

**Кокшетауский технический институт
Комитета по чрезвычайным ситуациям
Министерства внутренних дел
Республики Казахстан**

А.Б. Кусаинов, К.Ж. Раимбеков

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Монография

г. Кокшетау, 2018

УДК 614.8 (075.8)
ББК 68.9 я 7

Рецензенты:

Р.М. Джумагалиев – кандидат технических наук, профессор, Президент АО
«НИИ ПБ и ГО» КЧС МВД РК

Ж.К. Макишев - кандидат технических наук, КТИ КЧС МВД РК

Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж.

К52 Комплексная оценка интегральных рисков чрезвычайных
 ситуаций. Монография /– Кокшетау: Кокшетауский технический
 институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2018. – 103 с.

ISBN 978-601-7871-41-3

В Монографии проведен анализ определений в области оценки риска чрезвычайных ситуаций, на основании которых предложены уточняющие определения в области управления и оценки риска. Предложены модели и алгоритмы комплексной оценки интегральных рисков, и индексный метод оценки потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям.

Полученные результаты в ходе исследования будут полезны для специалистов в области управления рисками, местных исполнительных и практических органов при разработке соответствующих управленческих решений по минимизации риска чрезвычайных ситуаций, а также для подготовки специалистов в области гражданской защиты и широкому кругу читателей, принимающих непосредственное участие в мероприятиях по защите населения и территории страны от деструктивных событий.

УДК 614.8 (075.8)
ББК 68.9 я 7

Рекомендовано к печати Учебно-методическим советом
Кокшетауского технического института КЧС МВД РК
протокол № 13 от 28.08.2018 г.

ISBN 978-601-7871-41-3

© Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж., 2018
© Кокшетауский технический институт
КЧС МВД Республики Казахстан, 2018

Содержание

Введение	6
1. СТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ОТ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	8
Краткие выводы по разделу	12
Список используемой литературы	12
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ	14
Краткие выводы по разделу	20
Список используемой литературы	21
3. АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	23
Краткие выводы по разделу	27
Список используемой литературы	28
4. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	30
4.1 Основные интегральные риски	30
4.2 Сравнительный анализ рисков чрезвычайных ситуаций ряда стран	31
4.3 Оценка комплексного риска чрезвычайных ситуаций на основе индексного метода	33
4.4 Районирование и оценка комплексного риска чрезвычайных ситуаций на основе индексного метода	37
Краткие выводы по разделу	49
Список используемой литературы	50
5. ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД ОБЪЕДИНЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ	52
5.1 Оценка пожарной опасности городов Республики Казахстан на основе индексного метода	54
5.2 Анализ пожарных рисков в городах мира	60
Краткие выводы по разделу	62
Список используемой литературы	63
6. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РИСК ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	64
6.1 Оценка индивидуального риска чрезвычайных ситуаций	64
6.2. Оценка индивидуального пожарного риска в городах Республики Казахстан	69
Краткие выводы по разделу	71
Список используемой литературы	72
7. ПРОГНОЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА	73

7.1 Прогноз чрезвычайных ситуаций. Статистический метод исследования	73
7.2 Прогноз чрезвычайных ситуаций природного характера	75
7.3 Прогноз чрезвычайных ситуаций техногенного характера	80
7.4 Прогноз количества антропогенных пожаров в регионах Республики Казахстан	86
Краткие выводы по разделу	88
Список используемой литературы	88
8. АНАЛИЗ ПРИЧИН ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	90
Краткие выводы по разделу	96
Список используемой литературы	97
9. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ	98
9.1 Индексный метод оценки потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям	98
9.2 Оценка потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям в Республике Казахстан	99
Краткие выводы по разделу	103
Список используемой литературы	103

Введение

В настоящее время чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера наносят огромные социально-экономические и экологические ущербы, препятствуя устойчивому развитию государств. В Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы, одобренной Резолюцией Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций, отмечено, что в течение 2005-2014 годов в мире в результате стихийных бедствий более 700 тыс. человек погибли, свыше 1,4 млн. получили увечья и примерно 23 млн. человек лишились жилья. В общей сложности в результате бедствий, так или иначе, пострадали более 1,5 млрд. человек. Общий экономический ущерб превысил 1,3 трлн. долларов США.

Ежегодно в Республике Казахстан регистрируется более 16,5 тыс. чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в результате которых погибает более 1,6 тыс. и получают увечья 3,6 тыс. человек.

Стихийные бедствия, аварий и катастрофы неизбежны, однако их негативными последствиями можно управлять на основе заблаговременного проведения предупредительных мероприятий. Оценка риска чрезвычайных ситуаций является важным и обязательным действием по предупреждению и снижению рисков деструктивных событий.

Оценка рисков чрезвычайных ситуаций необходима для обеспечения эффективной подготовленности к возможным деструктивным событиям, включая сферы: разработки и усовершенствования нормативно-правовой базы; создания и развития систем управления гражданской защитой; подготовки специалистов, обучение и информирование населения; материально-техническое обеспечение и формирование резервов; обеспечения инженерно-технических мероприятий защиты населения и территорий; разработки планов по реагированию на чрезвычайные ситуации и др.

В Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий оценка рисков чрезвычайных ситуаций на национальном и местном уровнях отнесены к отправным и основным видам деятельности при управлении рисками стихийных бедствий, аварий и катастроф. Важность и необходимость комплексных оценок опасности и рисков чрезвычайных ситуаций подтверждена также на Всемирной конференции ООН по устойчивому развитию: «Будущее, которое мы хотим» в городе Рио-де-Жанейро 20-22 июня 2012 года и в других глобальных декларациях.

Однако в настоящее время вопросы оценки риска чрезвычайных ситуаций до конца не раскрыты, в частности не разработана методология комплексной оценки интегральных рисков и индекса противодействия чрезвычайным ситуациям.

Данное обстоятельство затрудняет реализацию работ по управлению рисками чрезвычайных ситуаций и обеспечения тем самым необходимого уровня безопасности населения и территории республики от стихийных бедствий, аварий и катастроф.

Вышеизложенное позволяет сформулировать цель и задачи исследований, которые направлены на дальнейшее развитие управления рисками чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан.

В данной работе авторами предложены модели и алгоритмы по расчету комплексной оценки интегральных рисков и индекса противодействия чрезвычайным ситуациям, на основании которой проведено ранжирование и районирование подверженности регионов Республики Казахстан стихийным бедствиям, авариям и катастрофам. Определен индекс потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям регионов республики.

Авторы надеются, что предложенные модели и алгоритмы позволят минимизировать риск чрезвычайных ситуаций и обеспечить приемлемый уровень безопасности населения и территории республики.

1. СТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ОТ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В соответствии с Законом Республики Казахстан «О национальной безопасности» [1] к основным угрозам национальной безопасности относятся:

- снижение уровня законности и правопорядка, в том числе рост преступности;
- ухудшение демографической ситуации и здоровья населения, в том числе резкое снижение рождаемости, повышение смертности;
- неконтролируемые миграционные процессы;
- снижение уровня и качества здравоохранения, образования и интеллектуального потенциала страны;
- утрата культурного и духовного наследия народа Республики Казахстан;
- резкое ухудшение экологической ситуации, стихийные бедствия и иные чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, эпидемии и эпизоотии отнесены к угрозам национальной безопасности;
- и т.д.



Рисунок 1.1 – Угрозы и опасности национальной безопасности Республики Казахстан

Обеспечение национальной безопасности Республики Казахстан – деятельность субъектов национальной безопасности, направленная на защиту национальных интересов от реальных и потенциальных угроз.

Для обеспечения национальной безопасности созданы соответствующие государственные структуры. Данных структур в республике насчитывается большое множество – от санитарно-эпидемиологической и противопожарной службы до Казатомпрома, от частных охранных предприятий до Вооруженных сил и т.д.

На современном этапе человеческого развития существуют различные деструктивные события представляющие угрозу и опасность для безопасности. Одними из них являются аварий и катастрофы, пожары, стихийные бедствия, землетрясения и наводнения (рисунок 1.1).

Территория Республики Казахстан подвержена широкому спектру чрезвычайных ситуаций (ЧС). Ежегодно в республике в среднем происходит около 18 тыс. различных ЧС (рисунок 1.2), от которых погибает до 1,0 тыс. человек и более 3 тыс. получают увечья различной степени тяжести [2]. Ежегодный материальный ущерб от ЧС и происшествий составляет более 11 млрд. тенге (\$60-70 млн.).

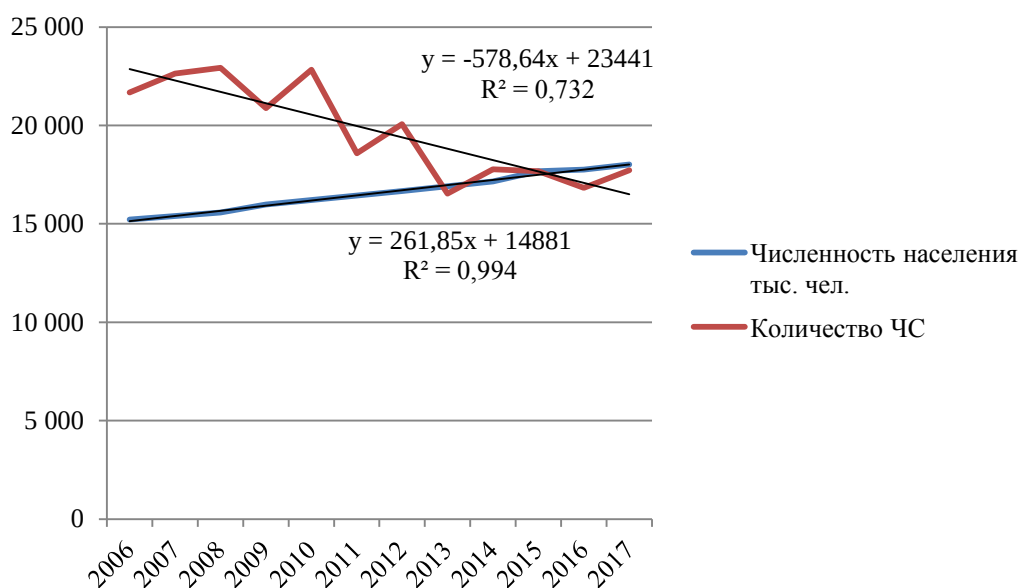


Рисунок 1.2 – Динамика чрезвычайных ситуаций и численности населения в Республике Казахстан

Из сложившейся обстановки возникает необходимость поиска новых и пересмотр существующих методов обеспечения безопасной жизнедеятельности.

В настоящее время обеспечение безопасности и защиты населения от ЧС природного и техногенного характера возложено на Государственную систему гражданской защиты (ГСГЗ).

ГСГЗ – совокупность органов управления, сил и средств гражданской защиты, предназначенных для реализации общегосударственного комплекса мероприятий по защите населения, объектов и территории Республики Казахстан от опасностей, возникающих при чрезвычайных ситуациях и военных конфликтах или вследствие этих конфликтов [3].

Управление ГСГЗ осуществляется на трёх уровнях (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Уровни управления Государственной системы гражданской защиты

Задачами ГСГЗ являются [3]: предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, обеспечение безопасности населения, защиты окружающей природной среды и уменьшения ущерба объектам экономики в мирное и военное время.

Мероприятия гражданской защиты проводятся в целях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий в мирное и военное (рисунок 1.4).

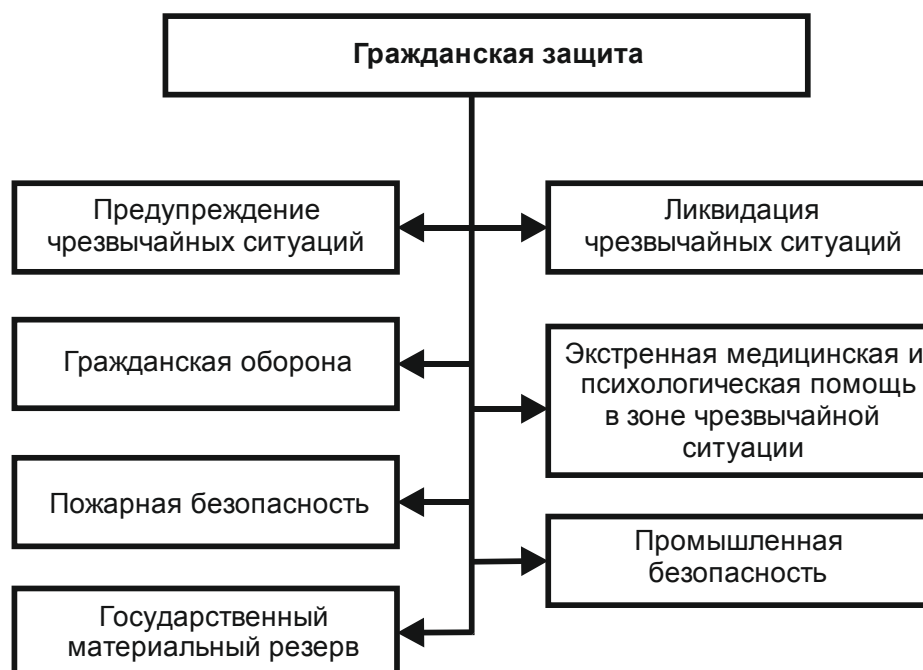


Рисунок 1.4 – Мероприятия гражданской обороны

К основным мероприятиям предупреждения чрезвычайных ситуаций относятся [3]: научные исследования, прогнозирование и оценка опасности возможных чрезвычайных ситуаций, а также их социально-экономических последствий.

В марте 2015 года в Японии (г. Сендай) состоялась третья Всемирная конференция по снижению рисков бедствий, на которой по результатам и опыту выполнения Хиогской программы в 2005-2015 годах [4] принята «Сендайская программа снижения риска бедствий 2015-2030» [5]. Сендайская программа, ее основные положения и определяемые ей приоритетные области предлагают очередные актуальные задачи по снижению риска бедствий (СРБ) в ближайшей и долгосрочной перспективе на глобальном и региональном уровнях.

На третьей Всемирной конференции государства, в том числе и Республика Казахстан, подтвердили свое твердое намерение добиваться, чтобы вопросы снижения риска бедствий и создания потенциала противодействия им решались в первоочередном порядке и отражались в стратегиях, планах, программах и бюджетах всех уровней и учитывать их в соответствующих рамочных программах.

В настоящее время, в Республике Казахстан имеется ряд проблемных вопросов по обеспечению необходимого уровня безопасности в ЧС, отсутствует методология оценки риска и индекса противодействия чрезвычайным ситуациям.

Данное обстоятельство затрудняет реализации работ по управлению рисками чрезвычайных ситуаций и обеспечения тем самым необходимого уровня безопасности населения и территории республики от чрезвычайных ситуаций.

Вышеизложенное позволяет сформулировать цель и задачи исследований, которые направлены на дальнейшее развитие управления рисками чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан.

Краткие выводы по главе

Установлено, что территория Республики Казахстан подвержена широкому спектру ЧС. Ежегодно в республике в среднем происходит около 18 тыс. различных ЧС, приводящие к гибели людей.

Для обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций в республике создана соответствующая структура обеспечения безопасности Республики Казахстан. Вместе с тем, в республике имеется ряд проблемных вопросов по обеспечению необходимого уровня безопасности в ЧС. В частности отсутствует методология оценки риска и индекса противодействия чрезвычайным ситуациям обозначенные в Сендайской программе снижения риска бедствий.

В этой связи является актуальным разработка методов комплексной оценки риска и оценки потенциала противодействия ЧС.

Список используемой литературы

1. Закон Республики Казахстан «О национальной безопасности Республики Казахстан» от 6 января 2012 года № 527-IV [Электрон. ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz>
2. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Анализ подверженности Республики Казахстан чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера: монография. – Кокшетау: Кокшетауский технический института КЧС МВД Республики Казахстан, 2015. – 197 с.
3. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11.04.2014г. № 188 [Электрон. ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz>

4. Хиогская рамочная программа действий на 2005–2015 годы
http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/hyogoframework.shtml

5. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на
2015–2030 гг.
https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

*«Вся жизнь — управление рисками,
а не исключение рисков»*

Уолтер Ристон

Каждый индивид ежедневно сталкивается с различными рисками. При выходе на улицу в дождливую погоду, каждый из нас понимаем, что есть риск попасть под дождь и как следствие, промокнуть, простудиться и заболеть. Станувшись с неизвестными продуктами питания, мы с подозрением к ним относимся, так как существует риск отравления. Подобные примеры из жизни каждый из нас может приводить до бесконечности.

Таким образом, у каждого индивида есть интуитивное, бытовое понимание о том, что риск — это мера вероятной опасности, причем опасности будущей, возможной, потенциальной. Каждый из нас живет в условиях большого количества рисков, и многие даже не осознавая этого, не просто живут, но и управляют ими. Например, захватив с собою зонтик в дождливую погоду, мы снижаем риск промокнуть и заболеть. Если в дождливую погоду остаться дома, то риск промокнуть будет устранен полностью.

Подсознательно или сознательно каждый из нас постоянно идентифицирует и оценивает различные риски, принимает решения с учетом этой оценки, управляет рисками, стремясь устранить, снизить их или минимизировать последствия в случае их реализации.

Для того чтобы понять, что такое управление рисками чрезвычайных ситуаций необходимо понять следующие термины «управление», «риск» и «чрезвычайная ситуация».

В философии дается следующее толкование «управление — деятельность субъекта по изменению объекта для достижения некоторой цели». То есть, чтобы достичь поставленной цели субъект управления должен воздействовать на объект управления.

Зарубежными учеными [1] предложено следующее определение: «Управление — это процесс прогнозирования, планирования, организации, мотивации, координации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь цели организации». Согласно данному определению управление это процесс, включающий в себя реализацию соответствующих мероприятий для достижения поставленной цели.

Управление – это совокупность различных способов воздействия субъекта управления на объект управления для достижения поставленной цели. Говоря простым языком, можно сказать, что управление - не что иное, как передача информации. То есть любая передача информации, попросту, и есть управление.

Риск и образованные от него слова укоренились и в нашем языке: всем известны выражения «рисковый парень», «рискованное предприятие», «риск — дело благородное» и т.д.

Существует две основные версии происхождения термина «риск». По одной из них, слово «риск» испано-португальского происхождения и означает «подводная скала» (недаром «риск» похож на «риф»), т.е. опасность [2]. Согласно другой версии, термин «риск» происходит от латинского «*risicare*», означающего «решиться» [3].

В средние века, согласно [4], не существовало общего понятия для обозначения риска. Под риском понимали и удачу, и несчастье, которые предопределялись роком и фортуной.

В наше время трансформировались представления о судьбах, счастье и роке. С появлением теории вероятностей, математической статистики, системного анализа, исследования операций, кибернетики, методов анализа и оценки данных появились возможности оценки, анализа и управления риском как ключевым фактором человеческой деятельности.

В последние время среди специалистов ведется оживленная полемика вокруг понятия - «риск». В словаре «Гражданская защита» дается восемь определений понятия «риск» и его производных. Рассмотрим некоторые из них: «Риск, возможная опасность какой-либо неудачи, возникшая в связи с предпринимаемыми действиями, а также сами действия, при которых достижение желаемого результата связано с такой опасностью».

При этом также отмечаем: «Риск индивидуальный, вероятность или частота возникновения поражающих воздействий определенного вида, возникающих при реализации определенных опасностей».

«Риск приемлемый, уровень риска, оправданный с точки зрения экономических, социальных и экологических факторов».

И, наконец, «Риск - природный, ожидаемый социально-экономический ущерб от возможного проявления опасного природного процесса или явления» [5].

В учебном пособии [6] дается определение: «Риск – это возможность того, что человеческие действия или результаты его деятельности приведут к последствиям, которые воздействуют на человеческие ценности». Там же, на стр. 339 говорится: «Риск чрезвычайных ситуаций (ЧС) – количественная

мера опасности, равная отношению числа (или вероятности) чрезвычайных ситуаций за год на ожидаемые последствия ЧС».

На стр. 338 [6] читаем определение: «Природный риск – возможность нежелательных последствий от опасных природных процессов и явлений». На стр. 340 этого учебного пособия сказано: «Техногенный риск – возможность нежелательных последствий от опасных техногенных явлений, а также ухудшения окружающей среды из-за промышленных выбросов».

В статье [7] указывается такое определение: «Риск – потенциальная опасность реализации техногенных или природных событий с последствиями в виде нанесения вреда здоровью населения или в виде материального ущерба третьим лицам».

Слово риск в Законе «О гражданской защите» [8] встречается 8 раз, в следующих интерпретациях: «оправданный риск», «оценка и управление рисками», «уменьшение риска», «критерии оценки степени риска», при этом само понятие «риск» не раскрывается.

Общее определение слова риск дается в Законе Республики Казахстан «О техническом регулировании» [9], где сказано, что «риск - вероятность причинения вреда жизни или здоровью человека, окружающей среде, в том числе растительному и животному миру, с учетом степени тяжести его последствий».

В Техническом регламенте «Общие требования к пожарной безопасности» [10] дается следующее определение: «пожарный риск - количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности и ее последствий для людей и материальных ценностей».

В Законе [8] чрезвычайная ситуация определяется как «обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей».

В Государственном стандарте Республики Казахстан: СТ РК ИСО Руководство 73-2010 (ISO GUIDE 73:2009 RISK MANAGEMENT - VOCABULARY, ITD). Менеджмент риска. Словарь [11] дается следующее определение «Риск - сочетание вероятности событий и его последствий».

Подведем некоторые промежуточные итоги, обобщив рассмотренные определения понятия «риск».

Риск – это возможная опасность неудачи, вероятность или частота поражающих воздействий, ожидаемый ущерб [5], вероятность причинения

вреда [9], количественная мера опасности, возможность нежелательных последствий [6], потенциальная опасность реализации событий с нанесением вреда [7], сочетание вероятности событий и его последствий [11].

Специалистами Академии Государственной противопожарной службы МЧС России Брушлинским Н.Н., Соколовым С.В., Клепко Е.А. и др. [12] дано следующее определение «Риск - количественная характеристика (мера) возможности реализации конкретной опасности и ее последствий, измеряемая, как правило, в соответствующих единицах».

На основании вышеизложенного, авторами предлагается следующее определение «риск чрезвычайной ситуации – количественная характеристика возможности причинения вреда жизни или здоровью человека, окружающей среде, законным интересам физических и юридических лиц, имущественным интересам государства с учетом степени тяжести его последствий в результате возникновения аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия».

Риск в зависимости от многих обстоятельств и факторов может изменять свои значения, то есть подвержен определенной динамике. В связи с этим, выявляя роль отдельных факторов, влияющих на уровень риска, можно попытаться целенаправленно воздействовать на них, то есть управлять риском, с целью ослабления негативного воздействия чрезвычайной ситуации.

В Терминологическом глоссарии по снижению риска бедствий ООН [13] дается следующее определение «Управление риском бедствий - процесс систематического использования административных распоряжений, организаций, функциональных навыков и потенциала для реализации стратегий, политики и улучшенных возможностей преодоления для снижения отрицательных воздействий угроз и вероятности бедствия». Управление риском бедствий направлено на предупреждение, снижение и изменение вектора отрицательных последствий угроз.

Управление риском (risk control) может осуществляться различными способами – интуитивно, на основе экспертных оценок, на базе математической модели с использованием тех или иных характеристик.

Авторами предлагается следующее определение: «управление риском чрезвычайной ситуации – разработка и реализация комплекса инженерно-технических, социально-экономических и иных мероприятий, позволяющих воздействовать на опасность с целью минимизировать ее значения до допустимого (приемлемого) уровня».

Перечень действий, которые необходимо предпринять для минимизации риска чрезвычайной ситуации должно определять ответственное лицо (управляющее риском).

Лицо, управляющее риском чрезвычайной ситуации - физическое лицо, имеющее соответствующие устанавливающие документы, согласно требованиям законодательства Республики Казахстан о получении им профессиональных знаний в области минимизации риска чрезвычайной ситуации и непосредственно выполняющее данные работы.

Для управления риском чрезвычайной ситуации его необходимо оценить. Оценка риска чрезвычайной ситуации сводится к статистической оценке параметров, характеристик, зависимостей, включенных в модель.

В таблице 2.1 проведено упорядочивание понятийного аппарата, связанного с оценкой риска чрезвычайной ситуации.

