвычайных ситуаций на электроэнергетических объектах государств-участников СНГ	30.05.2002 г., г. Москва

8	Соглашение между государствами-участниками СНГ об обмене информацией о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, об информационном взаимодействии при ликвидации последствий и оказании помощи пострадавшему населению	18.09.2003 г., г. Ялта
9	Решение о создании Резервного фонда государств-участников СНГ по оказанию помощи государствам, пострадавшим при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера	16.04.2004 г., г. Чолпон-Ата
10	Соглашение о сотрудничестве государств-участников СНГ в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	16.10.2015 г., п. Бурабай
11	Протокол о внесении изменений и дополнений в Соглашение о взаимодействии в области предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера от 22 января 1993 года	30.10.2015 г., г. Душанбе
12	Соглашение между правительствами государств-участников Шанхайской организации сотрудничества о взаимодействии при оказании помощи в ликвидации чрезвычайных ситуаций	26.10.2005 г., г. Москва
13	Протокол к Соглашению между правительствами государств-членов Шанхайской организации сотрудничества о взаимодействии при оказании помощи в ликвидации чрезвычайных ситуаций от 26 октября 2005 года	05.12.2012 г., г. Бишкек
14	Соглашение о сотрудничестве в области обеспечения промышленной безопасности на опасных производственных объектах	28.09.2001 г., г. Москва
15	Соглашение о Коллективных силах оперативного реагирования Организации Договора о коллективной безопасности	14.06.2009 г., г. Москва
16	Решение о Заявлении глав государств – участников Содружества Независимых Государств о сотрудничестве в климатической сфере	11.10.2022 г., г. Астана
17	Астанинская декларация Совета глав государств – членов Шанхайской организации сотрудничества	04.07.2024 г., г. Астана
18	Соглашение между правительствами государств-членов Шанхайской организации сотрудничества о сотрудничестве в области охраны окружающей среды	04.07.2024 г., г. Астана

Принимая во внимание, что ни одно из региональных соглашений не охватывает все страны ЦА, существует ряд двусторонних соглашений, направленных на обеспечение взаимодействия в области уменьшения риска бедствий, обеспечения готовности и реагирования. В таблице 1.2 перечислены некоторые двусторонние соглашения, имеющие обязательную силу для стран региона ЦА, однако этот перечень не является исчерпывающим и продолжает расширяться [1].

Активную работу в регионе ЦА проводит Центр по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий (Центр). За небольшой срок существования, Центру удалось создать региональную платформу по снижению риска бедствий высокого уровня – Региональный форум – Сопровождение глав

чрезвычайных ведомств стран Центральной Азии, членами которой являются первые руководители уполномоченных органов в области гражданской защиты [5].

Таблица 1.2– Перечень двусторонних международных соглашений в области управления рисками стихийных бедствий и техногенных аварий [1]

№	Наименование документа	Дата и место подписания
1	Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Кыргызской Республики о сотрудничестве в области гражданской обороны (защиты), предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	16.06.2009 г., г. Астана
2	Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Кыргызской Республики о создании Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий	17.05.2013 г., г. Алматы
3	Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Республики Таджикистан о сотрудничестве в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	06.09.2014 г., г. Алматы
4	Соглашение между Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Таджикистан о сотрудничестве в области гражданской обороны (защиты), предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	27.05.2013 г., г. Бишкек
5	Соглашение между Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Узбекистан о совместных мероприятиях и взаимодействии по вопросам своевременного оповещения в случае прорыва Сарезского озера	30.05.2000 г., г. Ташкент
6	Соглашение между Правительством Туркменистана и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	25.11.2013 г., г. Ташкент
7	Соглашение между Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Таджикистан о сотрудничестве в области гражданской обороны (защиты), предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	27.05.2013 г., г. Бишкек
8	Соглашение между Правительством Республики Таджикистан и Правительством Туркменистана о сотрудничестве в сфере гражданской обороны, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	02.11.2017 г., г. Душанбе
9	Соглашение между Правительствами Республики Казахстан и Республики Узбекистан о сотрудничестве в области ЧС	06.12.2021 г.
10	Соглашение между Правительствами Кыргызской Республики и Республики Узбекистан о сотрудничестве в области ЧС	27.01.2023 г., г. Бишкек

В настоящее время Центр обеспечивает устойчивое функционирование данной платформы, которая поддерживает активный диалог между правительствами стран ЦА в сфере снижения риска бедствий на региональном уровне.

В рамках работы Регионального форума приняты важные стратегические документы, направленные на укрепление регионального и международного сотрудничества в области снижения риска бедствий, а также на усиление потенциала служб чрезвычайного реагирования уполномоченных органов стран ЦА. Одним из наиболее значимых документов, является Стратегия развития сотрудничества стран Центральной Азии в области снижения риска бедствий на 2022 – 2030 годы [6].

Данный стратегический документ отражает ключевые проблемные участки в регионе ЦА, определяет тенденции в области управления риском бедствий и указывает направления для эффективного регионального сотрудничества в этой области.

В целях предотвращения новых и снижения существующих рисков бедствий чрезвычайными ведомствами стран ЦА предпринимаются совместные согласованные меры по идентификации, оценки, картированию и моделированию рисков бедствий, совершенствованию систем мониторинга, прогнозирования, раннего предупреждения и оповещения, реагирования, укреплению регионального и национальных потенциалов в целях реализации Сендайской Рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы, а также мер по адаптации к изменению климата, смягчению его последствий [3].

Несмотря на то, что между странами ЦА имеются межгосударственные договоренности в области обеспечения безопасности от бедствий природного и техногенного характера, проводятся обмен информацией об угрозе и возникновений бедствий, совместные учения и тренировки, продолжает существовать проблемы совместного реагирования на трансграничные бедствия, заключающиеся в отсутствии четкости организационного взаимодействия, обмена информацией и т.д., что не дает возможности оперативно реагировать и предпринимать совместные действия [1].

Задачей данного исследования является разработка научно-методического инструмента профилирования рисков бедствий в странах ЦА.

В последующих разделах проведен анализ произошедших стихийных бедствий и техногенных аварий, представлена методика оценки интегрального риска бедствий и предложены способы повышения потенциала противодействия бедствиям местных сообществ.

## 2. Подверженность стран Центральной Азии стихийным бедствиям и техногенным авариям

### 2.1 Описание региона и его уязвимости к бедствиям

В регионе Центральной Азии (ЦА), состоящей из пяти государств - Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана, проживает более 75 миллионов человек [7].

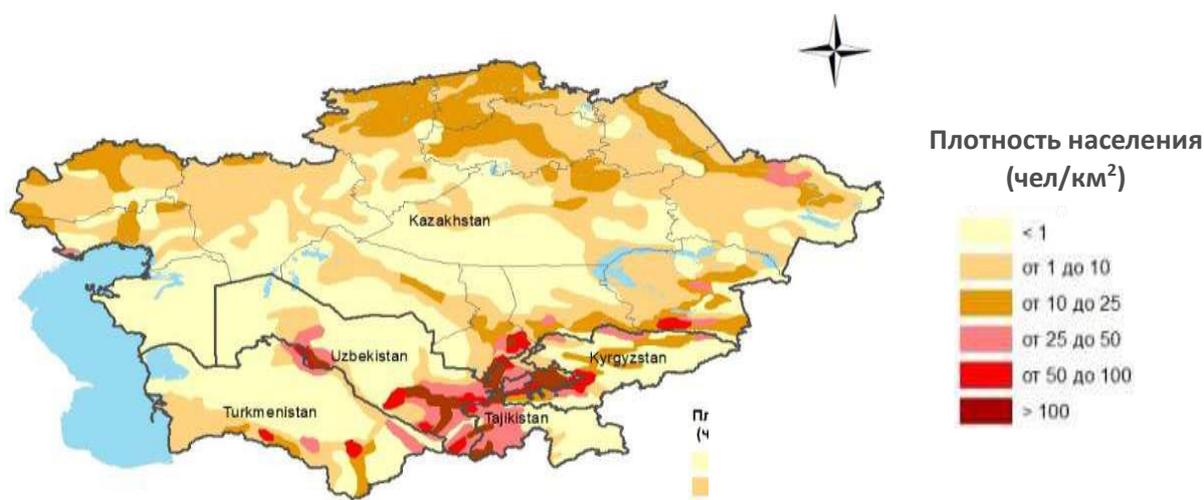


Рисунок 2.1 – Плотность населения Центральной Азии

С географической точки зрения ЦА очень многообразна, она вбирает в себя обширные горные системы Тянь-Шаня и Памира, множество вечных ледников, крупные пустыни и полупустыни, бескрайние степные зоны, тысячи малых и десятки крупных рек и озер, включая Амударью и Сырдарью, Каспийское и Аральское моря, Балхаш, Иссык-Куль, крупные водохранилища, очень плотно заселенные долины, такие как Ферганская, а также одни из самых редконаселённых местностей в мире [8].

Географическое расположение региона определяется резко континентальным климатом с малым количеством неравномерно распределенных осадков. Для региона ЦА типична большая амплитуда суточных и сезонных температур, с высокой солнечной радиацией и относительно низкой влажностью.

Центрально-Азиатский регион подвержен практически всем разновидностям риска стихийных бедствий (за малым исключением, таких как цунами, торнадо, извержения вулканов и некоторых других) природного (геологического, геофизического, метеорологического,

агрометеорологического, гидрологического), техногенного, экологического, биолого-социального характера [9].

Для региона наиболее характерны обширные территории с высокой сейсмической активностью, с вероятными сильными землетрясениями от 7 до 9 и более баллов, сели, наводнения, паводки, оползни, снежные лавины, подтопления, повышения уровня грунтовых вод, сильные, ураганные ветры и даже смерчи, опустынивание, пыльные, песчаные бури, продолжительные и ливневые дожди, град, сильные снегопады и метели, засухи, заморозки, обвалы и камнепады, степные, лесные и горные пожары, экстремальные температуры, экологические, техногенные промышленные и транспортные аварии, взрывы, крупные пожары, эпидемии, массовые инфекционные заболевания людей и животных, поражения сельскохозяйственных растений болезнями, сорняками и вредителями, а также наличие искусственных водохранилищ, и прорывоопасных водоемов, хранилищ отходов ядерной и химической промышленности, предприятий с токсичными с сильнодействующими ядовитыми веществами, опасными технологическими процессами [10].

Общеизвестно, что объем экономического ущерба не всегда согласуется с количеством стихийных бедствий. Например, количество землетрясений, произошедших в ЦА, значительно меньше числа наводнений, однако экономический ущерб от землетрясений значительно больше, чем ущерб в результате наводнений. Количественная оценка риска, проведенная в настоящем исследовании, подтвердила следующие модели риска [11]:

- Казахстан: основным фактором риска являются землетрясения, далее следуют наводнения;
- Кыргызстан: основным фактором риска являются землетрясения, далее следуют оползни и наводнения;
- Таджикистан: основным фактором риска являются наводнения, далее следуют землетрясения и оползни;
- Туркменистан: основным фактором риска являются землетрясения, далее следуют наводнения;
- Узбекистан: основным фактором риска являются землетрясения, далее следуют засухи.

Резкий рост численности населения и развитие орошения в странах ЦА в течение последних 40 лет существенно увеличили спрос на землю и воду в регионе. В то же время, более 46% жителей проживают в городах.

Республика Казахстан, площадь которой составляет 2,74 млн км<sup>2</sup>, является самой большой страной в регионе. Страна является домом для 20,1 миллионов человек, а величина ее ВВП в 2025 году составила 310 миллиардов долларов США [1].



### КАЗАХСТАН

Площадь - 2,74 млн км<sup>2</sup>  
 Население - 20,1 млн  
 Плотность населения - 6,9  
 Ежегодный прирост населения - 1,5%  
 Городское население - 57,5  
 ВВП -310 млрд долларов США

Рисунок 2.2 – Обзор статистических данных Республики Казахстан

Страна имеет большой перепад высот от 7010 м на юго-востоке до - 132 м в Прикаспийской низменности. Большая часть территории представляет собой пустыню или полупустыню. Однако, Казахстан обладает разветвленной речной сетью. Фактически, преобладающей опасностью для страны являются наводнения. Эти речные наводнения, вызываемые, в основном, тало-дождевыми процессами, причиняют среднегодовой ущерб, оцениваемый в 726 миллионов долларов США. Землетрясения наносят в 7 раз меньший ущерб, чем наводнения, но имеют высокую концентрацию на юге и юго-востоке страны [12].



### КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА

Площадь - 199,9 млн км<sup>2</sup>  
 Население - 6,9 млн  
 Плотность населения - 33,5  
 Ежегодный прирост населения - 1,7%  
 Городское население - 36,6  
 ВВП -14 млрд долларов США

Рисунок 2.3 - Обзор статистических данных Кыргызской Республики

Кыргызская Республика - страна, не имеющая выхода к морю. Население составляет 6,9 миллиона человек, а ВВП в 2025 году составил 14 миллиардов долларов США.

Горы покрывают основную часть территории страны, и только около 6% приходится на низменности, где ведётся большая часть сельскохозяйственных работ. Согласно профилю риска, страна сильно подвержена землетрясениям,

наводнениям и оползням. Наводнения являются наиболее частой опасностью. Однако экономические потери от землетрясений больше, чем от наводнений, при этом среднегодовые потери составляют примерно 190 миллионов долларов США [13].



Рисунок 2.4 - Обзор статистических данных Республики Таджикистан

Республика Таджикистан - страна с населением около 10,2 миллионов человек, в которой ВВП в 2025 году составил 18,7 миллиардов долларов США. Как и в Кыргызской Республике, 90% территории страны составляют горы, и она расположена в высокосейсмичном районе. Однако, благодаря относительно меньшему проценту урбанизации, она менее подвержена землетрясениям.

Население в основном сосредоточено в низменных районах страны. То есть, в северной и южной частях страны, где в основном ведется сельское хозяйство. Из-за особенностей рельефа, помимо землетрясений, страна подвержена ливневым наводнениям, а также селевым потокам и оползням по мере выпадения осадков и таяния снега [14].

Туркменистан, население страны составляет более 6,3 миллионов человек, а ВВП 2025 году составил - 72,12 миллиардов долларов США. Это вторая по величине страна в Центральной Азии, где около 50% населения проживает в сельской местности.



### ТУРКМЕНИСТАН

Площадь - 488,1 млн км<sup>2</sup>  
 Население - 6,3 млн  
 Плотность населения - 12,6  
 Ежегодный прирост населения - 1,3%  
 Городское население - 52  
 ВВП - 72,12 млрд долларов США

Рисунок 2.5 - Обзор статистических данных Туркменистана

Страна подвергается различным опасностям, из которых наводнения наносят наибольший ущерб (среднегодовой убыток составляет примерно 90 млн. долларов США). Страна также находится в зоне высокой сейсмичности. Однако риск этой опасности меньше, чем от наводнений, при которых, по оценкам, среднегодовые потери составляют примерно 34 млн. долларов США. В соответствии с топографией, оползни также являются частью опасностей, существующих в стране, причем эти оползни в основном расположены в Ахалском регионе, на юге страны [15].



### УЗБЕКИСТАН

Площадь - 447,4 млн км<sup>2</sup>  
 Население - 36,8 млн  
 Плотность населения - 77,5  
 Ежегодный прирост населения - 1,5%  
 Городское население - 50,4  
 ВВП - 147 млрд долларов США

Рисунок 2.6 - Обзор статистических данных Республики Узбекистан

Республика Узбекистан, население страны составляет более 36,8 млн человек, а ВВП в 2025 году составила – 147 миллиардов долларов США, наибольшую долю в котором занимает сельское хозяйство.

Изучая историю Узбекистана, можно сказать, что страна подвержена землетрясениям, засухе, наводнениям, селям и оползням. Стоит отметить, что

только около 15% территории страны расположено в сейсмоактивных районах. Однако около 80% населения проживает в этом регионе, то есть в восточной части страны, где расположена столица Ташкент [16].

## 2.2 Анализ предшествующих бедствий и их последствия

Регион ЦА подвержен различным бедствиям природного и техногенного характера, в том числе пожарам, землетрясениям, наводнениям и оползням. Изменение климата, рост населения и урбанизация привели к увеличению частоты и тяжести потерь от техногенных аварий и стихийных бедствий в последние два десятилетия [17].



Рисунок 2.7 – Карта опасности и подверженности, средние национальные значения для стран Центральной Азии [18]

Наибольшую опасность для региона ЦА с точки зрения потенциальной гибели людей и экономического ущерба представляют землетрясения и наводнения.

Значительная часть территории ЦА, включая почти все крупные города, находится в зоне высокого сейсмического риска.

За последние 100 лет в каждой стране ЦА происходили сильные землетрясения, унесшие жизни сотен тысяч людей и ущерб в миллиарды долларов [19].

Таблица 2.1 - Сильные землетрясения в Центральной Азии [19]

Дата	Наименование	Количество пострадавших	Экономический ущерб (млн. долларов США)
03.01.1911г.	Кеминское землетрясение, Казахстан, Кыргызстан	450	20
05.10.1948г.	Ашхабадское землетрясение, Туркменистан	176000	6000
26.04.1966г.	Ташкентское землетрясение, Узбекистан	100000	300
13.10.1985г.	Землетрясение в Таджикистане	8080	200
19.08.1992г.	Жалалабадское землетрясение, Кыргызстан	86806	130

При отсутствии сильных землетрясений в регионе ежегодно погибает до 200 человек от сейсмических явлений. Это говорит о той стабильной сейсмической опасности, которая присутствует в ежедневной жизни каждого жителя ЦА [19].

Экономический ущерб от землетрясений ежегодно в ЦА составляет около полумиллиарда долларов.



Рисунок 2.8 – Информация о землетрясениях в странах Центральной Азии [19]

Катастрофические землетрясения в ЦА могут привести к трансграничным бедствиям, так как сейсмические проявления в регионе происходят с юга на север. Кроме того, сильные землетрясения могут спровоцировать возникновение лавин, оползней, а также прорыва высокогорных озер и крупных гидротехнических сооружений. Например, при прорыве Сарезского озера высота волны грязекаменного потока в ущельях будет достигать 100 метров и двигаться

со скоростью 80 км/ч. Грязекаменный поток пройдет по территориям Таджикистана, Узбекистана и Туркменистана разрушив на своем пути здания, сооружения, коммуникации и приведет к гибели людей [20].

В ЦА находится более 100 объектов с отходами горнодобывающих предприятий, которые содержат радионуклиды, соли тяжелых металлов (кадмий, свинец, цинк), а также токсичные вещества (цианиды, кислоты, силикаты, нитраты, сульфаты и т.п.). Существует постоянная угроза возможных экологических катастроф вследствие разрушения хранилищ, расположенных в районах с высокой сейсмичностью и активностью оползневых процессов. При этом в ряде случаев негативные воздействия потенциально опасных источников могут привести к трансграничным загрязнениям окружающей среды.

Крупные реки, расположенные в регионе ЦА такие как Амударья, Сырдарья, Чу, Талас, Тарим и другие, а также расположенные на них гидротехнические сооружения, могут привести к катастрофическим трансграничным наводнениям. Примером тому может послужить прорыв дамбы Сардобинского водохранилища в Узбекистане произошедшего 1.05.2020 г. приведшего к затоплению обширных трансграничных территории Узбекистана и Казахстана [21].

Проведенный анализ показал, что в период с 1997 по 2021 год в странах ЦА произошло более 167,4 тыс. бедствий природного и техногенного характера [22].

Динамика техногенных аварий и стихийных бедствий в странах ЦА, в период с 1997 по 2021 года представлена на рисунке 2.9.

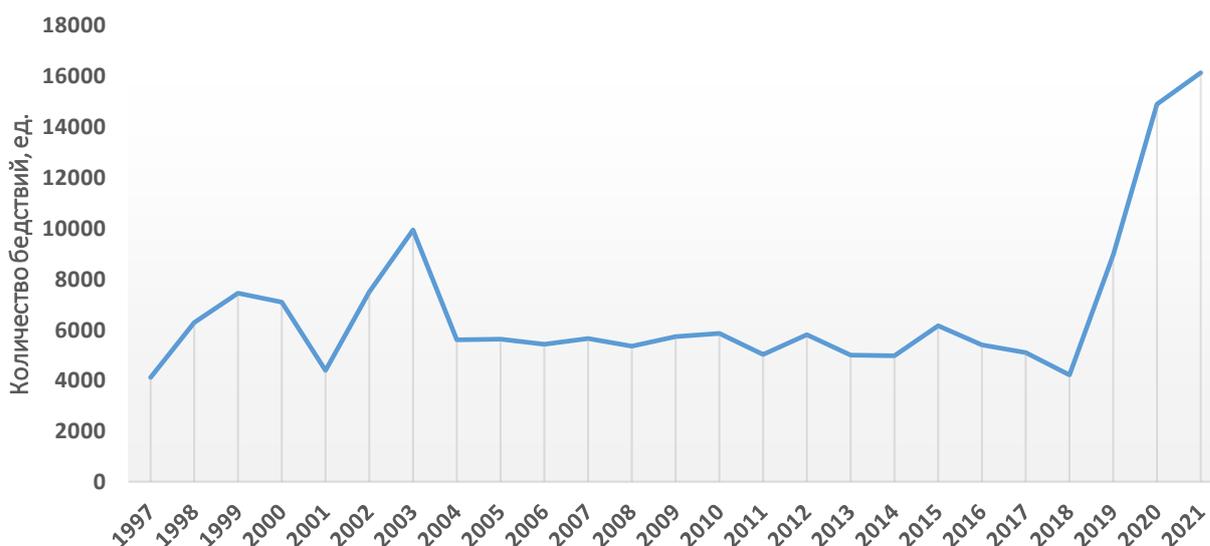


Рисунок 2.9 – Динамика бедствий в странах Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год [22]

Динамика техногенных аварий и стихийных бедствий на 1000 жителей стран ЦА в период с 1997 по 2021 год представлена на рисунке 2.10.

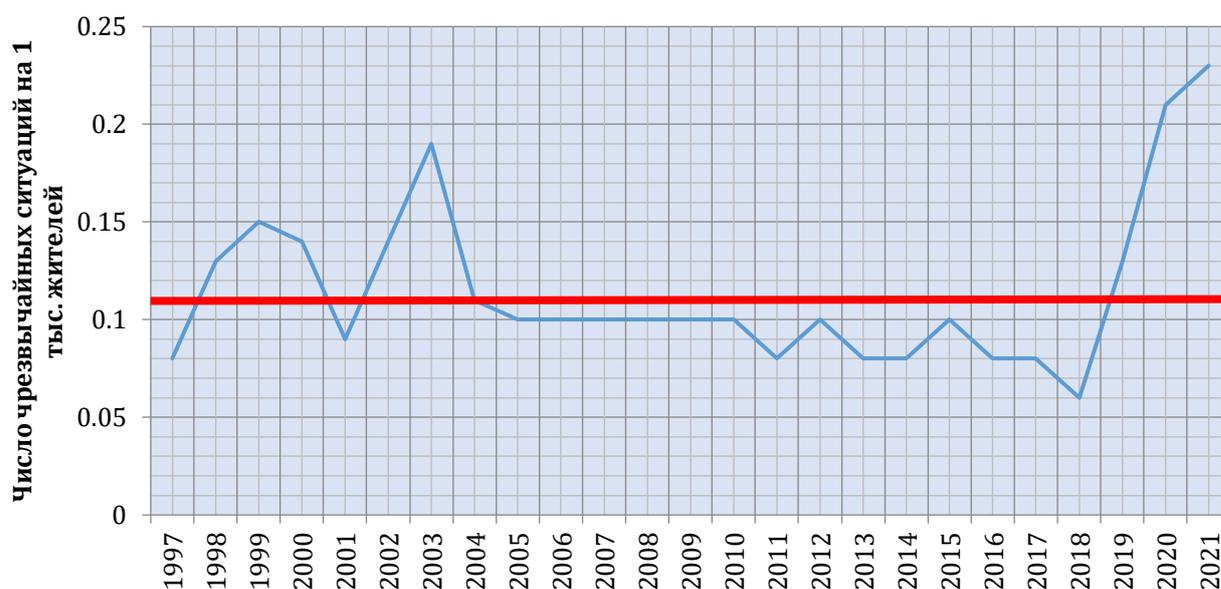


Рисунок 2.10 – Динамика чрезвычайных ситуаций на 1000 жителей стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год [22]

Из рисунка 2.10 видно, что в период с 1997 по 2021 год на каждую 1 тыс. жителей ЦА, в среднем приходилось около 0,11 бедствий в год.

На рисунке 2.11 показана динамика стихийных бедствий и техногенных аварий в разрезе стран ЦА [23].

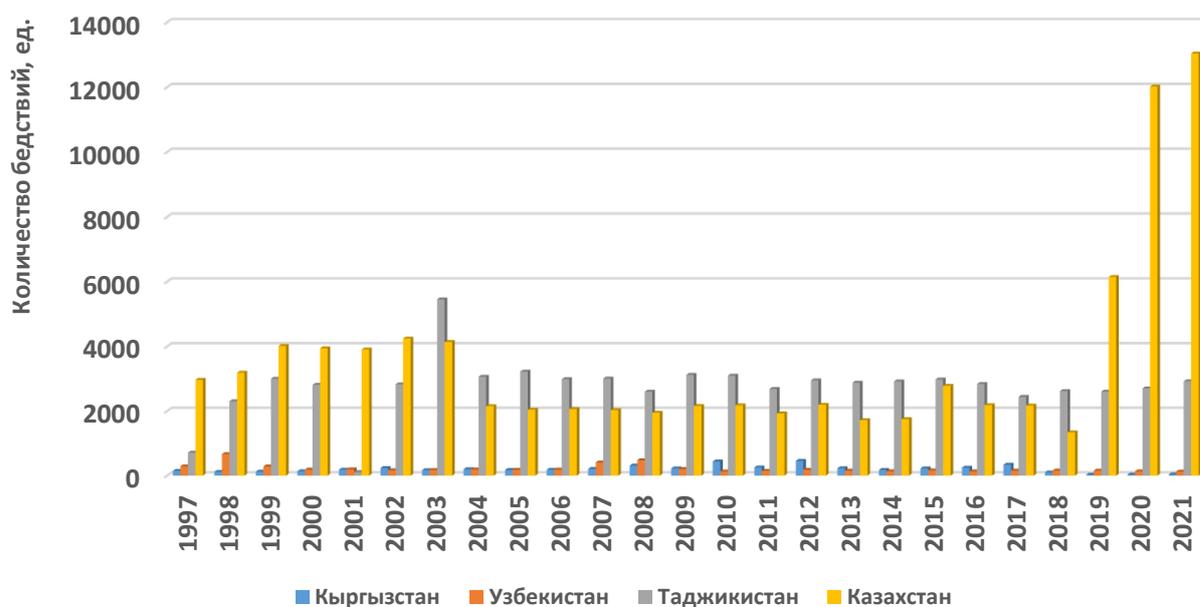


Рисунок 2.11 – Динамика бедствий в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.11 видно, что наибольшее количество стихийных бедствий и техногенных аварий, происходящих в странах ЦА, приходится на Республику Казахстан и Республику Таджикистан [23].

На рисунке 2.12 отражена динамика стихийных бедствий и техногенных аварий на 1000 жителей в разрезе стран ЦА в период с 1997 по 2021 год.

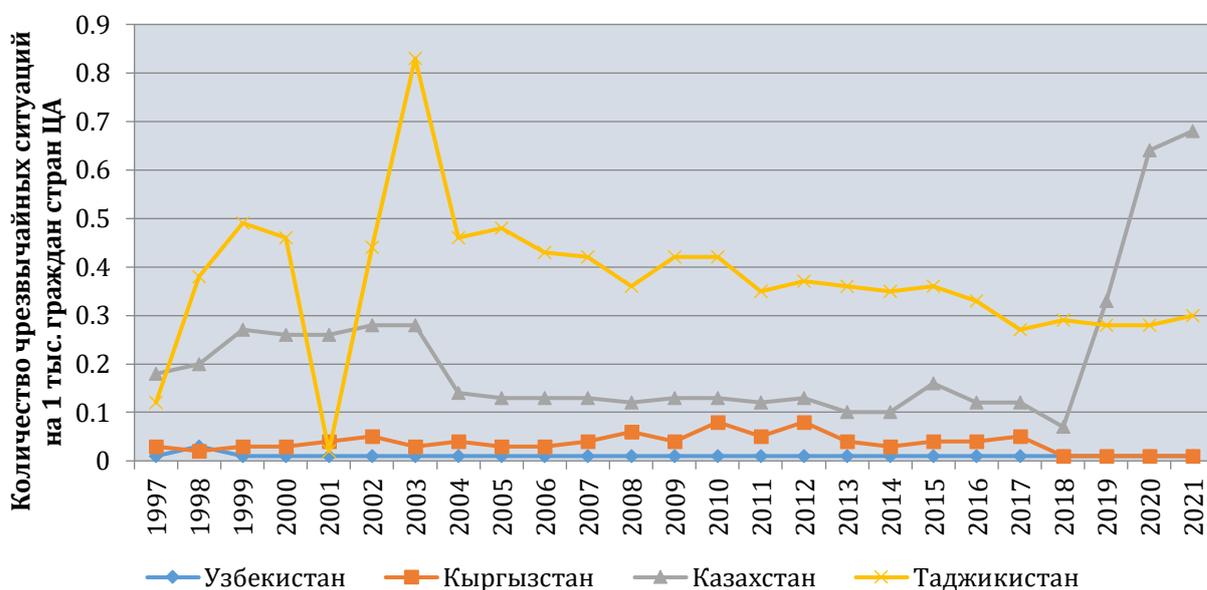


Рисунок 2.12 – Динамика чрезвычайных ситуаций на 1000 жителей в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Согласно рисунку 2.12, наибольший риск столкнуться со стихийными бедствиями и техногенными авариями в странах ЦА, в рассматриваемый период, приходится на республики Казахстан и Таджикистан [23].

Динамика числа жертв стихийных бедствий и техногенных аварий стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 годы представлена на рисунке 2.13.

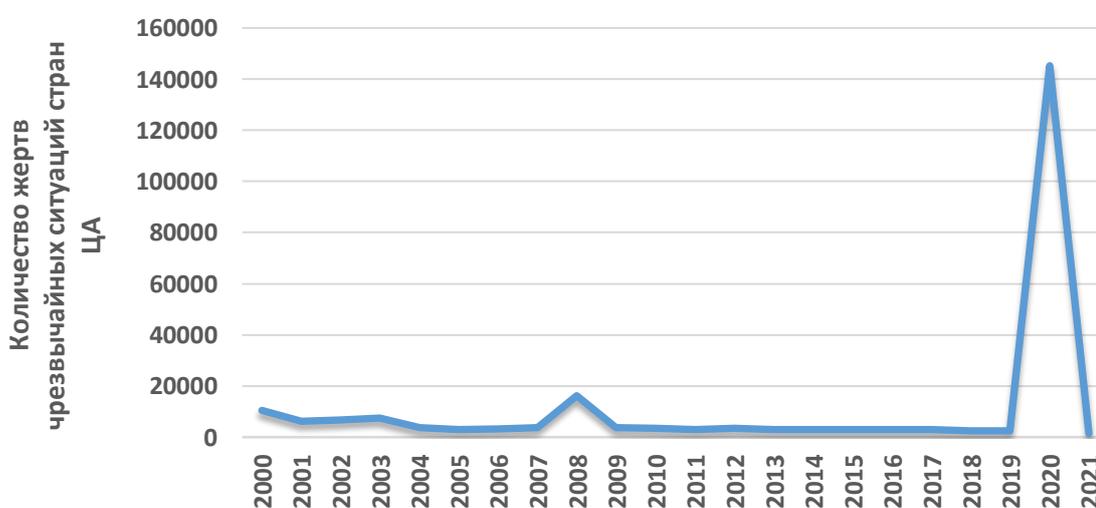


Рисунок 2.13 – Динамика числа жертв бедствий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.13 следует, что в период с 2000 по 2021 год жертвами стихийных бедствий и техногенных аварий стало более 240,6 тыс. жителей ЦА.