Таблица 2.1 - Систематизированный перечень основных терминов и определений в области управления рисками чрезвычайной ситуации

№ п/п	Термин	Определение	Источник и комментарии
1	Чрезвычайная ситуация	обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей	Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК
2	Чрезвычайные ситуации природного характера	чрезвычайные ситуации, сложившиеся в результате опасных природных явлений (геофизического, геологического, метеорологического, агрометеорологического, гидрогеологического опасного явления), природных пожаров, эпидемий, поражения сельскохозяйственных растений и лесов болезнями и вредителями	Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК

3	Чрезвычайные ситуации техногенного характера	чрезвычайные ситуации, вызванные вредным воздействием опасных производственных факторов, транспортными и другими авариями, пожарами (взрывами), авариями с выбросами (угрозой выброса) сильнодействующих ядовитых, радиоактивных и биологически опасных веществ, внезапным обрушением зданий и сооружений, прорывами плотин, авариями на электроэнергетических и коммуникационных системах жизнеобеспечения, очистных сооружениях	Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК.
4	Авария	разрушение зданий, сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ	Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК.
5	Инцидент	отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также отклонение от режима технологического процесса на опасном производственном объекте	Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК.
6	Менеджмент риска (risk management)	скоординированные действия по управлению организацией в области риска, включая процессы, процедуры и соответствующий уровень культуры организации, направленные на непрерывное обеспечение выполнения установленных критериев допустимости риска	Национальный стандарт Республики Казахстан СТ РК 2881-1-2016 Безопасность пожарная <i>Оценка пожарного риска</i> Часть 1 Общие положения.
7	Обработка риска (risk treatment)	процесс выбора и осуществления мер по изменению риска, обычно не предусматривающий изменение объекта защиты (например, при управлении средствами пожарной безопасности).	Национальный стандарт Республики Казахстан СТ РК 2881-1-2016 Безопасность пожарная <i>Оценка пожарного риска</i> Часть 1 Общие положения.

8	Принятие риска (risk acceptance)	решение о принятии предполагаемого риска, основанное на его соответствии критериям допустимости или об изменении этих критериев	Национальный стандарт Республики Казахстан СТ РК 2881-1-2016 Безопасность пожарная <i>Оценка пожарного риска</i> Часть 1 Общие положения.
9	Управление риском чрезвычайной ситуации	разработка и реализация комплекса мероприятий, направленных на минимизацию значения риска до допустимого уровня	Раимбеков К. Ж., Кусаинов А. Б. Современные проблемы управления рисками чрезвычайных ситуаций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация, 2017 №4
10	Риск чрезвычайной ситуации	количественная характеристика причинения вреда жизни или здоровью человека, окружающей среде, законным интересам физических и юридических лиц, имущественным интересам государства с учётом степени тяжести его последствий в результате возникновения аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия	Раимбеков К. Ж., Кусаинов А. Б. Современные проблемы управления рисками чрезвычайных ситуаций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация, 2017 №4

Краткие выводы по разделу

В данном разделе проведено исследование терминологического аппарата в области управления рисками чрезвычайных ситуаций. Установлено, что в законе Республики Казахстан «О гражданской защите» [8] слово «риск» встречается 8 раз, в следующих интерпретациях: «оправданный риск», «оценка и управление рисками», «уменьшение риска», «критерии оценки степени риска», при этом само понятие «риск» не

раскрывается. Однако определение риск чрезвычайной ситуации не раскрывается ни в одном нормативно-правовом документе.

Учеными даются различные толкования понятия риск – это возможная опасность неудачи, вероятность или частота поражающих воздействий, ожидаемый ущерб [5], вероятность причинения вреда [9], количественная мера опасности, возможность нежелательных последствий [6], потенциальная опасность реализации событий с нанесением вреда [7].

На основании проведенного анализа авторами предложены свои варианты определения «риск чрезвычайной ситуации», «управления риском чрезвычайной ситуации» и «лицо управляющее риском чрезвычайной ситуации».

Предложенные определения позволяют перейти системе обеспечения гражданской защиты Республики Казахстан на риск ориентированный подход обеспечения безопасности населения и территории страны от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Список используемой литературы

1. Майкл Мескон, Майкл Альберт, Франклин Хедоури. Основы Менеджмента (Management) = Management / пер. Л.И. Евенко. — М.: Дело, 1997. — 704 с.
2. Абчук В.А. Курс предпринимательства. — СПб.: Альфа, 2001. — 544 с.
3. Панфилова Э.А. Понятие риска: многообразие подходов и определений // Теория и практика общественного развития. — 2010. — №4. — С. 30–34.
4. Тэпман Л.Н. Риски в экономике / Под ред. В.А. Швандара. — М.: Юнити-дана, 2002. — 380 с.
5. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. — М.: Издательство «Флайст», Информационно-издательский центр «Геополитика», 2001. — 240 с.
6. Акимов В.А., Лесных В.В., Радеев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. Учеб. пособие. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
7. Ковалевич О.М. К вопросу об определении «степени риска». // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — М.: ВИНТИ. — 2001. - Вып. 1. — С. 73-80.
8. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11.04.2014г. № 188 [Электрон. ресурс]. — URL: <http://adilet.zan.kz>

9. Закон Республики Казахстан «О техническом регулировании» от 9 ноября 2004 года № 603 [Электрон. ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz>

10. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года № 439 «Об утверждении технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности» [Электрон. ресурс]. – URL: <http://online.zakon.kz>

11. Государственный стандарт Республики Казахстан: СТ РК ИСО Руководство 73-2010 (ISO GUIDE 73:2009 RISK MANAGEMENT - VOCABULARY, ITD). Менеджмент риска. Словарь [Электрон. ресурс]. – URL: <http://online.zakon.kz>

12. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А. Основы теории пожарных рисков и ее приложения. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 82 с.

13. Терминологический глоссарий. - По снижению риска бедствий. UNISDR, Женева, 2009 [Электрон. ресурс]. – URL: <http://unisdr.org/publications>

3. АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Минимизация риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и их последствий является одним из важных приоритетов государства. Для этих целей проводятся различные управленческие решения: мониторинг и прогнозирование ЧС, подготовка сил и средств, обучение населения и мн. др. [1].

Немаловажное значение при управлении рисками играет анализ произошедших ЧС в предыдущие годы [2].

В Республике Казахстан уполномоченным органом в области гражданской защиты ведется учет (статистика) ЧС с 1991 года. По учетным данным проводится оценка общей обстановки на территории республики по природным и техногенным угрозам по текущему и предыдущему годам.

В уполномоченном органе за годы независимости накоплен большой объем данных о произошедших ЧС. Однако до настоящего времени не проводился научный анализ учетных данных о ЧС с выявлением положительных и отрицательных тенденций в их динамике и ее возможного развития.

Динамический анализ статистических данных о ЧС имеет большое значение в оценке общей эффективности деятельности по повышению безопасности жизнедеятельности и выявлению негативных тенденций, которые могут проявляться в ближайшем будущем.

Авторами проведен математический анализ производственных и бытовых пожаров произошедших в Республике Казахстан в период с 2005 по 2016 годы (рисунок 3.1) [3].

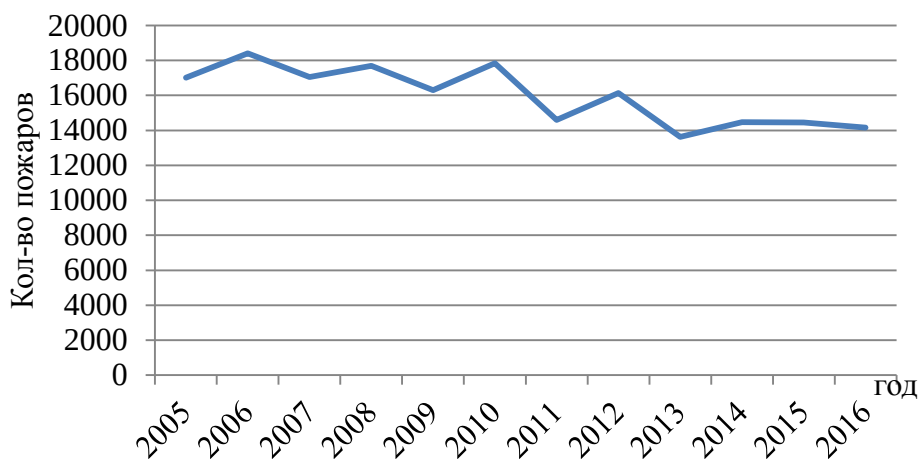


Рисунок 3.1 - Полигон распределения количества пожаров по годам [5]

Составлен вариационный ряд (количество пожаров расположили в порядке возрастания) генеральной совокупности объёмом $n=12$ выборок (число пожаров) [4].

Для наглядности составлен полигон распределения количества пожаров по годам с 2005 г. по 2016 г. (рисунок 3.2).

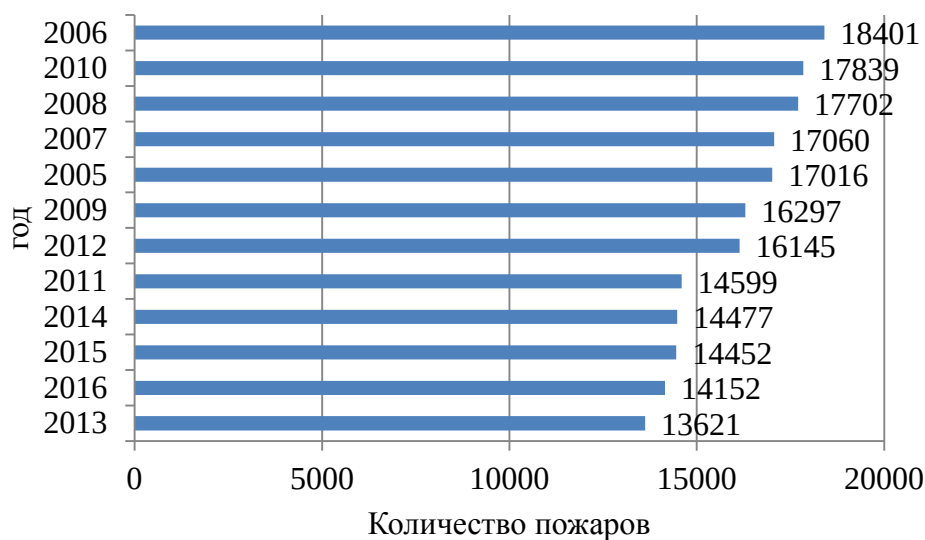


Рисунок 3.2 - Вариационный ряд количества пожаров

Из рисунка 3.2 видно, что количество пожаров в последние годы значительно сократилось [6]. Наименьшее значения выборки 13621 (наименьшее количество пожаров за рассматриваемый период было в 2013 г.) и наибольшее значения выборки 18401 (наибольшее количество пожаров было зарегистрировано в 2006 г.). Соответственно, размах выборки (длина основного интервала, в который попадают все значения выборки), равен 4780 [7]. Достаточно большая разница между количеством пожаров.

Проведем первичную обработку статистических данных. Разобьем основной интервал на 12 подынтервалов. Длина каждого подынтервала составит $h_i=398,33$ ($i=\overline{1,12}$) [8]. Определим количество попаданий величины в каждый интервал (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Частота попадания величины в подынтервалы

Подынтервалы	[13621;14019,33)	[14019,33;14417,66)	[14417,66;14815,99)	[14815,99;15214,32)	[15214,32;15612,65)	[15612,65;16010,98)	[16010,98;16409,31)	[16409,31;16807,64)	[16807,64;17205,97)	[17205,97;17604,3)	[17604,3;18002,63)	[18002,63;18401,0)
Частоты	1	1	3	0	0	0	2	0	2	0	2	1

Из таблицы 3.1 видно, что наибольшее число пожаров происходит на интервале от 14417,66 до 14815,99.

Далее по формулам n_i/n , $n_i/n \cdot h_i$ вычислим относительные частоты и плотность относительных частот [8], где x_i – элемент выборки, n_i – частота элемента x_i (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Результаты первичной обработки статистических данных (эмпирический закон распределения выборки)

Средины подинтервалов	13820,17	14218,5	14616,83	15015,16	15213,49	15811,82	16210,15	16608,48	17006,81	17405,14	17803,47	18201,82
Частоты	1	1	3	0	0	0	2	0	2	0	2	1
Относительные частоты	0,08	0,08	0,25	0	0	0	0,17	0	0,17	0	0,17	0,08
Плотности относительной частоты	0,0002	0,0002	0,0006	0	0	0	0,0004	0	0,0004	0	0,0004	0,0002

В целях визуального анализа полученных в таблице 3.2 данных построим гистограмму плотности относительных частот (рисунок 3.3).

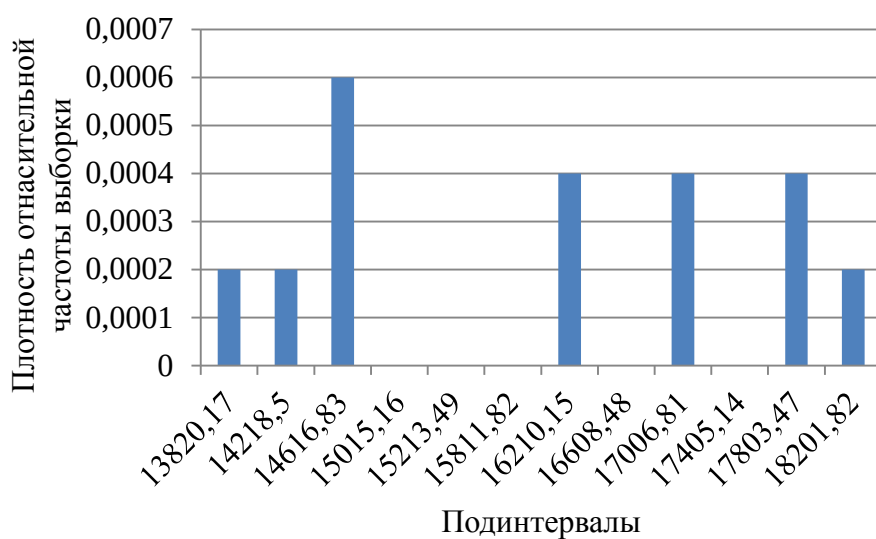


Рисунок 3.3 – Гистограмма выборки

По эмпирическому закону распределения выборки, рассчитаем несмещенную оценку генеральной средней совокупности $\bar{x}_B$, по формуле [8]

$$\bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i \cdot x_i, \quad (1)$$

Из таблицы 3.2 имеем $\bar{x}_B = 16010$. Данное значение достаточно велико, но в связи с тем, что количество пожаров в республике сокращается, значение со временем должно сократиться [7].

Далее рассчитаем смещенную оценку генеральной дисперсии (выборочная дисперсия – D_B), исправленную дисперсию (несмещенная дисперсия – S^2) и среднее квадратичное отклонение – σ : $D_B = 2260986,1$; $S^2 = 2466530,3$ и $\sigma = 1571$ [8].

Доверительный интервал для оценки с надежностью $P = 0,95$ количества пожаров N_{Π} в период с 2005 по 2016 гг. находим по формуле [9]

$$\bar{x}_B - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < N_{\Pi} < \bar{x}_B + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

где $t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \delta$ точность оценки, t – значение аргумента функции Лапласа $\Phi(t)$ [9].

Из условия $\Phi(t) = 0,95$ находим, что $t = 1,96$. Тогда точность оценки равна $\delta = 890$ и формула (2) имеет вид:

$$15120 < N_{\Pi} < 16900 \quad (3)$$

(3) - искомая интервальная оценка.

Согласно полученным интервальным значениям (3), рассчитаем средние интервальные значения для 16 регионов Республики Казахстан:

$$945 < N_{\Pi(16)} < 1056, \quad (4)$$

По полученным интервальным значениям (4) проведем сравнительный анализ (рисунок 3.4).

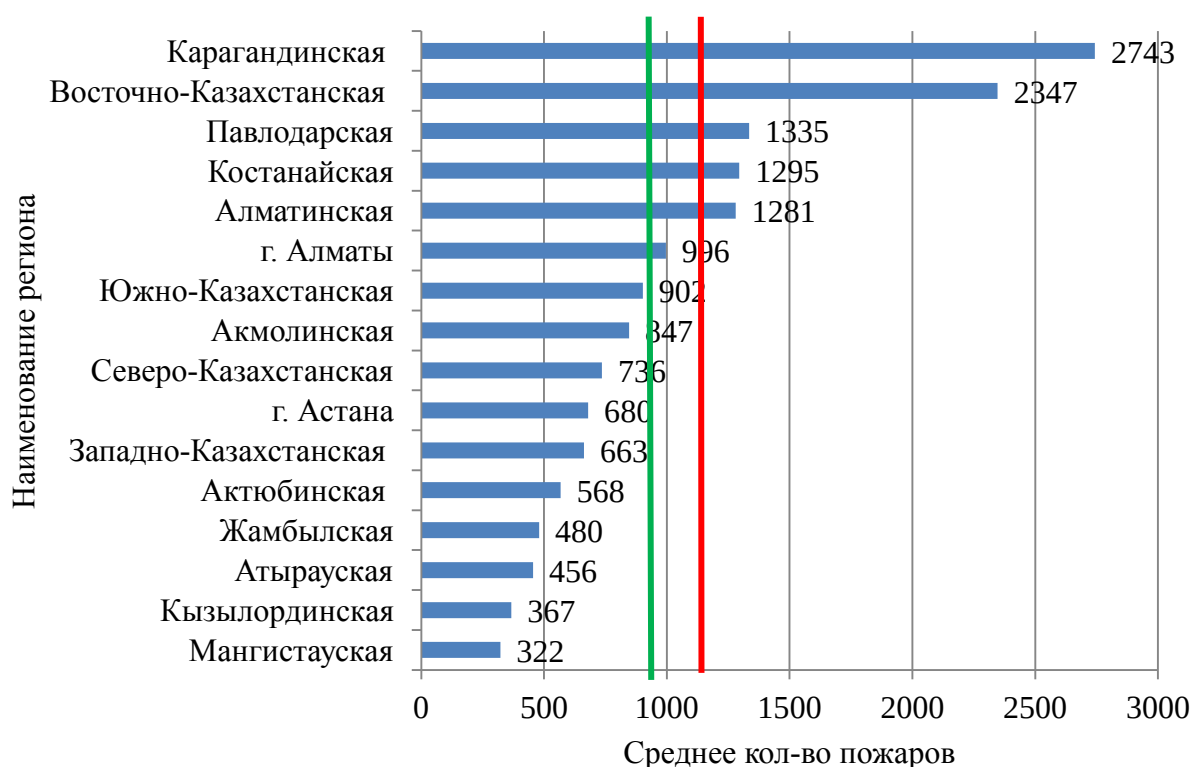


Рисунок 3.4 – Сравнительный анализ интервальных значений для регионов (2005-2016гг.)

Из рисунка 3.4 видно, что в Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Костанайской и Алматинской областях количество пожаров в период с 2005 по 2016 гг. выходило за пределы правого значения интервала (4).

На основании чего можно сделать вывод, что обстановка с пожарами в указанных регионах была выше критического значения интервальной оценки (4).

Уполномоченным органам в области пожарной безопасности, в целях обеспечения определенного уровня пожарной безопасности необходимо, как минимум оставаться в границах доверительного интервала (но относиться к такой ситуации, как к критической), а желательнее всего удерживать количество пожаров ниже левой границы доверительного интервала [10]. Для этого необходимо на постоянной основе анализировать и прогнозировать обстановку с пожарами, разрабатывать и реализовывать соответствующие управленческие решения [11], а также повышать культуру безопасности общества.

Краткие выводы по разделу

Целью и задачей исследования является адаптация метода математического анализа к оценке пожарной безопасности муниципальных образований Республики Казахстан.

Методологической основой исследования является теория математической статистики. До настоящего времени в Республике Казахстан не проводилась оценка пожарной безопасности методом математической статистики.

Без подобных исследований невозможно решать проблему повышения уровня пожарной безопасности регионов Республики Казахстан. Поэтому существует необходимость в адаптации известного метода математической статистики к пожарной безопасности Республики Казахстан, проведении такой оценки, позволяющей характеризовать безопасность для 16 регионов Республики Казахстан, что и определяет актуальность исследования. Применять методику математической статистики для изучения обстановки с пожарами в Республике Казахстан необходимо в целях принятия управленческих решений по обеспечению допустимого уровня пожарной безопасности регионов на основании предельных интервальных значений.

Произведен последовательный математический анализ пожарной безопасности в республике. На основании результатов проведенного

исследования обоснованы предельные интервальные значения пожарной безопасности для 16 регионов Республики Казахстан. По итогам анализа установлено, что интервальные значения пожаров для регионов республики составляют $945 < N_{п(16)} < 1056$, в Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Костанайской и Алматинской областях количество пожаров в период с 2005 по 2016 гг. выходили за пределы правого значения интервала. В связи с чем в данных регионах обстановка с пожарами была хуже чем в среднем по республике.

Полученные результаты могут быть использованы местными исполнительными органами и уполномоченными органами в области пожарной безопасности при разработке соответствующих управленческих решений по снижению пожарного риска, а также при проектировании противопожарной службы.

Проведенный математический анализ пожарной безопасности в регионах Республики Казахстана показал, что в 5 регионах республики (Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Костанайской и Алматинской областях) в период с 2005 по 2016 гг. уровень пожарной безопасности был хуже среднереспубликанского показателя. В связи с чем, местным исполнительным органам и уполномоченным органам в области пожарной безопасности данных регионов необходимо усилить работу по реализации управленческих решений по минимизации пожарной опасности до границ доверительного интервала.

Предложенный подход к оценке уровней пожарной безопасности территории можно применять для различных видов ЧС в целях научного анализа и разработки соответствующих управленческих решений по снижению риска ЧС.

Единственным недостатком в данном подходе является то, что не учитывается численность населения, проживающая на территории, количество погибших и пострадавших при ЧС.

Для оценки риска ЧС с учетом данных недостатков предлагается комплексная оценка интегральных рисков ЧС.

Список используемой литературы

1. Брушлинский Н.Н., Иванов О.В., Клепко Е.А. и др. Пожарные риски (основы теории): монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 65 с.

2. Токушев Ж.Е., Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Управление рисками чрезвычайных ситуаций: Учебно-методическое пособие / Ж.Е. Токушев, К.Ж. Раимбеков, А.Б. Кусаинов – Кокшетау: Проектно-аналитический инновационный центр Многопрофильного колледжа гражданской защиты, 2016. - 282 с.
3. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Прогнозирование пожаров статистическим методом // Технологии техносферной безопасности: электрон. науч. журн./АГПС МЧС России. 2017. № 2 (72). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-2/13-02-17.ttb.pdf>
4. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Анализ подверженности Республики Казахстан чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера: монография. – Кокшетау: Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2015. – 197 с.
5. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. К вопросу о пожарной безопасности в Республике Казахстан // Вестник Воронежского института ГПС МЧС. 2017. Т. 27, № 3. – С. 56-60
6. World fire statistics. Fire risks in the World. – Moscow – Berlin: Center of Fire Statistics of CTIF, 2008. – 548 p.
7. Шварев А.А., Шамшович Е.О., Шамшович В.Ф., Шварева Е.Н. Анализ чрезвычайных ситуаций в России с помощью математической статистики // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14, № 3. С. 204-208.
8. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с.
9. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2017. - 479 с.
10. World fire statistics. No. 10. Second Edition. – Berlin: Center of Fire Statistics of CTIF, 2005. – 200 p.
11. Perminov V. Mathematical modeling of forest fire initiation // Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematical methods, Computational Techniques and Intelligent Systems (MAMECTIS), Corfu(Greece). October 26-28. 2008. P.143-148

4. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

4.1 Основные интегральные риски

Вся современная теория риска и безопасности исследует, главным образом, локальные техногенные риски разнообразных промышленных и пожаровзрывоопасных объектов (ТЭЦ, АЗС, НПЗ и др.). При этом оценивается опасность, прежде всего, зданий, сооружений и технологий данного объекта защиты, затем – территории этого объекта и прилегающей к ней селитебной территории [1].

Однако не меньший интерес представляет оценка уровня комплексной безопасности таких сложных социально-экономических систем как муниципальные образования, регионы и страна в целом.

Для этих систем Н.Н. Брушлинским и его учениками была разработана система интегральных рисков, а привычные понятия, например, индивидуальные и социальные риски, приобрели новые смысловые значения. Специалистами [2, 3, 4] были введены условные понятия локальных и интегральных рисков.

Локальные риски характеризуют опасности, угрожающие таким объектам защиты как отдельные предприятия, транспортные средства и т.п.

Интегральные (территориальные) риски характеризуют комплекс опасностей, угрожающих таким сложным системам (объектам защиты) как муниципальные образования, регионы, включающим в себя в качестве элементов: здания, сооружения, различные предприятия, транспортные сети и т.д., то есть они «суммируют» все локальные риски, присущие этим элементам.

При анализе и оценке интегральных рисков, связанных с большими и сложными социально-экономическими системами, как правило, удастся воспользоваться репрезентативными статистическими массивами данных, чего почти никогда нельзя сделать при изучении локальных рисков, так как для их оценки, отсутствует необходимая представительная статистика и приходится использовать комплекс других методов и теорий (теории прочности, надежности, методы имитационного моделирования и пр.).

К основным интегральным (территориальным) рискам ЧС относятся следующие [2, 4]:

R_1 – риск для человека столкнуться с ЧС (его опасными факторами) за единицу времени, ЧС/чел. год;

R_2 - риск для человека погибнуть при ЧС (оказаться его жертвой), *жертва/ ЧС*;

R_3 – риск для человека погибнуть при ЧС за единицу времени, *жертва/ чел. год*;

Очевидно, что риски R_1, R_2, R_3 связаны соотношением

$$R_3 = R_1 \cdot R_2 .$$

Риск R_1 характеризует возможность реализации опасности ЧС, а риски R_2, R_3 - некоторые последствия реализации опасности ЧС.

Риски ЧС, во-первых, характеризуют возможность реализации опасности ЧС в виде аварии или бедствия и, во-вторых, содержат оценки его возможных последствий. Следовательно, при их определении необходимо знать частотные характеристики возникновения ЧС на том или ином объекте, а также предполагаемые размеры его последствия. Отсюда следует, что во многих случаях риски ЧС можно оценивать статистическими или вероятностными методами.

Первые задачи с учетом пожарных рисков были решены в России в конце 1970-х годов [5], а систематическое изучение рисков ЧС относится к началу 1990-х годов [6].

4.2 Сравнительный анализ рисков чрезвычайных ситуаций ряда стран

В соответствии с вышеприведенной методикой проведем анализ рисков ЧС в некоторых стран ЕврАзЭС [6].

Для этого обстановку с ЧС в некоторых государствах-членах ЕврАзЭС представим в виде таблицы 4.1 [7].

Таблица 4.1 - Статистика ЧС в государствах-членах ЕврАзЭС в 2014 г.

Страна	Население, тыс. чел.	Число		
		ЧС	погибших	пострадавших
Россия	143737,2	153264*	10809*	12709*
Казахстан	17418,2	17784	1202	4256
Беларусь	9468,2	6813	738	450
Кыргызстан	5776,6	4538*	138*	57*
ВСЕГО	176400,2	182399	12887	17472

* с учетом пожаров, не классифицированными как ЧС.

Из таблицы 4.1 видно, что в 2014 году в рассматриваемых странах произошло 182399 ЧС, при которых погибло 12887 и пострадало 17472 человек [7].

Обстановка с ЧС в некоторых государствах-членах ЕврАзЭС в 2014 году с учетом населения, представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Обстановка с ЧС в государствах-членах ЕврАзЭС в 2014 г.

Страна	Среднее число				
	ЧС на 1000 чел.	погибших		пострадавших	
		на 100000 чел.	на 100 ЧС	на 100000 чел.	на 100 ЧС
Россия	1,07*	7,5*	7,1*	8,8*	8,3*
Казахстан	0,98	6,9	6,8	24,4	23,9
Беларусь	0,72	7,8	10,8	4,8	6,6
Кыргызстан	0,78*	2,4*	3,1*	1,0*	1,3*
ВСЕГО	1,03	7,3	7,1	9,9	9,6

* с учетом пожаров, не классифицированными как ЧС.

Из таблицы 4.2 видно, что в 2014 году в рассматриваемых странах на 1000 жителей приходилось около одного ЧС, на 100 тыс. человек пришлось 7 погибших и 10 пострадавших. При каждых 100 ЧС погибало 7 и получало увечья 10 человек [7].

Среднее число ЧС на 1000 жителей государств-членов ЕврАзЭС в 2014 году, представлено на рисунке 4.1.

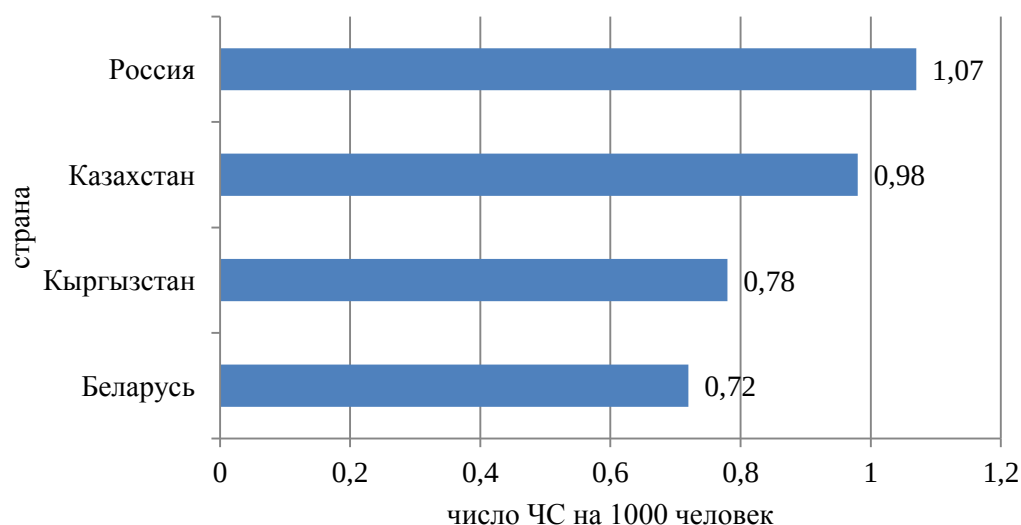


Рисунок 4.1 – Количество чрезвычайных ситуаций в государствах-членах ЕврАзЭС на 1000 жителей в 2014 г.

Из рисунка 4.1 видно, что в рассматриваемый период наибольший риск столкнуться с ЧС приходится на Российскую Федерацию и Республику Казахстан.

Среднее число погибших при ЧС на 100 тыс. жителей государств-членов ЕврАзЭС в 2014 году, представлено на рисунке 4.2.

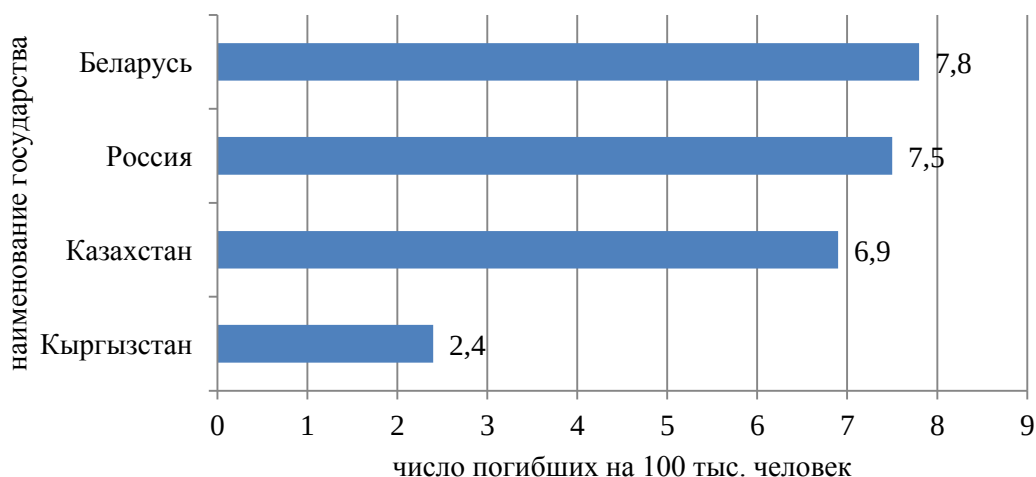


Рисунок 4.2 – Количество погибших при чрезвычайных ситуациях в государствах-членах ЕврАзЭС на 100 тыс. жителей в 2014 г.

Из рисунка 4.2 видно, что в рассматриваемый период наибольший риск погибнуть при ЧС приходится на Республику Беларусь и Российскую Федерацию [7].

4.3 Оценка комплексного риска чрезвычайных ситуаций на основе индексного метода

Защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций является одной из главных задач государственной политики в области национальной безопасности Республики Казахстан [8].

Негативное влияние на социально-экономическое развитие оказывают возрастающее количество стихийных бедствий, техногенных аварий и их последствий.

В настоящее время имеется ряд проблем, препятствующих повышению эффективности защиты от чрезвычайных ситуаций, решение которых позволит повысить безопасность и действенность управления рисками ЧС, в частности [9]:

- не разработана система критериев, для анализа интегральных рисков ЧС;

- не разработана система выявления интегральных рисков ЧС и управления ими;

- не разработана система индексов, позволяющая оценить результативность управления ЧС и степень опасности возможных интегральных рисков для конкретного региона.

Очевидно, что для того чтобы оценить, степень подверженности региона чрезвычайным ситуациям, необходимы различные критерии.

Вышеизложенное обуславливает актуальность и значимость проводимого исследования, сконцентрированных на разработке и научном обосновании критериев, определяющих интегральные риски для оценки безопасности региона.

Комплексная оценка интегральных рисков ЧС является одной из главных задач управления рисками деструктивных событий природного и техногенного характера [8].

Для комплексной оценки риска подверженности территории Республики Казахстан ЧС природного и техногенного характера предлагается использовать индексный метод.

Отличие предложенного метода от других состоит в том, что в ней учитываются количественные риски ЧС, произошедшие в регионах с учетом численности населения проживающих в них [10].

Основной методологический принцип исследований базируется на индексном методе и матричном подходе оценки рисков ЧС [9].

Системе управления рисками применение индексов для оценки и планирования своей деятельности дает следующие преимущества [11]:

- 1) индексами можно определить параметры верхних и нижних границ, в пределах которых регион будет устойчиво функционировать и развиваться;

- 2) индексы позволят установить соответствующие уровни приемлемого риска и ответственность за достижение определенных целевых показателей территориальными подразделениями уполномоченного органа в области гражданской защиты;

- 3) индексы позволят заблаговременно сигнализировать о приближении критического состояния в соответствующем регионе, и задействовать экстренные меры для минимизации последствий риска;

- 4) индексы можно использовать при проведении качественного анализа интегральных рисков ЧС.

Основным преимуществом индексного метода является то, что внутри установленных границ создастся «информационное пространство», необходимое и достаточное для выявления возможных интегральных рисков.

Индексный метод позволяет провести первичную оценку интегральных рисков и сравнить их между регионами [12].

Таким образом, уполномоченный орган в области гражданской защиты получит возможность выявить критические интегральные риски и определить соответствующие управленческие решения, направленные на их минимизацию.

Алгоритм определения индекса представлен на рисунке 4.4.

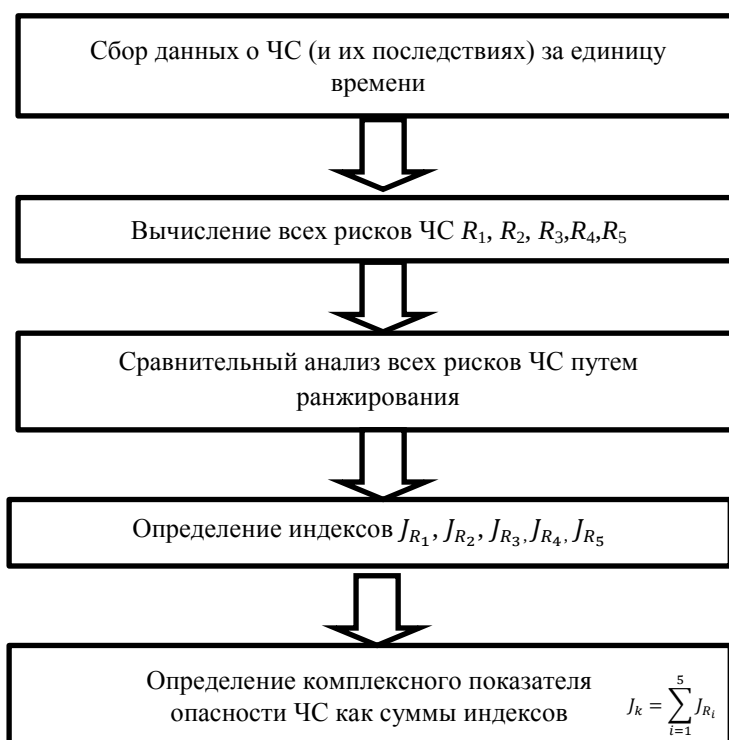


Рисунок 4.4 - Блок-схема алгоритма определения индекса

Согласно рисунку 4.4, определение индекса проводится по следующему алгоритму:

1. Проводится сбор данных о ЧС природного и техногенного характера (и их последствиях) за единицу времени;
2. Вычисляются основные риски для всех ЧС [11]:
 - риск R_1 – количество чрезвычайных ситуаций, приходящихся в год на одного человека,
 - риск R_2 – количество погибших при ЧС,
 - риск R_3 – количество людей, погибающих от ЧС за год, в расчете на одного человека,

- риск R_4 – количество пострадавших от ЧС,
- риск R_5 – количество людей, пострадавших от ЧС за год, в расчете на одного человека.

3. Проводится сравнительный анализ рисков ЧС путем их ранжирования и присвоения соответствующего индекса $J_{R_1}, J_{R_2}, J_{R_3}, J_{R_4}, J_{R_5}$;

4. Полученные индексы суммируются $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$.

Для комплексной оценки интегральных рисков используется матричный подход. Важность применения такого подхода обусловлена необходимостью введения определенных критериев и их использования при качественном анализе интегральных рисков [12].

Комплексная оценка риска матричным методом проводится путем суммирования полученных итоговых коэффициентов по каждому из строк ΣJ_k . Таким образом, определяется интегральный коэффициент риска территорий. Суммируя итоговые коэффициенты по каждому столбцу, определяется комплексный показатель риска ЧС $\Sigma k_{\text{чс}}$.

Рассматривая систему оценки подверженности территории чрезвычайным ситуациям как совокупность сочетаний индексов рисков, мы получаем не только структуру рисков и оценочных показателей, но и матричную модель.

Предложенная матричная модель отличается гибкостью – при ее практическом применении можно получить систему оценочных показателей, отражающих состояние защищенности населения и территории от ЧС природного и техногенного характера.

Комплексная оценка риска матричным методом, представленная в таблице 4.3 проводится путем суммирования полученных итоговых коэффициентов по каждому из строк ΣX_n . Таким образом, определяется интегральный коэффициент риска территорий. Суммируя итоговые коэффициенты по каждому столбцу, определяем комплексный показатель риска ЧС $\Sigma k_{\text{чс}}$.

В завершении делается вывод об обстановке с ЧС и проводится дополнительный анализ с целью разработки мер по ее улучшению (то есть по управлению рисками ЧС).

Таблица 4.3 – Матрица комплексной оценки риска

Наименование региона	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	Вид ЧС	J_k
N_1	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_2	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_3	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_4	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_5	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_6	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
N_n	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_{R_i}	J_k
$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	$\Sigma k_{\text{ЧС}}$	

4.4 Районирование и оценка комплексного риска чрезвычайных ситуаций на основе индексного метода

Для оценки комплексного показателя опасности ЧС J_k индексным методом, представим обстановку с ЧС в регионах Республики Казахстан в виде таблицы 1 [10].

Таблица 4.4 - Сравнительный анализ обстановки с чрезвычайными ситуациями в Республики Казахстан

Наименование	Кол-во населения, тыс. чел.	Кол-во ЧС в год	Кол-во жертв ЧС	Кол-во пострадавших при ЧС
г.Астана	1002,9	1327	131	815
г. Алматы	1768,3	3883	245	3404
Аламадинская	2000,5	3539	743	2664
Акмолинская	737,0	1630	253	924
Актюбинская	850,3	1267	178	775
Атырауская	612,6	775	139	492
ВКО	1386,7	3989	405	1944
Жамбылская	1115,9	1670	361	1533
ЗКО	643,6	1097	148	529
Карагандинская	1381,8	4146	447	1901
Кызылординская	776,5	1079	156	800
Костанайская	877,2	2300	209	1196

Продолжение таблицы 4.4

Мангистауская	649,1	596	113	461
Павлодарская	756,0	2285	199	1047
СКО	560,9	1292	179	735
ЮКО	2894,8	4321	594	5186
Всего	18014,2	35196	4500	24406

Из таблицы 4.4 видно, что в республике проживает 18,014 млн. человек. Ежегодно в стране происходит около 35,1 тыс. ЧС, в результате которых погибает более 4,5 тыс. и травмируется 24,4 тыс. человек.

На следующем этапе детального анализа ЧС, проведем исследования подверженности регионов республики ЧС с помощью теории рисков [4].

Для этого используем статистические данные о численности населения, данные об обстановке с ЧС, представленные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Усредненные данные чрезвычайных ситуаций и их последствий (2005-2016 гг.)

Наименование	Единицы измерения	г. Астана	г. Алматы	Алматинская	Акмолинская	Актюбинская	Атырауская	ВКО	Жамбылская	ЗКО	Казахстанская	Кызылординская	Костанайская	Мангистауская	Павлодарская	СКО	ЮКО
Природные пожары	Кол-во ЧС, ед.	0	0	25	109	64	4	297	15	16	90	3	62	0	163	43	48
	Погибло, чел.	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0
	Пострадало, чел.	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Инфекц. заболевания	Кол-во ЧС, ед.	7	13	398	19	41	11	225	456	47	45	352	14	4	53	56	749
	Погибло, чел.	0	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	5
	Пострадало, чел.	10	24	421	26	68	87	262	460	61	57	373	31	24	62	59	766
Происшествия на водах	Кол-во ЧС, ед.	17	8	111	41	35	35	63	35	41	59	40	33	16	38	44	56
	Погибло, чел.	13	8	98	28	31	29	70	20	39	48	34	32	14	23	39	50
	Пострадало, чел.	25	33	135	64	51	86	92	49	69	84	80	62	65	81	111	89
Техногенные пожары	Кол-во ЧС, ед.	652	971	1382	851	599	465	2166	399	649	2698	370	1382	278	1371	750	972
	Погибло, чел.	22	28	62	28	16	15	81	17	18	65	11	51	8	43	52	18
	Пострадало, чел.	55	124	140	44	46	41	132	37	45	197	24	76	21	81	81	41
Производственные аварии	Кол-во ЧС, ед.	48	24	20	3	12	10	13	8	2	50	7	3	6	5	5	4
	Погибло, чел.	21	18	19	3	8	7	9	6	2	33	6	4	4	5	4	4
	Пострадало, чел.	55	30	22	5	15	11	15	11	2	59	8	4	6	6	6	6
ДТП	Кол-во ЧС, ед.	514	2842	1576	606	509	244	1188	745	330	1187	294	803	289	653	387	2504
	Погибло, чел.	76	174	522	180	111	84	221	297	84	277	94	110	83	119	71	483
	Пострадало, чел.	533	2973	1784	731	539	241	1316	906	318	1375	299	948	314	748	425	2981

Продолжение таблицы 4.5

Ж/д аварии	Кол-во ЧС, ед.	3	2	4	2	2	3	4	3	1	10	7	1	1	1	2	3
	Погибло, чел.	1	1	1	1	2	1	2	2	1	4	4	1	1	1	2	3
	Пострадало, чел.	1	3	2	1	3	2	5	4	2	6	6	1	1	1	2	4
Авиакатастрофы	Кол-во ЧС, ед.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	Погибло, чел.	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
	Пострадало, чел.	0	1	4	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	4
Аварии в системах ЖКХ	Кол-во ЧС, ед.	35	11	4	3	3	2	8	3	3	5	3	2	3	2	4	11
	Погибло, чел.	1	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0	1	0	1	1	1
	Пострадало, чел.	1	3	3	1	2	1	1	2	2	4	1	2	1	1	2	1

В таблице 4.5 представлены усредненные данные ЧС и их последствий, произошедших в период с 2005 по 2016 гг. в регионах Республики Казахстан [9].

Согласно данным таблицы 4.5, проведем комплексную оценку риска матричным методом.

Матрица комплексной оценки риска представлена в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Матрица комплексной оценки риска

Наименование	Природные ЧС	Паводки и наводнения	Природные пожары	Инфекционные заболевания	Происшествия на водах	Техногенные ЧС	Техногенные пожары	Производственные аварии	Дорожно-транспортные происшествия	Железнодорожные аварии	Авиакатастрофы	Аварии в системах жизнеобеспечения	ΣX_n
г. Астана	31	5	0	14	16	31	45	34	20	16	4	16	170
г. Алматы	28	2	0	33	34	44	41	37	39	24	6	14	230
Алматинская	49	18	15	33	43	58	50	30	56	9	12	20	286
Акмолинская	26	15	11	18	42	49	39	27	61	19	7	20	259
Актюбинская	37	21	28	40	38	41	30	32	31	30	9	25	284
Атырауская	59	13	2	42	63	23	44	32	30	28	5	13	272
Восточно-Казахстанская	42	21	19	34	49	40	56	26	46	25	6	16	298
Жамбылская	38	4	4	35	17	67	35	29	63	37	4	21	249
Западно-Казахстанская	52	29	29	43	65	18	39	15	24	33	10	27	314
Карагандинская	28	16	18	21	27	50	53	35	58	35	8	25	296
Кызылординская	51	23	1	47	52	28	20	29	23	43	12	11	261
Костанайская	35	13	8	22	47	45	54	25	46	21	4	26	266
Мангистауская	46	8	0	31	46	43	24	22	33	32	4	13	213
Павлодарская	31	1	28	35	40	32	53	28	49	23	0	22	279
Северо-Казахстанская	56	18	9	24	72	41	71	27	30	34	8	26	319
Южно-Казахстанская	46	22	5	46	29	56	5	19	61	26	9	9	231
$\Sigma k_{\text{чс}}$	655	229	177	518	680	666	659	447	670	435	108	304	

На рисунке 4.5 представлен интегральный коэффициент риска ЧС.

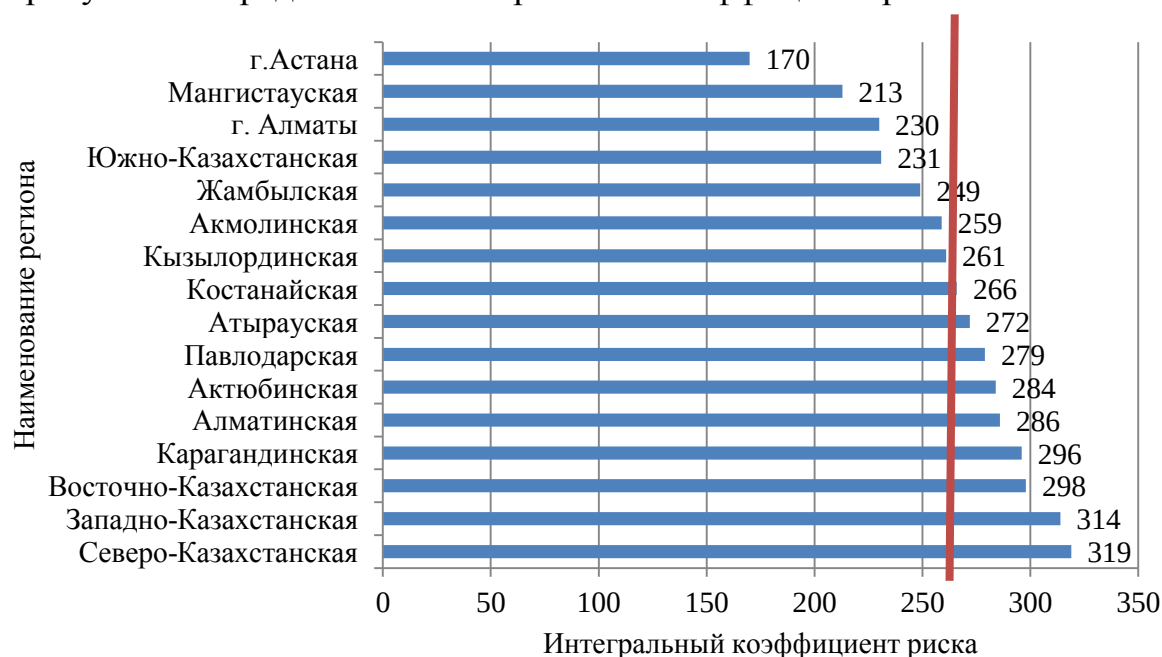


Рисунок 4.5 - Интегральный коэффициент риска чрезвычайных ситуаций в разрезе регионов Республики Казахстан

Как видно из таблицы 4.6 и рисунка 4.5, средний интегральный коэффициент риска территорий составил 264. Интегральный риск ЧС выше среднереспубликанского значения в Северо- и Западно-Казахстанской, Карагандинской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Алматинской областях.

Для наглядности с помощью программы DataGraf по полученным значениям интегральных рисков ЧС проведено районирование территории Республики Казахстан (рисунок 4.6).

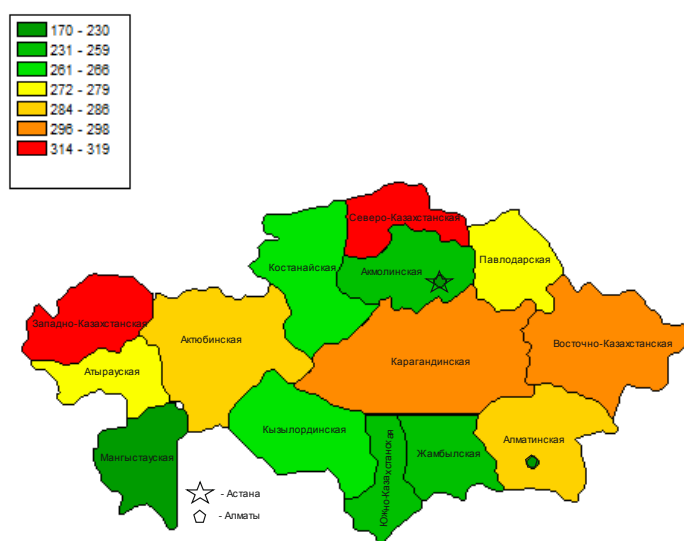


Рисунок 4.6 - Схема районирования интегрального риска чрезвычайных ситуаций

Как видно из рисунка 4.6, комплексный интегральный коэффициент риска территорий наиболее высокий в Северо- и Западно-Казахстанской областях.

Риск подверженности природным ЧС представлен на рисунке 4.7.