Наибольшее количество жертв приходится на 2020 год. Данное обстоятельство связано с коронавирусной пандемией (COVID-19) [24].

Количество жертв чрезвычайных ситуаций на 100 тыс. жителей стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 год, представлено на графике 2.14 [24].

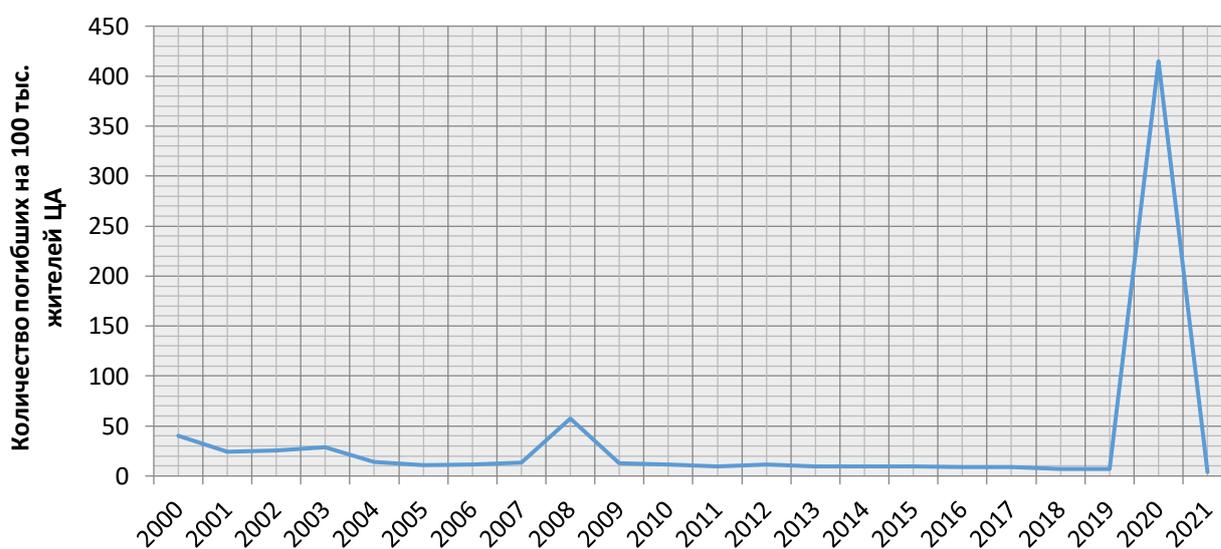


Рисунок 2.14 – Среднее число жертв чрезвычайных ситуаций на 100 тыс. чел. в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Количество жертв при чрезвычайных ситуациях на 100 тыс. жителей в разрезе стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 год, представлено на графике 2.15 [23].



Рисунок 2.15 – Среднее число жертв чрезвычайных ситуаций на 100 тыс. чел. в разрезе стран Центральной Азии

Из рисунка 2.15 видно, что наибольшее число жертв на 100 тыс. человек приходится на Республику Казахстан [24].

Количество жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) представлено на графике 2.16.

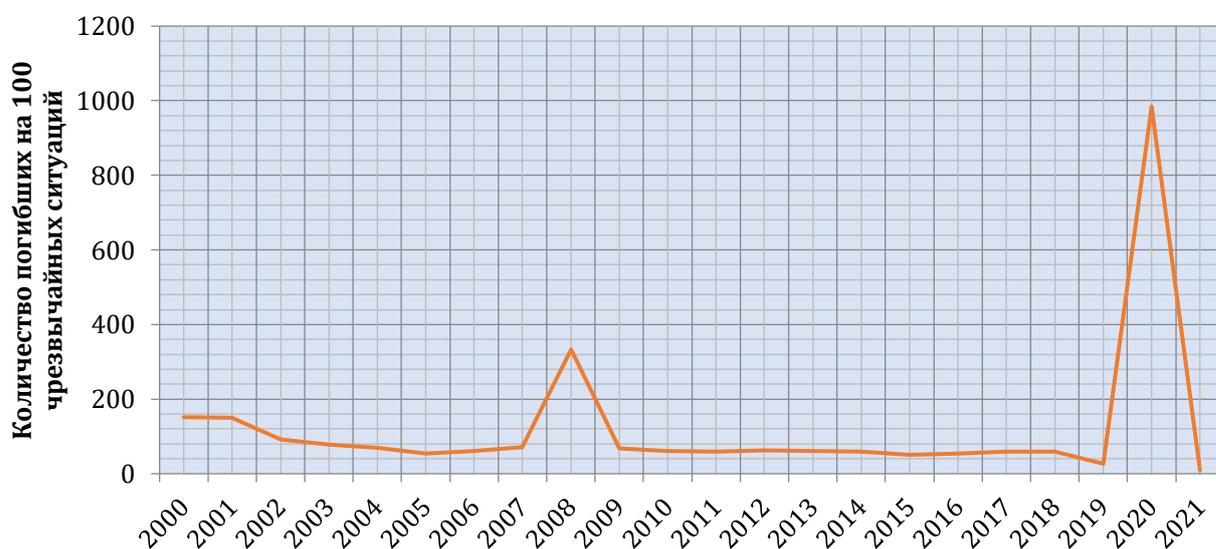


Рисунок 2.16 – Число жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.16 видно, что наибольшее число жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) приходится на 2008 и 2021 год [24].

Количество жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в разрезе стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) представлено на рисунке 2.17 [23].



Рисунок 2.17 – Число жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в разрезе стран Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.17 видно, наибольшее число жертв на 100 чрезвычайных ситуаций в регионе приходится на Республику Казахстан.

Из всех происходящих в регионе ЦА бедствий до 91,6 % приходится на техногенные аварии, то есть спровоцированные деятельностью человека (рисунок 2.18) [22].



Рисунок 2.18 – Соотношение техногенных аварий и природных бедствий в странах Центральной Азии в период с 1997 по 2021 год

Соотношение техногенных аварий и природных бедствий, в разрезе стран ЦА, представлено на рисунках 2.19-2.22 [24].

■ природные бедствия ■ техногенные аварии      ■ природные бедствия ■ техногенные аварии

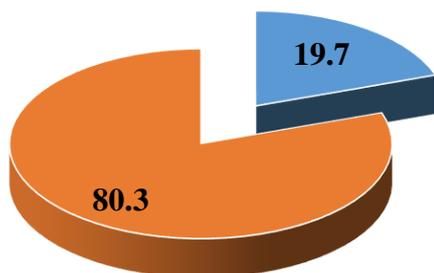


Рисунок 2.19 - Соотношение техногенных аварий и природных бедствий в Республике Казахстан

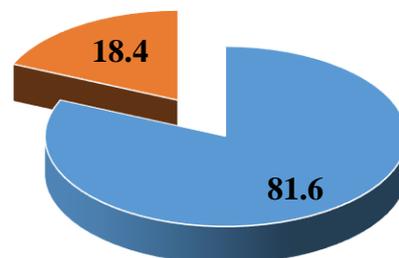


Рисунок 2.20 - Соотношение техногенных аварий и природных бедствий в Кыргызской Республике

■ природные бедствия ■ техногенные аварии

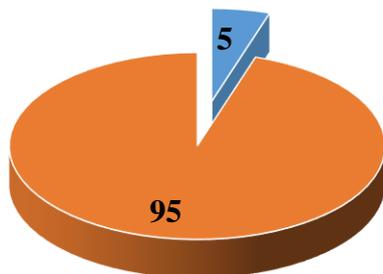


Рисунок 2.21 - Соотношение техногенных аварий и природных бедствий в Республике Таджикистан

■ природные бедствия ■ техногенные аварии

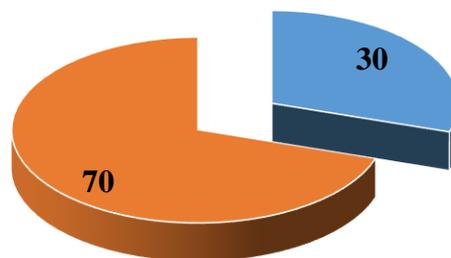


Рисунок 2.22 - Соотношение техногенных аварий и природных бедствий в Республике Узбекистан

Из рисунков 2.19-2.22 видно, что в странах ЦА наибольшее число бедствий приходится на техногенные аварии, за исключением Кыргызской Республики, где более 81% бедствий происходят по причине стихийных бедствий [24].

Около 75% жертв в странах ЦА приходится на природные бедствия (рисунок 2.23) [24].

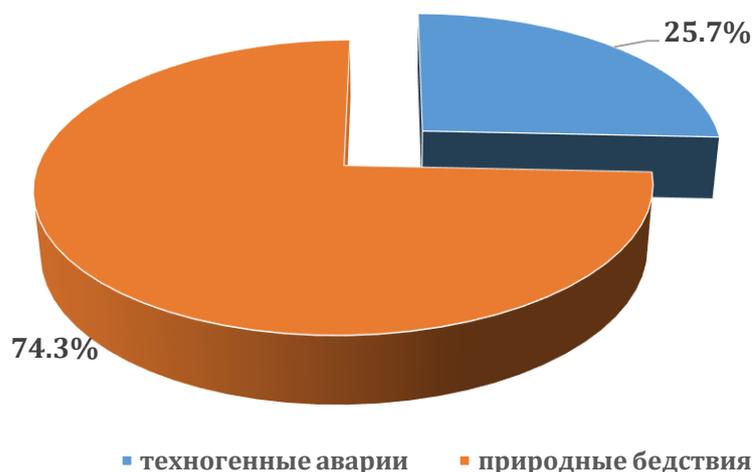


Рисунок 2.23 – Соотношение жертв техногенных аварии и природных бедствий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Рассмотрим по подробней подверженность стран ЦА стихийным бедствиям и техногенным авариям.

### 2.2.1 Анализ последствий техногенных аварий

Динамика техногенных аварий в странах ЦА представлена на рисунке 2.24.

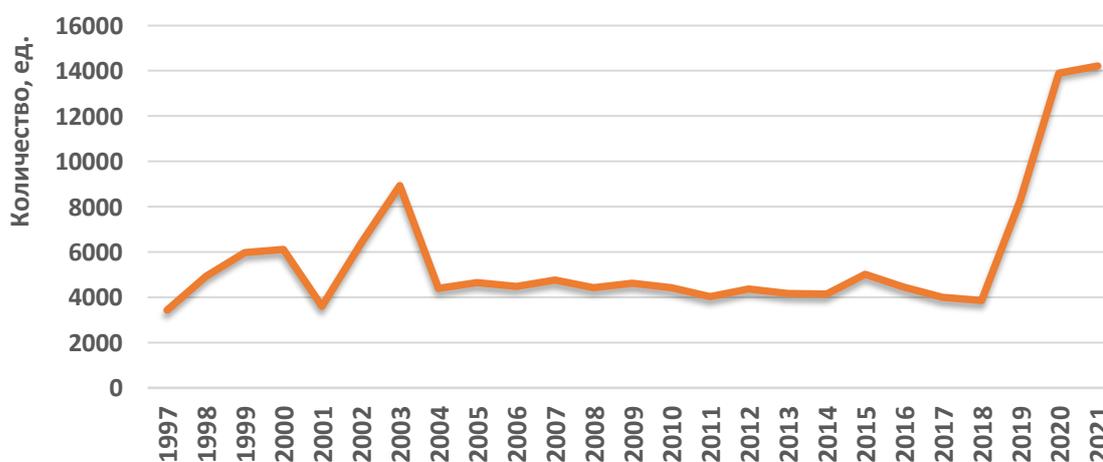


Рисунок 2.24 – Динамика техногенных аварий в странах Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.24 видно, что в странах ЦА ежегодно в среднем происходит около 5,6 тыс. техногенных аварий [24].

На рисунке 2.25 отражена динамика техногенных аварий на 1000 жителей в странах ЦА в период с 1997 по 2021 год.

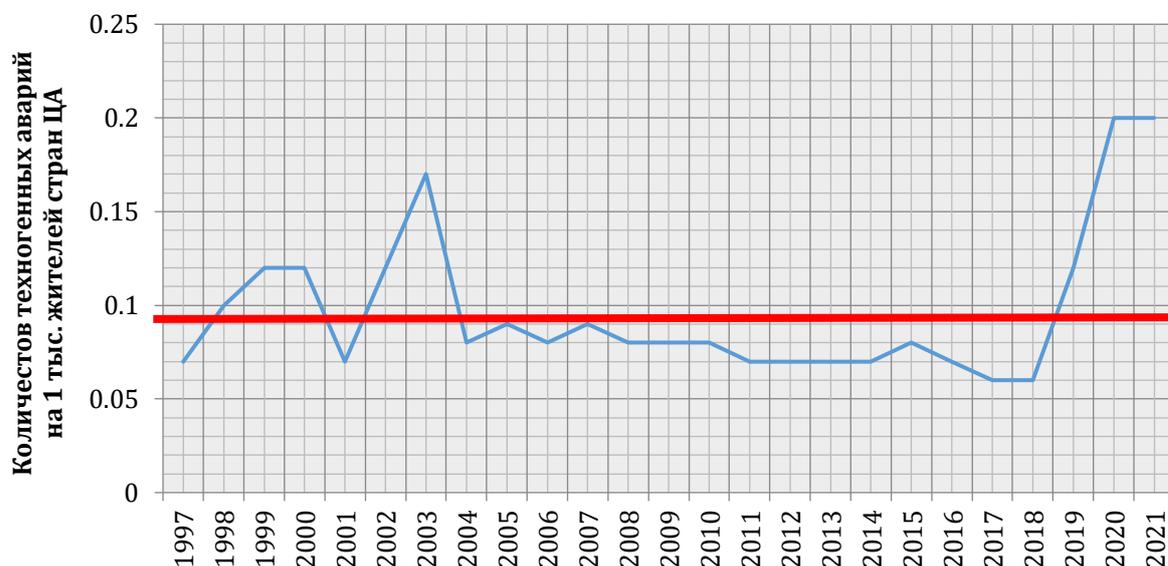


Рисунок 2.25 – Динамика техногенных аварий на 1000 жителей стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.25 видно, что в период с 1997 по 2021 год на каждую 1 тыс. граждан ЦА, в среднем приходилось около 0,09 техногенных аварий в год [25].

На рисунке 2.26 показана динамика техногенных аварий в разрезе стран ЦА в период с 1997 по 2021 год.



Рисунок 2.26 – Динамика техногенных аварий в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.26 видно, что в последние годы наблюдается рост техногенных аварий в Республике Казахстан [24].

На рисунке 2.27 отражена динамика техногенных аварий на 1000 жителей в разрезе стран ЦА в период с 1997 по 2021 год.

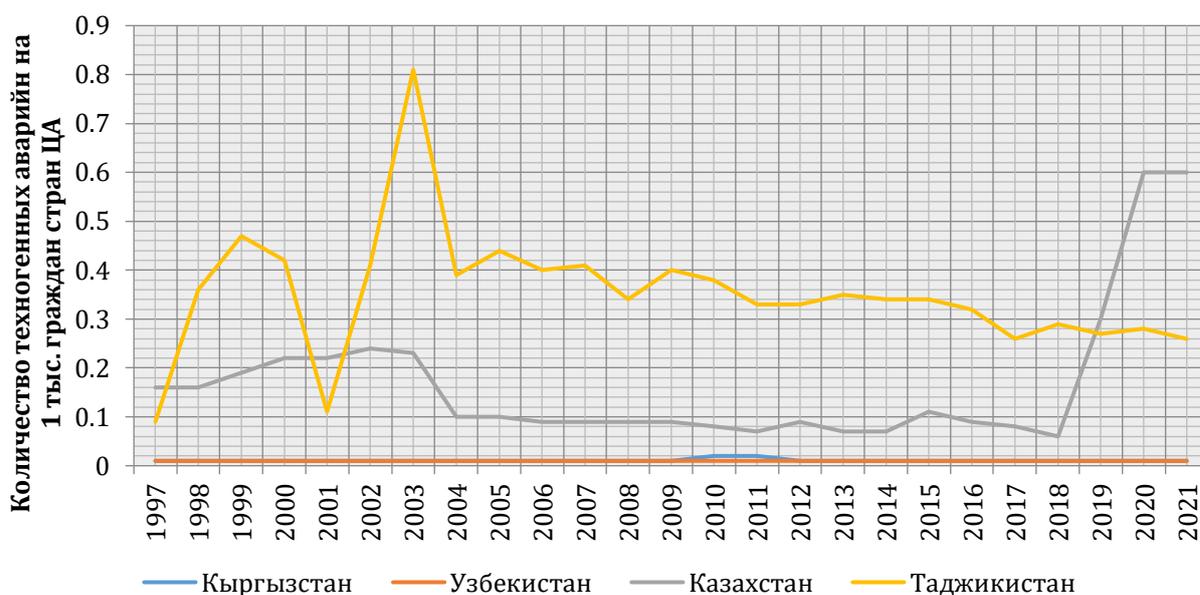


Рисунок 2.27 – Динамика техногенных аварий на 1000 жителей в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.27 видно, что в последние годы наибольший риск столкнуться с техногенной аварией в странах ЦА, приходился на Республику Казахстан, где на каждые 10 тыс. граждан приходится в среднем 6 техногенных аварий [25].

Динамика числа жертв техногенных аварий стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 год представлена на рисунке 2.28.



Рисунок 2.28 – Динамика жертв техногенных аварий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.28 видно, что в рассматриваемый период наибольшее количество жертв техногенных аварий в ЦА приходится на Республику Казахстан [24].

Количество жертв техногенных аварий на 100 тыс. жителей стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 год, представлено на графике 2.29.



Рисунок 1.29 – Число жертв техногенных аварий на 100 тыс. человек в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Согласно рисунку 2.29, ежегодно на 100 тыс. жителей стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в среднем жертвами техногенных аварий становились 8,4 человек. В последние годы в регионе наблюдается динамика постепенного снижения числа жертв техногенных аварий [26].

Рисунок 2.30 демонстрирует количество жертв техногенных аварий на 100 тыс. жителей в разрезе стран ЦА [24].



Рисунок 2.30 – Число жертв техногенных аварий на 100 тыс. человек в разрезе стран Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.30 видно, что наибольший риск стать жертвой техногенной аварии приходится на Республику Казахстан.

Количество жертв на 100 техногенных аварий в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 год, представлено на рисунке 2.31.

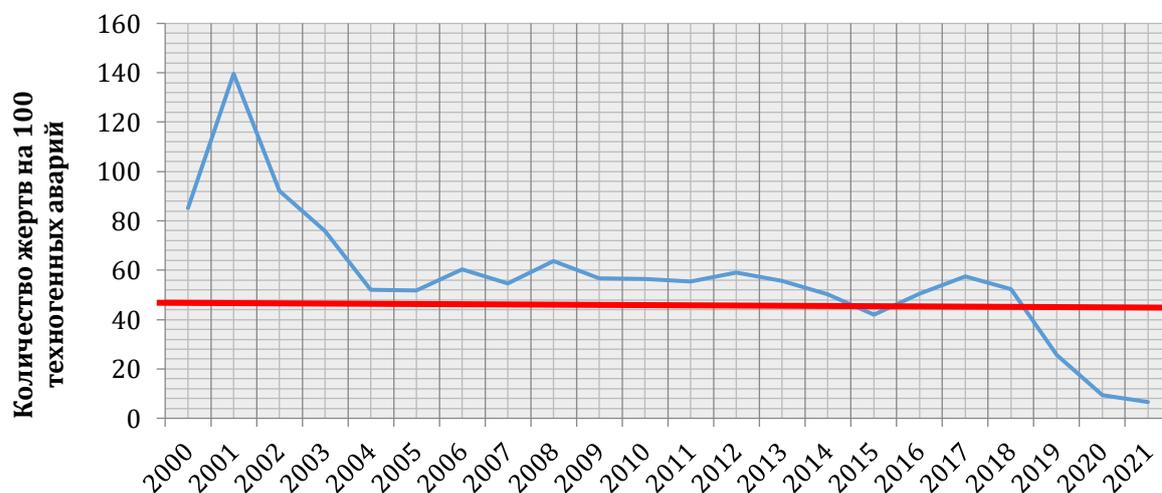


Рисунок 2.31 – Число жертв на 100 техногенных аварий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Согласно рисунку 2.31, ежегодно на 100 ЧС в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в среднем жертвами техногенных аварий становились 49,3 человек. В последние годы в регионе наблюдается динамика постепенного снижения числа жертв на 100 техногенных аварий [26].

Количество жертв на 100 техногенных аварий в разрезе стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) представлено на рисунке 2.32.



Рисунок 2.32 – Число жертв на 100 техногенных аварий в разрезе стран Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Согласно рисунку 2.32, в последние годы в Кыргызской Республике наблюдается рост числа жертв на 100 техногенных.

## 2.2.2 Анализ последствий природных бедствий

На рисунке 2.33 показана динамика природных бедствий в странах ЦА.



Рисунок 1.33 – Динамика природных бедствий в странах Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.33 видно, что в странах ЦА в последние годы наблюдается тенденция увеличения природных бедствий. Данное обстоятельство связано с климатическими изменениями, происходящими во всем мире, в том числе и в ЦА [24].

На рисунке 2.34 показана динамика природных бедствий на 1000 жителей в разрезе стран ЦА в период с 1997 по 2021 год.

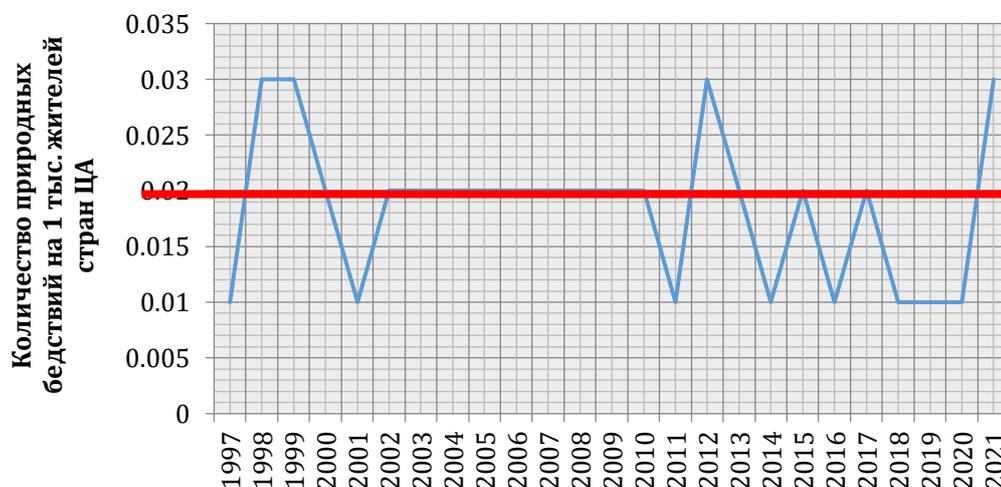


Рисунок 2.34 – Динамика природных бедствий на 1000 жителей стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Из рисунка 2.34 видно, что в период с 1997 по 2021 год на каждые 100 тыс. граждан ЦА, в среднем приходилось около 2 природных бедствий в год [25].

На рисунке 2.35 показана динамика природных бедствий в разрезе стран ЦА.



Рисунок 2.35 – Динамика природных бедствий в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

Рисунок 2.35 указывает на то, что природные бедствия в странах ЦА в рассматриваемый период происходили волнообразно. Наибольшее количество бедствий приходится на Республику Казахстан [24].

Рисунок 2.36 отражает динамику природных бедствий на 1000 жителей в разрезе стран ЦА в период с 1997 по 2021 год.

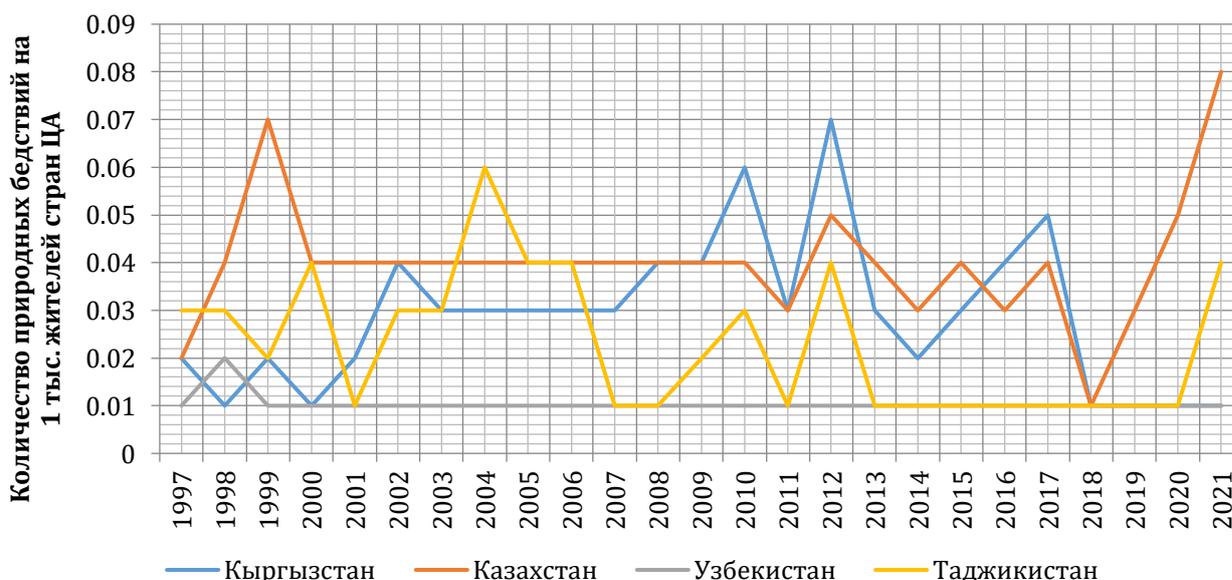


Рисунок 2.36 – Динамика природных бедствий на 1000 жителей в разрезе стран Центральной Азии, в период с 1997 по 2021 год

На рисунке 2.36 показано, что в рассматриваемый период наибольший риск столкнуться с природными бедствиями в странах ЦА, приходится на Республику Казахстан, Республику Таджикистан и Кыргызскую Республику, в которых на каждые 100 тыс. граждан приходится в среднем 4 и 3 природных бедствия соответственно [26].

Динамика числа жертв природных бедствий в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 года представлена на рисунке 2.37.



Рисунок 2.37 – Динамика жертв природных бедствий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Из рисунка 2.37 видно, что в рассматриваемый период наибольшее количество жертв природных бедствий в странах ЦА, приходится на Республику Казахстан [24].

Количество жертв природных бедствий на 100 тыс. жителей стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 года, представлено на графике 2.38.

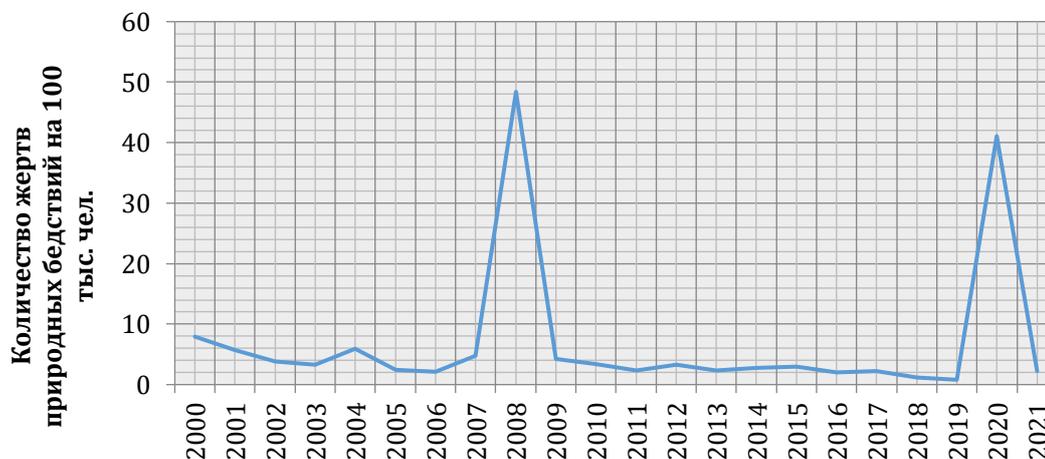


Рисунок 2.38 – Число жертв природных бедствий на 100 тыс. человек в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Рисунок 2.38 указывает на то, что ежегодно на 100 тыс. жителей стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в среднем жертвами природных бедствий становились 3 человека [25].

Количество жертв природных бедствий на 100 тыс. человек в разрезе стран ЦА указано на рисунке 2.39.



Рисунок 2.39 – Число жертв природных бедствий на 100 тыс. человек, в разрезе стран Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Согласно рисунку 2.39, наибольшее число жертв природных бедствий на 100 тыс. человек приходится на Республику Казахстан [24].

Количество жертв на 100 природных бедствий в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) в период с 2000 по 2021 года, представлено на графике 2.40.

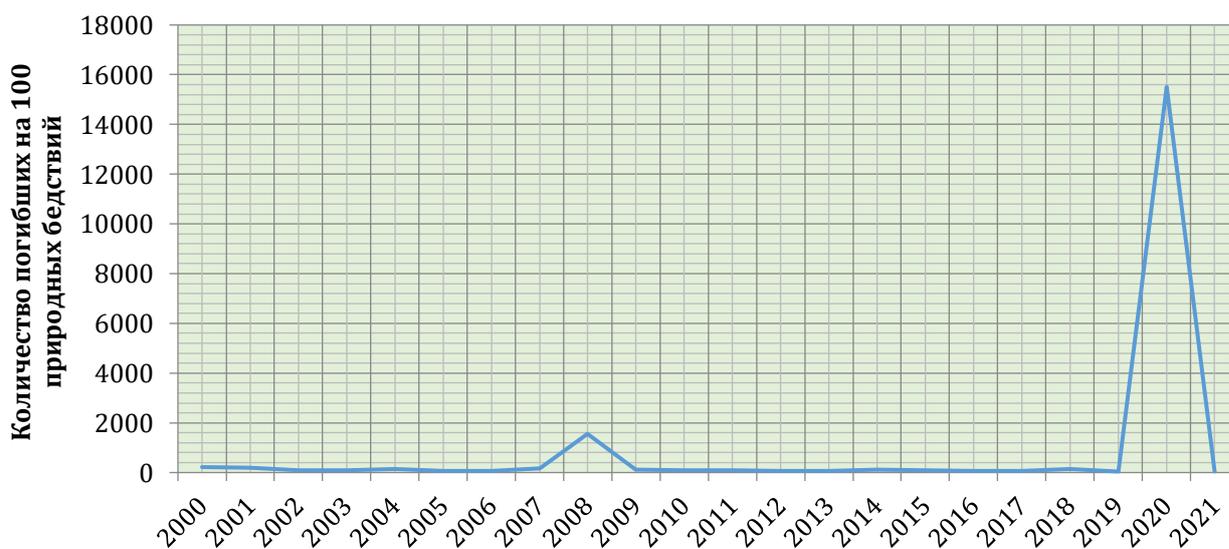


Рисунок 2.40 – Число жертв на 100 природных бедствий в странах Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Рисунок 2.40 указывает на то, что число жертв на 100 природных бедствий в странах ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) постепенно сокращается [25].