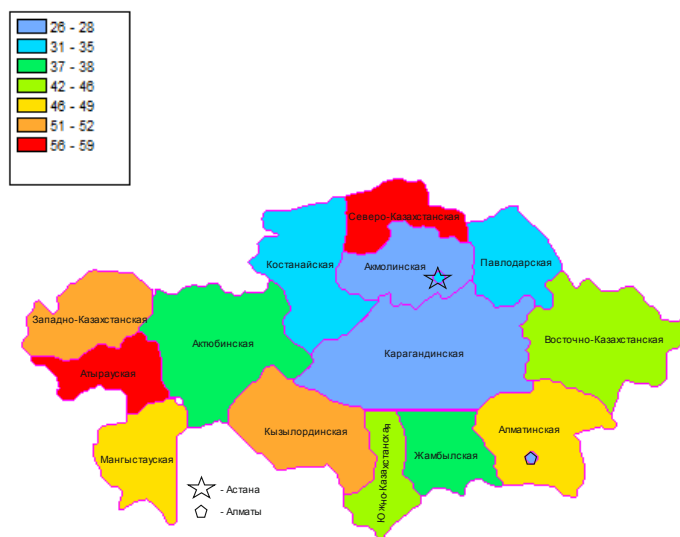


Рисунок 4.7 - Схема районирования интегральных природных рисков чрезвычайных ситуаций

Из рисунка 4.7 видно, что наихудшая обстановка интегральных природных рисков приходится на Северо-Казахстанскую и Атыраускую области.

Риск подверженности паводкам и наводнениям представлен на рисунке 4.8.

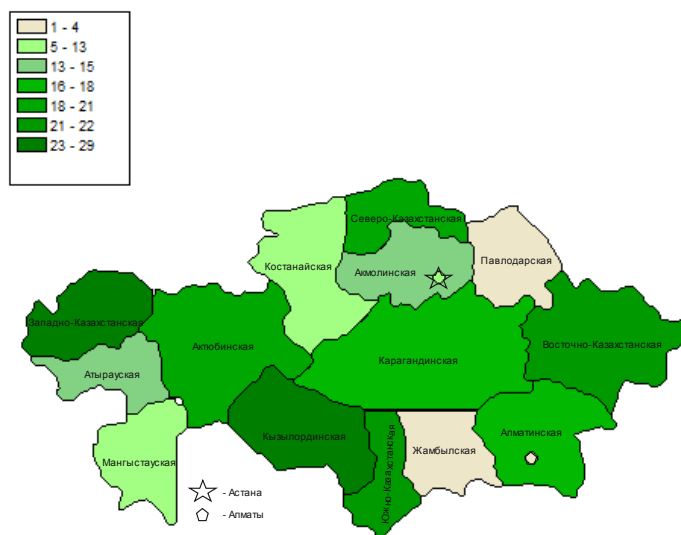


Рисунок 4.8 - Схема районирования рисков паводков и наводнений

Из рисунка 4.8 видно, что наихудшая обстановка интегральных рисков паводков и наводнений приходится на Кызылординскую и Западно-Казахстанскую области.

Риск подверженности природным пожарам представлен на рисунке 4.9.

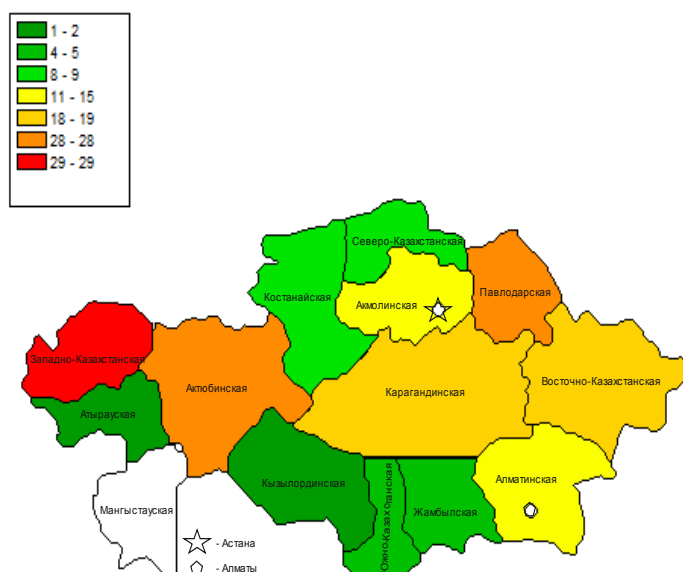


Рисунок 4.9 - Схема районирования рисков природных пожаров

Из рисунка 4.9 видно, что наихудшая обстановка интегральных рисков природных пожаров приходится на Западно-Казахстанскую, Актюбинскую и Павлодарскую области.

Риск подверженности инфекционным заболеваниям представлен на рисунке 4.10.

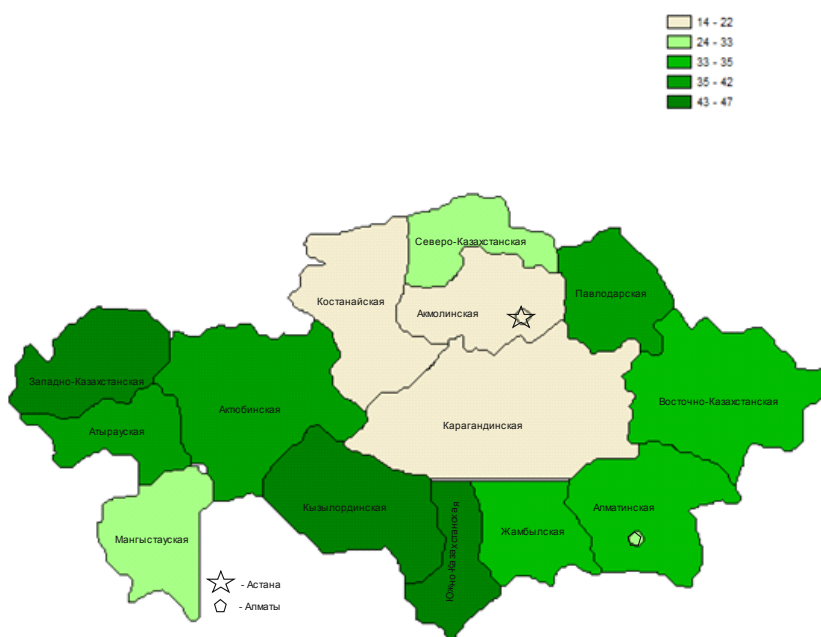


Рисунок 4.10 - Схема районирования рисков инфекционных заболеваний

Из рисунка 4.10 видно, что наихудшая обстановка интегральных рисков инфекционных заболеваний приходится на Южно-Казахстанскую, Кызылординскую и Западно-Казахстанскую области.

Риск подверженности происшествиям на водоемах представлен на рисунке 4.11.

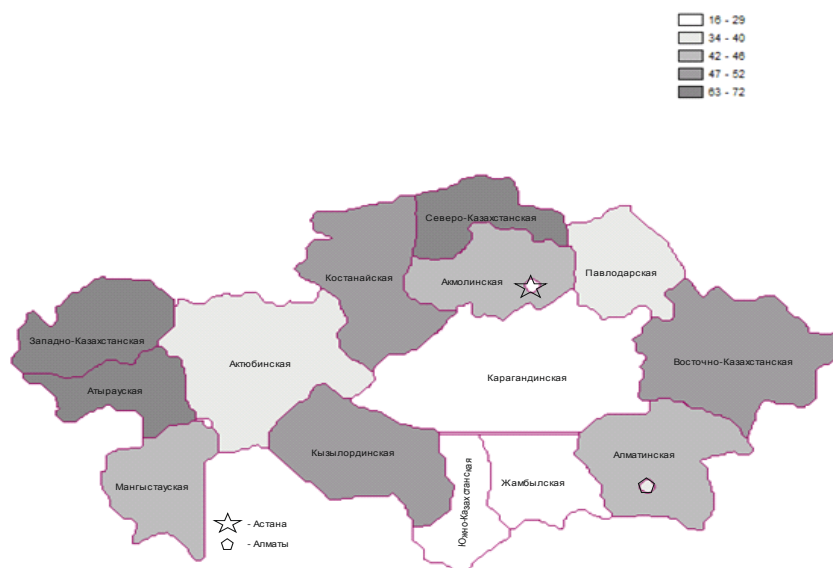


Рисунок 4.11 - Схема районирования рисков происшествий на водоемах

Из рисунка 4.11 видно, что наихудшая обстановка интегральных рисков происшествий на водоемах приходится на Западно-Казахстанскую, Северо-Казахстанскую, Атыраускую, Кызылординскую и Восточно-Казахстанскую области.

Риск подверженности техногенным ЧС представлен на рисунке 4.12.

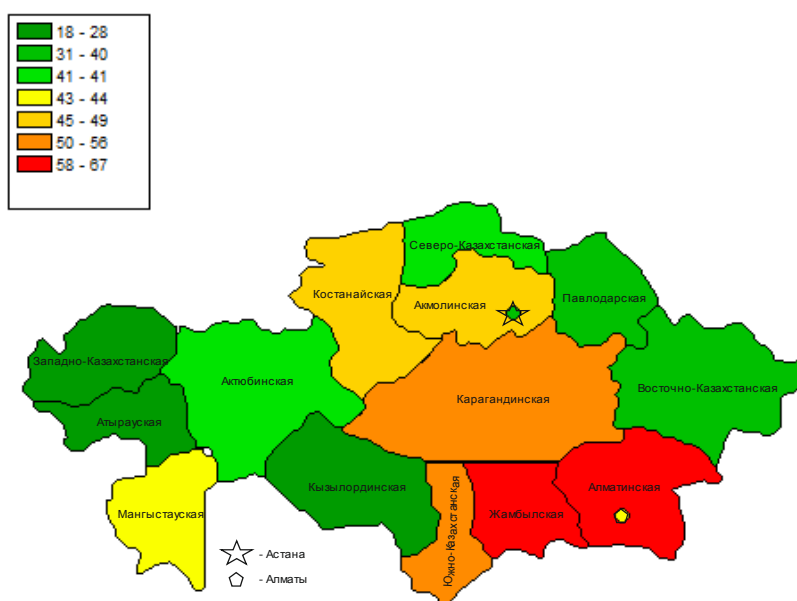


Рисунок 4.12 - Схема районирования интегральных техногенных рисков чрезвычайных ситуаций

Из рисунка 4.12 видно, что наихудшая обстановка с интегральными техногенными рисками ЧС приходится на Костанайскую, Северо- и Восточно-Казахстанскую области.

Риск подверженности техногенным пожарам представлен на рисунке 4.13.

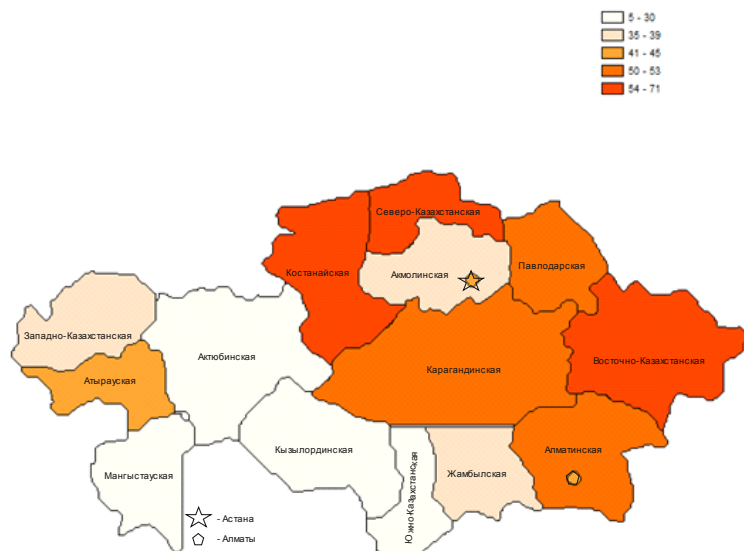


Рисунок 4.13 - Схема районирования интегральных рисков техногенных пожаров

Из рисунка 4.13 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками техногенных пожаров приходится на Костанайскую, Северо- и Восточно-Казахстанскую области.

Риск подверженности производственным авариям представлен на рисунке 4.14.

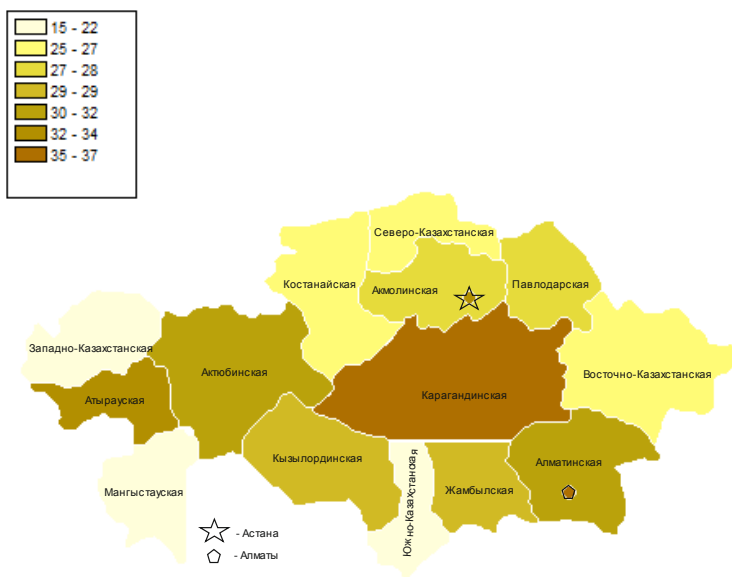


Рисунок 4.14 - Схема районирования интегральных рисков производственных аварии

Из рисунка 4.14 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками производственных аварий приходится на Карагандинскую область.

Риск подверженности дорожно-транспортным происшествиям представлен на рисунке 4.15.

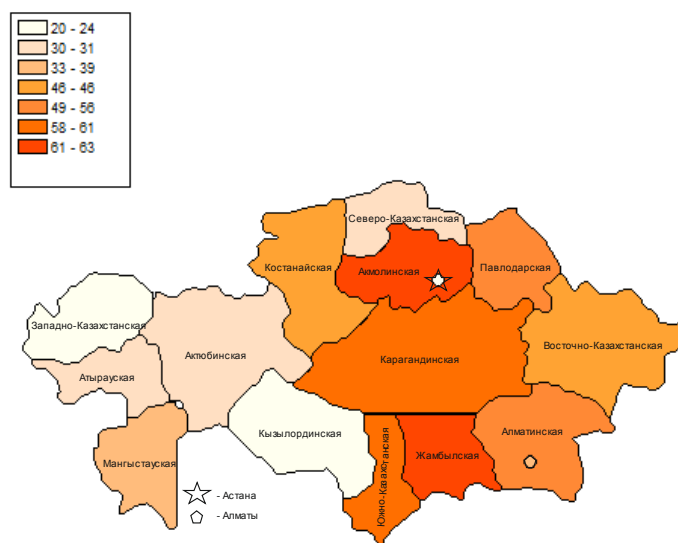


Рисунок 4.15 - Схема районирования интегральных рисков дорожно-транспортных происшествий

Из рисунка 4.15 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками дорожно-транспортных происшествий приходится на Акмолинскую и Жамбылскую области.

Риск подверженности железнодорожным авариям представлен на рисунке 4.16.

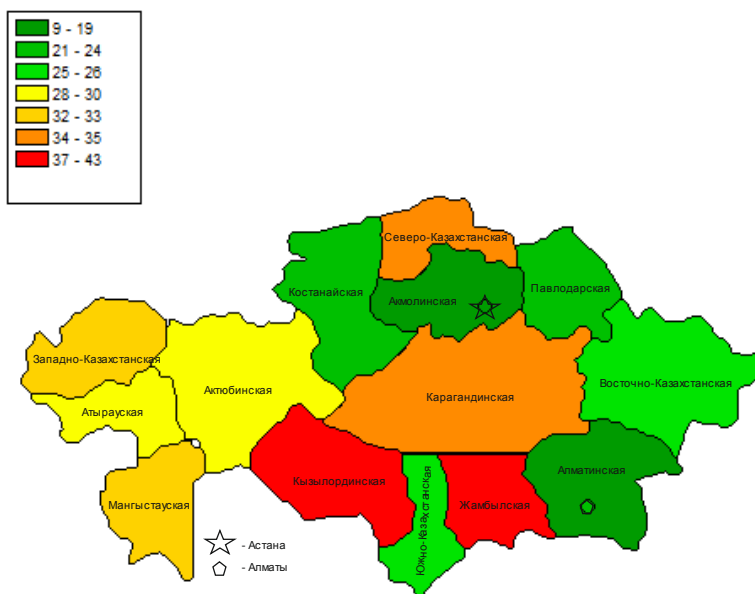


Рисунок 4.16 - Схема районирования интегральных рисков железнодорожных аварий

Из рисунка 4.16 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками железнодорожных аварий приходится на Кызылординскую и Жамбылскую области.

Риск подверженности авиакатастрофам и происшествиям представлен на рисунке 4.17.

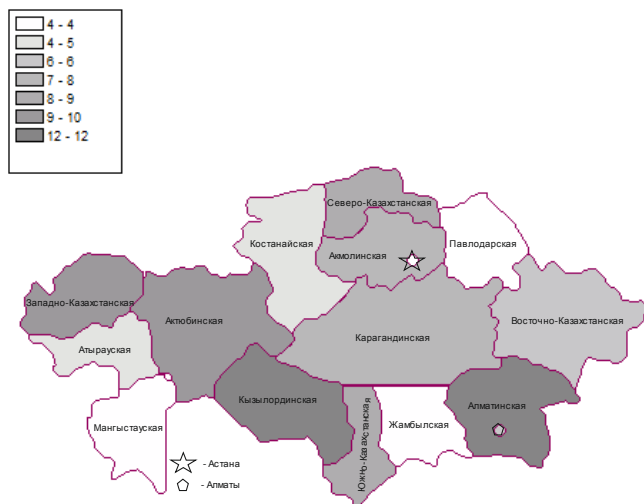


Рисунок 4.17 - Схема районирования интегральных рисков авиакатастроф и происшествий

Из рисунка 4.17 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками авиакатастроф и происшествий приходится на Кызылординскую и Алматинскую области.

Риск подверженности авариям в системах жизнеобеспечения представлен на рисунке 4.18.

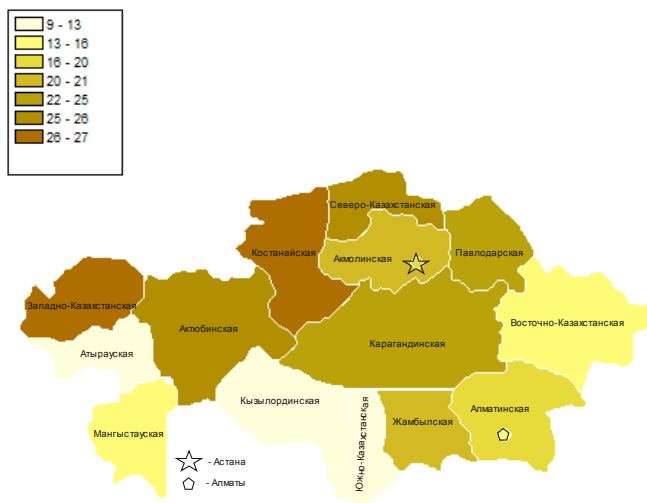


Рисунок 4.18 - Схема районирования интегральных рисков аварий в системах жизнеобеспечения

Из рисунка 4.18 видно, что наихудшая обстановка с интегральными рисками аварий в системах жизнеобеспечения приходится на Костанайскую и Западно-Казахстанскую области.

Проведенное районирование территории Республики Казахстан по условиям подверженности интегральным рискам ЧС позволила выявить наиболее проблемные регионы [14].

Комплексный показатель риска ЧС представлена на рисунке 4.19.

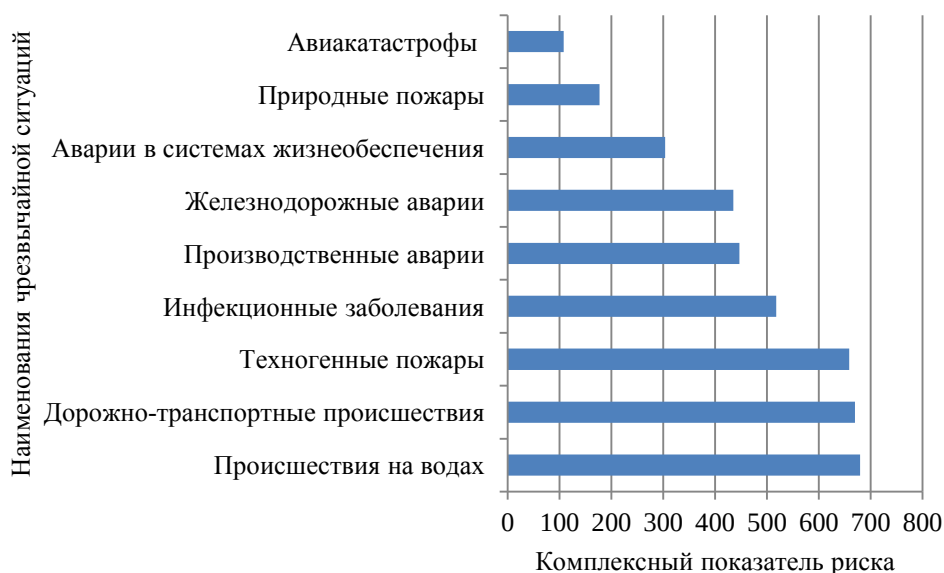


Рисунок 4.19 - Комплексный показатель риска чрезвычайных ситуаций

Из рисунка 4.19 видно, что наибольший риск для регионов республики представляют происшествия на водах, дорожно-транспортные происшествия и техногенные пожары.

Принимая во внимание, что наибольший показатель интегрального коэффициента риска ЧС приходится на Северо-Казахстанскую область, проведем исследование в разрезе районов области.

Полученные значения риска ЧС представлены в таблице 4.7.

Из таблицы 4.7 видно, что наибольший риск столкнуться с пожаром приходится на районы Г. Мусрепова и Кызылжарский. Наибольшая опасность погибнуть от пожара в Тайыншинском (7,4), Аккайынском (8,7) и Шал-акынском (12,7) районах. При 100 пожарах наибольшее число погибших приходится на районы М.Жумабаева (88), Г.Мусрепова (93) и Шал-Акынский (125). Наибольшее количество пострадавших приходится на г.Петропавловск (7,6), Айыртауский (6,9) и Уалихановский (9,2) районы.

При 100 пожарах наибольшее количество пострадавших приходится на Уалихановский (95) и Айыртауский (71) районы, и г.Петропавловск.

Таблица 4.7 – Сводная таблица по показателям риска в разрезе регионов Северо-Казахстанской области

№	Наименование	$R_1 \cdot 10^{-3}$	$R_2 \cdot 10^{-5}$	$R_3 \cdot 10^{-2}$	$R_4 \cdot 10^{-5}$	$R_5 \cdot 10^{-2}$
1	г. Петропавловск	10,6	4,4	47	6,7	71
2	Айыртауский район	10,2	6,9	71	6,9	71
3	Акжарский район	8,6	4,8	42	4,8	42
4	Аккайынский район	5,9	8,6	52	6,4	39
5	район М.Жумабаева	13,8	6,3	88	4,6	64
6	Есильский район	5,9	6,9	41	4,1	25
7	Жамбылский район	8,3	2,2	19	1,7	14
8	Кызылжарский район	17,4	4,7	84	3,8	68
9	Мамлютский район	11	4,3	48	1,4	16
10	Тайыншинский район	8,7	7,4	65	3,3	29
11	Тимирязевский район	9,7	3,4	34	3,4	34
12	Уалихавносский район	10,2	3	32	9,2	95
13	район Г.Мусрепова	14,8	6,2	93	4,4	65
14	Шал-акынский район	9,3	12,7	125	5	50

Результаты расчета интегральных рисков ЧС представлены на рисунке 4.20

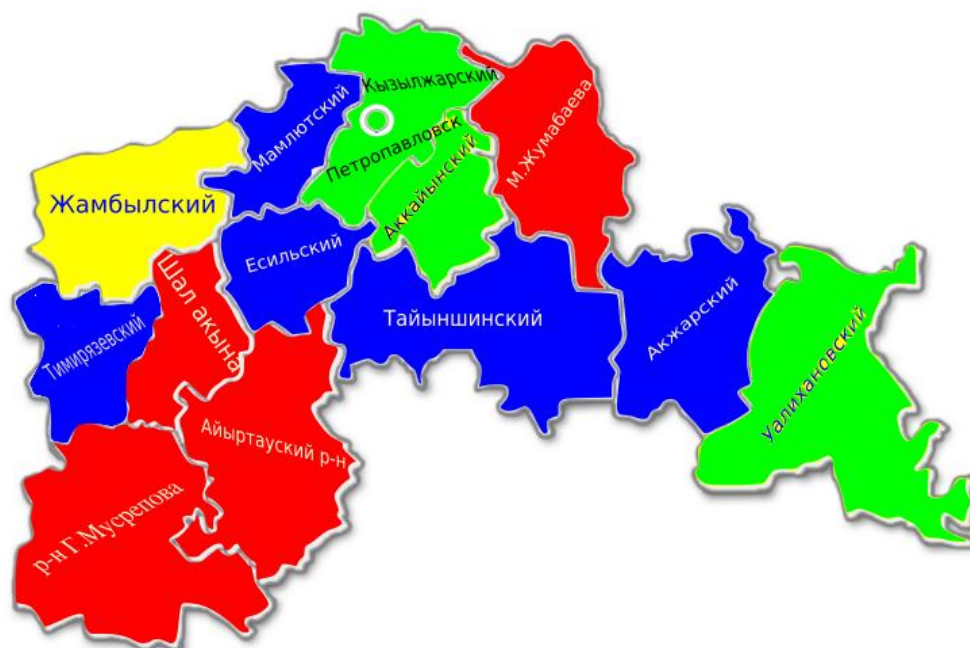


Рисунок 4.20 - Интегральный коэффициент риска чрезвычайных ситуаций в разрезе регионов Северо-Казахстанской области

Из рисунка 4.20 видно, что наихудшая обстановка с пожарами в Северо-Казахстанской области приходится на районы Айыртауский (52), Шал-акынский (50), Г. Мусрепова (49) и Жумабаева (48).

Предлагаемая матричная модель позволяет оценивать подверженность регионов и проводимые мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций по различным направлениям: по интегральному коэффициенту риска территорий и комплексному показателю опасности чрезвычайных ситуаций.

Объединенные в единую систему показатели создают систему, направленную на решение основной задачи – повышение уровня национальной безопасности.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что комплексная оценка интегрального риска индексным методом является одной из важнейших логичных составляющих организованного процесса управления рисками чрезвычайных ситуаций, поэтому она обязана быть интегрированной в этот процесс. Оценка с применением матричного метода позволит уполномоченному органу в области гражданской защиты принимать соответствующие управленческие решения, имея на вооружении научное обоснование.

Краткие выводы по разделу

В целях защиты населения и территории от ЧС природного и техногенного характера в Республике Казахстан создана государственная система гражданской защиты. Повышение эффективности деятельности государственной системы гражданской защиты является одной из главных задач государственной политики в области национальной безопасности. Вместе с тем в республике имеется ряд проблем, препятствующих повышению эффективности управления гражданской защитой. Для повышения эффективности управления системой гражданской защиты, авторами предлагается использовать матричный подход к определению интегральных рисков ЧС индексным методом. Индексный метод позволяет провести первичную оценку интегральных рисков и сравнить их между регионами. Матричная модель позволяет оценивать подверженность регионов и проводимые мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций по различным направлениям: по интегральному коэффициенту риска территорий и комплексному показателю опасности ЧС. Расчеты, выполненные авторами на примере регионов Республики Казахстан с учетом

подверженности ЧС, показали, что комплексная оценка интегрального риска индексным методом является одной из важнейших логичных составляющих организованного процесса управления рисками ЧС и должна быть интегрирована в систему гражданской защиты.

Список используемой литературы

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., П. Вагнер. Человечество и пожары. - М.: ООО «ИПЦ Маска», 2007. – 142 с.
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А. и др. Основы теории пожарных рисков и ее приложения: Монография/Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А., Белов В.А., Иванова О.В., Попков С.Ю. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 192 с.
3. Брушлинский Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях. [Текст] : Пожарная безопасность. - 1999, № 3.
4. Брушлинский Н.Н. Оценка рисков пожаров и катастроф / Н.Н. Брушлинский, Глуховенко Ю.М. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.[Текст]: ВИНТИ. – 1992, вып.1 – С.13-39
5. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
6. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А. К вопросу о локальных и интегральных рисках // Вестник Академии ГПС МЧС России. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. - № 6. – С. 93-96.
7. Шарипханов С.Д., Раимбеков К.Ж., Нарбаев К.А., Кусаинов А.Б., Катастрофы, чрезвычайные ситуации и происшествия / Аналитический отчет № 1. – Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2015. – 38 с.
8. Сайт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан [http:// www.emercom.kz](http://www.emercom.kz)
9. Сироткин В.А. Матричный подход к оценке рисков муниципального образования // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2013. № 6. - С. 33-41
10. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. № 1. – С. 61–64.
11. Кусаинов А.Б. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан // Пожары и чрезвычайные

ситуаций: предотвращение и ликвидация. – М.: Академия государственной противопожарной службы МЧС России, 2016. № 4. – С. 80-82

12. Брушлинский Н.Н., Иванов О.В., Клепко Е.А., Соколов С.В. Пожарные риски (основы теории): Монография. – М.: Академия МЧС России, 2015. – 65 с.

13. Сироткин В.А. Принцип таксономии при классификации рисков воспроизводства недвижимости // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2011. № 2.- С. 24-30

14. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Современные проблемы управления рисками чрезвычайных ситуаций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2017.№ 4. – С. 78–84. DOI: 10.25257/FE.2017.4.78-84.

5. ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД ОБЪЕДИНЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ

В настоящее время имеется ряд проблем, препятствующих повышению эффективности обеспечения пожарной безопасности, решение которых позволит повысить безопасность и действенность управления пожарной безопасностью городов, в частности [1]:

- не разработана система критериев, для анализа интегральных пожарных рисков;
- не разработана система выявления интегральных пожарных рисков и управления ими;
- не разработана система индексов, позволяющая оценить результативность управления пожарной безопасностью и степень опасности возможных интегральных рисков для городов.

Очевидно, что для того чтобы оценить, степень пожарной безопасностью городов, необходимы различные критерии.

Вышеизложенное обуславливает актуальность и значимость проводимого исследования, сконцентрированных на разработке и научном обосновании критериев, определяющих интегральные пожарные риски для оценки безопасности городов с использованием индексов.

Системе обеспечения пожарной безопасности применение индексов для оценки и планирования своей деятельности дает следующие преимущества [2]:

- 1) индексами можно определить параметры верхних и нижних границ интегральных рисков, в пределах которых города будут устойчиво функционировать и развиваться;
- 2) индексы позволят установить соответствующие уровни приемлемого риска и ответственность за достижение определенных целевых показателей территориальными подразделениями уполномоченного органа в области пожарной безопасности и местными исполнительными органами;
- 3) индексы позволят заблаговременно сигнализировать о приближении критического состояния в соответствующем городе, и задействовать экстренные меры для минимизации последствий риска;
- 4) индексы можно использовать при проведении качественного анализа интегральных пожарных рисков.

Основным преимуществом индексного метода является то, что внутри установленных границ создастся «информационное пространство», необходимое и достаточное для выявления возможных интегральных рисков.

Индексный метод позволяет провести первичную оценку интегральных рисков и сравнить их между городами [3].

Таким образом, уполномоченный орган в области пожарной безопасности получит возможность выявить критические интегральные риски и определить соответствующие управленческие решения, направленные на их минимизацию.

Алгоритм определения индекса представлен на рисунке 5.1.

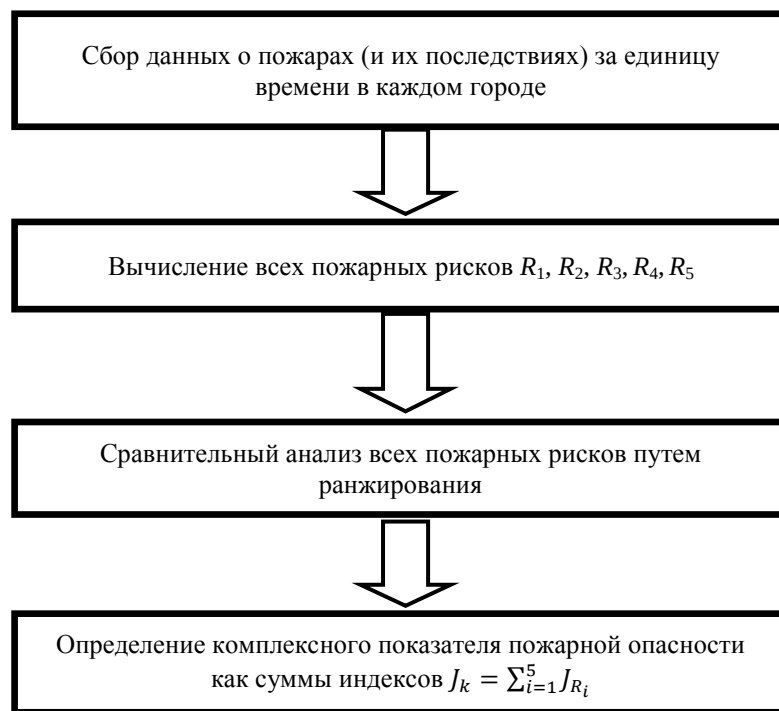


Рисунок 5.1 - Блок-схема алгоритма определения комплексного показателя пожарной опасности города

Согласно рисунку 5.1, определение индекса проведем по следующему алгоритму:

1. Проводится сбор данных о произошедших пожарах и их последствиях за единицу времени;
2. Вычисляются основные пожарные риски [4]:
 - риск R_1 – количество пожаров, приходящихся в год на одного человека,
 - риск R_2 – количество погибших при пожарах,
 - риск R_3 – количество людей, погибающих от пожаров за год, в расчете на одного человека,
 - риск R_4 – количество пострадавших от пожаров,
 - риск R_5 – количество людей, пострадавших от пожаров за год, в расчете на одного человека.
3. Проводится сравнительный анализ пожарных рисков путем ранжирования и присвоения соответствующего индекса J_{R_i} ;

Индекс присваивается по следующему принципу: чем выше показатель риска, тем выше индекс.

4. Комплексная оценка пожарной опасности проводится путем суммирования полученных итоговых индексов $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$. Таким образом, определяется комплексный показатель пожарного риска города.

В завершении делается вывод о пожарной обстановке в городах и проводится анализ с целью разработки мер по ее улучшению (то есть по управлению пожарными рисками) [5].

Согласно приведенной методике проведем оценку комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан.

5.1 Оценка пожарной опасности городов Республики Казахстан на основе индексного метода

Для оценки комплексного показателя пожарной опасности J_k индексным методом, представим пожарную обстановку в городах Республики Казахстан с численностью населения от 100 тыс. и более в виде таблицы 5.1 [6].

Из таблицы 5.1 видно, что в 2016 году в городах республики проживало 10,09 млн. человек или 63 % населения страны. В этом же году в городах произошло более 32 тыс. пожаров и случаев горения, при которых погибло 248 и травмировано 447 человек.

На следующем этапе детального анализа пожарной безопасности, проведем исследования пожарной опасности городов республики с помощью теории пожарных рисков [7] (таблица 5.1).

Для этого используем статистические данные о численности населения, данные по пожарной обстановке в городах, представленные в таблице 5.1.

Оценка интегральных пожарных рисков в городах Казахстана показала, что на 1 тыс. жителей городов в среднем в год приходилось 3,2 пожара, на каждые 100 пожаров приходилось 0,8 погибших 1,4 травмированных (таблица 5.1).

Проведенный анализ, и оценка пожарного риска не позволили выявить наиболее пожароопасные города. Для проведения качественного анализа используем индексный метод.

Индекс группы рисков J_{R_i} , $i = \overline{1,5}$ определяется согласно ранжированию показателей риска пожарной опасности города. Ранжирование проводится по каждому показателю риска R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 для

исследуемых городов. Чем выше показатель риска в городе, тем выше индекс.

Таблица 5.1 - Обстановка с пожарами и их последствиями в городах Республики Казахстан в 2016 г.

№ п/п	Наименование	Население чел.	Число пожаров	Число жертв пожаров		Пожарный риск				
				Гибель	Травм.	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
I. С численностью населения от 100 тыс. и более										
1	Астана	814401	2624	17	60	3,2	0,6	2,1	2,3	7,4
2	Алматы	1700000	3217	21	69	1,9	0,6	1,2	2,1	4,1
3	Шымкент	886483	1965	8	14	2,2	0,4	0,9	0,7	1,6
4	Караганда	484510	2475	19	48	5,1	0,8	3,9	1,9	9,9
5	Актобе	387945	1032	6	31	2,7	0,6	1,5	3,0	7,9
6	Тараз	350300	738	11	15	2,1	1,5	3,1	2,0	4,3
7	Усть-Каменогорск	325803	1349	7	11	4,1	0,5	2,1	0,8	3,4
8	Семей	316667	917	6	24	2,9	0,6	1,9	2,6	7,6
9	Павлодар	300233	1712	10	13	5,7	0,6	3,3	0,8	4,3
10	Уральск	283629	1157	7	13	4,1	0,6	2,5	1,1	4,6
11	Атырау	265900	885	4	6	3,3	0,4	1,5	0,7	2,2
12	Кызылорда	264604	741	7	4	2,8	0,9	2,6	0,5	1,5
13	Туркестан	249414	272	2	1	1,1	0,3	0,8	0,4	0,4
14	Костанай	225807	1182	7	2	5,2	0,6	3,1	0,2	0,9
15	Петропавловск	208362	704	17	16	3,4	2,4	8,2	2,3	7,7
16	Актау	184175	648	1	2	3,5	0,1	0,5	0,3	1,1
17	Темиртау	182551	1097	7	11	6,0	0,6	3,8	1,0	6
18	Талдыкорган	162400	400	7	16	2,5	1,7	4,3	4,0	9,8
19	Кокшетау	154036	433	6	1	2,8	1,4	3,9	0,2	0,6
20	Экибастуз	149000	480	10	4	3,2	2,1	6,7	0,8	2,7
21	Жанаозен	130652	128	0	0	0,9	0	0	0	0
22	Рудный	123736	837	9	5	6,8	1,1	7,3	0,6	4,0
	Всего по РК	10098748	32358	248	447	3,2	0,8	2,36	1,4	4,6

В соответствии с данными таблицы 5.1 путем ранжирования определены индексы рисков $J_{R_1}, J_{R_2}, J_{R_3}, J_{R_4}, J_{R_5}$ для исследуемых городов (таблица 5.2).

Полученные индексы суммируются $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$ и получаем комплексный показатель пожарной опасности (таблица 5.2, рисунок 5.2-5.4).

Согласно полученным значениям комплексного показателя пожарной опасности J_k , рассчитываются средние значения для каждой группы городов

$$J_{k_{\text{ср}}} = \frac{\sum J_i}{N_j}.$$

По полученным средним значениям проводится сравнительный анализ (рисунок 5.2).

Таблица 5.2 - Индексы рисков городов Республики Казахстан

№ п/п	Наименование	Индекс риска					
		J_{R_1}	J_{R_2}	J_{R_3}	J_{R_4}	J_{R_5}	J_k
I. С численностью населения от 100 тыс. и более							
1	Астана	10	6	7	13	13	49
2	Алматы	3	6	4	12	11	36
3	Шымкент	5	4	3	6	6	24
4	Караганда	15	7	13	10	18	63
5	Актобе	7	6	5	15	16	49
6	Тараз	4	11	10	11	10	46
7	Усть-Каменогорск	14	5	7	7	9	42
8	Семей	9	6	6	14	14	49
9	Павлодар	17	6	11	7	10	51
10	Уральск	14	6	8	9	11	48
11	Атырау	11	3	5	6	7	32
12	Кызылорда	8	8	9	4	5	34
13	Туркестан	2	2	2	3	1	10
14	Костанай	16	6	10	1	3	36
15	Петропавловск	12	15	17	13	15	72
16	Актау	13	1	1	2	4	21
17	Темиртау	18	6	12	8	12	56
18	Талдыкорган	6	12	14	16	17	65
19	Кокшетау	8	10	13	1	2	34
20	Экибастуз	10	14	15	7	8	54
21	Жанаозен	1	0	0	0	0	1
22	Рудный	19	9	16	5	10	59

Из рисунка 5.2 видно, что в городах относящиеся к I группе значения комплексного показателя пожарной опасности колеблется $1 \rightarrow 72$.

Среднее значение комплексного показателя пожарной опасности равно $J_{k_{cp}} = 42,3$. По полученному значению $J_{k_{cp}}$ проведем сравнительный анализ.

Видно, что в 12 городах комплексный показатель пожарной опасности больше среднего значения $J_k > J_{k_{cp}}$.

На основании чего можно сделать вывод, что обстановка с пожарами в данных городах была значительно хуже.

Наибольший комплексный показатель пожарной опасности зафиксирован в городе Петропавловск Северо-Казахстанской области ($J_k = 72$).

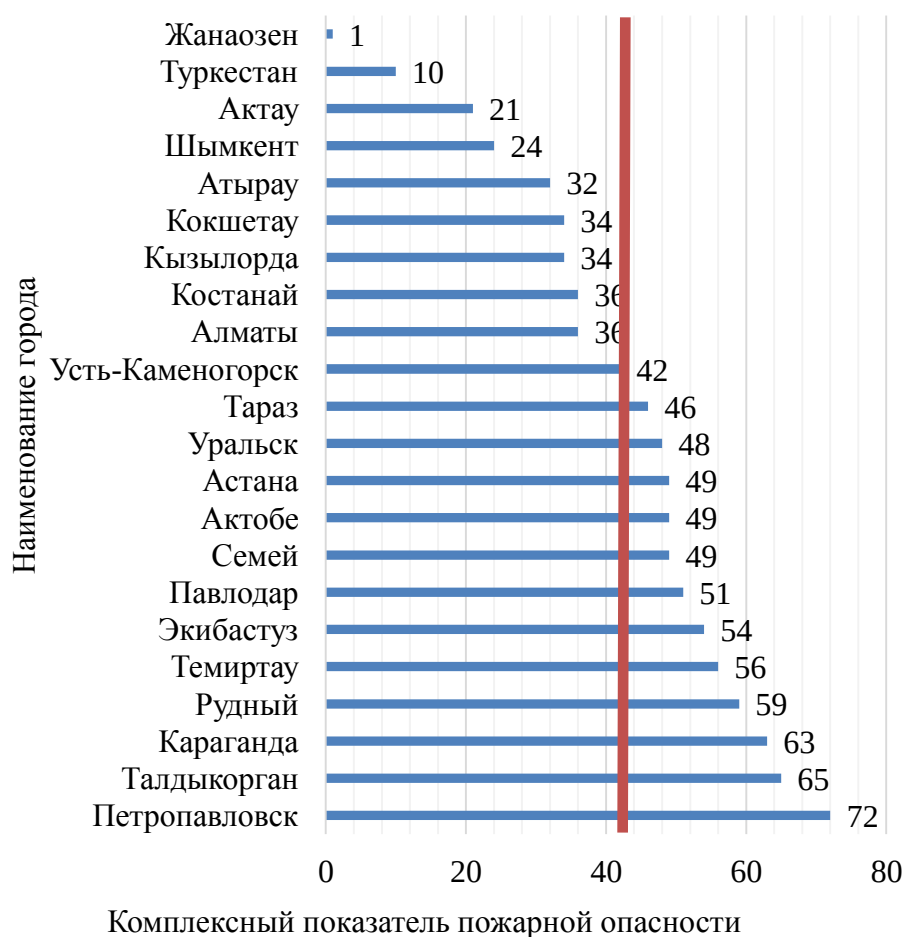


Рисунок 5.2 – Комплексный показатель пожарной опасности городов с численностью населения от 100 тыс. и более

Кроме этого, из числа наиболее опасных городов Республики Казахстан по комплексному показателю пожарной опасности целесообразно выделить:

- Талдыкорган (Алматинская область);
- Караганда (Карагандинская область);
- Рудный (Костанайская область);
- Темиртау (Карагандинская область);
- Экибастуз (Павлодарская область);
- Павлодар (Павлодарская область);
- Семей (Восточно-Казахстанская область);
- Актобе (Актюбинская область);
- Астана (столица республики);
- Уральск (Западно-Казахстанская область);
- Тараз (Жамбылская область).

Комплексный показатель пожарной опасности позволил установить, что наиболее благополучная обстановка по всем исследуемым пожарным рискам зарегистрирована в следующих городах (рисунок 2):

- Жанаозен (большой город, Мангистауская область);
- Туркестан (большой город, Южно-Казахстанская область);
- Актау (большой город, Мангистауская область);
- Шымкент (крупный город, Южно-Казахстанская область);
- Атырау (большой город, Атырауская область);
- Кокшетау (большой город, Акмолинская область);
- Кызылорда (большой город, Кызылординская область);
- Костанай (большой город, Костанайская область);
- Усть-Каменогорск (крупный город, Восточно-Казахстанская область);
- Алматы (крупнейший город республиканского значения).

По результатам проведенной оценки комплексного показателя пожарной опасности установлено, что наиболее высоки риски пожаров и их последствий в городах Карагандинской, Павлодарской, Северо-, Западно- и Восточно-Казахстанской, Алматинской, Актюбинской, Жамбылской и Костанайской областях, а также в столице республике городе Астана.

Среди регионов Республики Казахстан, входящих в состав указанных областей, по повышенным рискам пожаров выделяются следующие города:

По Карагандинской области:

- Караганда (крупный город, $J_k = 63$);
- Темиртау (большой город, $J_k = 56$);

По Павлодарской области:

- Экибастуз (большой город, $J_k = 54$);
- Павлодар (крупный город, $J_k = 51$);

По Костанайской области:

- Рудный (большой город, $J_k = 59$);

По Северо-Казахстанской области:

- Петропавловск (большой город, $J_k = 72$);

По Алматинской области:

- Талдыкорган (крупный город, $J_k = 65$).

По Восточно-Казахстанской области:

- Семей (крупный город, $J_k = 49$);

По Актюбинской области:

- Актобе (крупный город, $J_k = 49$);

По Западно-Казахстанской области:

- Уральск (крупный город, $J_k = 48$);

По Жамбылской области:

- Тараз (крупный город, $J_k = 46$);

По столице республики:

- Астана (крупнейший город, $J_k = 49$).

Из 12 городов с наиболее высоким комплексным показателем пожарной опасности, 6 являются крупными, 5 большими и 1 крупнейшим.

В таблице 5.3 представлена сводная информация по городам и регионам республики, в которых комплексный показатель пожарной опасности выше среднего значения $J_k > J_{k\text{ср}}$.

Таблица 5.3 - Сводная информация по городам и регионам республики

№ п/п	Наименование	Всего городов	Группа города		
			I	II	III
1	Акмолинская область	10	-	Атбасар	Акколь
2			-	Степногорск	Есиль
3			-	Щучинск	Макинск
4			-	-	Ерейментау
5			-	-	Державинск
6	Актюбиснская область	8	Актобе	Хромтау	-
7	Алматинская область	10	Талдыкорган	Уштобе	-
8			-	Капчагай	-
9			-	Есик	-
10	Восточно- Казахстанская область	10	Семей	Риддер	Шемонаиха
11			-	Зыряновск	Курчатов
12			-	-	Зайсан
13			-	-	Шар
14	Жамбылская область	4	Тараз	Каратау	-
15			-	Шу	-
16	Западно- Казахстанская область	2	Уральск	-	-
17	Карагандинская область	11	Караганда	Шахтинск	Приозерск
18			Темиртау	Сарань	Каркаралинск
19			-	Сатпаев	-
20			-	Жезказган	-
21			-	Балхаш	-
22	Костанайская область	4	Рудный	Аркалык	-
23			-	Житикара	-
24	Павлодарская область	3	Экибастуз	Аксу	-
25			Павлодар	-	-
26	Северо- Казахстанская область	5	Петропавловск	-	Мамлютка
27			-	-	Тайынша

28	Южно-Казахстанская область	8	-	Жетысай	-
29	Столица республики	1	Астана	-	-

Из таблицы 5.3 видно, что из 85 исследуемых городов в 45 комплексный показатель пожарной опасности превышает средние республиканские значения. Наибольшее количество данных городов приходится на Карагандинскую (9), Акмолинскую (8), Восточно-Казахстанскую (7), Алматинскую (4) область и т.д.

Местным исполнительным и уполномоченным органам в области пожарной безопасности, в целях обеспечения определенного уровня пожарной безопасности необходимо разрабатывать и реализовывать соответствующие управленческие решения по минимизации пожарного риска в городах.

5.2 Анализ пожарных рисков в городах мира

В соответствии с вышеприведенной методикой проведем анализ пожарных рисков некоторых городов мира [2].

Для этого обстановку с пожарами в 15 городах мира представим в виде таблицы 5.4.

Таблица 5.4 - Основные пожарные риски в городах мира

№	Наименование города	Пожарные риски				
		$R_1 \cdot 10^3$	$R_2 \cdot 10^2$	$R_3 \cdot 10^5$	$R_4 \cdot 10^2$	$R_5 \cdot 10^5$
1	Токио	0,4	2,3	0,9	16,3	6,3
2	Москва	0,6	2,9	1,8	6,5	4,1
3	Гонконг	0,9	0,2	0,2	4,4	4,2
4	Париж	2,2	0,3	0,6	10,1	22,2
5	Минск	2,1	1	2,1	1,8	3,8
6	Бухарест	1	0,7	0,7	3	3
7	Будапешт	2,1	0,5	1	6,1	12,6
8	Алматы	0,7	1,9	1,3	4	10,3
9	Прага	1,9	0,3	0,5	5,8	10,8
10	Загреб	2	0,3	0,5	1,9	3,7
11	Астана	1,3	2,4	3,1	7,4	7,4
12	Рига	4	0,5	1,9	5,1	20,5
13	Хельсинки	1,5	0,8	1,2	5,3	8,1

Продолжение таблицы 5.4

14	Таллинн	3,5	0,5	1,8	2	7,1
15	Любляна	2,6	0,3	0,7	3,6	9,2
	Итого	1,4	0,6	0,9	3,7	5,3

Из таблицы 5.4 видно, что в исследуемых городах на 1 тыс. жителей приходится около 1,4 пожаров, при 100 пожарах ежегодно погибает 0,6 и получает увечья 3,7 человек, на 100 тыс. человек приходится 1 погибший и порядка 5,3 травмированных.