Количество жертв на 100 природных бедствий в разрезе стран ЦА (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) представлено на рисунке 2.41.



Рисунок 2.41 – Число жертв на 100 природных бедствий в разрезе стран Центральной Азии, в период с 2000 по 2021 год

Согласно рисунку 2.41, наибольшее число жертв на 100 природных бедствий приходится на Республику Казахстан и Кыргызскую Республику.

### Краткие выводы по разделу

Проведенный анализ показал, что в странах ЦА наблюдается динамика увеличения количества стихийных бедствий и техногенных аварий, а также их последствий. Увеличение количества бедствий природного и техногенного характера связано в первую очередь с происходящими глобальными изменениями климата.

Бедствия могут одновременно влиять на разные страны, например, сейсмические события в Ферганской долине (Наманганская область Узбекистана) затрагивают территорию Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана. Таким образом, трансграничный характер бедствий в ЦА требует комплексного подхода на региональном уровне для поддержки, планирования и координации стратегии снижения риска бедствий.

Для выработки управленческих решений по снижению риска бедствий необходимо провести оценку интегрального риска стран ЦА.

### **3. Интегральный риск бедствий стран Центральной Азии**

#### **3.1 Оценка коэффициента опасности бедствий**

Интегральные (территориальные) риски характеризуют комплекс опасностей, угрожающих населению стран ЦА [27].

Для оценки коэффициента опасности бедствий, воспользуемся репрезентативными статистическими массивами данных, таких как количество произошедших бедствий и количество погибших от бедствий.

Для оценки опасности бедствий используем модель комплексной оценки бедствий индексным методом.

Применение индексного метода для оценки опасности бедствий имеет следующие преимущества [28]:

1) индексы позволят определить соответствующие параметрические данные верхних и нижних границ, в пределах которых страны ЦА будут устойчиво функционировать и развиваться;

2) индексами можно устанавливать необходимые уровни и ответственность за достижение поставленных целевых индикаторов;

3) индексы дают возможность заблаговременно определить возможные критические состояния и провести необходимые экстренные мероприятия по минимизации опасности бедствий;

4) индексы также возможно применять при проведении качественного анализа опасности бедствий.

При использовании индексного метода внутри установленных границ создастся «информационное пространство», что является необходимым и достаточным преимуществом для выявления возможных интегральных опасностей бедствий [29].

Индексный метод позволяет провести первичную оценку опасности бедствий и сравнить их между странами ЦА.

В целях упорядочения и систематизации в таблице 3.1 представлены этапы индексного моделирования комплексной оценки опасности бедствий.

Согласно приведенной модели, проведем оценку комплексного показателя опасности стран ЦА.

Таблица 3.1 – Этапы индексного моделирования коэффициента опасности бедствий

Этап	Краткое содержание этапа моделирования
1 этап	Проводится сбор данных о произошедших бедствиях и их последствиях за единицу времени
2 этап	Вычисляются основные опасности бедствий: $R_1$ – количество бедствий, приходящихся в год на одного человека; $R_2$ – количество погибших при одном бедствии; $R_3$ – количество людей, погибающих от бедствий за год, в расчете на одного человека
3 этап	Проводится сравнительный анализ опасности бедствий путем ранжирования и присвоения соответствующего индекса $J_{R_i}$ Индекс присваивается по следующему принципу: чем выше показатель риска, тем выше индекс
4 этап	Комплексная оценка проводится путем суммирования полученных итоговых индексов $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$ . Таким образом, определяется комплексный показатель опасности бедствий
5 этап	Определение интервальных значений комплексного показателя опасности $J_{k_{cp}} - \delta < J_k < J_{k_{cp}} + \delta$

Для оценки опасности  $J_k$  индексным методом, представим обстановку с бедствиями в странах ЦА в виде таблицы 3.2 [30].

Таблица 3.2 – Бедствия и их последствия в странах ЦА

№ п/п	Наименование	Население, млн. чел.	Число бедствий	Число жертв	Опасности		
					$R_1$	$R_2$	$R_3$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Казахстан	19177	13038	896	0,68	6,9	4,7
2	Кыргызстан	6687	39	73	0,01	187,2	1,1
3	Таджикистан	9857	126	460	0,01	365,0	4,7
4	Узбекистан	34230	2923	1429	0,08	49,0	4,2
	<b>Всего</b>	<b>69951</b>	<b>16126</b>	<b>2858</b>	<b>0,23</b>	<b>18,0</b>	<b>4,1</b>

На следующем этапе проводится анализ опасности бедствий в странах ЦА, для этих целей воспользуемся статистическими данными о численности населения, данными по бедствиям в странах ЦА и их последствиями. Проведенная оценка показала, что в странах ЦА на 1 тыс. жителей в среднем в год приходится 0,2 бедствия, на каждые 100 бедствий приходится 18 погибших [31].

Проведенная оценка опасности бедствий в странах ЦА не в полной мере позволила выявить наиболее подверженные страны бедствиям. Для разрешения этого проблемного вопроса используем индексный метод.

Индексы группы рисков  $J_{R_i}$ ,  $i = \overline{1,3}$  определяются в соответствии с ранжированием показателей опасности бедствий. Ранжирование проводится по всем показателям опасности бедствий  $R_1, R_2, R_3$ , для рассматриваемых стран ЦА. Чем выше показатель опасности бедствий, тем ниже индекс [30].

В соответствии с данными таблицы 3.2 путем ранжирования определены индексы опасности  $J_{R_1}, J_{R_2}, J_{R_3}$ , для исследуемых стран ЦА (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Индексы опасности бедствий в странах Центральной Азии

№ п/п	Наименование	Индексы риска ЧС			
		$J_{R_1}$	$J_{R_2}$	$J_{R_3}$	$J_k$
1	Казахстан	3	1	3	7
2	Кыргызстан	1	3	1	5
3	Таджикистан	1	4	3	8
4	Узбекистан	2	2	2	6

Из таблицы 3.3 видно, что в рассматриваемых странах ЦА по каждой опасности получен соответствующий индекс  $J_{R_i}$  который колеблется  $0 \rightarrow n$ .

Полученные индексы суммируются  $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$ , в результате чего можно получить комплексный показатель опасности  $J_k$  (таблица 2.3).

Согласно полученным значениям комплексного показателя опасности  $J_k$ , для определения интервальных значений, рассчитаем среднее квадратичное отклонение [30]

$$\sigma = \sqrt{\frac{(j_1 - J_{k_{cp}})^2 + (j_2 - J_{k_{cp}})^2 + \dots + (j_n - J_{k_{cp}})^2}{N_j}} \quad (3.1)$$

где среднее значение комплексного показателя опасности  $J_{k_{cp}} = \frac{\sum J_i}{N_j}$ .

Согласно полученным средним квадратичным отклонениям, рассчитываются интервалы средних квадратичных отклонений  $J_{k_{cp}} - \sigma < J_{k_{cp}} < J_{k_{cp}} + \sigma$

Среднее значение комплексного показателя опасности бедствий равно  $J_{k_{cp}} = 6,5$ . Среднее квадратичное отклонение равно  $\sigma = 1,1$ . Таким образом,  $J_{k_{cp}} \pm \sigma$  получаем интервалы средних квадратичных отклонений  $5,4 < J_{k_{cp}} < 7,6$ .

По значениям средних квадратичных отклонений  $5,4 < J_{k_{cp}} < 7,6$  установим уровни опасности бедствий в ЦА (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Уровни опасности по показателю риска бедствий

Значение	Уровень пожарной опасности
$J > 7,6$	Исключительно высокий
$6,5 < J \leq 7,6$	Высокий
$5,4 < J \leq 6,5$	Средний
$J \leq 5,4$	Низкий

На основании данных уровней определен коэффициент опасности бедствий в странах ЦА, по которым проведен сравнительный анализ (рисунок 3.1).

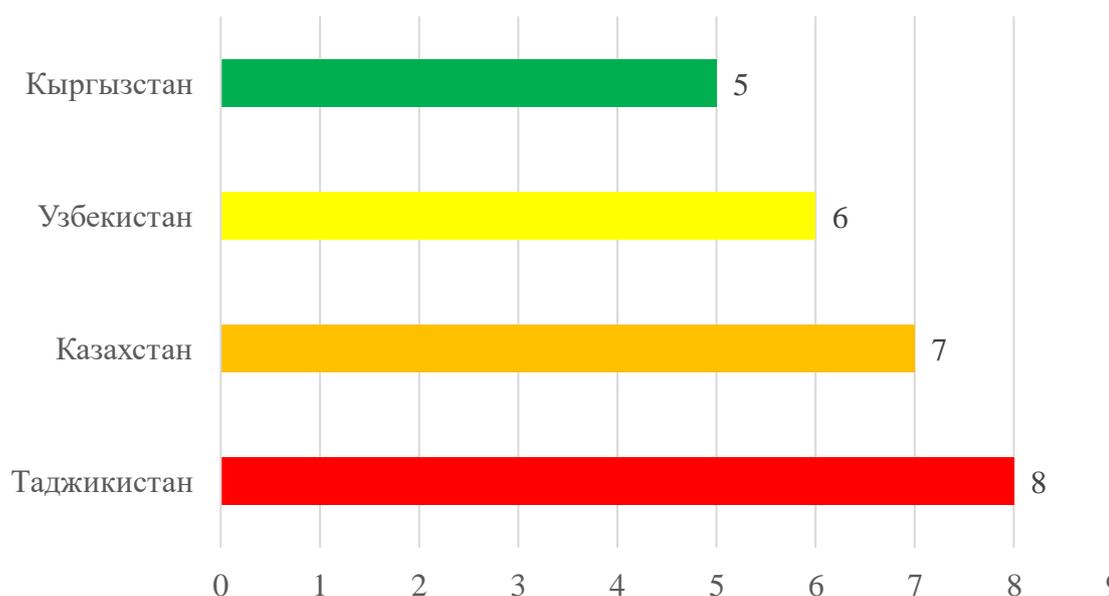


Рисунок 3.1 – Коэффициент опасности бедствий стран ЦА

Из рисунка 3.1 видно, что исключительно высокий уровень опасности риска бедствий приходится на Республику Таджикистан и высокий на Республику Казахстан [32].

### 3.2 Оценка коэффициента уязвимости бедствиям

Автором для оценки коэффициента уязвимости бедствиям предложена следующая формула [33]:

$$K_y = \frac{\frac{N_{\text{нас.}}}{N_{\text{кол.нас.}}} + \frac{S_{\text{плоч.}}}{S_{\text{общ.плоч.}}} + \frac{K_{\text{БД}}}{K_{\text{БД рег.}}} + \frac{P_{\text{постр.}}}{P_{\text{постр.рег.}}} + \frac{Q_{\text{погиб.}}}{Q_{\text{погиб.рег.}}}}{5} \quad (3.2)$$

где  $N_{\text{нас.}}$  - численность населения в зоне воздействия бедствия, человек;

$N_{\text{кол.нас.}}$  - общая численность населения региона, человек;

$S_{\text{плоч.}}$  - площадь подверженная влиянию бедствия, км<sup>2</sup>;

$S_{\text{общ.плоч.}}$  - общая площадь региона, км<sup>2</sup>;

$K_{\text{БД}}$  - количество бедствий, произошедших в стране;

$K_{\text{БД рег.}}$  - количество бедствий, произошедших в регионе;

$P_{\text{постр.}}$  - количество населения в стране, пострадавшего в результате воздействия бедствия, человек;

$P_{\text{постр.рег.}}$  - количество населения региона, пострадавшего в результате воздействия бедствия, человек;

$Q_{\text{погиб.}}$  - количество населения в стране, погибшего в результате воздействия бедствия, человек;

$Q_{\text{погиб.рег.}}$  - количество населения региона, погибшего в результате воздействия бедствий, человек.

Коэффициент уязвимости бедствиям стран ЦА учитывает все риски и потери, которые понесет или понесла страна, в результате воздействия бедствий различного характера. Коэффициент уязвимости варьируется от 0 до 1 (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Коэффициент уязвимости бедствиям

Значение	Уровень пожарной опасности
$0,31 < 1$	Исключительно высокий
$0,26 < 0,30$	Высокий
$0,22 < 0,25$	Средний
$0 \leq 0,21$	Низкий

В соответствии с данными представленными в первой главе проведен расчет коэффициента уязвимости стран ЦА. Ниже на рисунке 3.2 проведен анализ полученных расчетов коэффициента уязвимости бедствиям и проведено районирование по значениям коэффициента уязвимости стран ЦА.

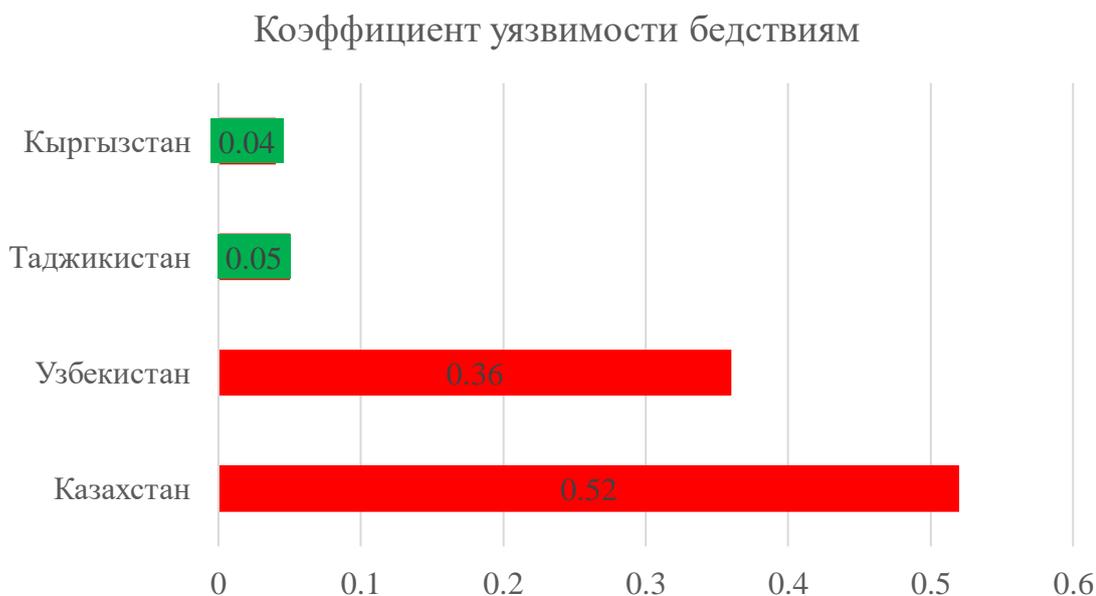


Рисунок 3.2 – Коэффициент уязвимости бедствиям стран ЦА

Из рисунка 3.2 видно, что исключительно высокий коэффициент уязвимости бедствиям приходится на Республику Казахстан и Республику Узбекистан [24].

### 3.3 Оценка коэффициента потенциала противодействия бедствиям

Автором для определения потенциала противодействия бедствиям предложен индексный метод с учетом следующих показателей [34]:

- количество бедствий, приходящихся в единицу времени на одно пожарного-спасателя,  $Q_1, \left[ \frac{\text{Бедствие}}{\text{Спасатель, год}} \right]$ ,

- численность населения, приходящаяся на одно пожарно-спасательное подразделение,  $Q_2, \left[ \frac{10^3 \text{чел.}}{\text{Депо}} \right]$ ,

- численность населения, приходящаяся на одного пожарного-спасателя,  $Q_3, \left[ \frac{10^3 \text{чел.}}{\text{Спасатель}} \right]$ ,

- количество бедствий, приходящихся в единицу времени на одно пожарно-спасательное подразделение,  $Q_4, \left[ \frac{\text{Бедствие}}{\text{Депо, год}} \right]$ ,

- пожарно-спасательное подразделение, на единицу площади территории страны,  $Q_5, \left[ \frac{\text{Депо}}{\text{км}^2} \right]$ ,

– финансовый резерв на ликвидацию бедствий, приходящийся в единицу времени на одно бедствие,  $Q_6, \left[ \frac{\text{млн.USD}}{\text{Бедствие,год}} \right]$ .

По полученным показателям проводится сравнительный анализ путем ранжирования и присвоения соответствующего индекса. Индекс присваивается в соответствии со следующим принципом: чем выше показатель характеризующий потенциал противодействия, тем выше индекс [35]. Полученные индексы суммируются  $I_p = \sum_{i=1}^6 I_{Q_i}$ , в результате чего можно получить показатель противодействия бедствиям  $I_p$ .

Результаты расчета индексов противодействия бедствиям, для исследуемых стран ЦА представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Индексы противодействия бедствиям стран Центральной Азии

№	Наименование	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Узбекистан
1	$Q_1$	0,41	0,006	0,02	0,15
2	$Q_2$	43,9	72,7	129,7	171,2
3	$Q_3$	0,6	1,1	2,0	1,7
4	$Q_4$	29,9	0,42	1,6	14,6
5	$Q_5$	0,00016	0,00046	0,00053	0,00044
6	$Q_6$	1457,3	56410,2	106349,2	28395,5
7	$I_{Q_1}$	4	1	2	3
8	$I_{Q_2}$	1	2	3	4
9	$I_{Q_3}$	1	2	4	3
10	$I_{Q_4}$	4	1	2	3
11	$I_{Q_5}$	1	3	4	2
12	$I_{Q_6}$	4	2	1	3
13	$I_p$	15	11	16	18

Согласно полученным значениям противодействия бедствиям  $I_p$ , для определения интервальных значений, рассчитаем среднее квадратичное отклонение по формуле 3.1 и интервалы средних квадратичных отклонений  $I_{p_{cp}} - 6 < I_{p_{cp}} < I_{p_{cp}} + 6$

Среднее значение противодействия бедствиям составляет  $I_{p_{cp}} = 15,0$ . Среднее квадратичное отклонение равно  $\sigma = 1,3$ . Таким образом, получаем интервалы средних квадратичных отклонений  $13,7 < I_{p_{cp}} < 16,3$ .

По значениям средних квадратичных отклонений установим уровни противодействия бедствиям стран ЦА (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Уровни противодействия бедствиям

Значение	Уровень пожарной опасности
$I > 16,3$	Низкий
$15,0 < I \leq 16,3$	Средний
$13,7 < I \leq 15,0$	Значительный
$I \leq 13,7$	Высокий

На основании данных уровней определен индексный коэффициент показателя противодействия бедствиям стран ЦА, по которым проведен сравнительный анализ (рисунок 3.3).

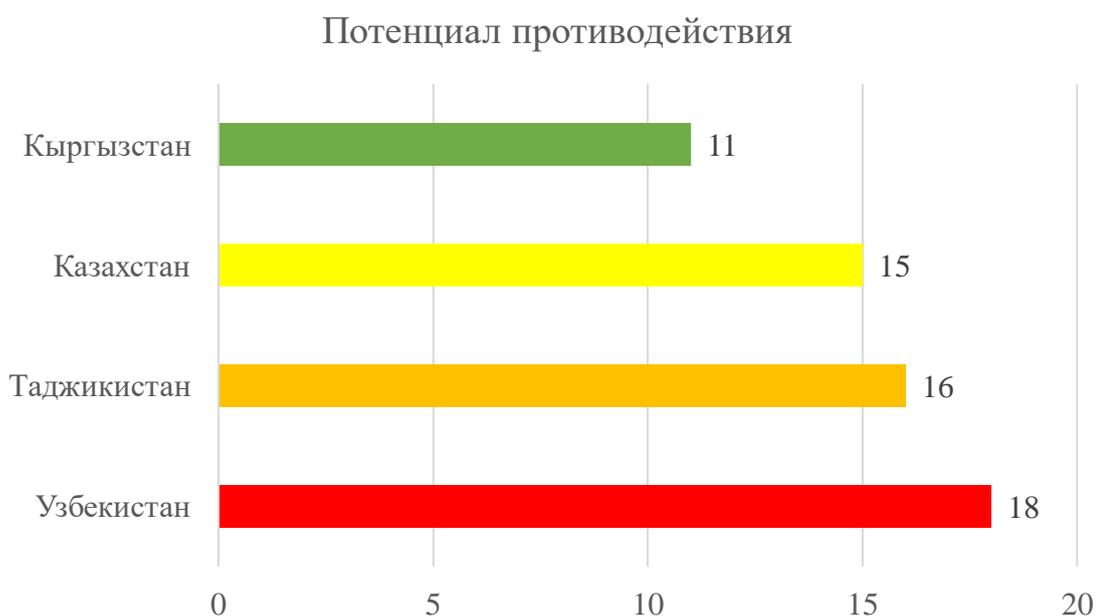


Рисунок 3.3 – Потенциал противодействия бедствиям стран ЦА

Из рисунка 3.3 видно, что высокий потенциал противодействия бедствиям в Кыргызской Республике, а низкий у Республике Узбекистан [24].

### 3.4 Оценка интегрального риска бедствий

В настоящее время для проведения анализа безопасности различных территории применяют интегральный индекс риска бедствий [36]. Данный способ носит название «Методология INFORM», включающий в себя универсальный инструментарий, который используется на различных уровнях, от глобального до муниципального [33]. Методология основана на проведении оценки степени опасности, уровня уязвимости и потенциала противодействия различным бедствиям [37]. Методология INFORM позволяет сопоставить уровни и компоненты риска на региональном и национальном уровнях.

Автором предложено, на основании методологии INFORM, уравнение для оценки интегрального риска бедствий стран ЦА [37]:

$$R_i = \sqrt[3]{J_{K_i} \cdot K_{y_i} \cdot I_{p_i}} \quad (3.3)$$

где  $J_{K_i}$  – коэффициент опасности бедствий в  $i$  – той стране;

$K_{y_i}$  – коэффициент уязвимости бедствиям в  $i$  – той стране;

$I_{p_i}$  – коэффициент противодействия бедствиям в  $i$  – той стране.

Предложенная модель получена в результате обобщения трёх коэффициентов, что позволит сделать комплексный анализ безопасности стран ЦА, с учетом специфики региона.

Использованные для расчета интегрального индекса риска бедствий показатели были рассчитаны и представлены в предыдущих подразделах [38].

На основании полученных коэффициентов степени опасности, уровня уязвимости и потенциала противодействия бедствиям, по формуле 3.3 получены числовые значения интегрального риска бедствий для каждой страны ЦА (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Интегральные риски бедствий стран Центральной Азии

Наименование	$J_{K_i}$	$K_{y_i}$	$I_{p_i}$	$R_i$
Казахстан	7	0,52	15	3,8
Кыргызстан	5	0,04	11	1,3
Таджикистан	8	0,05	16	1,8
Узбекистан	6	0,36	18	3,4

По величине рассчитанного интегрального индекса риска определены уровни риска бедствий стран ЦА (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Уровни интегрального риска бедствий

Значение	Уровень пожарной опасности
$R_i > 3,9$	Исключительно высокий
$2,6 < R_i \leq 3,9$	Высокий
$1,3 < R_i \leq 2,6$	Средний
$R_i \leq 1,3$	Низкий

На основании данных уровней интегрального риска бедствий в странах ЦА, проведен сравнительный анализ (рисунок 3.4).

### Уровни интегрального риска бедствий

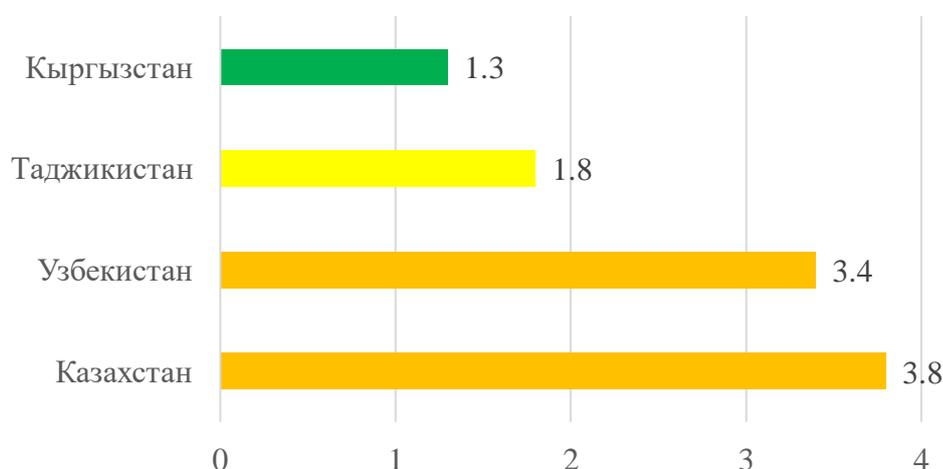


Рисунок 3.4 – Уровни интегрального риска бедствий стран Центральной Азии

Из рисунка 3.4 видно, что в Республике Казахстан и Республике Узбекистан уровень интегрального риска бедствий является высоким.

#### **Краткие выводы по разделу**

Проведена интегральная оценка риска бедствий стран Центральной Азии по трем основным коэффициентам – опасность, уязвимость и потенциал противодействия бедствиям. На основании проведенного анализа установлено, что высокий уровень интегрального риска бедствий приходится на Республику Казахстан и Республику Узбекистан.

Разработанная методика позволяет определить наиболее уязвимые регионы бедствиям как на региональном, так и на национальном уровне. Для последующей выработки управленческих решений по снижению риска бедствий.

## 4. Управление риском бедствий стран Центральной Азии

Управление риском - системный подход и практические действия, направленные на устранение неопределенности для снижения потенциального вреда и ущерба.

В общем случае мероприятия по управлению рисками бедствий могут предусматривать мероприятия направленные:

- на отказ от риска;
- на передачу риска;
- на принятие риска.

Остановимся подробнее на каждом из указанных мероприятий.

### 4.1 Мероприятия, направленные на отказ от риска

К мероприятиям, направленным на отказ от риска относятся – эвакуация населения при бедствиях.

Проведенный анализ показал, что в странах ЦА сформирована многоуровневая система нормативно-правового регулирования эвакуационных мероприятий при угрозе и возникновении бедствий. Которая базируется на рамочных законах о гражданской защите (защите населения от ЧС) и подзаконных актах, детализирующих порядок действий (таблица 4.1) [39].

Таблица 4.1 - Сравнительная таблица нормативно-правовых актов стран Центральной Азии по организации эвакуации при бедствиях

Страна	Основополагающий закон	Специализированный акт об эвакуации	Ключевые положения / Организационная структура
Казахстан	Закон «О гражданской защите» от 11.04.2014 г. [40]	Приказ МЧС РК от 29.08.2025 г. № 381 «Об утверждении Правил организации и проведения эвакуационных мероприятий в мирное время» [41].	Детальная регламентация: виды эвакуации, принципы проведения, полномочия должностных лиц и способы оповещения (СМС, push-уведомления, СМИ).

Кыргызстан	Закон «О гражданской защите» от 24.05.2018 г. [42]	Постановление Правительства КР от 05.01.2011 г. №5 «Об утверждении Положения об эвакуационной комиссии при Правительстве Кыргызской Республики» [43].	Определяет статус, задачи и состав Эвакуационной комиссии как органа управления. Комиссия координирует разработку НПА, программ и непосредственно руководит эвакуацией.
Таджикистан	Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 15 июля 2004 года № 53 [44].	Постановление Правительства РТ от 31.07.2018 г. №357 «Об утверждении Положения об эвакуационной комиссии Республики Таджикистан» [45].	Определяет статус, задачи и состав Эвакуационной комиссии как органа управления. Комиссия координирует разработку НПА, программ и непосредственно руководит эвакуацией.
Узбекистан	Закон РУ «О гражданской защите» от 26.05.2000 г. №80-II [46].	В открытых источниках специализированный акт об эвакуации не обнаружен.	В Законе указано, что к мероприятиям гражданской защиты относятся эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные места. К полномочиям министерств и ведомств относится разработка и реализация планов эвакуации организаций в безопасные зоны

Анализ ключевых документов в сфере гражданской защиты показал, что законодательство стран ЦА базируется на схожих принципах: приоритет жизни и здоровья людей, планирование эвакуационных мероприятий, создание систем оповещения и определение ответственных органов.

Эвакуация населения, материальных и культурных ценностей представляет собой комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) населения, материальных и культурных ценностей из зон возможных опасностей и их размещение в безопасных районах.

Организация эвакуационных мероприятий является сложным процессом. Для оперативной организации эвакуационных мероприятий необходимо определить оптимальные маршруты движения транспорта, очередности посещения районов населенного пункта и распределение населения по эвакуационным пунктам.

В целях автоматизации процесса принятия решения по определению оптимальных маршрутов передвижения разработана математическая модель и алгоритм эвакуации населения при бедствиях, основанная на задаче коммивояжера и транспортной оптимизации (рисунок 4.1).

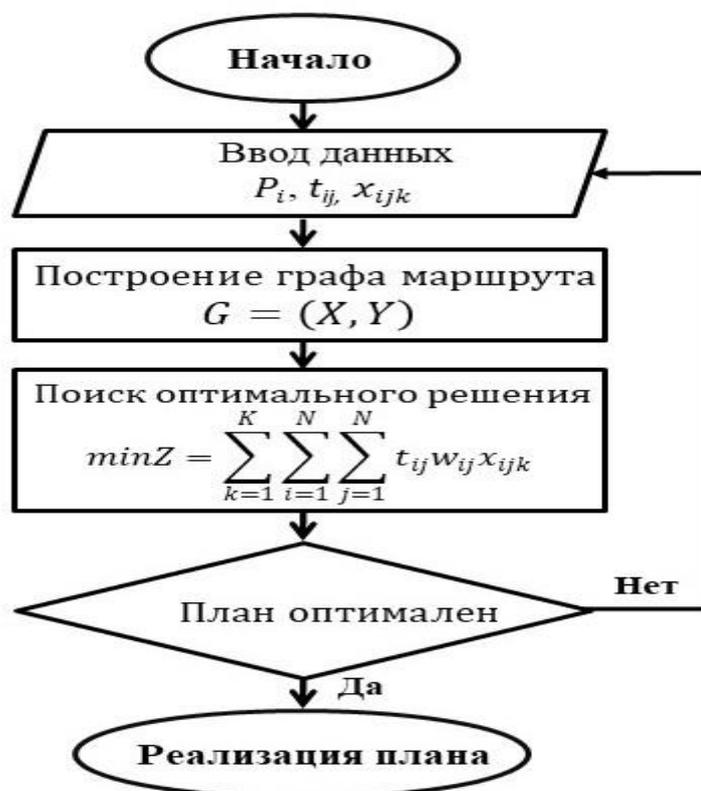


Рисунок 4.1 – Блок схема алгоритма определения оптимального маршрута эвакуации населения

Транспортная сеть для эвакуации населения представляется в виде ориентированного графа  $G = (X, Y)$ , где  $X$  – множество вершин (районы, пункты временно размещения, транспортные узлы);  $Y$  – множество дорог между вершинами [75].

Расстояния между вершинами заданы ориентированным графом с взвешенными дугами [76]:

$$G = (X, Y); X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}; Y = \{y_{ij}\}; i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (4.1)$$

где  $w_{ij}$  – вес дуги  $y_{ij}$  графа  $G$  (расстояние между вершинами  $y_{ij}$ ).

Обозначим:

$ij$  — индексы районов;

$k$  — транспортное средство;

$P_i$  — численность населения в районе  $i$ ;

$C_k$  — вместимость транспорта  $k$ ;

$t_{ij}$  — время перемещения между точками  $i$  и  $j$ ;

$R_j$  — вместимость эвакуационного пункта  $j$ ;

$y_{ij}$  — количество людей, эвакуированных из района  $i$  в пункт  $j$ .