Наибольшее число пожаров на 1000 жителей приходится на города Рига (4), Таллинн (3,5) и Любляна (2,6). Наименьшее на города Токио (0,4) и Москва (0,6).

Для получения более детализированной информации о пожарной безопасности, рассчитаем комплексный показатель пожарной опасности городов.

В соответствии с данными таблицы 5.4 определены индексы рисков J_{R_1} , J_{R_2} , J_{R_3} , J_{R_4} , J_{R_5} для исследуемых городов (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Индексы рисков городов мира

№	Наименование города	Индекс риска					
		J_{R_1}	J_{R_2}	J_{R_3}	J_{R_4}	J_{R_5}	J_k
1	Токио	1	8	6	15	6	36
2	Москва	2	10	10	12	4	38
3	Гонконг	4	1	1	7	5	18
4	Париж	12	2	3	14	15	46
5	Минск	10	6	12	1	3	35
6	Бухарест	5	4	4	4	1	18
7	Будапешт	11	3	7	11	13	45
8	Алматы	3	7	9	6	11	36
9	Прага	8	2	2	10	12	34
10	Загреб	9	2	2	2	2	17
11	Астана	6	9	13	13	8	49
12	Рига	15	3	11	8	14	51
13	Хельсинки	7	5	8	9	9	38
14	Таллинн	14	3	10	3	7	37
15	Любляна	13	2	5	5	10	35

Просуммировав полученные индексы $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{R_i}$ получим комплексный показатель пожарной опасности (таблица 5.5, рисунок 5.5).

Средние значения для исследуемых городов $J_{k_{cp}} = 29,6$.

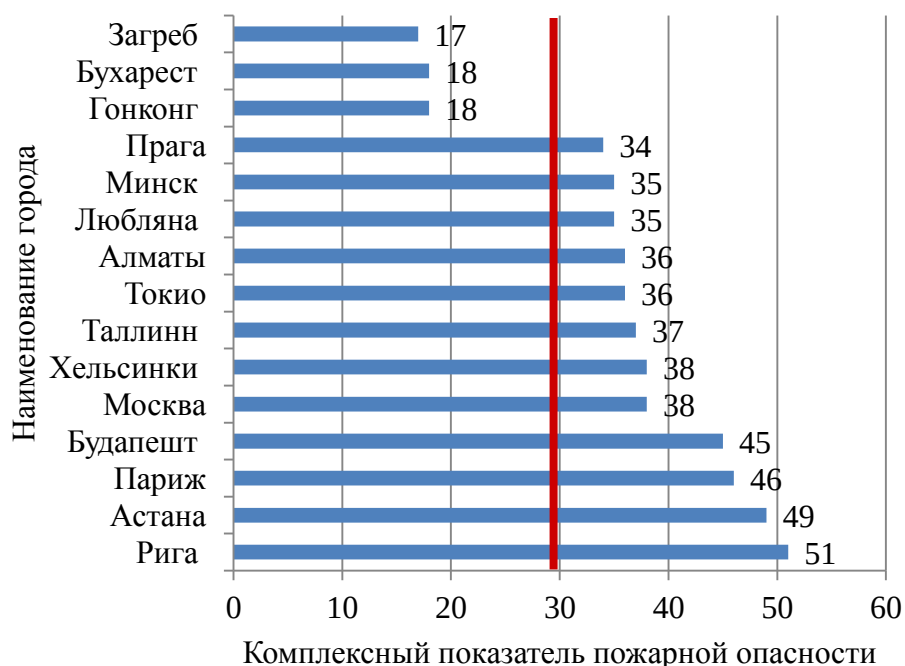


Рисунок 5.5 - Значения комплексного показателя пожарной опасности городов мира

Из таблицы 5.5 и рисунка 5.5 видно, что наихудшая пожарная обстановка сложилась в городах Рига (51), Астана (49), Париж (46), Будапешт (45), Москва (38), Хельсинки (38), Таллинн (37), Токио (36), Алматы (36), Любляна (35), Минск (35) и Прага (34). И только в 3 городах комплексный показатель пожарной опасности был ниже среднего значения в Загребе (17), Бухаресте (18) и Гонконге (18).

Краткие выводы по разделу

Анализ и оценка пожарных рисков показал, что в городах Республики Казахстан, где в 2016 году проживало 63 % населения, произошло более 32 тыс. пожаров и случаев горения, при которых погибло 248 и травмировано 447 человек. На 1 тыс. жителей городов в среднем в год приходилось 3,2 пожара, на каждые 100 пожаров пришлось 0,8 погибших и 1,4 травмированных.

Детальный анализ пожарных рисков позволил определить уровень пожарной опасности городов Республики Казахстан.

Путем ранжирования пожарных рисков R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 удалось определить индексы риска пожарной опасности города $J_{R_1}, J_{R_2}, J_{R_3}, J_{R_4}, J_{R_5}$, которые позволили установить комплексный показатель пожарной опасности городов Республики Казахстан.

По итогам применения разработанной методики был установлен объективный уровень комплексной пожарной опасности городов. Определены наиболее пожароопасные города Республики Казахстан и некоторых городов мира.

Комплексная оценка пожарного риска является одной из важнейших логичных составляющих организованного процесса управления пожарными рисками. Оценка пожарной опасности городов и населенных пунктов с применением индексного метода позволит вырабатывать соответствующие научно-обоснованные управленческие решения по минимизации пожарного риска.

Список используемой литературы

1. Сироткин В.А. Матричный подход к оценке рисков муниципального образования // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2013. № 6. – С. 33-41
2. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. № 1. – С. 61–64.
3. Кусаинов А.Б. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. – М.: Академия государственной противопожарной службы МЧС России, 2016. № 4. – С. 80-82
4. Брушлинский Н.Н., Иванов О.В., Клепко Е.А., Соколов С.В. Пожарные риски (основы теории): Монография. – М.: Академия МЧС России, 2015. – 65 с.
5. Сироткин В.А. Принцип таксономии при классификации рисков воспроизводства недвижимости // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2011. № 2. – С. 24-30
6. Брушлинский Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М. [Текст]: ВИНТИ. – 2002, вып.4
7. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Попков С.Ю., Соколов С.В. Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности субъектов Российской Федерации. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация, № 3, 2008.

6. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РИСК ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

6.1 Оценка индивидуального риска чрезвычайных ситуаций

Определение точных числовых значений допустимого уровня риска является в большей мере политической и социально-экономической проблемой. Вследствие этого, в разных странах они могут быть различными. Например, в США индивидуальный общий риск фатального исхода в год составляет $6 \cdot 10^{-4}$, а в Голландии индивидуальный риск гибели человека исчисляется 10^{-4} в год. В большинстве экономически развитых странах допустимый индивидуальный риск смерти принят, равный менее 10^{-6} в год [1].

В Национальном стандарте Республики Казахстан [2] сказано, что индивидуальный пожарный риск (риск гибели человека при пожаре) - количественная характеристика возможности гибели отдельного человека в результате воздействия опасных факторов пожара.

В условиях Национального стандарта [2] индивидуальный пожарный риск считается приемлемым, если его величина не превышает 10^{-6} .

В законодательстве Республики Казахстан отсутствует понятие индивидуальный риск чрезвычайной ситуации. На основании выше проведенного анализа понятийного аппарата в области риска ЧС, авторами предлагается следующее определение индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций: количественная характеристика смертельного исхода (потери здоровья) из-за воздействия на человека опасных факторов стихийного бедствия или техногенной аварии [3].

Риски ЧС характеризуют возможность реализации опасности в виде стихийного бедствия, аварии или катастрофы, а также содержат оценки его возможных последствий и обстоятельств, способствующих развитию ЧС. Это означает, что при их определении необходимо знать частотные характеристики возникновения ЧС, а также предполагаемые размеры его экономических, социальных и экологических последствий, обусловленных теми или иными обстоятельствами [4]. Следовательно, риски ЧС можно оценивать вероятностными, статистическими методами, но в ряде случаев могут потребоваться и иные методы.

Согласно методике статистического подхода к вычислению пожарных рисков [5], риск R_1 для человека оказаться в условиях ЧС, можно вычислить следующим образом:

$$R_1 = \frac{N}{Q} \left[\frac{\text{ЧС}}{\text{чел.ед.вр.}} \right]. \quad (6.1)$$

Риск R_2 для человека получить травму при ЧС будет равен:

$$R_2^T = \frac{Q_T}{N} \left[\frac{\text{травма}}{\text{ЧС}} \right]. \quad (6.2)$$

Соответственно, риск R_2^Γ для человека погибнуть при ЧС равен:

$$R_2^\Gamma = \frac{Q_\Gamma}{N} \left[\frac{\text{гибель}}{\text{ЧС}} \right]. \quad (6.3)$$

Таким образом, риск $R_2^{T+\Gamma}$ для человека получить травму или погибнуть при ЧС вычисляется, таким образом:

$$R_2^{T+\Gamma} = \frac{Q_T+Q_\Gamma}{N} \left[\frac{\text{травма+гибель}}{\text{ЧС}} \right]. \quad (6.4)$$

Отсюда, индивидуальный риск ЧС $R_3^{T+\Gamma}$ для человека травмироваться или погибнуть от ЧС в единицу времени будет равен:

$$R_3^{T+\Gamma} = R_1 \left[\frac{\text{ЧС}}{\text{чел.ед.вр.}} \right] \cdot R_2^{T+\Gamma} \left[\frac{\text{травма+гибель}}{\text{ЧС}} \right] = \text{ИР} \left[\frac{\text{травма+гибель}}{\text{чел.ед.вр.}} \right]. \quad (6.5)$$

Необходимо отметить, что данная формула не зависит от числа ЧС в единицу времени, что является особенностью статистического метода расчета.

Согласно приведенной методике проведем расчет интегрального индивидуального риска ЧС для Республики Казахстан.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.1 и на рисунке 6.1.

Таблица 6.1 – Значения интегрального индивидуального риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан

№ п/п	Регион	Население, тыс. чел.	Число ЧС	Число жертв ЧС			Индивид. риск ЧС, год ⁻¹
				Гибель	Травм.	Всего	
1	г. Астана	790,2	1327	131	815	946	$1,21 \cdot 10^{-3}$
2	г. Алматы	1484,2	3883	245	3404	3649	$2,45 \cdot 10^{-3}$
3	Аламадинская	1963,2	3539	743	2664	3407	$1,73 \cdot 10^{-3}$
4	Акмолинская	733,9	1630	253	924	1177	$1,59 \cdot 10^{-3}$
5	Актюбинская	800,2	1267	178	775	953	$1,19 \cdot 10^{-3}$
6	Атырауская	560,6	775	139	492	631	$1,11 \cdot 10^{-3}$
7	ВКО	1394,1	3989	405	1944	2349	$1,69 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 6.1

8	Жамбылская	1076,6	1670	361	1533	1894	$1,75 \cdot 10^{-3}$
9	ЗКО	619,8	1097	148	529	677	$1,10 \cdot 10^{-3}$
10	Карагандинская	1365,5	4146	447	1901	2348	$1,73 \cdot 10^{-3}$
11	Кызылординская	732,9	1079	156	800	956	$1,28 \cdot 10^{-3}$
12	Костанайская	880,6	2300	209	1196	1405	$1,59 \cdot 10^{-3}$
13	Мангистауская	575,9	596	113	461	574	$0,99 \cdot 10^{-3}$
14	Павлодарская	750,6	2285	199	1047	1246	$1,67 \cdot 10^{-3}$
15	СКО	578,4	1292	179	735	914	$1,58 \cdot 10^{-3}$
16	ЮКО	2703,9	4321	594	5186	5780	$2,13 \cdot 10^{-3}$
Всего		17500,0	35196	4500	24406	28906	$1,55 \cdot 10^{-3}$

Из таблицы 6.1 видим, что на каждую 1 тыс. граждан приходится 2,01 чрезвычайных ситуаций в год, при каждой чрезвычайной ситуации в среднем погибает или травмируется 1 человек, на 1 тыс. человек жертвами чрезвычайных ситуаций становится примерно полтора человека.

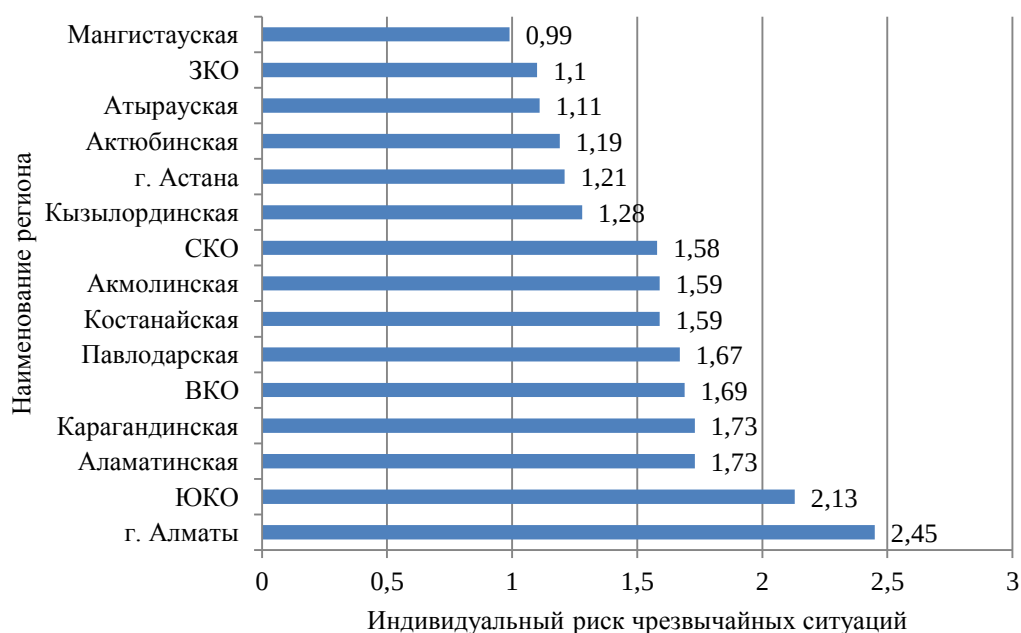


Рисунок 6.1 – Значения интегрального индивидуального риска чрезвычайных ситуаций в регионах Республики Казахстан (10^{-3})

Из рисунка 6.1 видно, что наибольший риск стать жертвой чрезвычайной ситуации в г. Алматы ($2,45 \cdot 10^{-3}$) и Южно-Казахстанской области ($2,13 \cdot 10^{-3}$), наименьший в Мангистауской области ($0,99 \cdot 10^{-3}$).

Для наглядности полученных значений, интегральный индивидуальный риск ЧС изобразим на рисунке 6.2.

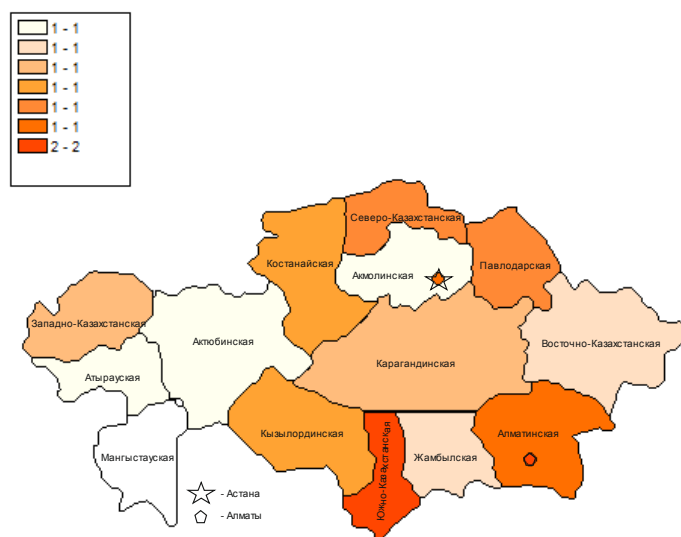


Рисунок 6.2. - Интегральный индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций в регионах Республики Казахстан (10^{-3})

Из рисунка 6.2 видно, что средняя величина интегрального индивидуального риска ЧС в Республике Казахстан составляет 10^{-4} , что значительно выше величины допустимого риска ($10^{-4} > 10^{-6}$) развитых стран [6].

В таблице 6.2 приведены показатели индивидуального риска техногенных опасностей в Республике Казахстан на 2015 год.

Таблица 6.2 – Значения индивидуального риска техногенных опасностей в Республике Казахстан

Вид ЧС	Кол-во ЧС	Кол-во погибших	Кол-во пострадав.	R_1	$R_2^{T+Г}$	ИР
Ж/д аварии	26	13	16	$1,5 \cdot 10^{-6}$	1,1	$1,65 \cdot 10^{-6}$
Авиакатастрофы и происшествия	4	8	9	$2,3 \cdot 10^{-7}$	4,25	$9,8 \cdot 10^{-7}$
Производственные аварии	115	66	157	$6,6 \cdot 10^{-6}$	1,9	$12,5 \cdot 10^{-6}$
Аварии в системах жизнеобеспечения	108	3	4	$6,2 \cdot 10^{-6}$	0,06	$3,7 \cdot 10^{-7}$
ДТП	18890	2453	26508	$1,1 \cdot 10^{-3}$	1,5	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Пожары	14452	386	963	$0,83 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-1}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$

Из таблицы 6.2 видно, что наибольший риск для населения страны представляют пожары и дорожно-транспортные происшествия.

Для сравнения оценки обстановки рассмотрим индивидуальный риск ЧС в государствах-членах ЕврАзЭС. Результаты расчета представлены в таблице 6.3 и на рисунке 6.4.

Таблица 6.3 – Значения индивидуального риска чрезвычайных ситуаций в государствах-членах ЕврАзЭС в 2014 г. [7,8,9,10]

№ п/п	Регион	Население, тыс. чел.	Число ЧС	Число жертв ЧС			Индивид. риск ЧС, год ⁻¹
				Гибель	Травм.	Всего	
1	Россия	143737,2	153264*	10809*	12709*	23518	$0,16 \cdot 10^{-3}$
2	Казахстан	17418,2	17784	1202	4256	5458	$0,32 \cdot 10^{-3}$
3	Беларусь	9468,2	6813	738	450	1188	$0,12 \cdot 10^{-3}$
4	Кыргызстан	5776,6	4538*	138*	57*	195	$0,03 \cdot 10^{-3}$
Всего		176400,2	182399	12887	17472	30359	$0,18 \cdot 10^{-3}$

* с учетом пожаров, не классифицированными как ЧС.

Из таблицы 6.3 видим, что на каждую 1 тыс. граждан ЕврАзЭС приходилось около одной чрезвычайной ситуации в год, при каждой ЧС в среднем погибал или травмировался 0,17 человек, на 1 тыс. человек жертвами ЧС становилось также 0,18 человек.

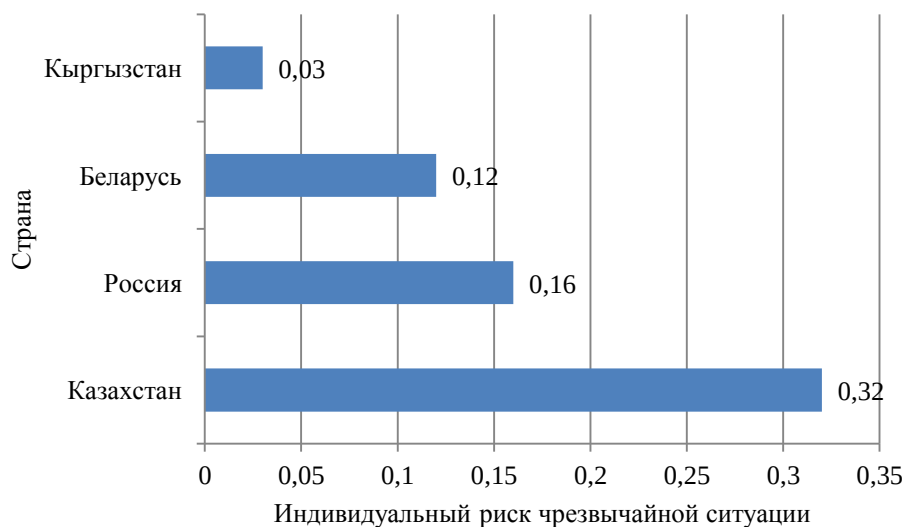


Рисунок 6.4 – Значения индивидуального риска чрезвычайных ситуаций в государствах-членах ЕврАзЭС в 2014 г. (10^{-3})

Из рисунка 6.4 видно, что наибольший риск стать жертвой ЧС в Казахстане ($0,32 \cdot 10^{-3}$), наименьший в Кыргызстане ($0,03 \cdot 10^{-3}$).

6.2. Оценка индивидуального пожарного риска в городах Республики Казахстан

Используя соотношения (6.1) – (6.5), проведем оценку индивидуального пожарного риска для 85 городов Республики Казахстан на 2014 год, результаты представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Значения индивидуального пожарного риска
в городах Республики Казахстан на 2014 год

№ п/п	Наименование	Население чел.	Число пожаров	Число жертв пожаров			Индивид. риск ЧС, год ⁻¹
				Гибель	Травм.	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Астана	814 401	807	17	60	77	$0,09 \cdot 10^{-3}$
2	Алматы	1 700 000	672	21	69	90	$0,05 \cdot 10^{-3}$
3	Шымкент	886 483	295	8	14	22	$0,02 \cdot 10^{-3}$
4	Караганда	484 510	757	19	48	67	$0,14 \cdot 10^{-3}$
5	Актобе	387 945	335	6	31	37	$0,09 \cdot 10^{-3}$
6	Тараз	350 300	305	11	15	26	$0,07 \cdot 10^{-3}$
7	Усть-Каменогорск	325 803	260	7	11	18	$0,05 \cdot 10^{-3}$
8	Сарыагаш	320 300	49	1	6	7	$0,02 \cdot 10^{-3}$
9	Семей	316 667	320	6	24	30	$0,09 \cdot 10^{-3}$
10	Павлодар	300 233	538	10	13	23	$0,07 \cdot 10^{-3}$
11	Жетысай	296 300	56	-	3	3	$0,01 \cdot 10^{-3}$
12	Уральск	283 629	315	7	13	20	$0,07 \cdot 10^{-3}$
13	Атырау	265 900	179	4	6	10	$0,03 \cdot 10^{-3}$
14	Кызылорда	264 604	236	7	4	11	$0,04 \cdot 10^{-3}$
15	Туркестан	249 414	59	2	1	3	$0,01 \cdot 10^{-3}$
16	Костанай	225 807	359	7	2	9	$0,03 \cdot 10^{-3}$
17	Петропавловск	208 362	242	17	16	33	$0,17 \cdot 10^{-3}$
18	Актау	184 175	86	1	2	3	$0,01 \cdot 10^{-3}$
19	Темиртау	182 551	268	7	11	18	$0,10 \cdot 10^{-3}$
20	Талдыкорган	162 400	103	7	16	23	$0,14 \cdot 10^{-3}$
21	Кокшетау	154 036	122	6	0	6	$0,04 \cdot 10^{-3}$
22	Экибастуз	149 000	130	10	4	14	$0,01 \cdot 10^{-3}$
23	Жанаозен	130 652	47	0	0	0	0,00
24	Рудный	123 736	124	9	5	14	$0,11 \cdot 10^{-3}$
25	Ленгер	116 000	46	1	1	2	$0,02 \cdot 10^{-3}$
26	Кентау	86 900	18	1	3	4	$0,04 \cdot 10^{-3}$
27	Жезказган	84 763	178	0	4	4	$0,04 \cdot 10^{-3}$
28	Шардара	79 300	28	0	0	0	0,00
29	Балхаш	78 002	88	1	4	5	$0,07 \cdot 10^{-3}$
30	Кульсары	73 500	36	1	0	1	$0,01 \cdot 10^{-3}$
31	Сатпаев	69 934	96	2	5	7	$0,09 \cdot 10^{-3}$
32	Арысь	67 122	25	1	0	1	$0,02 \cdot 10^{-3}$
33	Каскелен	64 451	39	0	1	1	$0,01 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 6.2