Введём бинарную переменную:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{если транспорт } k \text{ перемещается из } i \text{ в } j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (4.2)$$

Для минимизации времени движения транспортных средств при эвакуации населения введем целевую функцию:

$$\min Z = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N t_{ij} x_{ijk} \quad (4.3)$$

Введем следующие ограничения.

1. Каждый район населенного пункта должен быть обслужен хотя бы одним транспортом:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^N x_{ijk} = 1 \quad (4.4)$$

2. Ограничение потока транспорта:

$$\sum_{i=1}^N x_{ijk} = \sum_{j=1}^N x_{ijk} \quad (4.5)$$

3. Количество перевозимых людей не должно превышать вместимость транспорта:

$$\sum_{i=1}^N y_{ij} \leq C_k \quad (4.6)$$

4. Количество эвакуированных людей не должно превышать вместимость ПВР:

$$\sum_{i=1}^N y_{ij} \leq R_j \quad (4.7)$$

5. Все жители должны быть эвакуированы:

$$\sum_{j=1}^N y_{ij} = P_i \quad (4.7)$$

В случае если участок дороги попадает в опасную зону (пожар, затопление, блокирование обрушением здания), вводится коэффициент риска  $w_{ij}$ . Тогда целевая функция принимает вид:

$$\min Z = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N t_{ij} w_{ij} x_{ijk} \quad (4.8)$$

где  $w_{ij} > 1$  – опасный участок;

$w_{ij} = 1$  – безопасный участок.

Эвакуация населения достигается при условиях:

$$\sum_{i=1}^N P_i = 0 \quad (4.9)$$

Предложенный алгоритм и математическая модель поиска оптимальных маршрутов эвакуации населения позволяет автоматизировать процесс принятия решения и сократить время на проведение эвакуационных мероприятий.

На ряду с эвакуацией к мероприятиям отказа от риска, относится отказ от освоения потенциально опасных территорий. Методика определения потенциально-опасных территорий будет рассмотрена в следующих разделах.

## 4.2 Мероприятия, направленные на передачу риска

Проведенный в предыдущих разделах анализ наглядно показывает, что страны ЦА подвержены различным стихийным бедствиям и техногенным авариям. По оценкам Всемирного банка, только землетрясения ежегодно наносят региону ущерб в размере 2 млрд. долларов США, затрагивая 4 млн. человек. Только риск наводнений из-за изменения климата может достигать до 6% ВВП некоторых стран ЦА [47].

Несмотря на это, уровень проникновения страхования рисков бедствий в странах ЦА остается крайне низким, что перекладывает основное бремя расходов на восстановление на государственные бюджеты.

Страхование - один из способов защиты от бедствий и снижения экономического ущерба. В настоящее время ситуация со страхованием от бедствий в странах ЦА не столь однозначна. Из всех стран ЦА только в Кыргызской Республике внедрен механизм обязательного страхования от бедствий. В таблице 4.2 представлен обзор текущего состояния и инициатив по страхованию от бедствий в странах ЦА.

Из таблицы 4.2 видно, что Республика Казахстан и Кыргызская Республика проводят политику внедрения обязательного страхования жилья от стихийных бедствий.

В Республике Узбекистан внедряется система страхования сельскохозяйственных рисков, которые критически важны для экономики и наиболее уязвимы к засухам и другим климатическим рискам.

В Республике Таджикистан изучается возможность выпуска займов для устранения последствий бедствий (Disaster Relief Bond (DRB)), позволяющие привлечь частный капитал на покрытие рисков.

Таблица 4.2 - Обзор текущего состояния страхования от бедствий

Наименование	Ключевые инициативы и механизмы	Текущий охват и проблемы
Казахстан	Разрабатывается проект закона об обязательном страховании жилья от стихийных бедствий (землетрясения, наводнения, паводки, лесные пожары). Планируется создание государственной страховой организации и субсидирование взносов для уязвимых групп [48].	Добровольное страхование покрывает лишь 3,2% жилья.
Кыргызстан	Действует закон об обязательном страховании жилых помещений от пожара и стихийных бедствий. Создана Государственная страховая организация (ОАО "ГСО") для реализации этого вида страхования [49].	Чрезвычайный фонд ежегодно увеличивается на 25%.
Таджикистан	Обсуждается пилотный проект с Азиатским Банком Развития по выпуску "займов для ликвидации последствий стихийных бедствий" (Disaster Relief Bonds). Это инструмент для быстрого привлечения финансирования без нагрузки на госбюджет [50].	За последние 10 лет ущерб от бедствий превысил 1 млрд. долларов США
Узбекистан	Принят Указ Президента (ноябрь 2025) о запуске системы страхования сельскохозяйственных рисков. Создается Фонд сельскохозяйственного страхования при Министерстве сельского хозяйства, а также цифровая платформа "Сельскохозяйственное страхование". Государство будет субсидировать 50% страховой премии для аграриев [51].	Цель — к 2030 году довести охват страхования сельскохозяйственных рисков до 50%.

Таким образом, страны ЦА находятся на разных этапах построения национальных систем страхования от бедствий. Общей задачей является не только разработка законодательства, но и повышение финансовой доступности

страхования для населения, а также поиск баланса между государственной поддержкой и частной страховой инициативой.

Для страхования жилья от бедствий необходима соответствующая методика оценки риска бедствий основанной на анализе опасности природных процессов, уязвимости зданий и возможного ущерба.

Стоимость страхового покрытия должна зависеть от уровня подверженности риску бедствий и уровня устойчивости жилища.

В третьем разделе нами была рассмотрена методология оценки интегрального риска бедствий, разработанная на основании методики INFORM, [37].

Для определения риска бедствий жилых зданий используем следующую методологию, основанную на произведении трёх факторов:

$$R_{ж} = H_i \cdot V \cdot E \quad (4.10)$$

где  $H_i$  – опасность  $i$ -го бедствия;

$V$  – уязвимость здания;

$E$  – ущерб.

Уровень риска бедствия жилого здания определяется по соотношению риска бедствия и ущерба (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Уровни риска бедствия жилого здания

Значение	Уровень риска бедствия
$\frac{R_{п}}{E} \geq 0,1$	Исключительно высокий
$0,05 < \frac{R_{п}}{E} \leq 0,1$	Высокий
$0,01 < \frac{R_{п}}{E} \leq 0,05$	Средний
$\frac{R_{п}}{E} \leq 0,01$	Низкий

Далее автором предложена методология оценки риска различных стихийных бедствий для жилых зданий.

#### 4.2.1 Определение сейсмического риска для жилых зданий

Сейсмический риск здания определяется по формуле:

$$R_c = H_3 \cdot V \cdot E \quad (4.11)$$

где  $H_3$  – опасность землетрясения;

$V$  – уязвимость жилья;

$E$  – экономический ущерб.

Показатель опасности землетрясений определяется по статистике или картам общего сейсмического районирования.

По статистическим данным вероятность возникновения землетрясений рассчитывается по формуле:

$$H_3 = (1 - 2,72^{-\lambda t}) \quad (4.12)$$

где  $\lambda$  - количество зарегистрированных землетрясений за период времени  $t$ .

Интервал времени  $t$  для оценки вероятности возникновения землетрясения рекомендуется устанавливать не менее 20 лет для обеспечения достоверности расчетов. При этом интенсивность принимается от 5 и более баллов.

Сейсмическая уязвимость жилья не является постоянной, по мере нарастания физического и сейсмического износов она закономерно снижается, а воздействие опасных природных процессов способствуют ускоренному нарастанию уязвимости.

Таблица 4.4 - Класс сейсмостойкости зданий и сооружений

Характеристика зданий и сооружений	Класс сейсмостойкости
Здания и сооружения ветхой, аварийной, категории технического состояния (ТС). Не рассчитанные на сейсмические воздействия здания и сооружения категории ограниченно работоспособного ТС	К5
Здания не ниже работоспособного ТС со стенами из местных строительных материалов: глинобитные без каркаса; саманные или из сырцового кирпича без фундамента; выполненные из окатанного или рваного камня на глиняном растворе и без регулярной кладки в углах, требующие капитального ремонта, и т. п. Здания и сооружения ограниченно работоспособного ТС: саманные армированные с фундаментом, деревянные, рубленные «в лапу» или «в обло», из глиняного кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе	К6
Здания и сооружения, не рассчитанные на сейсмические воздействия, категории не ниже работоспособного ТС. Здания и сооружения ограниченно работоспособного ТС всех видов (кирпичные, каркасные, панельные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями на 7 и 8 баллов	К6
Здания и сооружения не ниже работоспособного ТС: саманные армированные с фундаментом, деревянные, рубленные «в лапу» или «в обло», из жженого кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе.	К7

Здания и сооружения не ниже работоспособного ТС всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями на 7 баллов. Здания и сооружения ограниченно работоспособного ТС всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями на 8 и 9 баллов	
Здания и сооружения не ниже работоспособного ТС всех видов с проведением антисейсмических мероприятий на 8 баллов. Здания и сооружения ограниченно работоспособного ТС всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями на 9 и 10 баллов	K8
Здания и сооружения не ниже работоспособного ТС с проведением антисейсмических мероприятий на 9 баллов. Здания и сооружения ограниченно работоспособного ТС всех видов с антисейсмическими мероприятиями на 10 баллов	K9
Здания и сооружения не ниже работоспособного ТС с проведением антисейсмических мероприятий на 10 баллов	K10

Степень сейсмической уязвимости жилья определяется соотношением соответствующего значения текущего класса сейсмостойкости здания на интенсивность в баллах по шкале MSK-64(K) подверженности территории:

$$V = K_T / I \quad (4.13)$$

где  $I$  - интенсивность в баллах по шкале MSK-64(K)

При установлении класса сейсмостойкости жилья необходимо учитывать снижение динамических и прочностных характеристик во времени и вводить поправки, учитывающие:

а) физический износ конструкций жилья:

– за первые 50 лет – минус 0,5;

– за каждые следующие 10 лет – минус 0,2 от уровня сейсмостойкости.

б) перенесенные зданием землетрясения проектной интенсивности, даже если никаких заметных повреждений не обнаружено (сейсмический износ):

– за одно сейсмическое событие – минус 0,2;

– за два сейсмических события – минус 0,5;

– за три сейсмических события – минус 0,9.

Тогда текущий класс сейсмостойкости жилья определяется по формуле:

$$K_T = K - I_{\text{физ}} - P_{\text{зем}} \quad (4.14)$$

где  $K$  - класс сейсмостойкости определяемый по таблице 4.4;

$I_{\text{физ}}$  - физический износ конструкций жилья;

$P_{зем}$  - перенесенные жильем землетрясения проектной интенсивности.

Экономический ущерб определяется по стоимости жилья.

$$E = C \quad (4.15)$$

$C$  — стоимость жилья.

#### **Пример определения сейсмического риска для жилого здания**

Жилое здание расположено в 8 бальной интенсивности по шкале MSK-64(К) территории. В данном регионе за последний 100 лет произошло 7 землетрясений интенсивностью 5 и более баллов. Здание эксплуатируется 60 лет с классом сейсмостойкости К9. За период его эксплуатации произошло 1 сейсмическое событие интенсивностью 5 баллов. Рыночная стоимость здания составляет 25 000 долларов США.

Решение.

Определим опасность возникновения сейсмического явления в течение следующих 10 лет по формуле 4.12.

Для начала определяется коэффициент  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{7}{100 \text{ лет}} = 0,07$$

$$H_3 = ((1 - 2,72^{-0,07 \cdot 10}) \cdot 100 = (1 - 2,72^{-0,7}) \cdot 100 = (1 - 0,5) = 0,5$$

Получаем вероятность того, что в следующий 10 лет произойдет хоть одно землетрясение интенсивностью 5 и более баллов, равна 0,5.

Текущий класс сейсмостойкости жилья определим по формуле 4.14:

$$K_T = 9 - 0,7 - 0,2 = 8,1$$

По формуле 4.13 определим степень сейсмической уязвимости жилья:

$$V = 8,1/9 = 0,9$$

Экономический ущерб от сейсмического риска составит:

$$R_c = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 25000 = 11250 \text{ долларов США/год}$$

Тогда сейсмический риск жилого здания будет составлять:

$$\frac{R_c}{E} = \frac{11250}{25000} = 0,45$$

Согласно таблице 4.3 определяем, что уровень сейсмического риска жилого здания «**ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ВЫСОКИЙ**».

#### 4.2.2 Определение паводкового риска для жилых зданий

Паводковый риск здания определяется по формуле:

$$R_{\text{п}} = H_{\text{п}} \cdot V \cdot E \quad (4.16)$$

где  $H_{\text{п}}$  – опасность паводка, наводнения;

$V$  – уязвимость жилья;

$E$  – экономический ущерб.

Показатель паводковой опасности определяется по статистическим данным:

$$H_{\text{п}} = \frac{N_{\text{п}}}{t} \quad (4.17)$$

где  $N_{\text{п}}$  — количество паводковых событий за период времени  $t$ ;

$t$  — период наблюдения, лет.

Уязвимость жилья  $V$  определяется по следующей формуле:

$$V = K \cdot L \quad (4.18)$$

где  $K$  - весовой коэффициент определяемый с учетом типа строения (таблица 4.5);

$L$  – коэффициент учитывающий расстояние от здания до береговой линии.

Таблица 4.5 – Весовой коэффициент с учетом характеристики здания

Тип здания	Весовой коэффициент
Деревянные, саманные	0,3–0,5
Кирпичные (без усиления)	0,2–0,4
Кирпичные (усиленные)	0,1–0,2
Железобетонные	0,05–0,15

Коэффициент учитывающий расстояние от здания до береговой линии определяется по формуле:

$$L = 1 - \frac{D}{W} \quad (4.19)$$

при следующих условиях:  $D \leq W$ , если  $D > W$ , то  $L = 0$ .

где  $D$  – расстояния от жилого дома до водного объекта, м;

$W$  – ширина зоны затопления, м.

Ширина зоны затопления зависит от типа водного объекта, его протяженности и площади (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Ширина зоны затопления

Тип водного объекта	Ширина зоны затопления, м.
Река протяженностью до 10 км	200
Река протяженностью от 10 до 50 км	500
Река протяженностью более 50 км	1000
Водоем площадью до 2 км <sup>2</sup>	300
Водоем площадью более 2 км <sup>2</sup>	500

Экономический ущерб определяется по формуле 4.15.

#### **Пример определения паводкового риска для жилого здания**

Жилое деревянное здание расположено в 300 м. от уреза реки. За последний 12 лет данный участок 3 раза подвергался подтоплению паводковыми водами. Река протяженностью 45 км. Рыночная стоимость здания составляет 75 000 долларов США.

Рассчитаем показатель паводковой опасности по формуле 4.17:

$$H_{\text{п}} = \frac{3}{12} = 0,25$$

Для определения уязвимости жилого дома рассчитаем коэффициент учитывающий расстояние от здания до береговой линии по формуле 4.19:

$$L = 1 - \frac{300}{500} = 0,4$$

Тогда уязвимость жилого дома составит:

$$V = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12$$

Экономический ущерб от риска составит:

$$R_{\pi} = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 75000 = 2250 \text{ долларов США/год}$$

Тогда паводковый риск жилого здания будет составлять:

$$\frac{R_{\pi}}{E} = \frac{2250}{75000} = 0,03$$

Согласно таблице 4.3 определяем, что уровень паводкового риска жилого здания «средний».

### 4.2.3 Определение оползневого риска для жилых зданий

Оползневый риск здания определяется по формуле:

$$R_{\text{оп}} = H_{\text{оп}} \cdot V \cdot E \quad (4.20)$$

где  $H_{\text{оп}}$  – опасность оползня;

$V$  – уязвимость жилья;

$E$  – экономический ущерб.

Показатель оползневой опасности определяется по статистическим данным:

$$H_{\text{оп}} = \frac{f(N_{\text{оп}}, P)}{t} \quad (4.21)$$

$f$  – функция;

$N_{\text{оп}}$  – предрасположенность территории к возникновению опасного события;

$P$  – вероятность возникновения опасного события;

$t$  — период времени.

Вероятность возникновения оползневого события выражается либо через количество оползней, которые могут возникнуть на исследуемой территории в течение года, либо как вероятность того, что на определенном склоне произойдут оползни в течение определенного периода времени. Данную вероятность можно выразить следующим образом [52]:

$$P_x = 1 - (1 - P_a)^x \quad (4.22)$$

где  $P_a$  – вероятность для заданного промежутка времени;

$P_x$  – вероятность для длительного времени;

$x$  – период времени в годах.

Уязвимость жилья  $V$  оползням определяется по следующей формуле [52]:

$$V = P_i \cdot P_d \cdot K_s \cdot K_h \quad (4.23)$$

где  $P_i$  – вероятность воздействия оползня на объект;

$P_d$  – вероятность повреждения объекта при воздействии оползня;

$K_s$  – коэффициент уклона склона;

$K_h$  – коэффициент высоты расположения здания.

Вероятность воздействия зависит от положения здания относительно оползневого склона [52]:

$$P_i = \frac{A_i}{A_j} \quad (4.24)$$

где  $A_i$  – площадь зоны возможного воздействия оползня, где расположен объект, м<sup>2</sup>;

$A_j$  – общая площадь оползневой зоны, м<sup>2</sup>.

Вероятность повреждения определяется по конструктивным характеристикам здания (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Вероятность повреждения здания [52]

Тип здания	Вероятность повреждения
Железобетонное	0,3
Кирпичное	0,5
Деревянное	0,7
Ветхое	0,9

Коэффициент уклона склона определяется по таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Коэффициент уклона склона [52]

Уклон склона	Угол	Коэффициент уклона
равнина	<5°	0,1
слабый	5–10°	0,3
умеренный	10–20°	0,5
крутой	20–30°	0,7
очень крутой	>30°	0,9

Коэффициент высоты зависит от положения здания относительно оползневого склона.

$$H_r = \frac{h}{H} \quad (4.25)$$

где  $h$  - высота расположения здания над подошвой склона, м;  
 $H$  – общая высота склона, м.

Коэффициент высоты с учетом положения здания относительно оползневого склона определяется по таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Коэффициент высоты [52]

Положение здания	Относительная высота ( $H_r$ )	Коэффициент высоты ( $K_h$ )
у подножия склона	0–0,2	0,9
нижняя часть склона	0,2–0,4	0,7
средняя часть	0,4–0,6	0,5
верхняя часть	0,6–0,8	0,3
водораздел	>0,8	0,1

Экономический ущерб определяется по формуле 4.15.

#### **Пример определения оползневого риска для жилого здания**

Жилое кирпичное здание расположено на высоте 20 м. над подошвой склона. Вероятность повреждения здания равна 0,5. Длина склона 120 м, общая высота склона 40 м. Площадь зоны воздействия оползня 2000 м<sup>2</sup>, площадь оползневого участка 5000 м<sup>2</sup>. Угол уклона склона равен 14 градусам. Годовая вероятность оползня равна 0,05. Рыночная стоимость здания составляет 50 000 долларов США.

Определим вероятность оползневого события в течение 10 лет по формуле 4.22:

$$P_x = 1 - (1 - 0,05)^{10} = 0,401$$

По таблице 4.8 определили, что коэффициент уклона склона  $K_s = 0,5$ .

Рассчитаем коэффициент высоты по формуле 4.25.

$$H_r = \frac{20}{40} = 0,5$$

При  $H_r = 0,5$  коэффициент  $K_h = 0,5$

Определим вероятность воздействия оползня по формуле 4.24:

$$P_i = \frac{2000}{5000} = 0,4$$

Уязвимость жилья оползнию определим по формуле 4.23:

$$V = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,05$$

Экономический ущерб от риска составит:

$$R_{\Pi} = 0,401 \cdot 0,05 \cdot 50000 = 1002,5 \text{ долларов США/год}$$

Тогда оползневый риск жилого здания будет составлять:

$$\frac{R_{\Pi}}{E} = \frac{1002,5}{50000} = 0,02$$

Согласно таблице 4.3 определяем, что уровень паводкового риска жилого здания «средний».

#### 4.2.4 Определение лесного пожарного риска для жилых зданий

Лесной пожарный риск здания определяется по формуле:

$$R_{\text{лп}} = H_{\text{лп}} \cdot V \cdot E \quad (4.26)$$

где  $H_{\text{лп}}$  – опасность лесного пожара;

$V$  – уязвимость жилья;

$E$  – экономический ущерб.

Показатель лесной пожарной опасности определяется по статистическим данным:

$$H_{\text{лп}} = \frac{N_{\text{лп}}}{t} \quad (4.27)$$

где  $N_{\text{лп}}$  — количество лесных пожаров за период времени  $t$ ;

$t$  — период наблюдения, лет.

Уязвимость жилья лесным пожарам определяется по следующей формуле:

$$V = P_i \cdot K_l \cdot K_p \quad (4.28)$$

где  $P_i$  – вероятность воздействия лесного пожара на здание;

$K_l$  – коэффициент уязвимости здания;

$K_p$  - коэффициент природной пожарной опасности.

Вероятность того, что пожар достигнет здания, зависит от расстояния до леса (таблица 4.10).

Таблица 4.10 - Вероятность воздействия лесного пожара на здание

№	Расстояние до леса, м.	Вероятность воздействия ( $P_i$ )
1	< 50 м	0,9
2	50–100 м	0,7
3	100–200 м	0,5
4	200–500 м	0,3
5	> 500 м	0,1

Коэффициент уязвимости с учетом конструктивных особенностей здания определяется по таблице 4.11.

Таблица 4.11 - Коэффициент уязвимости с учетом конструктивных особенностей здания

№	Тип здания	Коэффициент уязвимости ( $K_l$ )
1	железобетонное	0,2
2	кирпичное	0,4
3	деревянное	0,7
4	ветхое, саманное	0,9

Коэффициент природной пожарной опасности определяется по типу леса (таблица 4.12).

Таблица 4.12 - Коэффициент природной пожарной опасности

№	Тип леса	Коэффициент природной пожарной опасности ( $K_p$ )
1	Хвойные молодняки. Места сплошных рубок: лишайниковые, вересковые, вейниковые и другие типы вырубков по суходолам (особенно захламлинные). Сосняки лишайниковые и вересковые. Расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостой (сухостой, участки бурелома и ветровала, недорубы), места сплошных рубок с оставлением отдельных деревьев, выборочных рубок высокой и очень высокой интенсивности, захламлинные гари.	0,9

2	Сосняки-брусничники, особенно с наличием соснового подростка или подлеска из можжевельника выше средней густоты. Лиственничники кедрово-стланиковые.	0,7
3	Сосняки-кисличники и черничники, лиственничники-брусничники, кедровники всех типов, кроме приручейных и сфагновых, ельники-брусничники и кисличники.	0,5
4	Места сплошных рубок таволговых и долгомошниковых типов (особенно захламленные). Сосняки, лиственничники и лесные насаждения лиственных древесных пород в условиях травяных типов леса. Сосняки и ельники сложные, липняковые, лещиновые, дубняковые, ельники-черничники, сосняки сфагновые и долгомошники, кедровники приручейные и сфагновые, березняки-брусничники, кисличники, черничники и сфагновые, осинники-кисличники и черничники, мари.	0,3
5	Ельники, березняки и осинники долгомошники, ельники сфагновые и приручейные. Ольшаники всех типов.	0,1

Экономический ущерб определяется по формуле 4.15.

**Пример определения лесного пожарного риска для жилого здания**

Жилое деревянное здание расположено в 50 м. от соснового леса. За последний 10 лет в данном районе произошло 5 лесных пожаров. Рыночная стоимость здания составляет 15 000 долларов США.

Рассчитаем показатель лесной пожарной опасности по формуле 4.27:

$$H_{\text{лп}} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Определим уязвимость здания по формуле 4.28:

$$V = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 0,441$$

Экономический ущерб от риска составит:

$$R_{\text{п}} = 0,5 \cdot 0,441 \cdot 15000 = 3307 \text{ долларов США/год}$$

Тогда паводковый риск жилого здания будет составлять:

$$\frac{R_{\text{лп}}}{E} = \frac{3307}{15000} = 0,22$$

Согласно таблице 4.3 определяем, что уровень лесного пожарного риска жилого здания **«исключительно высокий»**.

### 4.3 Мероприятия, направленные на принятие риска

К мероприятиям по принятию риска бедствий относятся создание необходимых резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации бедствий. Финансовые и материальные ресурсы создаются заблаговременно для экстренного привлечения необходимых средств в случае возникновения бедствий и включают продовольствие, пищевое сырье, медицинское имущество, медикаменты, транспортные средства, средства связи, строительные материалы, топливо, средства индивидуальной защиты и другие материальные ресурсы [53].

Резервы материальных ресурсов для оперативного реагирования и ликвидации бедствий должны создаваться исходя из оценки подверженности бедствиям населенных пунктов.

В этой связи предложена методика оценки оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий.

Данная методика предназначена для оценки оснащенности сельских населенных пунктов, которые наиболее уязвимы природным бедствиям и менее защищены в сравнении с городскими агломерациями.

Определение уровня оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий, проводится с учетом подверженности сельского населенного пункта рискам: природных и техногенных пожаров, паводков, подтоплений и наводнений, землетрясений, оползней, селей, обвалов, снежных лавин.

Обобщенный средний показатель соответствия оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий определяется как сумма показателей по каждому риску бедствия [53]:

$$U_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{пож.}} + U_{\text{навод.}} + U_{\text{земл.}} + U_{\text{геолог.}}}{4}, \%, \quad (4.29)$$

где  $U_{\text{пож.}}$  - уровень оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий природных и техногенных пожаров;  
 $U_{\text{навод.}}$  - уровень оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий паводков, наводнений и подтоплений;

$U_{\text{земл.}}$  - уровень оснащенности сельских населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий землетрясений;

$U_{\text{геолог.}}$  - уровень оснащенности сельских населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера (оползни, сели, обвалы, снежные лавины);

Уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска природных и техногенных пожаров определяется по формуле [54]:

$$U_{\text{пож.}} = \frac{100 \cdot n_{\text{фпож.}}}{n_{\text{тпож.}}}, \% \quad (4.30)$$

где  $n_{\text{фпож.}}$  - фактическое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий пожаров природного и техногенного характера;

$n_{\text{тпож.}}$  - требуемое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий пожаров природного и техногенного характера.

Уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска паводков и наводнений определяется по формуле [55]:

$$U_{\text{навод.}} = \frac{100 \cdot n_{\text{фнавод.}}}{n_{\text{тнавод.}}}, \% \quad (4.31)$$

где  $n_{\text{фнавод.}}$  - фактическое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий паводков и наводнений;

$n_{\text{тнавод.}}$  - требуемое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий паводков и наводнений.

Уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска землетрясения определяется по формуле [56]:

$$U_{\text{земл.}} = \frac{100 \cdot n_{\text{фземл.}}}{n_{\text{тземл.}}}, \% \quad (4.32)$$

где  $n_{\text{фземл.}}$  - фактическое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий землетрясения;

$n_{\text{тземл.}}$  - требуемое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий землетрясения.

Уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска опасных

природных процессов геологического характера (оползни, сели, обвалы, снежные лавины) определяется по формуле [57]:

$$U_{\text{геолог.}} = \frac{100 \cdot n_{\text{фгеолог.}}}{n_{\text{тгеолог.}}}, \% \quad (4.33)$$

где  $n_{\text{фгеолог.}}$  - фактическое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера;

$n_{\text{тгеолог.}}$  - требуемое количество видов ресурсов для реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера.

Критерии показателя соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска чрезвычайной ситуации представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Критерии показателя соответствия оснащенности населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска бедствий

Значение, %	Критерии показателя соответствия
[0;50)	Не соответствует
[51;70)	Частично соответствует
[71;90)	Соответствует не в полном объеме
[90;100)	Соответствует

#### 4.3.1 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации природных и техногенных пожаров

В настоящее время для обеспечения противопожарной защиты местных сообществ, проживающих в городах в странах ЦА приняты соответствующие нормы, однако отсутствуют научно-обоснованные требования к материально-технической оснащенности и количественного состава добровольных противопожарных формирований (волонтеров) местных сообществ, проживающих в сельских населенных пунктах [58].

Обоснование ресурсов добровольных противопожарных формирований в сельских населенных пунктах предлагается осуществлять на основе подверженности территории природным и техногенным пожарам или пожарному риску. Величина пожарного риска определяется как произведение количественной величины реализации пожара и ожидаемого ущерба [59].

В состав пожарного риска входит риск гибели, травмирования людей на пожарах и материальный ущерб от пожаров. Наряду с этим при оценке пожарного риска учитываются такие факторы, как: численность населения в сельском населенном пункте, среднее расстояние от места возникновения пожара до ближайшей пожарной части, состояние подъездных дорог к населенному пункту и показатели обстановки с пожарами.

При оценке пожарного риска учитываются пожары и их последствия как природного и техногенного происхождения.

Определение ресурсов и волонтеров в сельских населенных пунктах проводится в несколько этапов.

На начальном этапе проводится сбор сведений о произошедших пожарах и их последствиях за определенный промежуток времени.

Далее вычисляется частота пожаров в сельской местности  $i$ -ой соответствующего региона по формуле [60]:

$$P_i = \frac{N_{i \text{ пож}}}{N_{i \text{ насл.}}}, \left[ \frac{\text{пожар}}{\text{чел.год}} \right] \quad (4.34)$$

где  $N_{i \text{ пож}}$  - количество пожаров произошедших в  $i$ -ом регионе, ед.;

$N_{i \text{ насл.}}$  - численность сельского населения в  $i$ -ом регионе, чел.;

Вычисляется риск гибели на одном пожаре в сельской местности в  $i$ -ом регионе по формуле [61]:

$$R_{1i} = \frac{N_{i \text{ погиб}}}{N_{i \text{ пож}}}, \left[ \frac{\text{жертв}}{\text{пожаров}} \right] \quad (4.35)$$

где  $N_{i \text{ погиб}}$  - количество погибших при пожарах в  $i$ -ом регионе, чел.

Вычисляется риск травмирования людей на одном пожаре в сельской местности в  $i$ -ом регионе по формуле [62]:

$$R_{2i} = \frac{N_{i \text{ трав}}}{N_{i \text{ пож}}}, \left[ \frac{\text{травматизм}}{\text{пожаров}} \right] \quad (4.36)$$

где  $N_{i \text{ трав}}$  - количество травмированных на одном пожаре в сельской местности в  $i$ -ом регионе, чел.

Вычисляется риск уничтожения строений на одном пожаре в сельской местности в  $i$ -ом регионе по формуле [63]:

$$R_{3i} = \frac{N_{i \text{ повр.стр.}}}{N_{i \text{ пож}}}, \left[ \frac{\text{повр.строений}}{\text{пожар}} \right] \quad (4.37)$$

где  $N_{i \text{ повр.стр}}$  - количество поврежденных строений на одном пожаре в сельской местности в  $i$ -ом регионе, ед.

Вычисляется риск гибели на одном пожаре в сельской местности в стране [64]:

$$R_4 = \frac{N_{\text{погиб}}}{N_{\text{пож}}}, \left[ \frac{\text{жертв}}{\text{пожаров}} \right] \quad (4.38)$$

где  $N_{\text{погиб}}$  - количество погибших при пожарах в сельской местности страны, чел.  
 $N_{\text{пож}}$  - количество пожаров в сельской местности в стране, ед.