34	Капчагай	60 781	40	2	2	4	$0,07 \cdot 10^{-3}$
35	Сарань	51 413	94	1	6	7	$0,13 \cdot 10^{-3}$
36	Талгар	48 687	43	0	1	1	$0,02 \cdot 10^{-3}$
37	Риддер	48 501	85	4	2	6	$0,12 \cdot 10^{-3}$
38	Степногорск	47 019	99	3	0	3	$0,06 \cdot 10^{-3}$
39	Аксу	46 083	48	1	4	5	$0,10 \cdot 10^{-3}$
40	Щучинск	45 583	73	2	1	3	$0,06 \cdot 10^{-3}$
41	Есик	44 531	26	1	2	3	$0,06 \cdot 10^{-3}$
42	Жаркент	41 943	49	0	1	1	$0,02 \cdot 10^{-3}$
43	Аягоз	38 950	21	0	0	0	0,00
44	Зыряновск	38 726	56	3	1	4	$0,10 \cdot 10^{-3}$
45	Шахтинск	37 900	96	1	17	18	$0,48 \cdot 10^{-3}$
46	Житикара	35 108	57	2	0	2	$0,05 \cdot 10^{-3}$
47	Шу	35 000	17	3	1	4	$0,11 \cdot 10^{-3}$
48	Аксай	33 642	63	1	0	1	$0,02 \cdot 10^{-3}$
49	Кандыагаш	32 846	18	0	3	3	$0,09 \cdot 10^{-3}$
50	Аральск	31 893	19	0	0	0	0,00
51	Текели	31 000	23	1	0	1	$0,03 \cdot 10^{-3}$
52	Атбасар	29 614	47	6	2	8	$0,27 \cdot 10^{-3}$
53	Аркалык	28 583	29	2	3	5	$0,17 \cdot 10^{-3}$
54	Шалкар	27 976	17	0	1	1	$0,04 \cdot 10^{-3}$
55	Уштобе	27 942	15	1	3	4	$0,15 \cdot 10^{-3}$
56	Абай	27 890	68	1	0	1	$0,02 \cdot 10^{-3}$
57	Хромтау	25 284	16	0	2	2	$0,08 \cdot 10^{-3}$
58	Жанатас	22 300	12	1	0	1	$0,04 \cdot 10^{-3}$
59	Каратау	22 000	13	1	1	2	$0,09 \cdot 10^{-3}$
60	Алга	20 220	10	0	0	0	0,00
61	Каражал	19 172	18	0	0	0	0,00
62	Шемонаиха	18 167	26	1	0	1	$0,06 \cdot 10^{-3}$
63	Ушарал	18 082	11	0	0	0	0,00
64	Макинск	17 896	31	3	0	3	$0,15 \cdot 10^{-3}$
65	Зайсан	15 637	12	0	0	0	0,00
66	Сарканд	13 889	15	0	0	0	0,00
67	Акколь	13 672	27	4	0	4	$0,29 \cdot 10^{-3}$
68	Приозёрск	13 258	18	1	0	1	$0,07 \cdot 10^{-3}$
69	Ерейментау	12 518	33	2	0	2	$0,16 \cdot 10^{-3}$
70	Курчатов	11 998	10	0	0	0	0,00
71	Эмба	11 847	8	0	1	1	$0,08 \cdot 10^{-3}$
72	Тайынша	11 697	12	2	0	2	$0,17 \cdot 10^{-3}$
73	Есиль	10 554	23	0	0	0	0,00
74	Серебрянск	9 438	16	0	0	0	0,00
75	Шар	9 414	12	0	0	0	0,00
76	Каркаралинск	8 713	28	0	1	1	$0,09 \cdot 10^{-3}$
77	Булаево	8 694	18	0	0	0	0,00
78	Сергеевка	7 370	8	1	0	1	$0,13 \cdot 10^{-3}$
79	Мамлютка	7 320	15	0	0	0	0,00
80	Казалинск	7 712	3	0	0	0	0,00
81	Державинск	6 290	13	0	0	0	0,00

82	Форт-Шевченко	5 337	22	0	0	0	0,00
83	Степняк	4 800	25	0	0	0	0,00
84	Темир	2 577	3	0	0	0	0,00
85	Жем	2 015	2	0	0	0	0,00
	ИТОГО	10736662	8781	248	447	695	$6 \cdot 10^{-5}$

Из таблицы 6.4 видим, что на каждую 1 тыс. граждан городов Республики Казахстан приходилось 0,82 пожара в год, при каждом пожаре в среднем погибал или травмировался 0,08 человек. Риск стать жертвой пожара в городах равен $6 \cdot 10^{-5}$. Это означает, что в среднем из каждых 100 тыс. человек жертвами пожара в Республики Казахстан в 2014 году становились примерно 6 человек. Наибольший риск приходится на город Шахтинск - $0,48 \cdot 10^{-3}$ или 48 жертв пожара на 100 тыс. человек [6].

Оценка индивидуального пожарного риска позволила определить уровень пожарной опасности городов Республики Казахстан и установить наиболее безопасные места для проживания населения.

Краткие выводы по разделу

Проведенный анализ показал, что в большинстве экономически развитых странах допустимый индивидуальный риск смерти принят, равный 10^{-6} в год.

В Национальном стандарте Республики Казахстан [2] сказано, что индивидуальный пожарный риск считается приемлемым, если его величина не превышает 10^{-6} .

Однако проведенные расчеты показали, что индивидуальный пожарный риск в республике составляет более 10^{-5} , или в десятки раз выше нормативного значения.

В заключение данного исследования предлагается внести соответствующие изменения и дополнения в Закон «О гражданской защите» [11]:

- ввести следующие определения и понятия: «индивидуальный риск чрезвычайной ситуаций»;
- для постановки на перспективу реальной цели по снижению уровня пожарного риска, определить индивидуальный риск в Республике Казахстан на уровне 10^{-5} в год.

Разработка и внесение соответствующих изменений и дополнений в нормативно-правовые акты позволит модернизировать систему гражданской защиты путем поэтапного перехода от принципов предупреждения к управлению рисками чрезвычайных ситуаций, что значительно повысит уровень защищенности от стихийных бедствий, аварий и катастроф.

Список используемой литературы

1. Акимов В.А., Радаев Н.Н., Сахаров М.В. Определение относительной опасности территорий // Пробл. безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2000. № 6. С. 129-140
2. Национальный стандарт Республики Казахстан СТ РК 2881-1-2016 Безопасность пожарная Оценка пожарного риска Часть 1 Общие положения. [Электрон.ресурс]. – URL: <http://online.zakon.kz>
3. Шарипханов С.Д., Раимбеков К.Ж., Нарбаев К.А., Кусаинов А.Б. Катастрофы, чрезвычайные ситуаций и происшествия // Аналитический отчет. Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2016. № 1, С. 5-6.
4. Шахраманьян М.А., Акимов В.А., Козлов К.А. Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика. М.: ФИД «Деловой экспресс», 1998. 218 с.
5. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России: Монография / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. – М.: Академия МЧС России, 2014. – 178 с.
6. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. № 1. – С. 61–64.
7. Сайт МЧС России [Электрон.ресурс]. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>
8. Сайт МЧС Республики Беларусь [Электрон.ресурс]. – URL: <http://mchs.gov.by>
9. Сайт МЧС Кыргызской Республики [Электрон.ресурс]. – URL: <http://mes.kg>
10. Сайт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан [Электрон.ресурс]. – URL: <http://www.emercom.kz>
11. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014года № 188 [Электрон.ресурс]. – URL: <http://online.zakon.kz>

7. ПРОГНОЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

7.1 Прогноз чрезвычайных ситуаций. Статистический метод исследования

Прогнозирование ЧС – это опережающее отражение вероятности возникновения чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем [1].

Прогнозирование включает в себя ряд элементов. Один из них – информация об объекте прогнозирования, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения.

В основе всех методов, способов и методик прогнозирования лежит эвристический или математический подход.

Суть эвристического подхода состоит в использовании мнений специалистов-экспертов. Он находит применение для прогнозирования процессов, формализовать которые нельзя.

Математический подход заключается в использовании имеющихся данных о некоторых характеристиках прогнозируемого объекта, их обработке математическими методами, получении зависимости, связывающей указанные характеристики со временем, и вычислении с помощью найденной зависимости характеристик объекта в заданный момент времени [2].

Знание количества ЧС – это необходимое условие для эффективного решения задач гражданской защиты. Для решения задач стратегического и оперативного планирования, предотвращения негативных последствий ЧС необходимо наличие прогнозов ЧС в конкретных регионах.

В данном разделе применен математический подход к прогнозированию ЧС, на основании анализа риска чрезвычайных ситуаций приведенного в предыдущих главах.

Существуют различные методы прогнозирования ЧС, одним из немаловажных из них при управлении рисками ЧС является прогнозирование вероятности возникновения деструктивных событий [3].

Среднесрочный прогноз предлагается проводить на основании данных по динамике ЧС. Принимая во внимание, что количество ЧС являются большими величинами, в связи с этим будем проводить расчеты сначала с

логарифмами данных величин, т.е. в качестве модели для прогнозирования ЧС предлагается следующая формула:

$$\ln Y_n = \ln T_n + \ln S_n, \quad (7.1)$$

где Y - значение величины ЧС, T - тренд, S - изменения по годам, n - время (в нашем случае – год).

Для получения приближенного тренда предлагается проведение сглаживания временного ряда методом скользящего среднего, с периодом сглаживания равным максимальному периоду колебаний по годам. При этом сглаживание почти полностью устранил колебания по годам [4].

Формула скользящего среднего с периодом сглаживания n – лет имеет вид:

$$\tilde{T}_n = \frac{1}{n} (\ln y_1 + \ln y_2 + \dots + \ln y_n), \quad (7.2)$$

где $\tilde{T}_n$ – значение скользящего среднего в n -ом году, y_n – значение величины временного ряда в n -ом году.

В формуле (7.2) n – может принимать разные значения k , в зависимости от динамики ЧС и периода сглаживания.

После получения данного тренда (скользящего среднего за n лет) проведем его аппроксимацию различными функциями (линейная, логарифмическая, степенная, экспоненциальная функций и полиномы различной степени). Качество приближения необходимо оценивать по величине достоверности аппроксимации R^2 . Чем ближе эта величина к единице, тем лучше функция приближает тренд. Также для точности приближения тренда можно рассматривать среднее арифметическое нескольких аппроксимирующих функций [5].

Имея прогноз тренда, из (7.2) получим прогноз самого значения величины ЧС по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \ln y_n &= k \tilde{T}_n - \ln y_{n-1} - \ln y_{n-2} - \dots - \ln y_{n+1-k}, \\ y_n &= \exp (\ln y_n), \quad k < n \end{aligned} \quad (7.3)$$

Для сравнения спрогнозированных данных с реальными данными можно подсчитать абсолютные и относительные погрешности прогноза:

$$a = \tilde{y}_n - y_n, \quad d = 100\% a / \tilde{y}_n, \quad (7.4)$$

где $\tilde{y}_n$, y_n – прогнозное и фактическое значения ЧС, а и d - абсолютные и относительные погрешности.

7.2 Прогноз чрезвычайных ситуаций природного характера

На основании представленной математической модели в пункте 7.1 и имеющихся данных ЧС природного характера за период с 2002 по 2013 годы проведем прогнозирование его на 2014 – 2018 годы.

а) Лесные пожары.

Обозначим через $y_1, y_2, \dots, y_{12}$ - значения лесных пожаров за 12 лет в период с 2002 по 2013 годы [6]. Тогда $y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}, y_{17}$ будут обозначать прогнозы на 2014-2018 годы [7].

Динамика лесных пожаров с 2002 по 2013 годы имеет вид (таблица 7.1, рисунок 7.1).

Таблица 7.1 – Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан в период с 2002 по 2013 гг.

Период	№ периода	Лесные пожары (y_n)	Период	№ периода	Лесные пожары (y_n)
2002	1	559	2011	10	465
2003	2	875	2012	11	665
2004	3	1315	2013	12	274
2005	4	757	2014	13	-
2006	5	959	2015	14	-
2007	6	505	2016	15	-
2008	7	919	2017	16	-
2009	8	531	2018	17	-
2010	9	627	-	-	-

Прологарифмировав значения y_n и применяя формулу (7.2) находим значения скользящего среднего (тренда) за $k=11$ периодов (с 2002 по 2012 годы). Далее приближая данный тренд полиномиальными функциями второй и третьей степеней находим средне арифметическое между ними (рисунок 7.2).

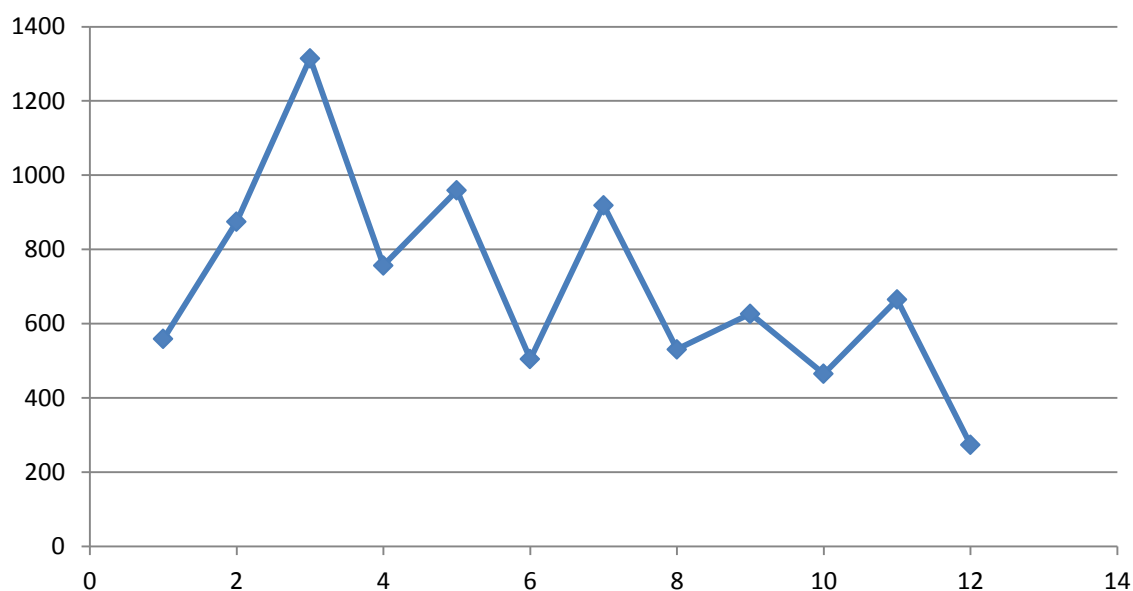


Рисунок 7.1 – Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан в период с 2010 по 2013 гг.

$$\tilde{T}(x) = (0,002x^3 - 0,061x^2 + 0,497x + 12,347)/2 \quad (7.5)$$

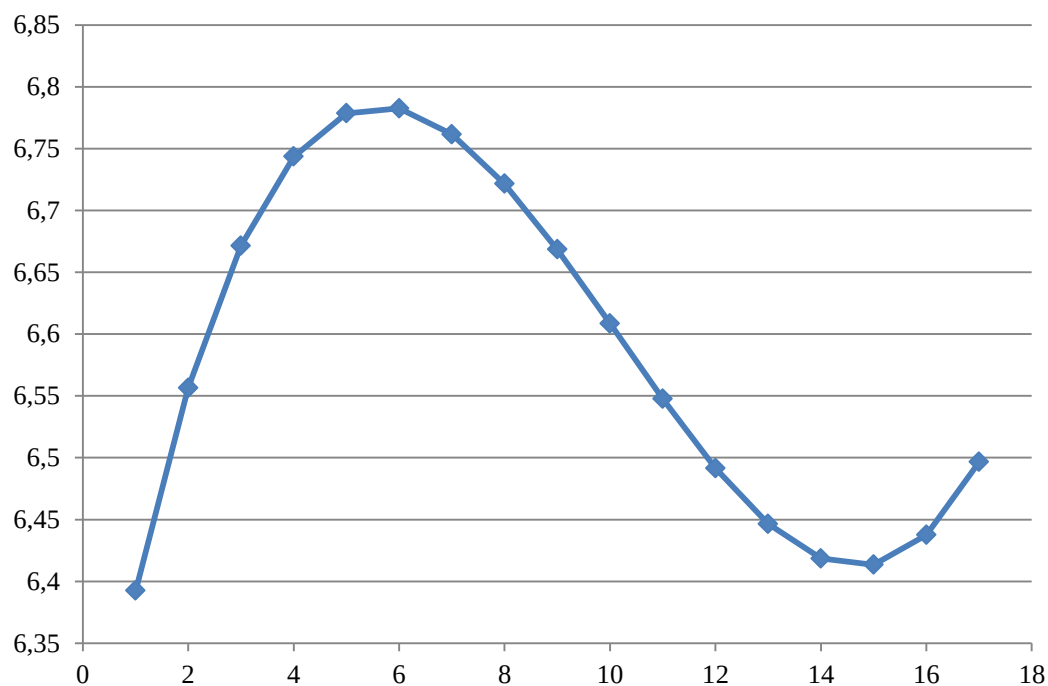


Рисунок 7.2 - Тренд $\tilde{T}_n$ и его прогноз

Имея прогноз тренда, с помощью формулы (7.3) и (7.4) находим прогноз значений величины пожаров $\tilde{y}_n$, где $n = 11, 12, \dots, 17$ на 2012-2018 годы и значения абсолютной и относительной погрешностей.

При нахождении абсолютной и относительной погрешностей для 2014-2018 годов воспользуемся формулой (7.4), а также тем, что среднее значение относительной погрешности за 2012 – 2013 годы $d_{\text{ср.}} = 12\%$ (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Прогноз лесных пожаров и значения абсолютной и относительной погрешностей

Период	№ периода	Факт (y_n)	$\tilde{T}_n$	Lny_n	Прогноз ($\tilde{y}_n$)	a	d (%)
2012	11	665	6,5475	6,33969	567	-98	17
2013	12	274	6,4915	5,550052	257	-17	7
2014	13	-	6,4465	6,216148	501	± 60	12
2015	14	-	6,4185	6,873592	966	± 116	12
2016	15	-	6,4135	6,574363	716	± 86	12
2017	16	-	6,4375	7,129891	1248	± 150	12
2018	17	-	6,4965	6,873559	966	± 116	12

На рисунке 7.3 приводятся график прогноза и эмпирических данных.



Рисунок 7.3 - Спрогнозированные и эмпирические данные

Как видим из таблицы 7.2 и рисунка 7.3 в 2012 и 2013 годах фактические и прогнозные значения лесных пожаров в среднем отличаются лишь на 12 %.

Таким образом, можно сказать, что предложенная математическая модель обеспечивает адекватность прогноза эмпирическим данным.

в) Опасные инфекционные заболевания и отравления людей.

Обозначим через $y_1, y_2, \dots, y_{12}$ - значения опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей за 12 лет в период с 2002 по 2013 годы. Тогда $y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}, y_{17}$ будут обозначать прогнозы на 2014-2018 годы.

Динамика опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей с 2002 по 2013 годы имеет вид (таблица 7.3, рисунок 7.4).

Таблица 7.3 – Динамика опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей в Республике Казахстан в период с 2002 по 2013 гг.

Период	№ периода	Опасные инфекционные заболевания и отравления людей (y_n)	Период	№ периода	Опасные инфекционные заболевания и отравления людей (y_n)
2002	1	2445	2011	10	2089
2003	2	3178	2012	11	1802
2004	3	3509	2013	12	1587
2005	4	2989	2014	13	-
2006	5	2737	2015	14	-
2007	6	2390	2016	15	-
2008	7	2690	2017	16	-
2009	8	2260	2018	17	-
2010	9	2354	-	-	-

Прологарифмировав значения y_n и применяя формулу (7.2) находим значения скользящего среднего (тренда) за $k=12$ периодов (с 2002 по 2013 годы). Далее приближая данный тренд логарифмической и полиномиальной функциями находим средне арифметическое между ними (рисунок 7.5).

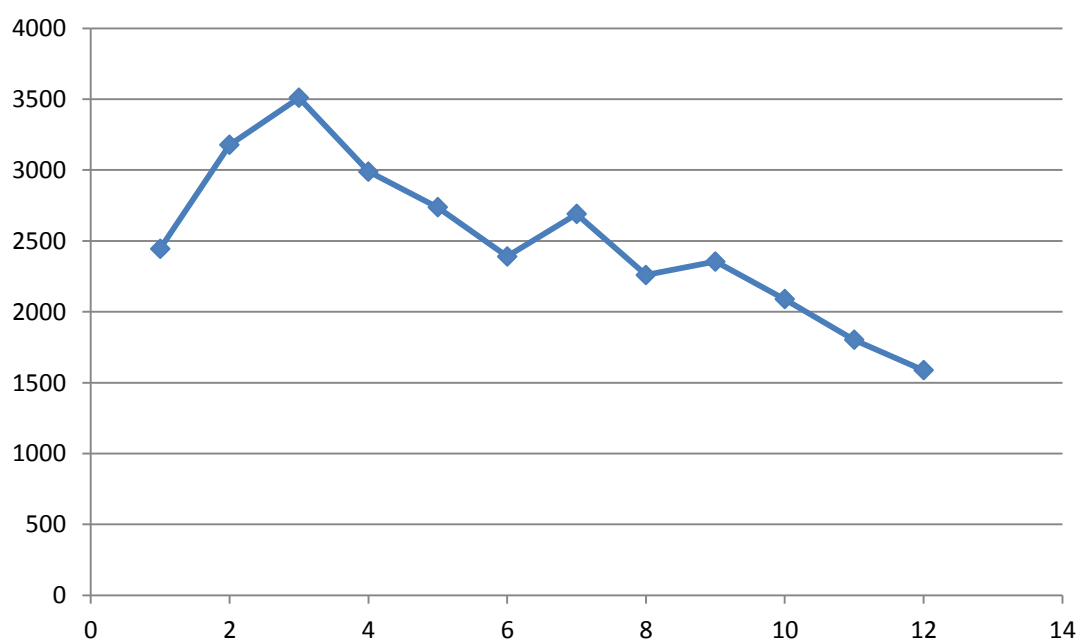


Рисунок 7.4 – Динамика опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей в Республике Казахстан в период с 2010 по 2013 гг.

$$\tilde{T}(x) = (-0,01 \ln x - 0,0053x^2 + 0,055x + 15,756)/2 \quad (7.6)$$

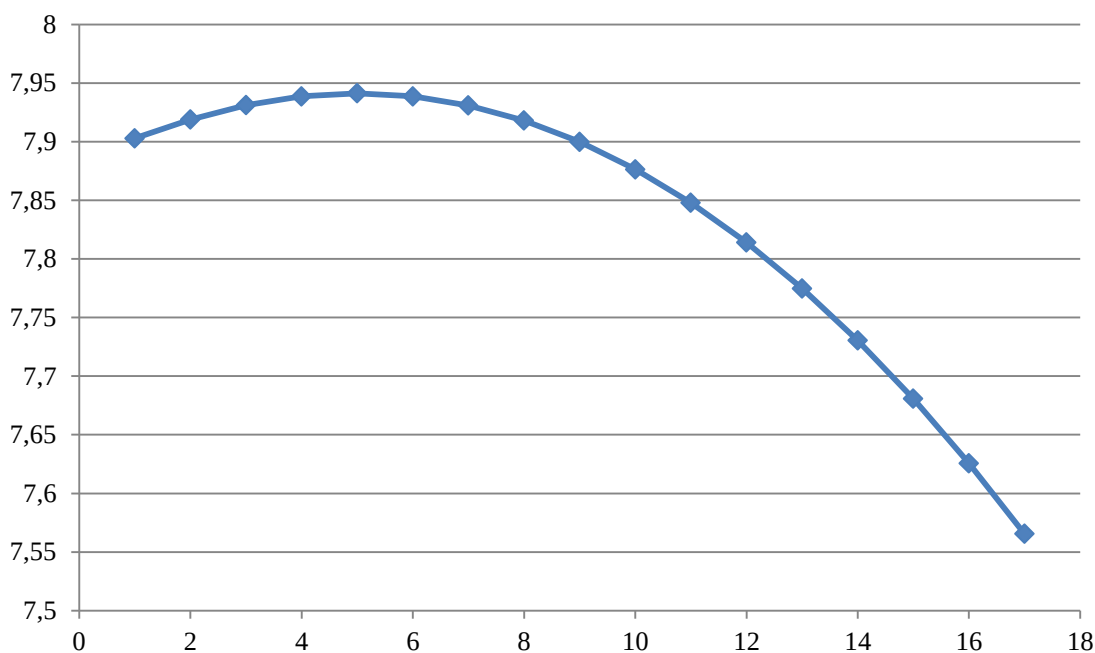


Рисунок 7.5 - Тренд $\tilde{T}_n$ и его прогноз

Имея прогноз тренда, с помощью формулы (7.3) и (7.4) находим прогноз значений величины опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей $\tilde{y}_n$, где $n = 12, 13, \dots, 17$ на 2013-2018 годы и значения абсолютной и относительной погрешностей.

При нахождении абсолютной и относительной погрешностей для 2014-2018 годов воспользуемся формулой (7.4), а также тем, что среднее значение относительной погрешности за 2002 – 2013 годы $d_{cp} = 16\%$ (таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Прогноз опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей и значения абсолютной и относительной погрешностей

Период	№ периода	Факт (y_n)	$\tilde{T}_n$	Lny_n	Прогноз ($\tilde{y}_n$)	a	d (%)
2013	12	1587	7,813975	7,51707	1839	252	14
2014	13	-	7,774825	7,479467	1771	± 283	16
2015	14	-	7,730405	7,530961	1864	± 298	16
2016	15	-	7,68071	7,566747	1932	± 309	16
2017	16	-	7,625737	7,343022	1545	± 247	16
2018	17	-	7,565484	7,19158	1328	± 212	16

На рисунке 7.6 приводятся график прогноза и эмпирических данных.

Как видим из таблицы 7.4 и рисунок 7.6 в 2013 году фактические и прогнозные значения опасных инфекционных заболеваний и отравлений людей в среднем отличаются на 14 %.