Вычисляется риск травмирования людей на одном пожаре в сельской местности в стране [65]:

$$R_5 = \frac{N_{\text{трав}}}{N_{\text{пож}}}, \left[ \frac{\text{травматизм}}{\text{пожаров}} \right] \quad (4.39)$$

где  $N_{\text{трав}}$  - количество травмированных на одном пожаре в сельской местности страны, чел.

Вычисляется риск уничтожения строений на одном пожаре в сельской местности страны по формуле [66]:

$$R_6 = \frac{N_{\text{унич.стр}}}{N_{\text{пож}}}, \left[ \frac{\text{уничтож.строений}}{\text{пожар}} \right] \quad (4.40)$$

где  $N_{\text{унич.стр}}$  - количество уничтоженных строений на одном пожаре в сельской местности страны, ед.

Вычисляется среднее количество погибших людей на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [67]:

$$R_{1ij} = R_{1i} - R_4 + 0,0000368 \cdot x_{ij}^2 + 0,000801 \cdot x_{ij} + 0,0901 \quad (4.41)$$

где  $x_{ij}$  - расстояние от сельского поселения до пожарной части, км.

Вычисляется среднее количество травмированных людей на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном в  $i$ -ом регионе [68]:

$$R_{2ij} = R_{2i} - R_5 + 0,0000157 \cdot x_{ij}^2 + 0,000406 \cdot x_{ij} + 0,0567 \quad (4.42)$$

Вычисляется среднее количество уничтоженных строений на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [69]:

$$R_{zij} = R_{zi} - R_6 - 0,00016 \cdot x_{ij}^2 + 0,062 \cdot x_{ij} + 0,307 \quad (4.43)$$

Определяется риск гибели людей на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [70]:

$$K_{1ij} = \max(R_{1ij}; R_{1i}) \quad (4.44)$$

Определяется риск травмирования людей на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [71]:

$$K_{2ij} = \max(R_{2ij}; R_{2i}) \quad (4.45)$$

Определяется риск уничтожения строения на одном пожаре в  $j$ -том сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [72]:

$$K_{3ij} = \max(R_{3ij}; R_{3i}) \quad (4.46)$$

Вычисляется суммарный уровень пожарной опасности от пожаров в  $j$ -ом сельском населенном пункте в  $i$ -ом регионе [73]:

$$S_{ij} = N_{ij} \cdot T_{ij} \cdot P_i \cdot (K_{1ij} \cdot k_1 + K_{2ij} \cdot k_2 + K_{3ij} \cdot k_3) \quad (4.47)$$

где  $N_{ij}$  - численность населения сельского населенного пункта, тыс. чел.;

$T_{ij}$  - коэффициент, учитывающий состояние дорожного покрытия для  $j$ -го сельского населенного пункта в  $i$ -ом субъекте, безразмерный ( $T = 1,00$  - твердое дорожное покрытие,  $T = 1,45$  - щебеночно-гравийное покрытие,  $T = 2,10$  - грунтовое покрытие или подъезд к сельскому поселению отсутствует);

$k_1$  - весовой стоимостной коэффициент, представляющий собой стоимостной эквивалент жизни человека. Определяемый по формуле [74]:

$$k_1 = \frac{N_d}{P_s} \quad (4.48)$$

где  $N_d$  - среднедушевой денежный годовой доход населения;

$P_s$  - средняя вероятность смерти среднестатистического человека за 1 год.

$k_2$  - весовой стоимостной коэффициент, представляющий собой стоимостной эквивалент повреждения здоровья человека. Определяемый по формуле [75]:

$$k_2 = 1000 \cdot \text{НРП} \quad (4.49)$$

где НРП – национальный расчетный показатель или величина, применяемая в соответствующей стране ЦА.

$k_3$  - весовой стоимостной коэффициент, представляющий собой остальные потери на пожаре [76]:

$$k_3 = \frac{U_{\text{пож}}}{N_{\text{повр.стр}}} \quad (4.50)$$

где  $U_{\text{пож}}$  – прямой материальный ущерб от пожара;

$N_{\text{повр.стр}}$  - количество поврежденных строений при пожаре.

В соответствии с таблицей 4.14 определяется ресурсная потребность сельского населенного пункта с учетом пожарного риска.

Таблица 4.14 – Номенклатура оснащённости населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации природных и техногенных пожаров

Численность населения, чел. (при среднем уровне пожарной опасности)	Уровень пожарной опасности, усл. ед.	Необходимые минимальные требования по обеспечению населенных пунктов		
		Численностью волонтеров, не менее чел.	Наименование	Общая потребность
менее 200	0,05 и менее	4	Приспособленное техническое средство для подвоза воды	1 ед.
			Мотопомпа	1 ед.
			Пожарные рукава	3 ед.
			Пожарный ствол на мотопомпу	1 ед.
			Лом обычный 1,3 м	2 ед.
			Лопата штыковая с черенком	2 ед.
			Лопата совковая с черенком	2 ед.
			Топор плотницкий	2 ед.
			Ножовка	1 ед.
			Ножовка по металлу	1 ед.
			Хлопушка пожарная резиновая с черенком	5 ед.
			Багор	1 ед.
			Боевая одежда пожарного	*
			Шлем защитный	*

			Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*
			Радиостанция	1 ед.
			Горюче-смазочный материал:	
			Бензин	40 литров
			Дизельное топливо	40 литров
			Масла и смазки	5 литров
			200 - 1000	0,05 - 0,10
Мотопомпа	1 ед.			
Пожарные рукава на мотопомпу	3 ед.			
Пожарный ствол	1 ед.			
Лом обычный 1,3 м	4 ед.			
Лопата штыковая с черенком	5 ед.			
Лопата совковая с черенком	5 ед.			
Топор плотницкий	3 ед.			
Ножовка	2 ед.			
Ножовка по металлу	2 ед.			
Хлопушка пожарная резиновая с черенком	10 ед.			
Багор	1 ед.			
Боевая одежда пожарного	*			
Шлем защитный	*			
Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*			
Радиостанция	2 ед.			
Горюче-смазочный материал:				
Бензин	60 литров			
Дизельное топливо	60 литров			
Масла и смазки	10 литров			
	0,10 - 0,15	12	Приспособленное техническое средство для подвоза воды	1 ед.
			Трактор с навесным плугом	1 ед.
			Мотопомпа	1 ед.
			Пожарные рукава на мотопомпу	3 ед.
			Пожарный ствол	1 ед.
			Лом обычный 1,3 м	4 ед.
			Лопата штыковая с черенком	5 ед.

Продолжение таблицы 4.14

			Лопата совковая с черенком	5 ед.	
			Топор плотницкий	3 ед.	
			Ножовка	2 ед.	
			Ножовка по металлу	2 ед.	
			Хлопушка пожарная резиновая с черенком	8 ед.	
			Ранцевый огнетушитель	5 ед.	
			Багор	1 ед.	
			Боевая одежда пожарного	*	
			Шлем защитный	*	
			Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*	
			Радиостанция	2 ед.	
			Горюче-смазочный материал:		
			Бензин	80 литров	
			Дизельное топливо	80 литров	
	Масла и смазки	15 литров			
	0,15 - 0,20	12		Пожарная автоцистерна	1 ед.
				Трактор с навесным плугом	2 ед.
				Мотопомпа	1 ед.
				Пожарные рукава на мотопомпу	3 ед.
				Пожарный ствол	1 ед.
				Лом обычный 1,3 м	4 ед.
Лопата штыковая с черенком				8 ед.	
Лопата совковая с черенком				8 ед.	
Топор плотницкий				5 ед.	
Ножовка				2 ед.	
Ножовка по металлу				2 ед.	
Хлопушка пожарная резиновая с черенком				16 ед.	
Ранцевый огнетушитель				8 ед.	
Багор				2 ед.	
Боевая одежда пожарного				*	
Шлем защитный				*	
Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи				*	
Радиостанция				2 ед.	
Горюче-смазочный материал:					
Бензин				100 литров	
Дизельное топливо	100 литров				
Масла и смазки	20 литров				

Продолжение таблицы 4.14

	0,2 - 1,0	16	Пожарная автоцистерна	1 ед.
			Трактор с навесным плугом	2 ед.
			Мотопомпа	1 ед.
			Пожарные рукава на мотопомпу	3 ед.
			Пожарный ствол	1 ед.
			Лом обычный 1,3 м	4 ед.
			Лопата штыковая с черенком	10 ед.
			Лопата совковая с черенком	10 ед.
			Топор плотницкий	5 ед.
			Ножовка	3 ед.
			Ножовка по металлу	3 ед.
			Хлопушка пожарная резиновая с черенком	20 ед.
			Ранцевый огнетушитель	10 ед.
			Багор	2 ед.
			Боевая одежда пожарного	*
			Шлем защитный	*
			Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*
			Радиостанция	3 ед.
			Горюче-смазочный материал:	
			Бензин	120 литров
Дизельное топливо	120 литров			
Масла и смазки	25 литров			
1001 - 5000	1,0 - 3,0	36	Пожарная автоцистерна	1 ед.
			Трактор с навесным плугом	3 ед.
			Мотопомпа	2 ед.
			Пожарные рукава на мотопомпу	6 ед.
			Пожарный ствол	2 ед.
			Лом обычный 1,3 м	4 ед.
			Лопата штыковая с черенком	15 ед.
			Лопата совковая с черенком	15 ед.
			Топор плотницкий	5 ед.
			Ножовка	3 ед.
			Ножовка по металлу	3 ед.
			Хлопушка пожарная резиновая с черенком	20 ед.
			Ранцевый огнетушитель	15 ед.
			Багор	2 ед.
			Боевая одежда пожарного	*
			Шлем защитный	*

Продолжение таблицы 4.14

			Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*
			Радиостанция	4 ед.
			Горюче-смазочный материал:	
			Бензин	150 литров
			Дизельное топливо	150 литров
			Масла и смазки	30 литров
более 5001	3,0 - 9,0	56	Пожарная автоцистерна	2 ед.
			Трактор с навесным плугом	4 ед.
			Мотопомпа	2 ед.
			Пожарные рукава на мотопомпу	6 ед.
			Пожарный ствол	2 ед.
			Лом обычный 1,3 м	5 ед.
			Лопата штыковая с черенком	20 ед.
			Лопата совковая с черенком	20 ед.
			Топор плотницкий	6 ед.
			Ножовка	3 ед.
			Ножовка по металлу	3 ед.
			Хлопушка пожарная резиновая с черенком	30 ед.
			Ранцевый огнетушитель	20 ед.
			Багор	2 ед.
			Боевая одежда пожарного	*
			Шлем защитный	*
			Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	*
			Радиостанция	5 ед.
			Горюче-смазочный материал:	
			Бензин	180 литров
Дизельное топливо	180 литров			
Масла и смазки	40 литров			

Примечание: \* - боевая одежда пожарного в комплекте, на каждого волонтера.

### Пример расчета ресурсной потребности

В сельском населенном пункте проживает 0,101 тыс. человек, численность сельского населения области составляет 390,94 тыс. человек. В области в сельских населенных пунктах произошло 750 пожаров, всего по стране в сельских населенных пунктах произошло 8979 пожаров. При пожарах в сельской местности страны погибло 102 человека, в том числе 23 в области. Травмировано при пожарах в сельской местности страны 157 человек, из них в области 31

человек. Пожарами в сельской местности страны повреждено 2290 строений, в том числе 84 в области. Расстояние от населенного пункта до ближайшей пожарной части составляет 36 км. Дорожное полотно грунтовое.

Решение.

Вычислим частоту пожаров в сельской местности области по формуле 4.34:

$$P_i = \frac{750}{390,94} = 1,9 \text{ ед./тыс. чел.}$$

Вычислим риск гибели на одном пожаре в сельской местности области по формуле 4.35:

$$R_{1i} = \frac{23}{750} = 0,03 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск травмирования людей на одном пожаре в сельской местности области по формуле 4.36:

$$R_{2i} = \frac{31}{750} = 0,04 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск повреждения строений на одном пожаре в сельской местности области по формуле 4.37:

$$R_{3i} = \frac{84}{750} = 0,11 \text{ ед./пож.}$$

Вычислим риск гибели на одном пожаре в сельской местности страны по формуле 4.38:

$$R_4 = \frac{102}{8979} = 0,01 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск травмирования людей на одном пожаре в сельской местности страны по формуле 4.39:

$$R_5 = \frac{157}{8979} = 0,02 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск повреждения строений на одном пожаре в сельской местности страны по формуле 4.40:

$$R_6 = \frac{2290}{8979} = 0,25 \text{ ед./пож.}$$

Вычислим среднее количество погибших людей на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.41:

$$R_{1ij} = 0,03 - 0,01 + 0,0000368 \cdot 36^2 + 0,000801 \cdot 36 + 0,0901 = 0,19 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим среднее количество травмированных людей на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.42:

$$R_{2ij} = 0,04 - 0,02 + 0,0000157 \cdot 36^2 + 0,000406 \cdot 36 + 0,0567 = 0,11 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим среднее количество уничтоженных строений на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.43:

$$R_{3ij} = 0,11 - 0,25 - 0,00016 \cdot 36^2 + 0,062 \cdot 36 + 0,307 = 2,2 \text{ ед./пож.}$$

Вычислим риск гибели людей на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.44:

$$K_{1ij} = \max(0,19; 0,03) = 0,19 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск травмирования людей на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.45:

$$K_{2ij} = \max(0,11; 0,04) = 0,11 \text{ чел./пож.}$$

Вычислим риск уничтожения строения на одном пожаре в населенном пункте по формуле 4.46:

$$K_{3ij} = \max(2,2; 0,11) = 2,2 \text{ ед./пож.}$$

Вычислим уровень пожарной опасности от пожаров в населенном пункте. Для этого определим весовые коэффициенты по формулам (2.47-2.49)

$$k_1 = \frac{124859,1}{0,0074} = 0,169 \text{ млрд. тг.}$$

$$k_2 = 1000 \cdot 3932 = 0,004 \text{ млрд. тг.}$$

$$k_3 = \frac{2226805000}{6964} = 0,00032 \text{ млрд. тг.}$$

$$S_{ij} = 0,101 \cdot 2,10 \cdot 1,9 \cdot (0,19 \cdot 0,169 + 0,11 \cdot 0,004 + 2,2 \cdot 0,00032) = 0,01$$

По таблице 4.14 определяем ресурсную потребность сельского населенного пункта, соответствующую уровню пожарной опасности 0,01.

Таблица 4.15 - Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом риска природных и техногенных пожаров

№	Наименование	Требуемое количество	Фактическое количество	Соотношение фактического и требуемого количества средств
1	Волонтеров	4 чел.	4	1,0
2	Приспособленное техническое средство для подвоза воды	1 ед.	0	0,0
3	Мотопомпа	1 ед.	1	1,0
4	Пожарные рукава	3 ед.	3	1,0
5	Пожарный ствол	1 ед.	1	1,0
6	Лом обычный 1,3 м	2 ед.	1	0,5
7	Лопата штыковая с черенком	2 ед.	2	1,0
8	Лопата совковая с черенком	2 ед.	0	0,0
9	Топор плотницкий	2 ед.	1	0,5
10	Ножовка	1 ед.	0	0,0
11	Ножовка по металлу	1 ед.	0	0,0
12	Хлопушка пожарная резиновая с черенком	5 ед.	5	1,0
13	Багор	1 ед.	1	1,0
14	Боевая одежда пожарного	4 ед.	4	1,0
15	Шлем защитный	4	4	1,0
16	Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи	4	4	1,0
17	Радиостанция	1 ед.	1	1,0
18	Бензин	40 литров	20	0,5
19	Дизельное топливо	40 литров	30	0,75
20	Масла и смазки	5 литров	4	0,60
	<b>Итого</b>			<b>13,85</b>

Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом риска природных и техногенных пожаров в населенном пункте представлено в таблице 4.15.

На основании данных таблицы 4.15 рассчитаем уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска природных и техногенных пожаров по формуле 4.30:

$$U_{\text{пож.}} = \frac{100 \cdot 13,85}{22} = 62,9 \%$$

**Вывод:** Установлено, что уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска природных и техногенных пожаров равен 62,9%. Согласно таблице 1.1 уровень соответствия оснащенности населенного пункта оценивается как «частично соответствует».

#### **4.3.2 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации паводков, наводнений и подтоплений**

Определение ресурсов оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации паводков, наводнений и подтоплений предлагается осуществлять на основе подверженности территории паводковому риску.

Определение ресурсов в сельских населенных пунктах проводится в несколько этапов.

На начальном этапе проводится сбор сведений о произошедших паводках и наводнениях, и их последствиях за определенный промежуток времени.

Далее проводится оценка уровня паводкового риска  $R_{\text{п}}$  с применением матриц последствий и вероятностей возникновения [77].

На первоначальном этапе определяется общий суммарный экономический ущерб  $Q_{\text{общ}}$ , за соответствующий интервал времени  $t$  путем суммирования последствий паводков [78]:

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{п}} \quad (4.51)$$

где  $\sum_{i=1}^n Q_{\text{п}}$  – сумма установленного экономического ущерба от паводков за период времени  $t$ .

Затем по полученным общим экономическим ущербам определяются весовые коэффициенты (таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Весовые коэффициенты экономических последствий паводков

Размер ущерба	Вес в баллах	Экономический ущерб, долларов США
критический	5	Свыше 200 000
высокий	4	100 000 до 200 000
средний	3	100 000 до 150 000
низкий	2	20 000 до 100 000
незначительный	1	Менее 20 000

Далее определяются последствия затопления территории по количеству пострадавших домов [79]:

$$D_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n D_{\text{п}} \quad (4.52)$$

где  $\sum_{i=1}^n D_{\text{п}}$  – сумма зафиксированного количества пострадавших домов от паводков за период времени  $t$ .

По полученным значениям определяются весовые коэффициенты (таблица 4.17).

Таблица 4.17 - Последствия затопления жилых домов

Размер ущерба	Вес в баллах	Кол-во пострадавших домов, ед.
критический	5	Свыше 2 500
высокий	4	1 500 до 2 500
средний	3	1 000 до 1 500
низкий	2	500 до 1 000
незначительный	1	Менее 500

Далее определяется вероятность реализации паводка на основании статистических данных за соответствующий период времени  $t$  [80]:

$$S_{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{п}}}{t} \cdot 100 \quad (4.53)$$

где  $\sum_{i=1}^n N_{\text{п}}$  – сумма установленного количества паводков за период времени  $t$ .

Для оценки вероятности реализации паводков установлены следующие весовые коэффициенты (таблица 4.18).

Таблица 4.18– Весовые коэффициенты вероятности реализации паводков

Оценка вероятности реализации риска	Вес в баллах	Значение, %
очень высокая вероятность	5	Больше 60%
высокая вероятность	4	41-60%
средняя вероятность	3	21-40%
низкая вероятность	2	11-20%
очень низкая вероятность	1	Меньше 10%

Итоговое значение уровня паводкового риска определяется путем умножения соответствующих значений размера ущерба и вероятности реализации риска [81]:

$$R_{\text{п}} = Q_{\text{общ}} \cdot D_{\text{общ}} \cdot S_{\text{п}} \quad (4.54)$$

Уровень паводкового риска  $R_{\text{п}}$  определяется по таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Уровни паводкового риска

Значение	Уровень паводкового риска
$R_{\text{п}} > 5$	Исключительно высокий
$3 < R_{\text{п}} \leq 4,9$	Высокий
$1,1 < R_{\text{п}} \leq 2,9$	Средний
$R_{\text{п}} \leq 1$	Низкий

В соответствии с таблицей 4.20 определяется ресурсная потребность населенного пункта с учетом паводкового риска.

Таблица 4.20 – Номенклатура оснащённости населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации паводков

Уровень риска, усл. ед.	Необходимые минимальные требования по обеспечению населенных пунктов	
	Наименование	Общая потребность
1 и менее	Транспортное средство для подвоза инертного материала	2 ед.*
	Транспортное средство для погрузки инертного материала	1 ед.*
	Плавательное средство (лодка, катер, др.)	1 ед.*
	Мотопомпа	1 ед.*
	Рукава пожарные на мотопомпу	2 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Мешки полипропиленовые, минимальным размером 50x80 см	2000 ед.**
	Инертный материал	26 м <sup>3</sup> **
	Носилки, тележки, тачки	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*

	Водонепроницаемый защитный костюм	4 ед.*
	Резиновые сапоги	4 пары*
	Дождевик	10 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
	Бензин	40 литров*****
	Дизельное топливо	40 литров*****
	Масла и смазки	5 литров*****
1,1 – 2,9	Транспортное средство для подвоза инертного материала	2 ед.*
	Транспортное средство для погрузки инертного материала	2 ед.*
	Плавательное средство (лодка, катер, др.)	1 ед.*
	Мотопомпа	1 ед.*
	Рукава пожарные на мотопомпу	2 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	4 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	5 ед.*
	Лопата совковая с черенком	5 ед.*
	Мешки полипропиленовые, минимальным размером 50x80 см	2000 ед.**
	Инертный материал	26 м <sup>3</sup> **
	Носилки, тележки, тачки	4 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Топор плотницкий	3 ед.*
	Водонепроницаемый защитный костюм	4 ед.*
	Резиновые сапоги	4 пары*
	Дождевик	10 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
	Бензин	60 литров*****
	Дизельное топливо	60 литров*****
	Масла и смазки	10 литров*****
3,0 - 4,9	Транспортное средство для подвоза инертного материала	3 ед.*
	Транспортное средство для погрузки инертного материала	2 ед.*
	Плавательное средство (лодка, катер, др.)	1 ед.*
	Мотопомпа	2 ед.*
	Рукава пожарные на мотопомпу	4 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	4 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	15 ед.*
	Лопата совковая с черенком	15 ед.*
	Топор плотницкий	5 ед.*
	Ножовка	3 ед.*
	Мешки полипропиленовые, минимальным размером 50x80 см	2000 ед. **
	Инертный материал	26 м <sup>3</sup> **
	Полиэтиленовая пленка, плотностью не менее 100 мкм	3/100 метра***
	Носилки, тележки, тачки	10 ед.*
	Водонепроницаемый защитный костюм	4 ед.*

	Резиновые сапоги	4 пары*
	Дождевик	10 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
	Бензин	80 литров****
	Дизельное топливо	80 литров****
	Масла и смазки	15 литров****
более 5	Транспортное средство для подвоза инертного материала	4 ед.*
	Транспортное средство для погрузки инертного материала	2 ед.*
	Плавательное средство (лодка, катер, др.)	1 ед.*
	Мотопомпа	4 ед.*
	Рукава пожарные на мотопомпу	8 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	5 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	20 ед.*
	Лопата совковая с черенком	20 ед.*
	Топор плотницкий	6 ед.*
	Ножовка	3 ед.*
	Мешки полипропиленовые, минимальным размером 50x80 см	2000 ед.**
	Инертный материал	26 м <sup>3</sup> **
	Полиэтиленовая пленка, плотностью не менее 100 мкм	3/100 метра***
	Носилки, тележки, тачки	15 ед.*
	Водонепроницаемый защитный костюм	4 ед.*
	Резиновые сапоги	4 пары*
	Дождевик	10 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
	Бензин	100 литров****
	Дизельное топливо	100 литров****
Масла и смазки	20 литров****	

Примечание: \* - количество единиц на 1000 жителей, проживающих в зоне затопления в случае возникновения паводка или наводнения;

\*\* - количество единиц на каждые 100 метров протяженности подтопляемой территории;

\*\*\* - на каждые 1000 метров протяженности подтопляемой территории;

\*\*\*\* - на каждую единицу транспортного средства и мотопомпу.

### Пример расчета ресурсной потребности

В сельском населенном пункте проживает 0,101 тыс. человек. За последний 12 лет данный район 3 раза подвергался подтоплению паводковыми водами. В результате чего было подтоплено 21 дом, экономический ущерб составил 18 000 долларов США. Протяженность затапливаемого участка составляет 150 м.

Решение.

Вычислим общий экономический ущерб, за соответствующий интервал времени  $t$  по формуле 4.51:

$$Q_{\text{общ}} = 18000$$

Определим последствия затопления территории по количеству пострадавших домов:

$$D_{\text{общ}} = 21$$

Затем определим вероятность реализации паводка на основании статистических данных по формуле 4.53:

$$S_{\text{п}} = \frac{3}{12} \cdot 100 = 25$$

Для определения итогового значения уровня паводкового риска определим весовые коэффициенты по таблицам 4.16-4.18.

Итоговое значение уровня паводкового риска рассчитаем по формуле 4.54:

$$R_{\text{п}} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3$$

По таблице 4.19 определяем, что уровень паводкового риска в населенном пункте является высоким.

Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом паводкового риска в сельском населенном пункте представлено в таблице 4.21.

Таблица 4.21 - Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом паводкового риска

№	Наименование	Требуемое количество	Фактическое количество	Соотношение требуемого и фактического количества средств
1	Транспортное средство для подвоза инертного материала	3 ед.	3	1,0
2	Транспортное средство для погрузки инертного материала	2 ед.	2	1,0
3	Плавательное средство (лодка, катер, др.)	1 ед.	1	1,0
4	Мотопомпа	2 ед.	0	0,0
5	Рукава пожарные на мотопомпу	4 ед.	0	0,0
6	Лом обычный 1,3 м	4 ед.	2	0,5
7	Лопата штыковая с черенком	15 ед.	1	0,06
8	Лопата совковая с черенком	15 ед.	1	0,06
9	Мешки полипропиленовые	3000 ед.	2000	0,66

10	Инертный материал	39 м <sup>3</sup>	26	0,66
11	Полиэтиленовая пленка, плотностью не менее 100 мкм	3/100 м.	3/100	1,0
12	Носилки, тележка, тачка	10 ед.	5	0,5
13	Ножовка	3 ед.	0	0,0
14	Топор плотницкий	5 ед.	0	0,0
15	Водонепроницаемый защитный костюм	4 ед.	4	1,0
16	Резиновые сапоги	4 пары	4	1,0
17	Дождевик	10 ед.	10	1,0
18	Бензин	320 литров	320	1,0
19	Дизельное топливо	320 литров	160	0,5
20	Масла и смазки	60 литров	60	1,0
<b>Итого</b>				<b>11,9</b>

На основании данных таблицы 4.21 рассчитаем уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом паводкового риска по формуле 4.31:

$$U_{\text{навод.}} = \frac{100 \cdot 11,9}{20} = 59,5 \%,$$

**Вывод:** Установлено, что уровень соответствия оснащенности средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом паводкового риска равен 59,5%. Согласно таблице 4.13 уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта оценивается как «**частично соответствует**».

### 4.3.3 Методология определения оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации землетрясений

Определение ресурсов оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации землетрясений предлагается осуществлять на основе подверженности территории сейсмической опасности.

Определение ресурсов в населенных пунктах проводится в несколько этапов.

На начальном этапе проводится расчет коэффициента вероятности возникновения землетрясения  $P_{(l,t)}$  на основании статистических данных за соответствующий период времени  $t$  [82]:

$$P_{(l,t)} = (1 - 2,72^{-\lambda t}) \cdot 100\% \quad (4.55)$$

где  $\lambda$  - количество зарегистрированных землетрясений за период времени  $t$ .

Интервал времени  $t$  для оценки риска рекомендуется устанавливать не менее 20 лет для обеспечения достоверности расчетов. При этом интенсивность принимается от 5 и более баллов.

Для оценки вероятности реализации землетрясения установлены следующие весовые коэффициенты (таблица 4.22).

Таблица 4.22 - Весовые коэффициенты вероятности возникновения землетрясения

Оценка вероятности реализации риска	Вес в баллах	Значение, %
очень высокая вероятность	5	> 80
высокая вероятность	4	61-80
средняя вероятность	3	41-60
низкая вероятность	2	21-40
очень низкая вероятность	1	< 20

Затем определяется значение уровня подверженности территории населенного пункта землетрясениям  $S_{з\text{МТ}}$  по картам сейсмической опасности по шкале MSK-64 [83].

Итоговое значение подверженности территории населенного пункта землетрясениям  $S_{з\text{МТ}}$  определяется с учетом классификации по интенсивности MSK-64 (таблица 4.23).

Таблица 4.23 - Классификация по интенсивности MSK-64

Условное наименование величины событий	Вес в баллах	Интенсивность в баллах по шкале MSK-64(K)
Минимальный	1	II - III
Низкий	2	IV - V
Средний	3	VI - VII
Высокий	4	VIII-IX
Исключительно высокий	5	X >

Итоговое значение уровня риска землетрясений определяется путем умножения соответствующих значений вероятности возникновения и подверженности территории [84]:

$$R_{з\text{МТ}} = P_{(l,t)} \cdot S_{з\text{МТ}} \quad (4.56)$$

Уровень риска землетрясения  $R_{з\text{МТ}}$  определяется по таблице 4.24.

Таблица 4.24 – Уровни риска землетрясений

Значение	Уровень сейсмического риска
$R_{з\text{МТ}} \geq 15$	Исключительно высокий
$11 < R_{з\text{МТ}} \leq 15$	Высокий
$6 < R_{з\text{МТ}} \leq 10$	Средний
$R_{з\text{МТ}} \leq 5$	Низкий

С учетом уровня риска землетрясения, на основании таблицы 4.25 определяется ресурсная потребность населенного пункта с учетом сейсмической опасности [85].

Таблица 4.25 – Номенклатура оснащенности населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий землетрясений

Уровень интенсивности	Необходимые минимальные требования по обеспечению населенных пунктов	
	Наименование	Общая потребность
3-5	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Палатка (юрта) с автономной печью	ед.****
	Мобильная электростанция	1 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Ножовка по металлу	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	2 ед.*
6-10	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Палатка (юрта) с автономной печью	ед.****
	Мобильная электростанция	2 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	3 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	5 ед.*
	Лопата совковая с черенком	5 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	4 ед.*
	Ножовка	4 ед.*
	Ножовка по металлу	3 ед.*
	Топор плотницкий	4 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	3 ед.*

11-15	Транспортное средство для подвоза воды	3 ед.**
	Автокран	3 ед.**
	Фронтальный погрузчик	1 ед.**
	Мотопомпа	2 ед.*
	Рукава пожарные	3 ед.*
	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Палатка (юрта) с автономной печью	ед.****
	Мобильная электростанция	3 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	5 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	15 ед.*
	Лопата совковая с черенком	15 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	10 ед.*
	Ножовка	5 ед.*
	Ножовка по металлу	4 ед.*
	Гопор плотницкий	5 ед.*
	Мотопила	3 ед.*
	Электропила	2 ед.*
	Кувалда	5 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
Бензин	80 литров***	
Дизельное топливо	80 литров***	
Масла и смазки	20 литров***	
Более 15	Транспортное средство для подвоза воды	4 ед.**
	Автокран	4 ед.**
	Фронтальный погрузчик	1 ед.**
	Мотопомпа	2 ед.*
	Рукава пожарные	3 ед.*
	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Палатка (юрта) с автономной печью	ед.****
	Мобильная электростанция	4 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	6 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	20 ед.*
	Лопата совковая с черенком	20 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	15 ед.*
	Ножовка	8 ед.*
	Ножовка по металлу	6 ед.*
	Гопор плотницкий	8 ед.*
	Мотопила	5 ед.*
	Электропила	4 ед.*
	Кувалда	8 ед.*
	Горюче-смазочный материал:	
Бензин	100 литров***	
Дизельное топливо	100 литров***	
Масла и смазки	30 литров***	

Примечание: \* - количество единиц на 1000 жителей населенного пункта проживающих в зоне сейсмического риска;

- \*\* - количество единиц на 10000 жителей населенного пункта проживающих в зоне сейсмического риска;
- \*\*\* - на каждую единицу транспортного средства и электростанцию;
- \*\*\*\* - для размещения 30% жителей населенного пункта.

### Пример расчета ресурсной потребности

Сельский населенный пункт расположен в районе 7 бальной интенсивности по шкале MSK-64(К). В данном регионе за последний 100 лет произошло 7 ( $\lambda = 0,07$ ) землетрясений интенсивностью 5 и более баллов.

Решение.

Определим вероятность возникновения подобного сейсмического явления в течение следующих 10 лет:

$$P_{(t,10 \text{ лет})} = 1 - \exp(-0,07 \cdot 10) = 1 - \exp(-0,7) = 0,5$$

Получаем вероятность того, что в следующий 10 лет произойдет хоть одно землетрясение интенсивностью 5 и более баллов, равна 50%.

Для определения итогового значения уровня риска землетрясения определим весовые коэффициенты по таблицам 4.22-4.23.

Итоговое значение уровня риска землетрясения рассчитаем по следующей формуле:

$$R_{\text{знт}} = 3 \cdot 3 = 9$$

Согласно таблице 4.24 определяем, что уровень риска землетрясения в населенном пункте **«средний»**.

Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом сейсмической опасности в сельском населенном пункте представлено в таблице 4.26.

Таблица 4.26 - Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом сейсмической опасности

№	Наименование	Требуемое количество	Фактическое количество	Соотношение требуемого и фактического количества средств
1	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.	10	1,0
2	Фонари налобные и ручные	10 ед.	10	1,0
3	Палатка (юрта) с автономной печью	2 ед. вместимостью 31 чел.	2	1,0
4	Мобильная электростанция	2 ед.	1	0,5
5	Лом обычный 1,3 м	3 ед.	2	0,6

6	Лопата штыковая с черенком	5 ед.	2	0,4
7	Лопата совковая с черенком	5 ед.	2	0,4
8	Носилки, тележка, тачка	4 ед.	3	0,7
9	Ножовка	4 ед.	4	1,0
10	Ножовка по металлу	3 ед.	2	0,6
11	Топор плотницкий	4 ед.	4	1,0
12	Мотопила	1 ед.	1	1,0
13	Электропила	1 ед.	1	1,0
14	Кувалда	3 ед.	3	1,0
<b>Итого</b>				<b>11,2</b>

На основании данных таблицы 4.26 рассчитаем уровень соответствия оснащённости сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом сейсмической опасности по формуле 4.32:

$$U_{\text{земл.}} = \frac{100 \cdot 11,2}{14} = 80 \%$$

**Вывод:** Установлено, что уровень соответствия оснащённости сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом сейсмической опасности равен 79,5%. Согласно таблице 4.13 уровень соответствия оснащённости населенного пункта оценивается как «соответствует не в полном объеме».

#### **4.3.4 Методология определения оснащённости сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера (оползни, сели, обвалы, снежные лавины)**

Определение ресурсов оснащённости населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера предлагается осуществлять на основе подверженности территории.

Определение ресурсов в населенных пунктах проводится в несколько этапов.

На начальном этапе проводится оценка риска возникновения опасных природных процессов геологического характера.

Оценка риска возникновения опасных природных процессов геологического характера проводится по следующей формуле [86]:

$$R_{\text{геолог.}} = \frac{N_{\text{геолог.}}}{T_t} \quad (4.57)$$

где  $N_{\text{геолог.}}$  – количество опасных природных процессов геологического характера (оползни, сели, обвалы, снежные лавины), за соответствующий период времени  $t$ , ед.;

$T_t$  – период времени, за который регистрировались оползни, сели, обвалы, снежные лавины, год.

Итоговое значение уровня риска опасных природных процессов геологического характера определяется по таблице 4.27.

Таблица 4.27 – Уровни риска опасных природных процессов геологического характера

Значение	Уровень риска
$R_{\text{геолог.}} > 3$	Исключительно высокий
$1,1 < R_{\text{геолог.}} \leq 3,0$	Высокий
$0,6 < R_{\text{геолог.}} \leq 1,0$	Средний
$R_{\text{геолог.}} \leq 0,5$	Низкий

В соответствии с таблицей 4.28 определяется ресурсная потребность населенного пункта с учетом риска опасных природных процессов геологического характера.

Таблица 4.28 – Номенклатура оснащённости населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий опасных природных процессов геологического характера

Уровень риска, усл. ед.	Необходимые минимальные требования по обеспечению населенных пунктов	
	Наименование	Общая потребность
0,5 и менее	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Сапоги резиновые	10 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Ножовка по металлу	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	2 ед.*
	Радиостанция переносная	1 ед.*
	Знак ограждения	2 ед.*
0,6 – 1,0	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Сапоги резиновые	10 ед.*

	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Ножовка по металлу	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	2 ед.*
	Радиостанция переносная	1 ед.*
	Знак ограждения	2 ед.*
1,1 - 2,9	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Сапоги резиновые	10 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Ножовка по металлу	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	2 ед.*
	Радиостанция переносная	1 ед.*
Знак ограждения	2 ед.*	
более 3	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.*
	Фонари налобные и ручные	10 ед.*
	Сапоги резиновые	10 ед.*
	Лом обычный 1,3 м	2 ед.*
	Лопата штыковая с черенком	2 ед.*
	Лопата совковая с черенком	2 ед.*
	Носилки, тележка, тачка	2 ед.*
	Ножовка	2 ед.*
	Ножовка по металлу	2 ед.*
	Топор плотницкий	2 ед.*
	Мотопила	1 ед.*
	Электропила	1 ед.*
	Кувалда	2 ед.*
	Радиостанция переносная	1 ед.*
Знак ограждения	2 ед.*	

Примечание: \* - количество единиц на 1000 жителей населенного пункта;

\*\* - количество единиц на 10000 жителей населенного пункта проживающих в зоне опасных природных процессов геологического характера.

### Пример расчета ресурсной потребности

Примем, что в сельском населенному пункте проживает 0,101 тыс. человек. За последний 10 лет в ауле по 2 раза происходили сход селя и оползня и 1 раз снежной лавины.

Решение.

Вычислим риск опасных природных процессов геологического характера, за соответствующий интервал времени  $t$  по формуле 4.57:

$$R_{\text{геолог.}} = \frac{5}{10} = 0,5$$

По таблице 4.24 определяем, что уровень риска опасных природных процессов геологического характера в населенному пункте является низким.

Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом риска опасных природных процессов геологического характера представлено в таблице 4.29.

Таблица 4.29 - Соотношение требуемого и фактического количества средств реагирования и ликвидации последствий с учетом риска опасных природных процессов геологического характера

№	Наименование	Требуемое количество	Фактическое количество	Соотношение требуемого и фактического количества средств
1	Комплекты СИЗ (каска, очки, перчатки)	10 ед.	5	0,5
2	Фонари налобные и ручные	10 ед.	5	0,5
3	Сапоги резиновые	10 ед.	5	0,5
4	Лом обычный 1,3 м	2 ед.	1	0,5
5	Лопата штыковая с черенком	2 ед.	2	1,0
6	Лопата совковая с черенком	2 ед.	2	1,0
7	Носилки, тележка, тачка	2 ед.	1	0,5
8	Ножовка	2 ед.	1	0,5
9	Ножовка по металлу	2 ед.	0	0,0
10	Топор плотницкий	2 ед.	0	0,0
11	Мотопила	1 ед.	0	0,0
12	Электропила	1 ед.	1	1,0
13	Кувалда	2 ед.	1	0,5
14	Радиостанция переносная	1 ед.	0	0,0
15	Знак ограждения	2 ед.	0	0,0
<b>Итого</b>				<b>6,5</b>

На основании данных таблицы 4.29 рассчитаем уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и

ликвидации последствий с учетом риска опасных природных процессов геологического характера по формуле 4.3:

$$U_{\text{геолог.}} = \frac{100 \cdot 6,5}{15} = 43,3 \%,$$

**Вывод:** Установлено, что уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий с учетом риска равен 29,5%. Согласно таблице 4.13 уровень соответствия оснащенности населенного пункта оценивается как «не соответствует».

#### **4.3.5 Оценка общего показателя соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий**

На основании проведенной в предыдущих разделах оценки соответствия оснащенности, рассчитаем обобщенный показатель соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий по формуле 4.29:

$$U_{\text{ср}} = \frac{62,9 + 59,5 + 80,0 + 43,3}{4} = 61,4 \%$$

**Вывод:** Установлено, что обобщенный уровень соответствия оснащенности сельского населенного пункта средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий равен 61,4%, что согласно таблице 4.13 оценивается как «частично соответствует».

#### **Краткие выводы по разделу**

Рассмотрены основные мероприятия, направленные на управление рисками бедствий. К мероприятиям по управлению рисками бедствий относятся отказ от риска, передача риска и принятие риска.

Проведен анализ проводимых мероприятий в странах ЦА по управлению рисками бедствий на национальном уровне.

Предложена методология определения уровня оснащенности сельских населенных пунктов средствами реагирования и ликвидации последствий бедствий, с учетом подверженности рискам бедствий.

## **5. Мониторинг и прогнозирование риска бедствий**

### **5.1 Обоснование необходимости создания Регионального центра мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий**

Одним из основных способов управления рисками бедствий является мониторинг и прогнозирование опасных природных явлений [87]. В странах ЦА на основе принятия нормативных правовых актов, созданы и функционируют страновые системы мониторинга и прогнозирования бедствий, комплексные системы информирования и оповещения населения, единые государственные дежурно-диспетчерской службы, центры управления кризисными ситуациями, системы раннего оповещения посредством телевидения, радио, интернета, печатных изданий, СМС-сообщений и так далее [88]. Однако в настоящее время отсутствует единая интегрированная система мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий и раннего оповещения населения [89].

Понимая важность мероприятий регионального уровня по управлению рисками трансграничных бедствий, для региона ЦА с высоким уровнем сельскохозяйственной деятельности и большим процентом сельского населения, а также опираясь на задачи, отраженные в Повестке дня на XXI век, существует большая необходимость региональных интеграционных действий для построения Региональной трансграничной системы мониторинга и прогнозирования бедствий [90].

В настоящее время странами ЦА в данном направлении проводится работа в данном направлении. Так, на заседании Регионального форума-Совещания глав чрезвычайных ведомств стран ЦА от 17 октября 2025 года была принята «Дорожная карта по созданию региональной системы раннего оповещения о гидрологических бедствиях на пилотных трансграничных речных бассейнах стран Центральной Азии». В рамках Дорожной карты планируется создать региональную систему мониторинга и оповещения о паводках и наводнениях на трансграничных реках [91].

Вместе с тем, для управления рисками трансграничных бедствий необходимо не только осуществлять мониторинг и проводить заблаговременное прогнозирование вероятности возникновения бедствий и возможных последствий от них. В этой связи предлагается создать Региональный центр мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий стран ЦА (РЦМПТБ), с интеграцией всех прогнозных сведений из национальных служб мониторинга и прогнозирования бедствий стран ЦА (рисунок 5.1) [92].

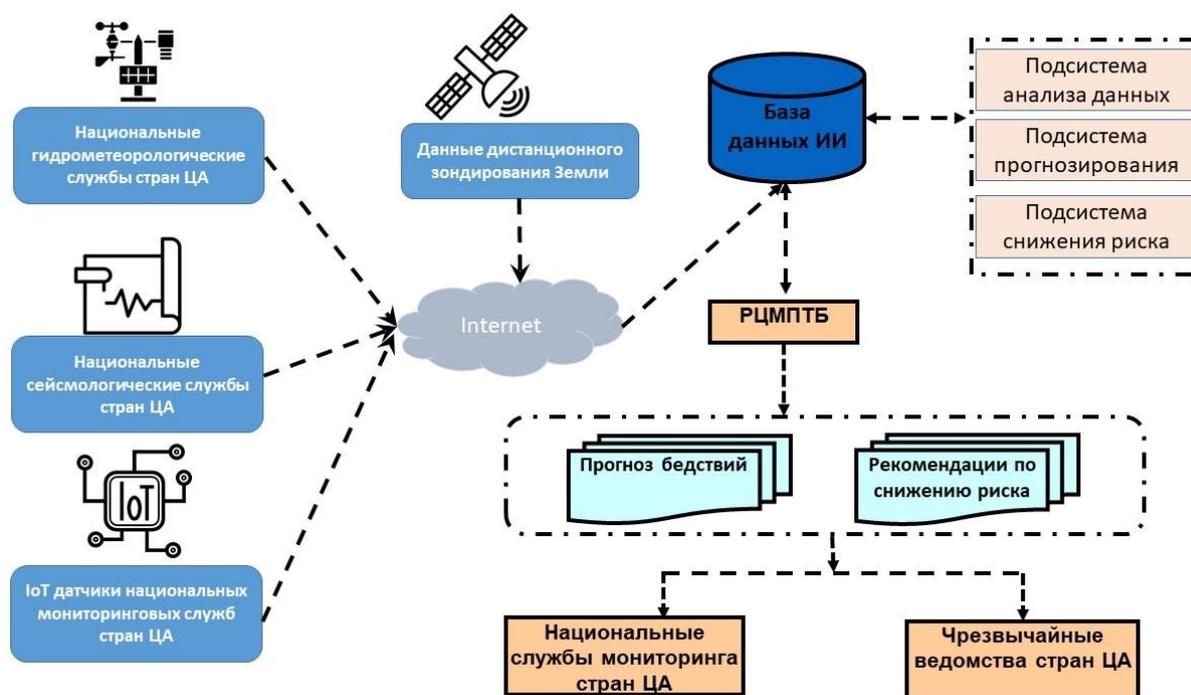


Рисунок 5.1 – Структура Регионального центра мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий

Основными задачами РЦМПТБ будут являться:

- аккумулярование ретроспективных и текущих данных из национальных служб мониторинга и прогнозирования опасных природных явлений стран ЦА и с применением искусственного интеллекта и методов математического моделирования, подготовка долгосрочных и среднесрочных прогнозов;
- выявление и идентификация опасных зон с возможными источниками бедствий;
- разработка возможных сценариев развития бедствий;
- моделирование параметров полей опасных факторов бедствий;
- прогнозирование и оценка социальных, экономических, экологических и иных последствий бедствий;
- определение показателей и построение карт риска;
- разработка рекомендации по снижению риска бедствий;
- доведение прогнозной информации до всех заинтересованных органов.

Создание РЦМПТБ с применением искусственного интеллекта будет поддерживать реализацию Целей устойчивого развития, Парижского соглашения об изменении климата и Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015 - 2030 гг. [3,4].

Создать РЦМПТБ предлагается на базе постоянно действующего межгосударственного органа Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий (Центр) [5]. Центр является международной

организацией, созданной для обеспечения эффективных механизмов смягчения рисков чрезвычайных ситуаций и уменьшения их последствий. Основными задачами Центра является смягчение факторов риска бедствий, идентификация, оценка и мониторинг опасности чрезвычайных ситуаций и их прогнозирования.

В целях качественного управления трансграничными рисками бедствий на базе РЦМПТБ требуется создать интегрированную информационно-аналитическую систему (ИАС), способную объединять разнородные данные поступающие от служб мониторинга и прогнозирования стран ЦА, и обеспечивать оперативное моделирование развития опасных природных явлений. Важнейшей задачей при создании такой системы является предоставление качественной, своевременной и наглядной прогностической информации для чрезвычайных ведомств, и населения.

На основе изучения существующих систем мониторинга и оперативного прогнозирования опасных природных явлений предложена типовая архитектура информационно-аналитической системы, включающая три основные взаимосвязанные подсистемы:

- информационная подсистема;
- вычислительная подсистема;
- подсистема визуализации и оповещения.

Каждый из этих компонентов выполняет определённую функцию в общем цикле прогнозирования и тесно взаимодействует с другими для обеспечения непрерывного процесса мониторинга и прогноза бедствий. Такая структура соответствует лучшим практикам создания систем мониторинга и предупреждения опасных природных явлений и охватывает полный цикл обработки данных – от ввода исходной информации до выдачи прогноза потребителям [93].

Информационный блок предназначен для сбора, накопления и предварительной обработки всех исходных данных, необходимых для моделирования бедствий. Данный блок аккумулирует информацию в едином хранилище (базе данных), включая: данные гидрометеорологических, сейсмологических наблюдений, а также данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные данные.

В состав информационного блока входит модуль автоматизированного сбора данных с различных источников (например, телеметрическая сеть датчиков на реках, метеостанции, сейсмостанций, спутниковые системы наблюдения) и модуль обработки данных, выполняющий проверку качества, фильтрацию и приведение данных к требуемому формату.

Геопространственная база данных играет ключевую роль на данном этапе – в неё заносятся топографические сведения (цифровые модели рельефа,

плановые и высотные характеристики русел рек и пойм, лесных массивов), карты и снимки местности, результаты предшествующих моделирований и наблюдений. Такой информационный фонд обеспечивает основу для вычислительного модуля, предоставляя актуальные исходные данные для прогнозирования бедствий. Таким образом, информационный блок предоставляет полный набор исходных сведений и обновляется в режиме, близком к реальному времени, что повышает достоверность и оперативность прогнозов.

Вычислительный блок является ядром ИАС и отвечает за непосредственное прогнозирование развития бедствий на основе входных данных и их обработки с помощью искусственного интеллекта (ИИ). В данном блоке реализованы алгоритмы гидрологического и гидродинамического, сейсмического моделирования, моделирования развития природных пожаров, позволяющие по имеющимся исходным данным рассчитать ключевые параметры бедствий – ожидаемые уровни воды в реках, расходы и зоны затопления территорий, развития лесных пожаров.

Вычислительный блок работает по следующему алгоритму. После поступления обновленных данных (гидрометеорологических, сейсмологических лесопожарных и др.) производится их агрегирование в базе данных и формирование моделирующего сценария. Сценарий включает текущие начальные условия (например, уровень воды в реке на момент прогноза, класс пожарной опасности) и прогнозные воздействия (ожидаемые притоки воды из расчета таяния снега, осадки по метеопрогнозу и т.д.). Далее запускается расчетный модуль на основе ИИ для прогноза на требуемый горизонт (например, на 1–3 часов или суток вперед). В процессе расчета модель генерирует временные ряды уровней в контрольных точках, а также формирует карту развития бедствия (паводок, пожар, землетрясение) [94]. На основании прогнозных значений рассчитывается требуемое количество сил и средств для минимизации последствий бедствий.

Результаты моделирования передаются в следующий блок системы – блок визуализации и оповещения – для дальнейшего анализа и доведения до потребителей.

Блок визуализации и оповещения предназначен для превращения результатов численного моделирования в удобную для восприятия форму и доставки прогноза до конечных пользователей (чрезвычайных ведомств, местных администраций, населения). Данный блок включает геоинформационный модуль, ответственный за построение цифровых карт прогнозируемого развития бедствия, а также коммуникационный модуль для распространения предупреждений. В геоинформационной подсистеме

полученные результаты совмещаются с цифровой картой местности: прогнозируемые зоны бедствий выделяются на карте (например, закрашиваются или контурируются), что позволяет наглядно определить, какие населенные пункты, дороги, объекты инфраструктуры попадают в зону риска. Подобная ГИС ориентированная визуализация существенно повышает информативность прогноза и облегчает принятие решений [95].

Для построения карт могут использоваться как встроенные средства ГИС-платформ, так и специальные модули для экспорта результатов в ГИС-форматы. По данным автоматизированного картографирования создаются слои, отражающие, например, глубину воды на затопленных участках, скорость течения в пойме, границы распространения лесного пожара и т.д.

Помимо картографического представления, блок визуализации формирует аналитические отчёты с ключевыми числовыми показателями прогноза. Данные отчёты могут дополняться графиками и таблицами. Также даются рекомендации чрезвычайным ведомствам по снижению риска бедствий.

Подсистема оповещения автоматически рассылает полученную информацию всем заинтересованным пользователям. Используются современные средства связи и интернет-технологии: публикация прогностических карт на веб-портале, отправка уведомлений по электронной почте или СМС ответственным лицам, а также интеграция с существующими системами оповещения населения. Таким образом, обеспечивается своевременная доставка прогноза и предупредительных сигналов, что является ключевым фактором в смягчении последствий трансграничных бедствий.

Отдельное внимание уделяется удобству и доступности представления данных: конечный пользователь (например, диспетчерские службы чрезвычайных ведомств стран ЦА) получает информацию в интерактивном формате – на экране компьютера отображается карта с выделенными зонами риска, где можно нажатием на объект узнать прогнозируемые последствия и другие детали. Это позволяет быстро оценить масштаб угрозы и при необходимости начать эвакуационные мероприятия.

Следует подчеркнуть, что все описанные блоки системы взаимосвязаны и функционируют в автоматизированном режиме. При разработке архитектуры учтён принцип модульности и масштабируемости: каждый функциональный модуль (сбор данных, моделирование, визуализация) может модернизироваться или заменяться без нарушения работы всей системы. Например, в информационный блок могут быть интегрированы новые источники данных (радары погоды, беспилотные системы наблюдения и т.п.), вычислительный блок допускает подключение дополнительных моделей, а блок визуализации – расширение способов доставки информации (мобильные приложения,

социальные сети для оповещения населения и т.д.). Гибкая архитектура системы обеспечивает адаптацию под различные сценарии развития бедствий и требования пользователей [96].

В целях наглядного представления работы, разработанной ИАС на рисунке 5.2 изображен алгоритм функционирования системы.

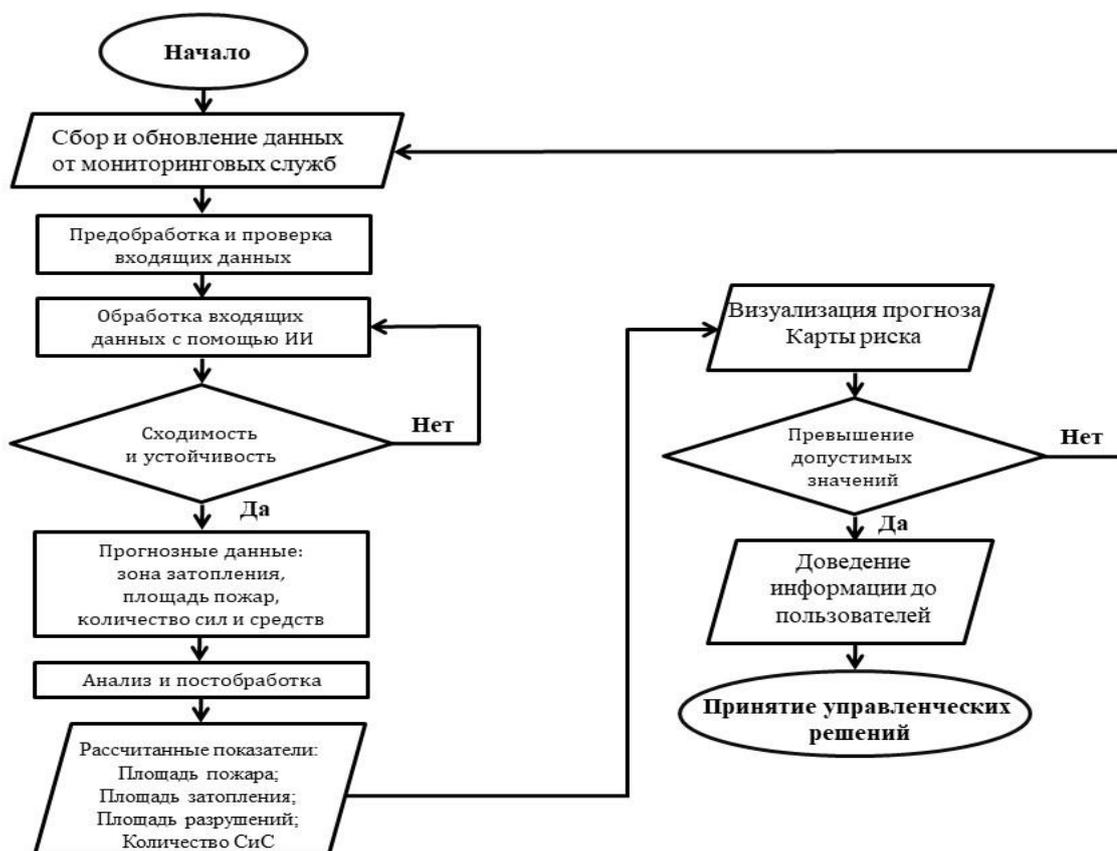


Рисунок 5.2 - Блок-схема алгоритма функционирования информационно-аналитической системы прогнозирования бедствий

Алгоритм отражает последовательность действий от момента поступления данных от мониторинговых служб стран ЦА до выдачи прогноза и включает следующие основные этапы [97]:

1. Сбор и обновление данных. На первом этапе в систему поступают данные от различных источников: гидрометеорологических, сейсмологических служб стран ЦА, спутниковые сервисы – актуальные снимки участков. Автоматизированный модуль сбора данных агрегирует эту информацию и обновляет соответствующие таблицы и слои базы данных. Периодичность обновления может составлять, от нескольких часов до нескольких суток.

2. Предобработка и проверка данных. Поступившие данные проходят этап контроля качества: фильтрация аномальных значений, заполнение пропусков (при необходимости) и приведение к единому временному шагу и

географической привязке. Результатом данного этапа является подготовленный набор входных данных, готовых к использованию в расчетных моделях. Пример входных данных для прогнозирования паводка представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Входные данные для прогнозирования паводка

Параметр	Обозначение	Единица
Осадки	(P)	мм
Температура воздуха	(T)	°C
Высота снежного покрова	(S)	см
Влажность почвы	(SM)	%
Уровень воды в реке	(H)	м
Расход воды	(Q)	м <sup>3</sup> /с
Площадь водосбора	(A)	км <sup>2</sup>
Уклон рельефа	(L)	%

3. Запуск расчетных моделей (прогнозирование бедствий). На основе обновленных данных формируются входные файлы и параметры для моделирования с помощью ИИ. Задаются граничные условия, временной интервал прогноза и дискретность расчетного шага. В процессе расчета система контролирует сходимость решения и при необходимости корректирует временной шаг для сохранения устойчивости. На выходе данного этапа получается прогнозная информация о динамике бедствия: временные ряды, карты бедствий, количество сил и средств.

Пример функций прогнозирования паводка имеет вид [98]:

$$H_{t+1} = f(P_t, T_t, S_t, SM_t, H_t, Q_t)$$

где  $H_{t+1}$  – прогноз уровня воды;

$H_t$  – текущий уровень воды;

$f$  – функция нейронной сети.

4. Анализ и постобработка результатов. Выходные данные модели обрабатываются для удобства интерпретации. На этом этапе вычисляются производные показатели: площади бедствий (суммарно и по отдельным районам), превышение критических значений, скорость нарастания бедствий и др. Также результаты моделирования сопоставляются с данными наблюдений (если на момент выпуска прогноза уже есть новые измерения, они могут использоваться для корректировки – например, методами ассимиляции данных). При необходимости в расчет могут вноситься поправки: например, если модель несколько недооценивает уровень, на основе сравнения с фактом вводится поправочный коэффициент для повышения точности прогноза. Кроме того, выполняется геопривязка результатов – перевод численных данных в

геопространственные слои: рассчитанные уровни экстраполируются на территорию бедствия с помощью цифровой модели рельефа.

5. Визуализация прогноза. На основании обработанных результатов автоматически генерируются карты и диаграммы. ГИС-модуль строит прогностическую карту бедствия, накладывая рассчитанные контуры на топографическую основу. На карте отмечаются границы ожидаемого бедствия. Вся эта визуальная информация подготавливается к распространению заинтересованным государственным органам стран ЦА.

6. Доведение информации до пользователей. Финальный этап – оповещение. Система автоматически рассылает подготовленные прогнозные материалы: ответственным службам направляются отчёты и карты по защищённым каналам. Одновременно на веб-интерфейсе системы обновляется информация о текущем прогнозе, доступная в режиме просмотра для зарегистрированных пользователей.

Таким образом, предложенная концепция ИАС прогнозирования бедствий предусматривает интеграцию данных, моделей и технологий оповещения в единой архитектуре. Система сочетает в себе возможности современных ГИС и удалённого мониторинга с точными физико-математическими моделями, что позволяет получать прогнозные значения для выработки управленческих решений по снижению риска бедствий.

## **5.2 Определение требуемого количества сил и средств на тушение лесного пожара на основе прогнозных значений**

При проведении работ по локализации природного пожара лицу, принимающему решения (ЛПР) требуется из множества допустимых решений выбрать одно, наиболее рациональное решение по оптимальному распределению сил и средств для локализации пожара в кратчайшие сроки [99]. Количество возможных вариантов распределения сил и средств может быть достаточно большим, и выбрать наилучший из них, представляет затруднительную задачу [100].

Для поиска наиболее оптимального решения используются научно-обоснованные методы, в том числе математические. В целях применения подобных моделей процесс распределения сил и средств для тушения лесного пожара должен быть представлен в виде математической модели, т.е. математической задачи, которая количественно описывает основные закономерности процесса и его цель (критерий оптимизации). Задачи нахождения наилучшего решения называются оптимизационными. Очень часто

цель оптимизации описывается в виде функции многих переменных, а допустимое множество решений задается системой функциональных равенств и/или неравенств [101].

Одним из методов принятия оптимального решения распределения сил и средств на пожаре является линейное программирование, позволяющее определять наибольшие или наименьшие значения искомой функции  $F$  при наличии ограничений [102, 103].

При распределении сил и средств на тушение лесного пожара, целевой функцией является минимизация ресурсов при их различной эффективности тушения за соответствующий интервал времени [101]:

$$F = x + y + z + t \rightarrow \min \quad (5.2)$$

где  $z$  — трактора (ед.),  $y$  — пожарные автоцистерны (ед.),  $x$  — личный состав (чел.),  $t$  - время (мин.).

В целях автоматизации процесса принятия управленческого решения ЛПР по оптимальному распределению сил и средств при локализации лесного пожара с учетом скорости распространения огня по фронту, флангам и тылу, разработан соответствующий алгоритм (рисунок 5.3).

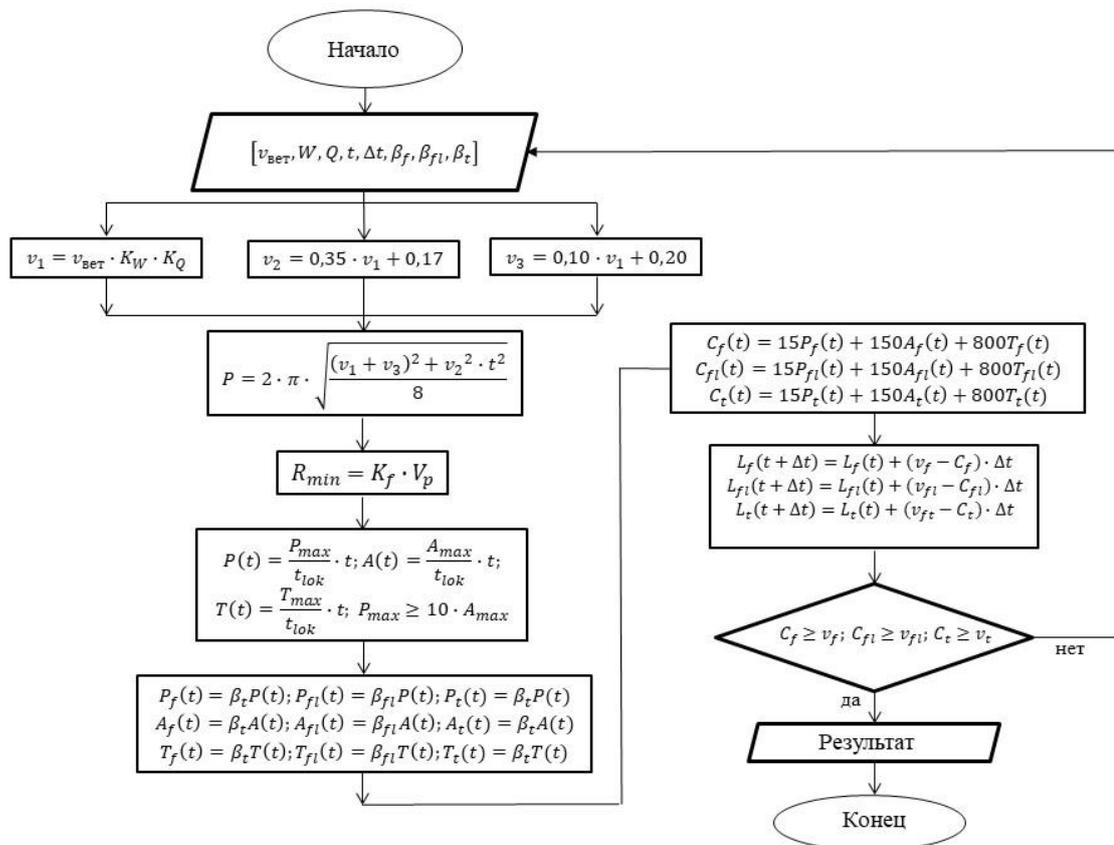


Рисунок 5.3 - Алгоритм оптимального распределения сил и средств на тушение лесного пожара

Представленный алгоритм реализовывается в несколько этапов.

На первоначальном этапе, вводятся данные - скорость ветра  $v_{вет}$ , м/с, влажность воздуха, крутизна склона, время свободного развития пожара  $t$ , мин., время прибытия сил и средств  $\Delta t$ , мин., коэффициенты распределения сил и средств по фронту, флангам и тылу пожара  $\beta_f, \beta_{fl}, \beta_t$ .

После ввода соответствующих значений рассчитываются скорость распространения огня по фронту ( $v_1$ ), флангам ( $v_2$ ) и тылу ( $v_3$ ) пожара [100]:

$$v_1 = v_{вет} \cdot K_W \cdot K_Q \quad (5.3)$$

$$v_2 = 0,35 \cdot v_1 + 0,17 \quad (5.4)$$

$$v_3 = 0,10 \cdot v_1 + 0,20 \quad (5.5)$$

По полученным значениям скорости распространения огня  $v_1 - v_3$  прогнозируется периметр кромки пожара на заданный интервал времени [100]:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{(v_1 + v_3)^2 + v_2^2 \cdot t^2}{8}} \quad (5.6)$$

Затем определяется увеличение периметра пожара:

$$R_{min} = K_f \cdot V_p, \text{ м/час} \quad (5.7)$$

где  $V_p$  – скорость ежечасного прироста пожара,  $K_f$  – коэффициент тактического снижения прироста при атаке на фронт равный 0,7.

Далее проводится расчет постепенного прибытия сил и средств:

$$P(t) = \frac{P_{max}}{t_{lok}} \cdot t; A(t) = \frac{A_{max}}{t_{lok}} \cdot t; T(t) = \frac{T_{max}}{t_{lok}} \cdot t; P_{max} \geq 10 \cdot A_{max} \quad (5.8)$$

С учетом коэффициентов проводится расчет распределения  $P(t)$  – пожарных,  $A(t)$  – автоцистерн,  $T(t)$  – тракторов по фронту, флангам и тылу пожара:

$$P_f(t) = \beta_t P(t); P_{fl}(t) = \beta_{fl} P(t); P_t(t) = \beta_t P(t) \quad (5.9)$$

$$A_f(t) = \beta_t A(t); A_{fl}(t) = \beta_{fl} A(t); A_t(t) = \beta_t A(t) \quad (5.10)$$

$$T_f(t) = \beta_t T(t); T_{fl}(t) = \beta_{fl} T(t); T_t(t) = \beta_t T(t) \quad (5.11)$$

Оптимизация сил и средств осуществляется с помощью обобщенного градиентного метода, предназначенного для нелинейных задач, так как целевая функция зависит от переменных не линейно.

Производительность выполнения работ в течении одного часа составляет для пожарного - 15 м/ч, пожарной автоцистерны - 150 м/ч, трактора - 800 м/ч. [100]. Тогда интенсивность тушения лесного пожара по фронту, флангам и тылу имеет вид:

$$C_f(t) = 15P_f(t) + 150A_f(t) + 800T_f(t) \quad (5.12)$$

$$C_{fl}(t) = 15P_{fl}(t) + 150A_{fl}(t) + 800T_{fl}(t) \quad (5.13)$$

$$C_t(t) = 15P_t(t) + 150A_t(t) + 800T_t(t) \quad (5.14)$$

Затем проводится расчет увеличения периметра пожара  $P$ , м/час. Общий периметр пожара  $L(t)$  разделяется на три зоны с применением нелинейного программирования [104]:

$$L(t) = L_f(t) + L_{fl}(t) + L_t(t) \quad (5.15)$$

где  $L_f(t)$  – фронт,  $L_{fl}(t)$  – фланги,  $L_t(t)$  – тыл пожара.

Прирост периметра различен:

$$v_f = a_f \bar{v}, v_{fl} = a_{fl} \bar{v}, v_t = a_t \bar{v} \quad (5.16)$$

где  $a_f + a_{fl} + a_t = 1$

Система дифференциальных уравнений описывает динамику периметра [105]:

$$\frac{dL_f}{dt} = v_f - C_f(t); \frac{dL_{fl}}{dt} = v_{fl} - C_{fl}(t); \frac{dL_t}{dt} = v_t - C_t(t) \quad (5.17)$$

Динамика увеличения периметра (дискретный шаг) пожара по фронту, флангам и тылу имеет вид [104]:

$$L_f(t + \Delta t) = L_f(t) + (v_f - C_f) \cdot \Delta t \quad (5.18)$$

$$L_{fl}(t + \Delta t) = L_{fl}(t) + (v_{fl} - C_{fl}) \cdot \Delta t \quad (5.19)$$

$$L_t(t + \Delta t) = L_t(t) + (v_{ft} - C_t) \cdot \Delta t \quad (5.20)$$

Локализация лесного пожара достигается при следующих условиях:

$$C_f \geq v_f; C_{fl} \geq v_{fl}; C_t \geq v_t \quad (5.21)$$

В завершении ЛПР получает данные по оптимальному распределению сил и средств по фронту, флангам и тылу для локализации очага пожара, с учетом прогнозных значений распространения лесного пожара.

Разработанный алгоритм оптимального распределения сил и средств позволяет в динамике учитывать постепенное прибытие сил и средств, а также интенсивность распространения огня по фронту, флангам и тылу. На основании чего проводится оптимальное распределение ресурсов по фронту, флангам и тылу для эффективной локализации и полного тушения лесного пожара с наименьшими социальными, экономическими и экологическими последствиями.

Алгоритм позволяет автоматизировать процесс принятия решения ЛПР, планирования, оценки времени локализации и количества сил и средств, требуемых для локализации и ликвидации лесного пожара.

### 5.3 Прогнозирование количества бедствий

Существуют различные методы прогнозирования бедствий, одним из немаловажных из них при управлении рисками бедствий является прогнозирование вероятности возникновения деструктивных событий на основе статистических данных.

Статистический метод, позволяет составить краткосрочный или среднесрочный прогноз бедствий в зависимости от поставленной задачи на основе составления трендов.

Для построения трендов чаще всего применяются следующие функции [106]:

- линейный тренд:

$$\hat{y}_t = a + bt \quad (5.22)$$

- экспоненциальный тренд:

$$\hat{y}_t = ae^{bt} \quad (5.23)$$

- степенная функция:

$$\hat{y}_t = at^b \quad (5.24)$$

- полиномиальная функция:

$$\hat{y}_t = a + b_1t + \dots + b_kt^k \quad (5.25)$$

Для определения точности прогноза бедствий используем формулу средней относительной ошибки [107]:

$$R = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|y_{\text{факт},i} - y_{\text{расч},i}|}{y_{\text{факт},i}} \cdot 100\% \quad (5.26)$$

где  $y_{\text{факт},i}$  – фактические значения по годам;

$y_{\text{расч},i}$  – расчетные значения;

$n$  – количество лет.

На основании данных динамики техногенных аварий и стихийных бедствий в странах ЦА, в период с 2007 по 2021 года проведем прогнозирование на один год вперед с применением различных функций (рисунок 5.4).

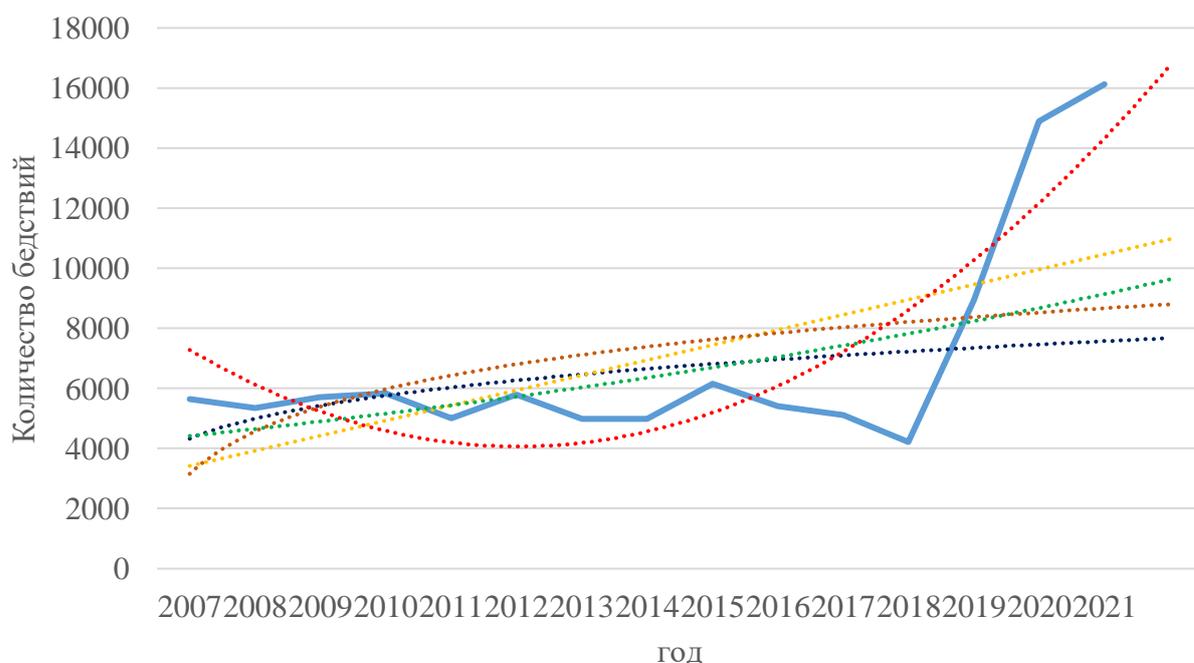


Рисунок 5.4 – Прогнозирование бедствий в Центральной Азии

Из рисунка 5.4 видно, что в зависимости от применяемого тренда прогнозные значения колеблются от 7674 до 16744 бедствий в год.

Согласно полиномиальной функций (красная линия) количество прогнозируемых бедствий составляет 16744, а достоверность прогноза 74%.

Прогноз по линейному тренду (оранжевая линия) составляет 10967 бедствий, достоверность 38%.

По экспоненциальному тренду (зеленая линия) прогноз составляет 9636 бедствий, достоверность 34%.

По логарифмической кривой (коричневая линия) прогноз составляет 8800, достоверность 19%.

Прогноз по степенной функции (темно-синяя линия) составляет 7674 бедствия, достоверность 16,6%.

Проведенное прогнозирование количества бедствий в ЦА на основе теории временных рядов показала большой разброс значений и низкую достоверность [108]. В настоящее время приобретает популярность применения нейросетей для прогнозирования бедствий [109-111].

Нейросетевой прогноз в общем понимании представляют собой математическую модель, а также её программное или аппаратное воплощение [112].

Для прогнозирования бедствий в странах ЦА предлагается следующая математическая модель:

$$Y^* = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_4 \cdot x_4 + w_5 \cdot x_5 + b \quad (5.27)$$

где  $w_n$  - весовые коэффициенты.

Предположим, что весовые коэффициенты  $w$  равны и  $b = 0$ , тогда

$$Y^* = w \cdot (w_1 + w_2 + \dots + w_5) \quad (5.28)$$

После создания нейросети проводится этап обучения. В процессе обучения необходимо определить значение весового коэффициента  $w$  в формуле (5.28).

Весовой коэффициент определяется по методу наименьших квадратов:

$$w = \frac{\sum Y_i \cdot S_i}{\sum S_i^2} \quad (5.29)$$

$$S_i = x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} + x_{t-4} + x_{t-5} \quad (5.30)$$

На входы нейрона подается количество бедствий за прошедшие 5 лет, на выходе – получаем прогнозное значение на следующий год.

Ошибка прогнозирования и модуль относительной ошибки определяются по формулам [113]:

$$e = Y^* - Y \quad (5.31)$$

$$\varepsilon = \frac{|e|}{Y} \quad (5.32)$$

Обучение проводилось на данных за 2015-2024 годах (10 примеров), с использованием значений за 2010-2024 года (15 лет).

Результаты прогнозирования чрезвычайных ситуаций с помощью предложенной модели до 2025 года представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты прогнозирования бедствий

Год	$w$	$Y$	$Y^*$	$e$	$\varepsilon, \%$
2007	-	5652	-	-	-
2008	-	5339	-	-	-
2009	-	5712	-	-	-
2010	-	5845	-	-	-
2011	-	5014	-	-	-
2012	0,2099	5786	5785,26	0,74	0,01
2013	0,1799	4984	4982,51	1,49	0,03
2014	0,1821	4979	4978,80	0,20	0,00
2015	0,2311	6149	6149,11	-0,11	0,00
2016	0,2007	5401	5401,24	-0,24	0,00
2017	0,1870	5105	5104,91	0,09	0,00
2018	0,1584	4216	4216,29	-0,29	0,01
2019	0,3455	8933	8931,18	1,82	0,02
2020	0,4995	14888	14887,10	0,90	0,01
2021	0,4184	16126	16126,39	-0,39	0,00
2022	0,2792	-	13756,63	-	-

Из таблицы 5.2 видно, что прогнозное значение бедствий в ЦА на 2022 год составило 13757 ед.

Сравнение реальных и прогнозных значений бедствий показывает, что нейронные сети дают очень хороший прогноз (рисунок 5.5).

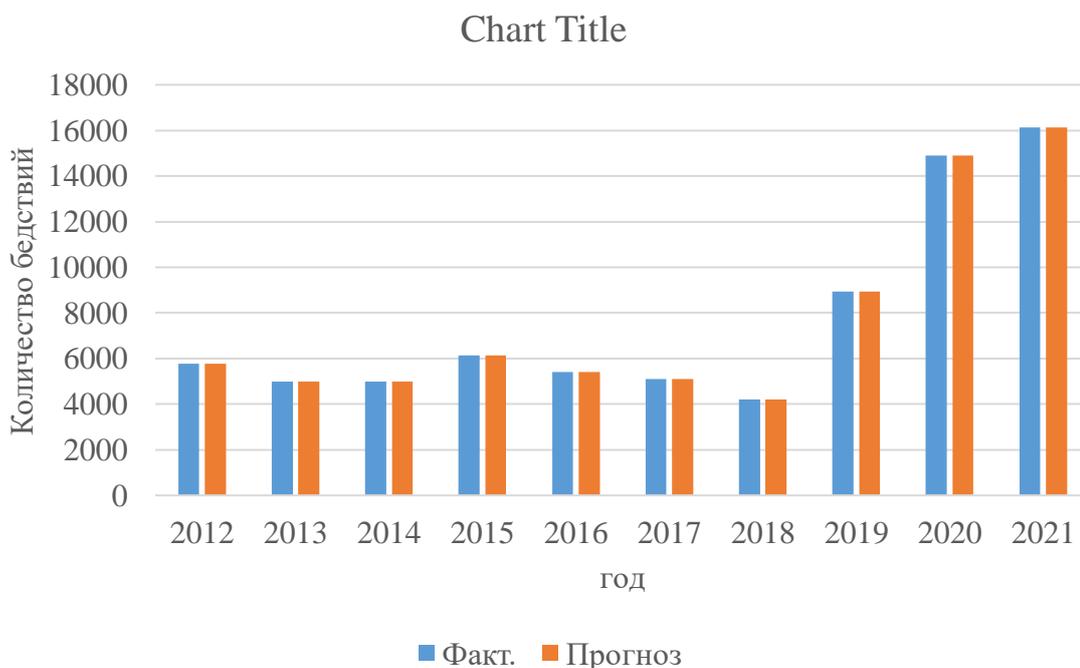


Рисунок 5.5 - Сравнение фактических и прогнозных значений

Из рисунка 5.5 видно, что величина модуля относительной ошибки существенно ниже и находится в интервале от 0,01 до 0,036 %, что говорит о достаточно высокой достоверности прогнозных значений.

Рассмотренные способы прогнозирования бедствий с помощью искусственных нейронных сетей показали достаточно высокую достоверность.

Рассмотренные методы прогнозирования с помощью искусственных нейронных сетей достаточно просты, не требуют сложных математических расчетов и могут найти практическое применение для прогнозирования бедствий с целью выработки решений по их минимизации.

Методы нейросетевого моделирования могут быть использованы для создания аналогичных программ, позволяющих получать результаты прогнозирования с разбивкой по различным бедствиям природного и техногенного характера. Также проводить как краткосрочные, так и среднесрочные прогнозы [114].

### Краткие выводы по разделу

Предложено на базе Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска бедствий создать Региональный центр мониторинга и прогнозирования трансграничных бедствий стран ЦА, с интеграцией всех прогнозных сведений из национальных служб мониторинга и прогнозирования бедствий стран ЦА, которая позволит оперативно управлять трансграничными рисками. Для

функционирования РЦМПТБ предложена интегрированная информационно-аналитическая система, способная объединять разнородные данные поступающие от служб мониторинга и прогнозирования стран ЦА, и обеспечивать оперативное моделирование развития опасных природных явлений.

Установлено, что прогнозирование бедствий с помощью нейросетевых технологий дает более достоверный прогноз в отличие от статистического метода.

## **6. Разработка алгоритма реагирования на трансграничные бедствия**

### **6.1 Алгоритм запроса сил и средств на ликвидацию трансграничных бедствий**

В настоящее время участие аварийно-спасательных служб в ликвидации последствий бедствий на территориях стран ЦА регламентируются исключительно международными договорами и соглашениями. Однако данные международно-правовые механизмы выработки и принятия решений в области бедствий не дают детального разъяснения по действиям органов управления при возникновении трансграничных бедствий.

Основным нормативным правовым актом, рассматривающим вопросы приграничного сотрудничества в области предупреждения и ликвидации бедствий, является Конвенция о приграничном сотрудничестве государств-участников содружества независимых государств (Бишкек, 2008 год) [115].

Статьей 1 настоящей Конвенции определены термины, имеющие следующие значения:

- приграничное сотрудничество - согласованные действия, направленные на укрепление и поощрение добрососедских отношений между приграничными территориями, заключение в соответствии с законодательством Сторон соглашений, необходимых для достижения этих целей;

- приграничные территории - территории или часть территорий административно-территориальных образований Сторон, прилегающие к государственной границе Сторон и определяемые в качестве таковых в соответствии с их национальным законодательством или международными договорами, участниками которых они являются;

- компетентные органы - органы власти Сторон, наделенные соответствующей компетенцией и полномочиями в сфере приграничного сотрудничества.

Одним из основных направлений деятельности Сторон в соответствии со статьей 7 Конвенции является разработка совместных программ по защите населения и территорий от бедствий природного и техногенного характера, а также интеграция систем предупреждения и ликвидации бедствий природного и техногенного характера приграничных территорий в целях повышения эффективности реагирования на бедствия, имеющие трансграничные последствия.

Для поддержки и укрепления взаимодействия, сотрудничества и координации между чрезвычайными ведомствами стран ЦА, международными

и неправительственными организациями, работающими в области реагирования на бедствия на региональном уровне и оказания международной гуманитарной помощи, Центром разработан Региональный механизм координации по реагированию на чрезвычайные ситуации. Этот механизм был одобрен всеми главами чрезвычайных ведомств стран Центральной Азии в 2021 году.

Организацию деятельности Регионального механизма координации осуществляет Центр. Рабочими органами механизма являются соответствующие подразделения чрезвычайных ведомств, занимающиеся вопросами управления в кризисных ситуациях, ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также представители международных организаций, входящих в региональные группы координации гуманитарного реагирования на чрезвычайные ситуации и международного сотрудничества.

В целом, вопрос об оперативности привлечения сил и средств для ликвидации трансграничных бедствий в ЦА на сегодняшний день является актуальным.

На основании проведенного анализа вышеуказанных многосторонних соглашений, разработан алгоритм привлечения сил и средств при масштабных и трансграничных бедствиях в странах ЦА (рисунок 6.1) [116].



Рисунок 6.1 – Алгоритм запроса сил и средств при масштабных и трансграничных бедствиях

Алгоритм привлечения сил и средств выполняется поэтапно.

На первом этапе при поступлении информации о произошедшем масштабном и трансграничном бедствии, пострадавшее государство информирует страны ЦА, приграничные государства и Центр. В сообщении указывается [116]:

- место и время возникновения бедствия;
- вид бедствия и присущие ей характерные особенности;
- предполагаемое количество погибших и пострадавших, разрушенных зданий и другая информация о последствиях бедствия;
- тенденции развития бедствия;
- предпринятые действия по локализации и ликвидации бедствия.

На втором этапе пострадавшее государство проводит расчет необходимого количества сил и средств для привлечения из стран ЦА и приграничных государств. Согласно проведенным расчетам, проводится запрос необходимого количества сил и средств из стран ЦА. В запросе указываются вид требуемой помощи (проведение аварийно-спасательных или поисково-спасательных работ, доставка гуманитарного груза и т.д.), в которой нуждается пострадавшее государство; перечень необходимых материалов обеспечения для распределения среди пострадавшего населения; количество необходимых сил и средств.

Центр информирует Международные и неправительственные организации и отработывает совместно с ними вопросы оказания гуманитарной, медицинской и иной помощи пострадавшему государству.

На третьем этапе, после представления запроса о выделении сил и средств, страны ЦА информируют пострадавшее государство о возможности (или не возможности) выделения соответствующего количества сил и средств.

Также представляется информация о руководителе, список членов группы выделяемой для оказания помощи, и его материально-техническом оснащении.

Далее пострадавшее государство согласовывает с направляющей стороной пункты пропуска и время перехода государственной границы силами и средствами, направляемыми для оказания помощи в ликвидации бедствия.

На четвертом этапе, после завершения работ по ликвидации бедствия, силы и средства направляются в места постоянной дислокации. Для этих целей пострадавшее государство определяет пункты пропуска и время перехода государственной границы силами и средствами, убывающими в места постоянной дислокации [116].

Заполняются все необходимые документы акты приема – передачи материалов обеспечения, акты о финансовых расходах по предоставлению помощи и т.д.

Транзит, ввод, порядок и условия временного нахождения сил и средств на территориях стран ЦА, а также их статус, социальные и правовые гарантии личного состава определяются Международными соглашениями.

При выполнении задач по ликвидации бедствия и их последствий привлекаемые спасательные подразделения из стран ЦА обязаны соблюдать международные договоры и соглашения, национальное законодательство, в том числе двусторонние соглашения, а также выполнять приказы и распоряжения органов управления силами и средствами в зоне бедствия.

## **6.2 Выбора ближайшего аварийно-спасательного подразделения при трансграничных бедствиях**

В целях оперативного реагирования на трансграничные бедствия в странах ЦА необходимо на базе Центра на примере Европейского Координационного центра реагирования на бедствия (ERCC) в Брюсселе, и Координационного центра АСЕАН по оказанию гуманитарной помощи (АНА Center) в Индонезии, создать Региональный координационный центр по реагированию на бедствия для стран ЦА (РКЦРБ), на который будут возлагаться задачи по определению приоритетных нужд и потребностей стран ЦА, координация действий между чрезвычайными ведомствами региона и международными организациями при оказании гуманитарной помощи, а также обеспечение оперативного обмена данными и информацией в случае угрозы или возникновения бедствий [117].

Для эффективного функционирования РКЦРБ предлагается в информационно-аналитическую систему (ИАС) интегрировать подсистему оптимизации ресурсов. Данная подсистема предназначена для определения ближайших ресурсов и распределения сил и средств на ликвидацию бедствий, расчета логистики доставки гуманитарных грузов.

Принятие решений по задействованию соответствующих аварийно-спасательных подразделений представляет собой процесс выбора ЛПР наиболее эффективного варианта из множества существующих альтернатив.

Подсистема оптимизации ресурсов предназначена для управления привлекаемыми аварийно-спасательными подразделениями.

При возникновении трансграничных бедствий по решениям ЛПР создаются участки (сектора) проведения аварийно-спасательных работ (АСР). Для бесперебойной работы участков АСР, ЛПР необходимо обеспечить соответствующее количество сил и средств на все  $B_j$  участки (сектора). В минимально короткие сроки ЛПР требуется определить ближайшие аварийно-спасательные подразделения для проведения АСР на всех участках. Для

привлечения аварийно-спасательных подразделений ЛПР необходимо учитывать расстояние от мест дислокации подразделений до участков АСР, оснащенность аварийно-спасательных подразделений необходимыми средствами для проведения АРС на соответствующем участке [118].

В целях повышения оперативности принятия решений ЛПР на основании теории «транспортной задачи» [119] разработан алгоритм определения ближайших аварийно-спасательных подразделений для проведения АРС в зоне бедствия с учетом расстояний от каждого участка АСР до аварийно-спасательного подразделения и наличия соответствующих средств (рисунок 6.2) [118].

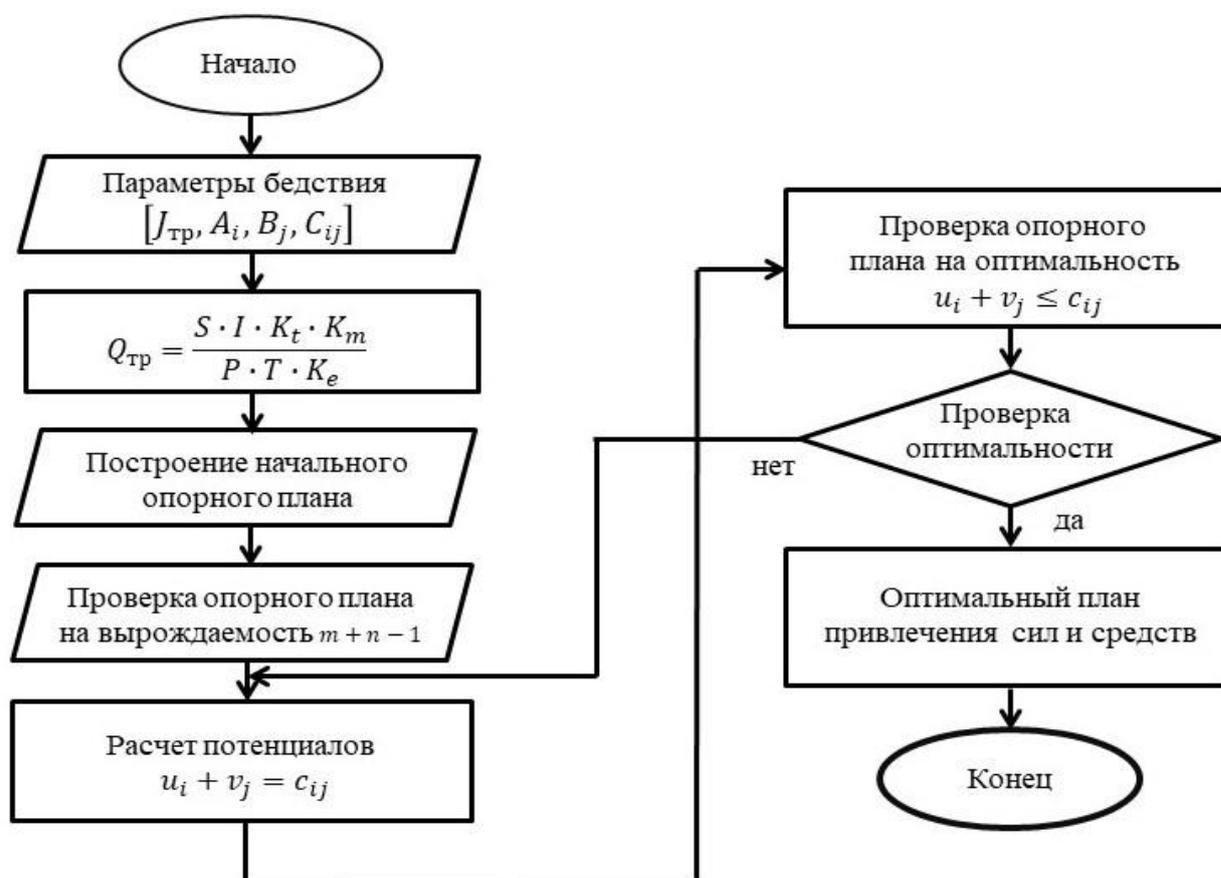


Рисунок 6.2 - Структурно-логическая схема алгоритма процесса выбора ближайшего аварийно-спасательного подразделения при трансграничных бедствиях

Представленный на рисунке 6.2 алгоритм реализуется в несколько этапов.

На первоначальном этапе вводятся данные  $[J_{тр}, A_i, B_j, C_{ij}]$  [120]:

- $A_i$  - количество ближайших аварийно-спасательных подразделений, ед.;
- $B_j$  - количество участков проведения АРС, ед.;
- $C_{ij}$  - расстояние до ближайших аварийно-спасательных подразделений,

км.;

- $J_{\text{тр}}$  - требуемое количество средств для проведения АСР, ед.;
- $Q_{\text{тр}}$  - требуемое количество личного состава для проведения АСР, чел.

На втором этапе рассчитывается требуемое количество сил и средств на ликвидацию бедствия на каждом участке АСР по формулам [120]:

$$Q_{\text{тр}} = \frac{S \cdot I \cdot K_t \cdot K_m}{P \cdot T \cdot K_e} \quad (6.1)$$

где  $S$  – площадь зоны бедствия, км<sup>2</sup>;

$I$  – интенсивность опасного фактора;

$K_t$  – коэффициент транспортной доступности;

$K_m$  – коэффициент погодных условий;

$P$  – производительность одного подразделения;

$T$  – требуемое время на ликвидацию бедствия, ч;

$K_e$  – коэффициент времени суток.

$$J_{\text{тр}} = \frac{V}{C \cdot T} \quad (6.2)$$

$V$  – общий объем работ;

$C$  – производительность единицы техники;

$T$  – требуемое время на ликвидацию бедствия, ч.

На третьем этапе строится начальный опорный план обеспечения сил и средствами  $B_j$  участков проведения АСР с учетом  $C_{ij}$  расстояний до ближайших аварийно-спасательных подразделений  $A_i$ .

На четвертом этапе проводится проверка опорного плана на вырождаемость. План является вырожденным, если [119]

$$N < m + n - 1 \quad (6.3)$$

где  $N$  – число заполненных клеток в таблице поставок.

При вырожденном плане вводится  $k$  фиктивных аварийно-спасательных подразделений [120]:

$$k = m + n - 1 - N \quad (6.4)$$

т.е. в любых  $k$  незаполненных клетках таблицы вписывают нулевые значения проектным параметрам  $c_{ij}$  [119]:

$$c_{ij} = 0, (i, j) \in S \quad (6.5)$$

где  $S$  – множество пар индексов  $(i, j)$  свободных переменных, соответствующих незаполненным клеткам.

На пятом этапе проводится расчет потенциалов по загруженным клеткам таблицы, для которых [121]:

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, (i, j) \notin S \quad (6.6)$$

где  $u_i, v_j$  – потенциал  $i$ -ой строки и  $j$ -ой колонки соответственно.

Для первой строки принимают  $u_1 = 0$ , затем остальные потенциалы рассчитывают по загруженным клеткам в соответствии с выражением (6.4).

На шестом этапе опорный план проверяется на оптимальность по незагруженным клеткам. Если для всех незагруженных клеток выполняется условие [122]:

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, (i, j) \in S \quad (6.7)$$

тогда принимаем, что опорный план является оптимальным.

Оптимальное решение будет единственным, если для всех незагруженных клеток выполняется условие [123]:

$$u_i + v_j < c_{ij}, (i, j) \in S \quad (6.8)$$

В случае если для какой-либо незагруженной клетки условие (6.5) не выполняется, то опорный план считается не оптимальным и проводится переход к следующему этапу.

На седьмом этапе проводится сравнение, если оптимальное решение найдено, переходим к следующему этапу, если нет возвращаемся к пятому этапу [124].

На восьмом этапе выводится оптимальный план привлечения сил и средств на  $B_j$  участки АСР из ближайших аварийно-спасательных подразделений  $A_i$  с учетом требуемого количества сил и средств.

Автоматизация процесса привлечения аварийно-спасательных подразделений стран ЦА на трансграничные бедствия позволит сократить время на обработку информации, оценки сложившей обстановки и определение ближайших спасательных подразделений для оперативного задействования на ликвидацию бедствия.

Автоматизация процесса управления аварийно-спасательными подразделениями поможет избежать субъективных ошибок при принятии решений ЛПР.

### **Краткие выводы по разделу**

На основании существующих международных норм разработан алгоритм запроса сил и средств при масштабных и трансграничных бедствиях в странах ЦА. Предложено создание Регионального координационного центра по реагированию на бедствия для стран ЦА на базе Центра. Основной задачей координационного центра будет являться координация действий между чрезвычайными ведомствами региона и международными организациями при оказании гуманитарной помощи, а также обеспечение оперативного обмена данными и информацией в случае угрозы или возникновения бедствий.

Разработана структурно-логическая схема алгоритма процесса выбора ближайшего аварийно-спасательного подразделения при трансграничных бедствиях, которая позволяет сократить время на обработку информации, оценки сложившей обстановки и определение ближайших спасательных подразделений для оперативного задействования на ликвидацию трансграничного бедствия.

## **Заключение**

Экспертами Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) отмечено, что глобальные климатические изменения негативно скажутся на всех секторах экономики во всем мире. Для стран ЦА, изменение климата, в первую очередь, означает увеличение частоты трансграничных бедствий природного и техногенного характера.

Климатические и социально-экономические риски, становятся рисками трансграничной безопасности в том случае, если нет четкой концепции и алгоритма взаимодействия между странами региона для поддержания приемлемого уровня жизнедеятельности, на трансграничном уровне.

Природные бедствия такие как землетрясение, наводнения, засуха и т.д. не имеют границ, и влияют на безопасность и здоровье населения, социально-экономическое развитие стран ЦА. Для бедствий не существует национальных границ, и поэтому при разработке стратегий управления риском целесообразно использовать научно-обоснованные подходы.

В данном исследовании предложены научно-обоснованные концептуальные подходы, основанные на международных нормах и практиках снижения риска трансграничных бедствий, связанных с изменением климата в странах ЦА. Для снижения трансграничных рисков бедствий странам ЦА необходимо объединить усилие в целях совместного противодействия происходящим климатическим изменениям.

Объединение стран ЦА для снижения трансграничного риска бедствий предложено в рамках Регионального координационного центра по реагированию на бедствия для стран ЦА и Регионального центра мониторинга и прогнозирования бедствий на базе Центра по чрезвычайным ситуациям и снижения риска бедствий.

Предложенные научно-обоснованные инициативы позволят странам ЦА оперативно принимать меры по защите населения и территории от негативного воздействия природных и техногенных бедствий с учетом происходящих климатических изменений.

## Список используемой литературы

1. Концепция комплексного подхода по управлению рисками трансграничных бедствий с учетом климатических изменений. [Электронный ресурс] // URL: [https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/02/Концепция\\_комплексного%20управления\\_РБ.pdf](https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/02/Концепция_комплексного%20управления_РБ.pdf) (дата обращения: 04.02.2026).
2. Инициатива по управлению риском бедствий в Центральной Азии и на Кавказе [Электронный ресурс] // URL: [https://www.unisdr.org/files/11641\\_RMSIFINALrusmall.pdf](https://www.unisdr.org/files/11641_RMSIFINALrusmall.pdf) (дата обращения: 05.02.2026).
3. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. [Электронный ресурс] // URL: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (дата обращения: 08.02.2026).
4. Парижское соглашение [Электронный ресурс] // URL: <https://unfccc.int/ru/informaciya-ob-onuv/chto-takoe-parizhskoe-soglashenie> (дата обращения: 09.02.2026).
5. Центр по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий [Электронный ресурс] // URL: <https://cesdrr.org/> (дата обращения: 10.02.2026).
6. Стратегия развития сотрудничества стран Центральной Азии в области снижения риска бедствий на 2022 – 2030 годы [Электронный ресурс] // URL: <https://cesdrr.org/uploads/regforum/2021/05.11.21%20-%20Стратегия%20развития%20сотрудничества%20стран%20ЦА%20по%20СРБ.pdf> (дата обращения: 11.02.2026).
7. Современные тенденции в развитии центральноазиатского региона [Электронный ресурс] // URL: [https://farabi.university/storage/files/3515233711654b699c932eb144214054\\_Жаркынбаева%20РС%20Лекция%20№2.pdf](https://farabi.university/storage/files/3515233711654b699c932eb144214054_Жаркынбаева%20РС%20Лекция%20№2.pdf) (дата обращения: 12.02.2026).
8. Обзорный документ о состоянии систем раннего оповещения в странах Центральной Азии [Электронный ресурс] // URL: [https://cesdrr.org/uploads/docs/2025/24.11.2024\\_Обзор\\_СРО\\_ЦА.pdf](https://cesdrr.org/uploads/docs/2025/24.11.2024_Обзор_СРО_ЦА.pdf) (дата обращения: 14.02.2026).
9. Анализ региональной нормативной правовой базы в области снижения риска бедствий и чрезвычайных ситуаций и рекомендации по ее совершенствованию [Электронный ресурс] // URL: <https://cesdrr.org/uploads/dev/2022/08.11.22%20-%20ЦЧССРБ%20->

[%20Анализ%20региональной%20нормативной%20базы.pdf](#) (дата обращения: 15.02.2026).

10. Региональная характеристика риска бедствий стран Центральной Азии [Электронный ресурс] // URL: <https://cesdrr.org/uploads/regforum/2022/Региональная%20характеристика%20риска%20бедствий.pdf> (дата обращения: 16.02.2026).

11. Умаралиев Р., Хетагурова В.Ш., Моура Р., Низамиев А. Центральная Азия: пути снижения риска катастроф [Электронный ресурс] // URL: <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2023/09/CA.D.596Centralnaja-Azija-puti-snizhenija-riska-katastrof.pdf> (дата обращения: 17.02.2026).

12. Профиль страновых рисков: Казахстан [Электронный ресурс] // URL: [https://carecprogram.org/uploads/Country\\_Risk\\_Profiles\\_Kazakhstan\\_RU.pdf](https://carecprogram.org/uploads/Country_Risk_Profiles_Kazakhstan_RU.pdf) (дата обращения: 18.02.2026).

13. Профиль страновых рисков Кыргызская Республика [Электронный ресурс] // URL: [https://www.carecprogram.org/uploads/Country\\_Risk\\_Profile\\_Kyrgyz-Republic\\_RU.pdf](https://www.carecprogram.org/uploads/Country_Risk_Profile_Kyrgyz-Republic_RU.pdf) (дата обращения: 18.02.2026).

14. Профиль странового риска: Таджикистан [Электронный ресурс] // URL: [https://www.carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles\\_Tajikistan-RU-1.pdf](https://www.carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles_Tajikistan-RU-1.pdf) (дата обращения: 19.02.2026).

15. Профиль страновых рисков Туркменистан [Электронный ресурс] // URL: [https://www.carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles\\_Turkmenistan\\_Rus.pdf](https://www.carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles_Turkmenistan_Rus.pdf) (дата обращения: 19.02.2026).

16. Профиль страновых рисков Узбекистан [Электронный ресурс] // URL: [https://carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles\\_Uzbekistan\\_Rus.pdf](https://carecprogram.org/uploads/CAREC-Risk-Profiles_Uzbekistan_Rus.pdf) (дата обращения: 20.02.2026).

17. Региональная характеристика (профиль) риска бедствий стран Центральной Азии, с учетом изменения климата [Электронный ресурс] // URL: <https://cesdrr.org/uploads/regforum/dushanbe/005%20-%20Региональная%20характеристика%20риска%20бедствий.pdf> (дата обращения: 21.02.2026).

18. Региональный профиль риска бедствий стран ЦА, мониторинг и прогнозирование рисков бедствий природно-климатического характера [Электронный ресурс] // URL: [https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/Ukashev\\_Risk%20Profile\\_1.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/Ukashev_Risk%20Profile_1.pdf) (дата обращения: 21.02.2026).

19. Землетрясения в Центральной Азии: жертвы и полмиллиарда ущерба в год [Электронный ресурс] // URL: <https://asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/incidents/20230812/zemletryaseniya-v-tsentralnoi-azii-zhertvi-i-polmilliarda-utsherba-v-god> (дата обращения: 22.02.2026).

20. Бомба замедленного действия: почему Сарезское озеро угрожает Центральной Азии [Электронный ресурс] // URL: <https://tj.sputniknews.ru/20250628/sarez-central-asia-1068512331.html> (дата обращения: 23.02.2026).

21. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В. Трансграничные водные ресурсы Центральной Азии и проблемы эффективного использования [Электронный ресурс] // URL: <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2019/07/CA.D.236-Transgranichnye-vodnye-resursy-Centralnoj-Azii-i-problemy-jeffektivnogo-ispolzovaniya.pdf> (дата обращения: 24.02.2026).

22. Кусаинов А.Б., Дулатова А.Ж. Анализ риска природных бедствий в странах Центральной Азии // «Наука и образование в гражданской защите» – Кокшетау: Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2022. № 4 (48). – С. 18-27

23. Кусаинов А.Б., Акильжанова Д.Е. Анализ риска чрезвычайных ситуаций в странах центральной Азии // «Наука и образование в гражданской защите». – Кокшетау: Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2022. № 1 (45). – С. 29-34

24. Анализ техногенных аварий и природных бедствий в Центральной Азии [Электронный ресурс] // URL: [https://cesdrr.org/uploads/dev/2022/1.06.2022\\_Анализ\\_ЧС\\_в\\_ЦА.pdf](https://cesdrr.org/uploads/dev/2022/1.06.2022_Анализ_ЧС_в_ЦА.pdf) (дата обращения: 28.02.2026).

25. Брушлинский, Н.Н. Основы теории пожарных рисков и ее приложение [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, Е.А. Клепко. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 82 с.

26. Брушлинский, Н.Н. Основы теории пожарных рисков и ее приложения: монография [Текст] / Н.Н. Брушлинский и [др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 192 с.

27. Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. Комплексная оценка интегральных рисков чрезвычайных ситуаций. Монография /– Кокшетау: Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2018. – 103 с.

28. Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. Анализ и оценка пожарных рисков в Республике Казахстан: монография [Текст] / Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. – Кокшетау: Кокшетауский технический института КЧС МВД Республики Казахстан, 2016. – 66 с.

29. Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан [Текст] / Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 1. – С. 61–64.

30. Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. Матричный метод оценки интегральных рисков чрезвычайных ситуаций [Текст] / К.Ж. Раимбеков, А.Б. Кусаинов // Техносферная безопасность / Technosphere safety – 2018. – № 3 (20). [Электронный ресурс] // URL: <http://uigps.ru/nauka/tekhnosfernaya-bezopasnost-nauchnyu-elektronnyu-zh> (дата обращения: 28.02.2026).

31. Присяжнюк, Н.Л. Интегральный социально-экономический показатель пожарного риска и методика его оценки [Электронный ресурс] / Н.Л. Присяжнюк, В.А. Малько // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2018. – № 3 (79). – [Электронный ресурс] // URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-3/03-03-18.ttb.pdf> (дата обращения: 28.02.2026).

32. Акимов, В.А., Лесных, В.В., Радеев, Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: учебное пособие [Текст] / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радеев – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.

33. Ignateva A. V. Assessment of spatial and temporary features of distribution of natural and man-made emergency situations on the territory of Siberian federal district [Электронный ресурс] / A. V. Ignateva, R. V. Knaub // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. – Vol. 272. – Article number 032024. – 5 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/3/032024> (дата обращения: 10.03.2026).

34. Кусаинов А.Б. Индекс потенциала противодействия пожарам в городах Республики Казахстан // Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы V Всероссийской конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) (Таганрог, Россия, 5-6 октября 2018 г.) – Таганрог: ЮФУ, 2018. С. 291-293

35. Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж. Индексный метод оценки потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям в Республике Казахстан // Инновационные подходы к решению проблем «Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015 – 2030 годы»: сборник материалов международной научно-практической конференции, 19 – 20 октября 2018 г. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. – С. 106-109

36. Прох Л. З. Смерчи и шквалы // Сер. Знание. Науки о Земле. – М.: Знание, 1981. – № 6. – 48 с.

37. Олтян И. Ю. Разработка терминологии и индикаторов прогресса в области реализации Сендайской рамочной программы по уменьшению риска бедствий на 2015–2030 годы / И. Ю. Олтян, Т. Л. Ляховец // Технологии гражданской безопасности. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. – Т. 13, № 1 (47). – С. 22–26.

38. Index for risk-management. Results 2015 [Электронный ресурс]. – URL: [www.informindex.org](http://www.informindex.org) (дата обращения: 20.02.2026).

39. Обзор законодательной и нормативной правовой базы в области гражданской обороны/гражданской защиты, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций стран Центральной Азии [Электронный ресурс]. – URL: <https://cesdrr.org/uploads/legal/07.08.2020%20-%20Обзор%20законодательной%20и%20НПБ%20стран%20ЦА.pdf> (дата обращения: 26.02.2026).

40. Закон «О гражданской защите» Республики Казахстан от 11.04.2014 г. № 188-V ЗРК [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (дата обращения: 27.02.2026).

41. Приказ Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 29 августа 2025 года № 381 «Об утверждении Правил организации и проведения эвакуационных мероприятий в мирное время» [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2500036759> (дата обращения: 27.02.2026).

42. Закон «О гражданской защите» Кыргызской Республики №54 от 24.05.2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/111787/edition/1240722/ru> (дата обращения: 28.02.2026).

43. Постановление Правительства Кыргызской Республики №5 от 05.01.2011 г. «Об утверждении Положения об эвакуационной комиссии при Правительстве Кыргызской Республики» [Электронный ресурс]. – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/7-15746/edition/858407/ru> (дата обращения: 28.02.2026).

44. Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» Республики Таджикистан № 53 от 15 июля 2004 года [Электронный ресурс]. – URL: [https://prg.kz/Document/?doc\\_id=30556002](https://prg.kz/Document/?doc_id=30556002) (дата обращения: 28.02.2026).

45. Постановление Правительства Республики Таджикистан «Об утверждении Положения об эвакуационной комиссии Республики Таджикистан» от 31.07.2018 г. №357 [Электронный ресурс]. – URL: [https://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=108991](https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=108991) (дата обращения: 28.02.2026).

46. Закон «О гражданской защите» Республики Узбекистан №80-II от 26.05.2000 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lex.uz/docs/11309> (дата обращения: 28.02.2026).

47. Финансовое усиление: подход Центральной Азии к обеспечению готовности к стихийным бедствиям [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newscentralasia.net/2024/11/13/finansovoe-usilenie-podkhod->

[centralnoj-azii-k-obespecheniyu-gotovnosti-k-stikhijnym-bedstviyam/](http://centralnoj-azii-k-obespecheniyu-gotovnosti-k-stikhijnym-bedstviyam/) (дата обращения: 27.02.2026).

48. Консультативный документ регуляторной политики к проектам законов Республики Казахстан «Об обязательном страховании жилища от стихийных бедствий» и «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам обязательного страхования жилища от стихийных бедствий, регулирования и развития страхового рынка» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ardfm/documents/details/829025?lang=ru> (дата обращения: 27.02.2026).

49. Закон Кыргызской Республики от 31 июля 2015 года № 209 «Об обязательном страховании жилых помещений от пожара и стихийных бедствий» [Электронный ресурс]. – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/111253/edition/1075119/ru> (дата обращения: 1.03.2026).

50. Пилотный проект выпуска займов для ликвидации последствий стихийных бедствий рассмотрен Нацбанком Таджикистана и АБР [Электронный ресурс]. – URL: <https://avesta.tj/2024/12/12/pilotnyj-proekt-vypuska-zajmov-dlya-likvidatsii-posledstvij-stihijnyh-bedstvij-rassmotren-natsbankom-tadzhikistana-i-abr/> Avesta.tj (дата обращения: 2.03.2026).

51. Страхование имущества от бедствий в Республике Узбекистан: обзор и рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/489881591600573321/pdf/Disaster-Property-Insurance-in-Uzbekistan-Overview-and-Recommendations.pdf> (дата обращения: 3.03.2026).

52. Oliva-Gonzalez A.O., Ruiz-Pozo A.F., Gallardo-Amaya R.J., Jaramillo H.Yu., Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case // DYNA. 2019. Vol. 86. № 208. P. 143–152. ISSN 0012-7353 DOI: <http://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.72341>.

53. Васильев М.П., Каширина Е.В., Иванова Е.В. Методология расчета погодноклиматических рисков с использованием реляционной базы данных // Труды ГГО. 2017. Вып. 586. С. 21—33.

54. Генихович Е.Л., Грачева И.Г., Румянцев Д.Ю., Яковлева Е.А., Катцов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В. Модельная оценка чувствительности к изменениям климата экологической нагрузки на территории России // Труды ГГО. 2016. Вып. 583. С. 85—98.

55. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Галюк Л.П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. СПб: Кириллица, 2015. 214 с.

56. Кобышева Н.В. Методика экономического обоснования адаптационных мероприятий, связанных с изменением и изменчивостью климата // Труды ГГО. 2014. Вып. 574. С. 5—38.

57. Попова Л.В., Коробейников Д.А., Коробейникова О.М. Статистические методы анализа рисков в сельском хозяйстве // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 3. Общественные науки. 2016. Т. 31. Вып. 4. С. 30—34.

58. Методические рекомендации по формированию ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях российской федерации в зависимости от величины рисков пожарной опасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-formirovaniyu-resursov-pozharnoy-ohrany-v-selskih-poseleniyah-Rossiyskoy/> (дата обращения: 3.03.2026).

59. Брушлинский Н.Н. Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности субъектов Российской Федерации [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Е.А. Клепко, С.Ю. Попков, С.В. Соколов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. –2008. – № 3. – С. 92–99.

60. Брушлинский Н.Н. Человечество и пожары [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, П. Вагнер. – М.: Маска, 2007. – 142 с.

61. Брушлинский Н.Н. К вопросу о локальных и интегральных рисках [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Е.А. Клепко // Вестник Академии ГПС МЧС России. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – № 6. – С. 93–96.

62. Брушлинский Н.Н. Оценка рисков пожаров и катастроф [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Ю.М. Глуховенко // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 1992. – № 1. – С. 13–39.

63. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование. Под ред. Н.Н. Брушлинского и Ю.Н. Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. - 370 с.

64. Брушлинский, Н.Н. К вопросу о вычислении рисков [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Е.А. Клепко // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ. – 2004. – № 1. – С. 71–73.

65. Брушлинский, Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем [Текст] / Н.Н. Брушлинский // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях – М.: ВИНТИ. – 2002. – № 4. – С. 230–234.

66. Кризисы и риск: к вопросу взаимосвязи категорий [Текст] / В.А. Акимов, Б.Н. Порфирьев // Проблемы анализа риска. – М.: Деловой экспресс. – 2004. – № 1. – С. 38–49.

67. Анализ пожарной обстановки на территории сельских населённых пунктов России / Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (73). 2017. С.

16-22. [Электронный ресурс]. – URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения: 4.03.2026).

68. Gretener M. Versuch zur rechnerischen Bestimmung der Brandgefährdung von Industrieund Objekten. Internationales Brandschutzseminar; 3 [Kongress] (Attempt to calculate the fire risk of industrial and other objects. Third International Fire Protection Symposium.) Eindhoven, 1968, Pp. 34-38.

69. Evaluation of Fire Hazard and Determining Protective Measures (According to Method M. Gretener). Ed. by: Association of Cantonal Institutions for Fire Insurance, Fire Prevention Service for Industry and Trade. Edition 1973.

70. Обухов Ф. В. Пожарная безопасность // Реферативный обзор материалов 4 международного семинара. М.: Недра, 1975. 191 с.

71. Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы // Проблемы анализа риска. Т. 6. 2009. № 3. С. 8-27.

72. Брушлинский, Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: учебник [Текст] / Н.Н. Брушлинский. – М.: МИПБ МВД России, 1998. – 255 с.

73. Брушлинский, Н.Н. Методологические, теоретические и прикладные проблемы противопожарных служб в городах [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, Е.М. Алёхин // Научно-техническое обеспечение деятельности ГПС: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1997. – С. 29–41.

74. Кусаинов А.Б., Турегелдиев Е.А., Қайыргельді Н.Қ. Оценка прямого суммарного экономического ущерба с учетом гибели людей при пожарах // Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития Государственной системы гражданской защиты». Сборник тезисов и докладов Международной научно-практической конференции адъюнктов, магистрантов, курсантов и студентов. 13 марта 2025 г. – Кокшетау: ГУ «Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан», 2025. – С. 245-248 [Электронный ресурс]. – URL: [http://agz.edu.kz/public/uploads/2024/NIC/sbornik\\_2025\\_red+..pdf](http://agz.edu.kz/public/uploads/2024/NIC/sbornik_2025_red+..pdf) (дата обращения: 5.03.2026).

75. Брушлинский, Н.Н. Разработка научных обоснований нормативов численности пожарно-спасательных подразделений и спасательных подразделений МЧС России (п. 5 (V) Плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ МЧС России на 2017 год, утвержденного приказом МЧС России от 12.04.2017 №161) [Текст]: Отчет о НИР / Брушлинский Н.Н., С.В. Соколов, Е.М. Алехин, М.П. Григорьева. - М: Академия государственной противопожарной службы МЧС России. - 2017. - 57 с.

76. Брушлинский, Н.Н. Моделирование процесса функционирования пожарной охраны [Текст] / Н.Н. Брушлинский // Итоги науки и техники. Серия «Пожарная охрана». – М.: ВИНТИ, 1974. – Т. 2. – С. 136.

77. Порфирьев Б.Н. Контуры эффективной стратегии снижения климатических рисков экономического развития России и культура безопасности жизнедеятельности / Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. Материалы XIII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. М., 2008. С. 25—29.

78. Порфирьев Б.Н. Снижение климатических рисков экономического развития (Россия — Дальний Восток) // Экономика и управление. 2009. № 1. С. 13—17.

79. Порфирьев Б.Н. Фактор климатических рисков в стратегии перехода России на инновационный путь развития // Журнал экономической теории. 2009. № 3. С. 8.

80. Раевич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения Российского Севера // Экология человека. 2009. № 6. С. 11—16.

81. Салль М.А. Погодно-климатические риски как объект управления // Труды ГГО. 2014. Вып. 575. С. 183—203.

82. Сергеев А.А., Золотарева Н.И. Взаимосвязь климатических изменений и страховых рисков // Экономика и экологический менеджмент. 2010. № 2. С. 154—160.

83. Синяк Ю.В. Влияние климатических рисков на темпы и структуру развития Российского ТЭК в первой половине XXI века // Энергетическая политика. 2016. № 3. С. 31—42.

84. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.estylegroup.ru/msk-64.html> (дата обращения: 5.03.2026).

85. Старцев А.В., Рошко Г.М. Использование элементов теории статистических решений в выборе стратегии развития субъектов предпринимательства в сельском хозяйстве // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С.134—138.

86. Шнайдер В.В. Значение рисков в неопределенности рыночных, технологических и природно-климатических факторах // Вестник СамГУПС. 2009. № 6—1. С. 132—138.

87. Яковлева Е.Н. Уточнение категориального аппарата методологии управления природно-климатическими рисками в России // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2018. Т. 17. № 2. С. 283—309.

88. Информирование населения в чрезвычайных ситуациях: основные аспекты, проблемы и особенности: Монография / Под общ. ред. И.В. Сосунова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023. 108 с.

89. Концепция создания региональной системы раннего оповещения о гидрологических бедствиях на пилотных трансграничных речных бассейнах стран Центральной Азии [Электронный ресурс]. – URL: <https://cesdrr.org/uploads/2025-news/27/Концепция.pdf> (дата обращения: 6.03.2026).

90. Региональная стратегия по управлению рисками засух и смягчению их последствий в Центральной Азии на 2021–2030 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.carececo.org/upload/iblock/c51/c510807d887b7c7cf3dfab2f1e1fc963.pdf> (дата обращения: 7.03.2026).

91. Дорожная карта по созданию региональной системы раннего оповещения о гидрологических бедствиях на пилотных трансграничных речных бассейнах стран Центральной Азии [Электронный ресурс]. – URL: <https://cesdrr.org/uploads/2025-news/27/Дорожная-карта.pdf> (дата обращения: 9.03.2026).

92. Обзорный документ о состоянии систем раннего оповещения в странах Центральной Азии [Электронный ресурс]. – URL: [https://cesdrr.org/uploads/docs/2025/24.11.2024\\_Обзор\\_СРО\\_ЦА.pdf](https://cesdrr.org/uploads/docs/2025/24.11.2024_Обзор_СРО_ЦА.pdf) (дата обращения: 9.03.2026).

93. Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте: Отчет о НИР. Кн. 3 / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.

94. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control. Wiley

95. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780

96. Vaswani, A., et al. (2017). Attention is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30;

97. Бережной Д.А., Бутузов С.Ю. Модель оценки необходимого времени срабатывания системы информирования и оповещения населения при чрезвычайных ситуациях и крупных пожарах // Материалы Международной 106 научно-технической конференции «Системы безопасности». 2020. № 29. С. 203-209.

98. Zhou, H., et al. (2021). Informer: Beyond Efficient Transformer for Long Sequence TimeSeries Forecasting. Proceedings of the A.A.A.I. Conference on Artificial Intelligence, 35(12), 11106– 11115

99. Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах» от 23.10.2015г. №18-02/942 [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012351> (дата обращения: 08.03.2026).

100. Кусаинов А.Б. Управление лесопожарным риском. Монография / А. Б. Кусаинов – Кокшетау: Академия гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2024. – 138 с.

101. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели. – М., Издательство «КДУ», 2009, 440 с.

102. Садовничий Ю.В. ЕГЭ. Математика. Решение задач и уравнений в целых числах. – М., Издательство «Экзамен», 2015, 126 с.

103. Юдин, Д.Б. Линейное программирование. Теория, методы и приложения / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. - М.: Красанд, 2012. - 428 с.

104. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. — М.: Красанд, 2012.

105. Решение задач линейного программирования в Microsoft Excel. — Методические указания. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023.

106. Кусаинов А.Б., Тлеуова Ж. О., Дулатова А. Ж. Анализ и прогнозирование чрезвычайных ситуаций в странах Центральной Азии с применением математической статистики // «Наука и образование в гражданской защите»– Кокшетау: Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2023. № 1 (49). – С. 4-14.

107. Новоселов, С.В. Проблемы прогнозирования количества чрезвычайных ситуаций статистическими методами / С.В. Новоселов, С.А. Панихидников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2017. — № 10. — С. 60–71. — DOI: 10.25018/0236-1493-2017-10-0-60-71. — EDN ZQJLIP.

108. Плющиков, В.Г. Статистические методы оценки и прогнозирования экономического ущерба от природных чрезвычайных ситуаций / В.Г. Плющиков, М.М. Фатиев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. — 2012. — № 2. — С. 5–15. — EDN OYYXRR.

109. Горбунов, С.В. Анализ технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. — 2011. — Т 1, № 1(1). — С. 43–53. — EDN OJWKOF.

110. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. - М., 2004. 400 с.
111. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2008. 392 с.
112. Топольский Н. Г., Божич В. И., Арзуманян Р. В. О возможности использования нейрокомпьютеров в автоматизированных системах безопасности // Информатиз. систем безопас. М., 1992. С. 115–116.
113. Олейников В. Т., Мосягин А. А. Возможность прогнозирования опасных ситуаций в субъектах РФ на основе нейронных сетей. URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>.
114. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд.: пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2016 – 1104 с.
115. Конвенция о приграничном сотрудничестве государств-участников содружества независимых государств [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.mid.ru/ru/foreign\\_policy/international\\_contracts/international\\_contracts/multilateral\\_contract/50271/](https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/international_contracts/international_contracts/multilateral_contract/50271/) (дата обращения: 10.03.2026).
116. Формирование Единой модели и алгоритма взаимодействия привлекаемых сил и средств государств стран Центральной Азии при ликвидации крупномасштабных и трансграничных ЧС [Электронный ресурс]. – URL: <https://cesdr.org/uploads/projects/НИР%20Трансграничные%20ЧС.pdf> (дата обращения: 10.03.2026).
117. Карло де Стефано Картографическое исследование IDRL для Центральной Азии МФКК Центральная Азия [Электронный ресурс]. – URL: <https://cesdr.org/uploads/dev/2023/IDRL%20Central%20Asia%20Regional%20Report.pdf> (дата обращения: 10.03.2026).
118. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан. Об утверждении Правил организации тушения пожаров: утв. 26 июня 2017 года № 446 [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан Әділет [сайт]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015430> (дата обращения: 09.12.2025).
119. Шевченко А.С. Линейное программирование: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 150 с.
120. Кусаинов А.Б. Практические аспекты принятия управленческих решений в гражданской защите математическим методом. Учебное пособие / А.Б. Кусаинов – Кокшетау: Академия гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2025. – 112 с.

121. Крылатков П. П. Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие / сост. П. П. Крылатков, М. А. Прилуцкая. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. - 140 с.

122. Шелковой А.Н.: Обобщённый алгоритм метода дифференциальных рента нахождения оптимального плана транспортной задачи // Известия Курск. гос. техн. ун-та. 2006. № 2. С. 17-20.

123. Шелковой, А. Н. Альтернативные ситуации приближения условно-оптимальными планами в транспортной задаче [Текст] / А. Н. Шелковой, В. Н. Лопин // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2012. - Т. 8. - № 9. - С. 43-46.

124. Плотников, О. А. Разработка алгоритма для комплексного решения задач транспортной логистики / О. А. Плотников, Е. С. Подвальный [Текст] // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 11. С. 102-105.