Таким образом, можно сказать, что предложенная математическая модель обеспечивает адекватность прогноза эмпирическим данным.

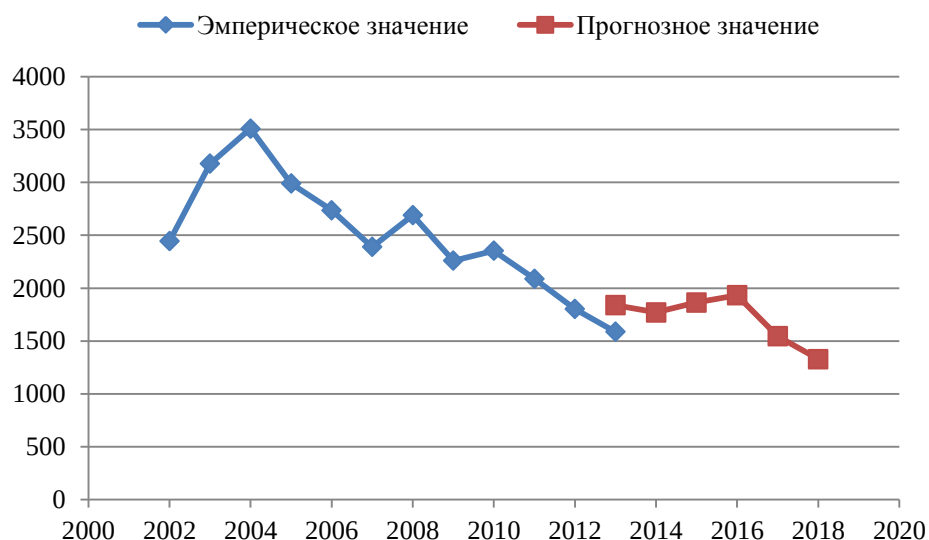


Рисунок 7.6 - Спрогнозированные и эмпирические данные

7.3 Прогноз чрезвычайных ситуаций техногенного характера

На основании представленной математической модели пункта 7.1 и имеющихся данных ЧС техногенного характера за период с 2002 по 2013 годы проведем прогнозирование его на 2014 – 2018 годы.

а) Антропогенные пожары.

Обозначим через $y_1, y_2, \dots, y_{12}$ - значения антропогенных пожаров за 12 лет в период с 2002 по 2013 годы. Тогда $y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}, y_{17}$ будут обозначать прогнозы на 2014-2018 годы.

Динамика ЧС антропогенных пожаров с 2002 по 2013 годы имеет вид (таблица 7.5, рисунок 7.7).

Таблица 7.5 – Динамика антропогенных пожаров в Республике Казахстан в период с 2002 по 2013 гг.

Период	№ периода	Техногенные пожары (y_n)	Период	№ периода	Техногенные пожары (y_n)
2002	1	12 869	2011	10	14 599
2003	2	13 476	2012	11	16 144
2004	3	16 018	2013	12	13 621
2005	4	17 016	2014	13	-
2006	5	18 401	2015	14	-
2007	6	18 064	2016	15	-
2008	7	17 702	2017	16	-
2009	8	15 900	2018	17	-
2010	9	17 839	-	-	-

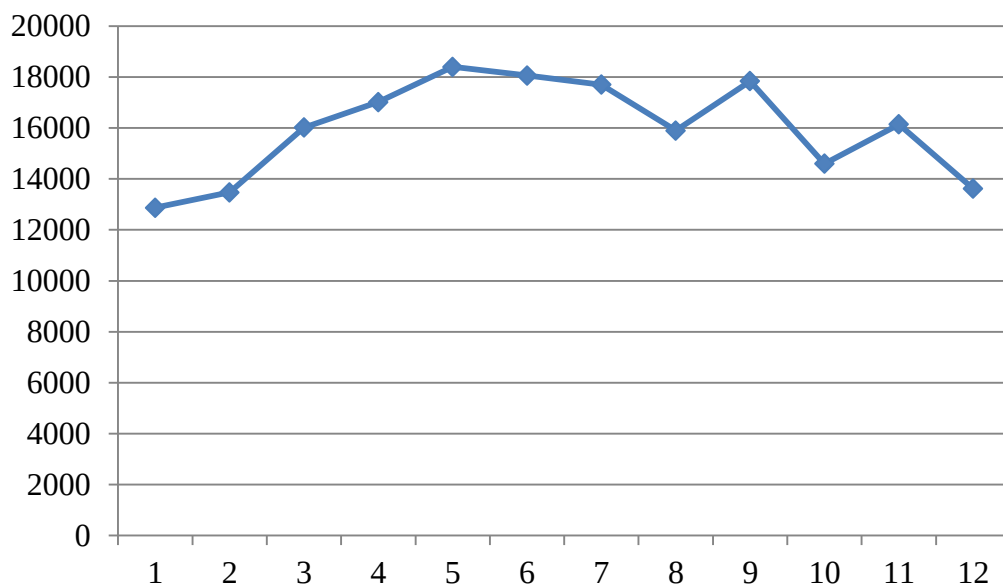


Рисунок 7.7 – Динамика пожаров в Республике Казахстан в период с 2010 по 2013 гг.

Прологарифмировав значения y_n и применяя формулу (7.2) находим значения скользящего среднего (тренда) за $k = 10$ периодов (с 2002 по 2011 годы). Далее приближая данный тренд логарифмической и параболической функциями находим средне арифметическое между ними (рисунок 7.8):

$$\tilde{T}(x) = (0,116 \ln x - 0,004x^2 + 0,072x + 18,817)/2 \quad (7.7)$$

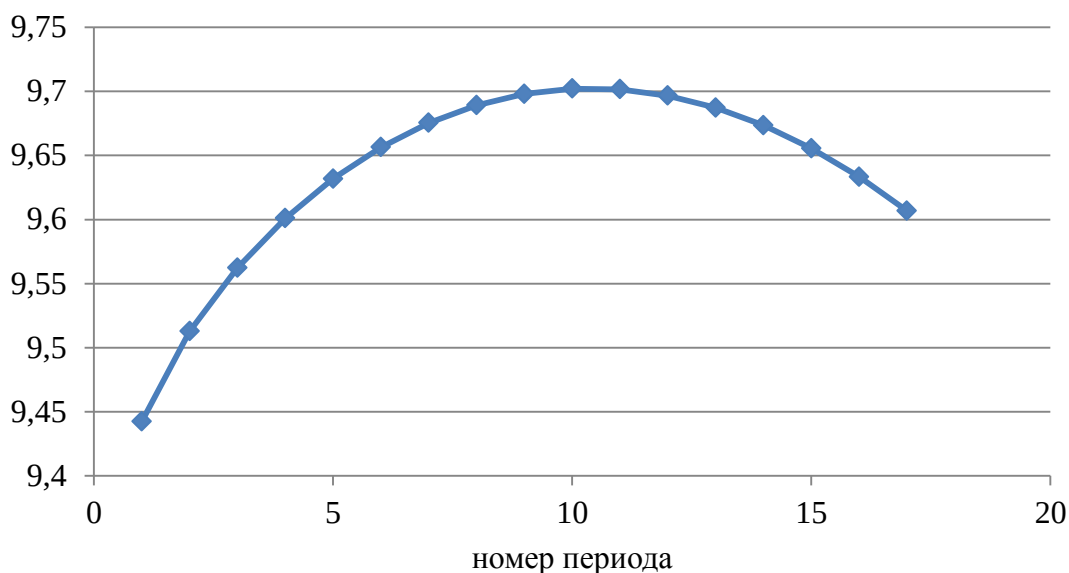


Рисунок 7.8 - Тренд $\tilde{T}_n$ и его прогноз

Имея прогноз тренда, с помощью формулы (7.3) и (7.4) находим прогноз значений величины пожаров $\tilde{y}_n$, где $n = 11, 12, \dots, 17$ на 2012-2018 годы и значения абсолютной и относительной погрешностей.

При нахождении абсолютной и относительной погрешностей для 2014-2018 годов воспользуемся формулой (7.5), а также тем, что среднее значение относительной погрешности за 2012 – 2013 годы $d_{\text{ср.}} = 6\%$ (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Прогноз пожаров и значения абсолютной и относительной погрешностей

Период	№ периода	Факт (y_n)	$\tilde{T}_n$	Lny_n	Прогноз ($\tilde{y}_n$)	a	d (%)
2012	11	16144	9,701578	9,628541	15192	- 952	6
2013	12	13621	9,696625	9,459132	12825	-796	6
2014	13	-	9,687267	9,587893	14587	± 875	6
2015	14	-	9,673565	9,604892	14837	± 890	6
2016	15	-	9,655567	9,640176	15370	± 922	6
2017	16	-	9,63331	9,579109	14459	± 867	6
2018	17	-	9,606826	9,516595	13583	± 815	6

На рисунке 7.9 приводятся график прогноза и эмпирических данных.



Рисунок 7.9 - Спрогнозированные и эмпирические данные

Как видим из таблицы 7.6 и рисунка 7.9 в 2012 и 2013 годах фактические, и прогнозные значения пожаров отличаются лишь на 6 %. Кроме этого на сегодняшний день известны данные о пожарах за 2014 и 2015 годы: 14477 и 14452 соответственно. Как видим из таблицы 3.6, прогноз в эти годы составляет 14587 и 14837, т.е. расхождение с фактическими данными менее 3%.

Таким образом, можно сказать, что предложенная математическая модель обеспечивает адекватность прогноза эмпирическим данным.

Б) Дорожно-транспортные происшествия.

Обозначим через $y_1, y_2, \dots, y_{12}$ - значения ДТП за 12 лет в период с 2002 по 2013 годы. Тогда $y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}, y_{17}$ будут обозначать прогнозы на 2014-2018 годы [8].

Динамика ДТП с 2002 по 2013 годы имеет вид (таблица 7.7, рисунок 7.10).

Таблица 7.7 – Динамика дорожно-транспортных происшествий в Республике Казахстан в период с 2002 по 2013 гг.

Период	№ периода	ДТП (y_n)	Период	№ периода	ДТП (y_n)
2002	1	12 966	2011	10	12 019
2003	2	14 013	2012	11	14 168
2004	3	14 275	2013	12	23 359
2005	4	14 517	2014	13	-
2006	5	16 038	2015	14	-
2007	6	15 942	2016	15	-
2008	7	13 739	2017	16	-
2009	8	12 534	2018	17	-
2010	9	12 008	-	-	-

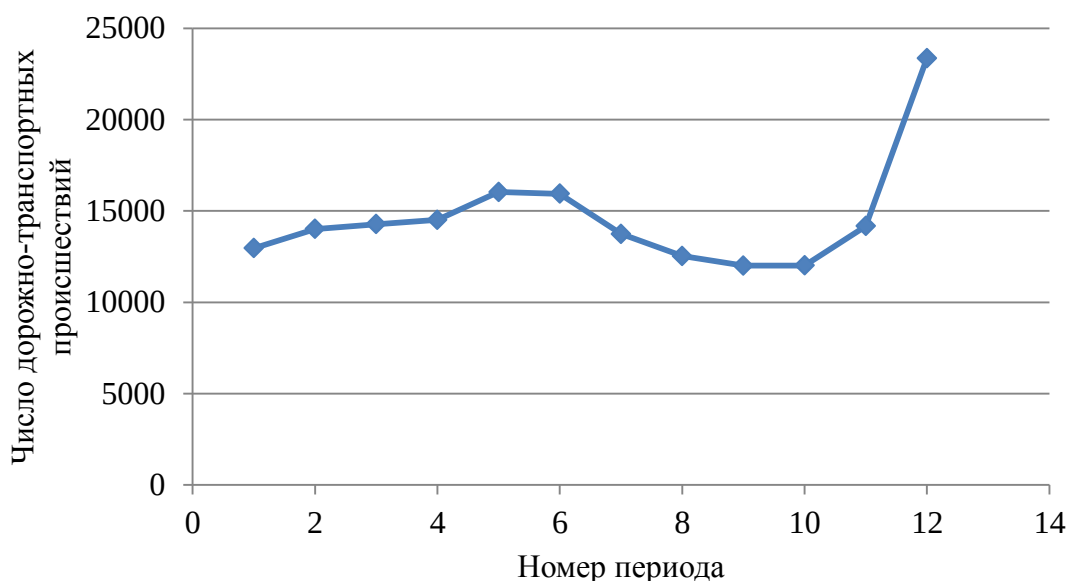


Рисунок 7.10 – Динамика дорожно-транспортных происшествий в Республике Казахстан в период с 2010 по 2013 гг.

Прологарифмировав значения y_n и применяя формулу (7.2) находим значения скользящего среднего (тренда) за $k=10$ периодов (с 2002 по 2011 годы). Далее приближая данный тренд полиномами второй и третьей степенями находим средне арифметическое между ними (рисунок 7.11).

$$\tilde{T}(x) = (0,00045x^3 - 0,012x^2 + 0,107x + 18,848)/2 \quad (7.8)$$

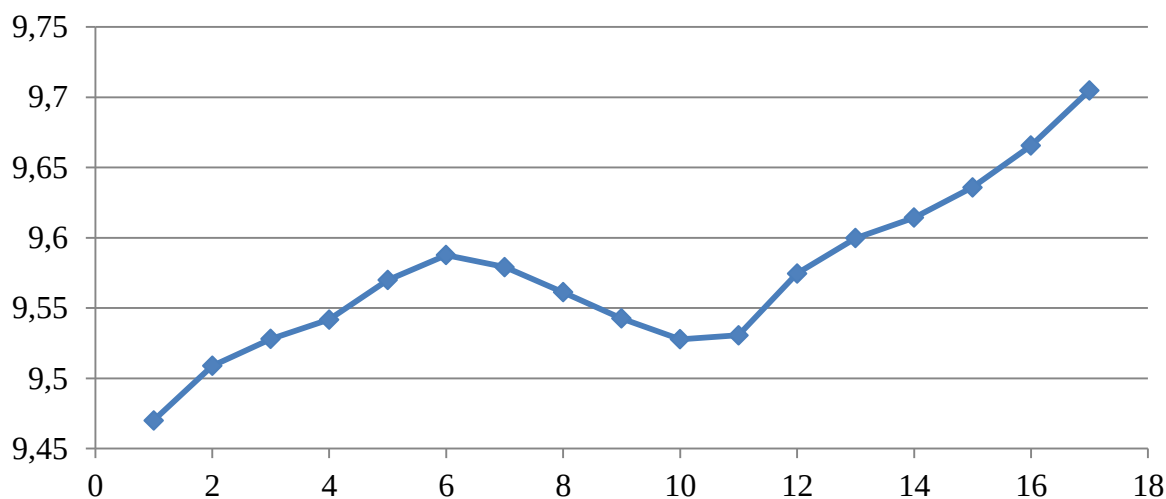


Рисунок 7.11 - Тренд $\tilde{T}_n$ и прогноз

Имея прогноз тренда, с помощью формулы (7.3) и (7.4) находим прогноз значений величины ДТП $\tilde{y}_n$, где $n = 11, 12, \dots, 17$ на 2012-2018 годы и значения абсолютной и относительной погрешностей (таблица 3.8).

Таблица 7.8 – Прогноз дорожно-транспортных происшествий, значения абсолютной и относительной погрешностей

Период	№ периода	Факт (y_n)	$\tilde{T}_n$	Lny_n	Прогноз ($\tilde{y}_n$)	a	d (%)
2014	13	-	9,599825	9,772145	17538,34	± 2104	12
2015	14	-	9,6144	9,722641	16691,26	± 2003	12
2016	15	-	9,635875	9,823965	18471,14	± 2216	12
2017	16	-	9,6656	9,939775	20739,08	± 2488	12
2018	17	-	9,704925	10,15462	25709,51	± 3085	12

При нахождении абсолютной и относительной погрешностей для 2014-2018 годов воспользуемся формулой (7.4), а также тем, что среднее значение относительной погрешности за 2012 – 2013 годы $d_{\text{ср.}} = 12\%$.

На рисунке 7.12 приводятся график прогноза и эмпирических данных.

Как видим из таблицы 7.8 и рисунка 7.12 в 2012 и 2013 годах фактические, и прогнозные значения ДТП отличаются лишь на 13 %. Кроме этого на сегодняшний день известны данные о ДТП за 2014 и 2015 годы: 20378 и 18890 соответственно. Как видно из таблицы 7.9 прогноз в эти годы составляет 17538 и 16691, т.е. расхождение с фактическими данными менее 14%.

Таким образом, можно сказать, что предложенная математическая модель обеспечивает адекватность прогноза эмпирическим данным.

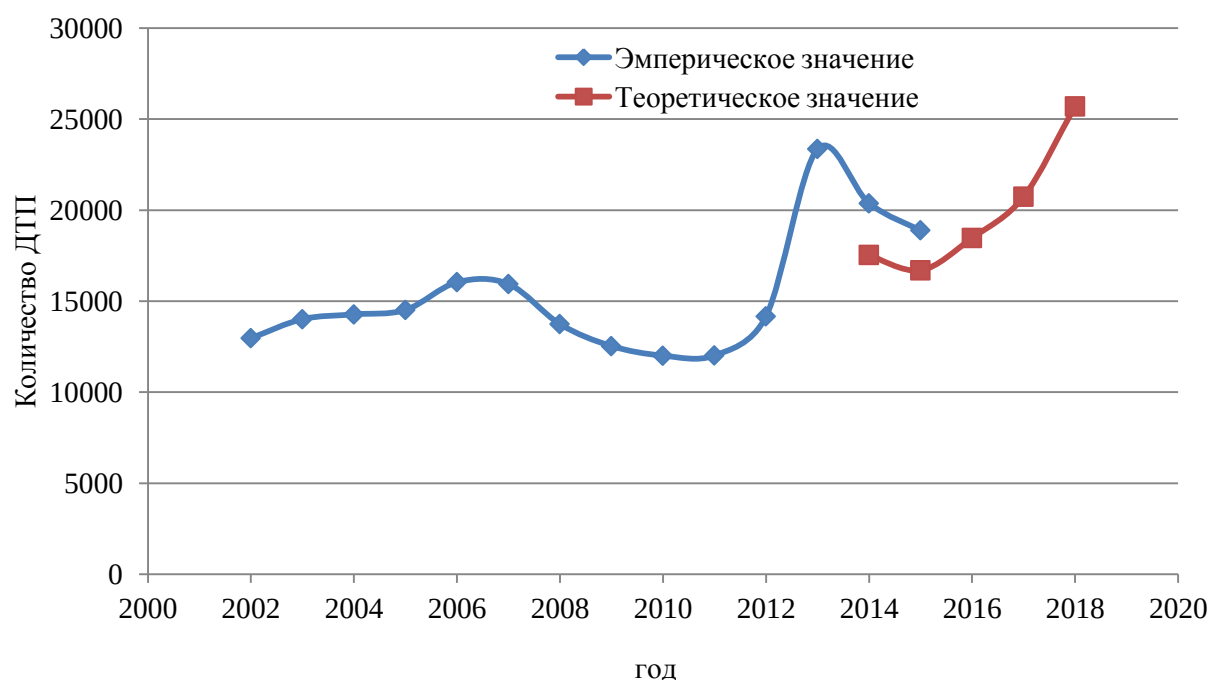


Рисунок 7.12 - Спрогнозированные и эмпирические данные

Аналогично данному методу проведем прогнозирование для других видов чрезвычайных ситуаций (таблица 7.9).

Таблица 7.9 - Прогноз ЧС в Республике Казахстан на 2014-2018 годы

№	Виды ЧС	Аппроксимирующий тренд ($\tilde{T}_n$)	Прогнозы ($\tilde{y}_n$)					Отн. погрешность (%)
			2014	2015	2016	2017	2018	
1	Техногенные пожары	$\tilde{T}_n(x) = (0,116\text{Ln}(x) - 0,004x^2 + 0,072x + 18,817)/2$	14587	14837	15370	14459	13583	6
2	Дорожно-транспортные происшествия	$\tilde{T}_n(x) = (0,00045x^3 - 0,012x^2 + 0,107x + 18,848)/2$	17538	16691	18471	20739	25709	12
3	Опасные инфекционные заболевания и отравления людей	$\tilde{T}_n(x) = (-0,01\text{Ln}(x) - 0,0053x^2 + 0,055x + 15,756)/2$	1771	1864	1932	1545	1328	16
4	Лесные пожары	$\tilde{T}_n(x) = (0,002x^3 - 0,061x^2 + 0,497x + 12,347)/2$	501	966	716	1248	966	17
5	Происшествия на водах	$\tilde{T}_n(x) = (-0,17\text{Ln}(x) + 0,006x^2 - 0,128x + 13,609)/2$	402	908	663	463	521	14

6	Производственные аварии	$\tilde{T}_n(x) = (0,16\ln(x) - 0,003x^3 + 0,073x^2 + 9,815)/2$	170	151	185	174	208	5
7	Землетрясение свыше 3-х баллов	$\tilde{T}_n(x) = (2,332\ln(x) + 0,047x^2 - 0,073x + 18,128)/2$	6	25	15	20	22	16

Из таблицы 7.9 видно, что прогнозируется процесс увеличения числа дорожно-транспортных происшествий и производственных аварий.

7.4 Прогноз количества антропогенных пожаров в регионах Республики Казахстан

Прогнозирование количества пожаров является актуальной задачей для своевременного принятия необходимых управленческих решений по минимизации риска их возникновения и обеспечения пожарной безопасности. Проведем статистический анализ рассматриваемых показателей и построим математические модели, позволяющие определить среднесрочные прогнозные показатели по пожарам в регионах Республики Казахстан [2].

Анализ построенных моделей показывает, что для большинства регионов хорошо подходят среднее арифметическое значение между логарифмической и полиномиальной функциями.

Прогноз значения величины пожаров определяется по следующим формулам (7.3) и (7.4).

На основании имеющихся данных пожаров за период с 2002 по 2015 годы проведем их прогнозирование на 2016-2018 годы (таблица 7.10).

Таблица 7.10 – Математическая модель и прогнозные значения пожаров по регионам Республики Казахстан на 2016-2018 годы

№	Наименование региона	Аппроксимирующий тренд ($\tilde{T}_n$)	Прогнозы ($\tilde{y}_n$)			Отн. погрешность (%)
			2016	2017	2018	
1	г. Астана	$\tilde{T}_n(x) = (0,1\ln(x) - 0,001x^2 + 0,033x + 12,546)/2$	778	647	667	5
2	г. Алматы	$\tilde{T}_n(x) = (0,063\ln(x) - 0,004x^2 + 0,07x + 13,3)/2$	722	618	628	6

Продолжение таблицы 7.10

3	Алматинская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,154\text{Ln}(x) - 0,003x^2 + 0,077x + 13,66)/2$	1661	1061	1309	4
4	Акмолинская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,258\text{Ln}(x) - 0,005x^2 + 0,128x + 12,08)/2$	1037	439	781	14
5	Актюбинская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,23\text{Ln}(x) - 0,004x^2 + 0,101x + 11,62)/2$	690	283	383	8
6	Атырауская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,13\text{Ln}(x) - 0,003x^2 + 0,071x + 11,5)/2$	426	297	353	15
7	Восточно-Казахстанская область	$\tilde{T}_n(x) = (-0,09\text{Ln}(x) - 0,0013x^2 - 0,008x + 15,83)/2$	1681	1781	1766	7
8	Жамбылская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,055\text{Ln}(x) + 0,00039x^3 - 0,008x^2 + 0,061x + 11,65)/2$	794	688	828	9
9	Западно-Казахстанская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,15\text{Ln}(x) - 0,0031x^2 + 0,08x + 12,1)/2$	704	446	554	9
10	Карагандинская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,000056x^3 - 0,007x^2 + 0,094x + 15,625)/2$	1957	1492	1616	9
11	Кызылординская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,4\text{Ln}(x) - 0,005x^2 + 0,144x + 9,86)/2$	603	187	233	15
12	Костанайская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,19\text{Ln}(x) - 0,006x^2 + 0,122x + 13,43)/2$	1152	723	909	6
13	Мангистауская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,12\text{Ln}(x) - 0,001x^2 + 0,04x + 10,53)/2$	285	225	213	14
14	Павлодарская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,16\text{Ln}(x) - 0,005x^2 + 0,102x + 13,5)/2$	1026	725	983	8
15	Северо-Казахстанская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,204\text{Ln}(x) - 0,003x^2 + 0,085x + 12,12)/2$	751	528	526	7
16	Южно-Казахстанская область	$\tilde{T}_n(x) = (0,08\text{Ln}(x) - 0,003x^2 + 0,057x + 13,27)/2$	941	645	608	6

Из таблицы 7.10 видно, что практически во всех регионах республики прогнозируется увеличение числа антропогенных пожаров.

Представленные виды моделей подходят для прогнозирования пожаров с целью разработки управленческих решений по обеспечению пожарной безопасности.

Краткие выводы по разделу

Прогноз можно было бы получить, например, с помощью функций приближения Microsoft Excel без проведения предлагаемого сглаживания временного ряда методом скользящего среднего. Но в этом случае, аппроксимирующая функция (тренд) как бы хорошо не описывала динамику реальных данных, в конечном итоге дает нереальный прогноз уже при первом приближении.

В этой работе мы рассмотрели метод прогнозирования, который дает достаточно хорошую точность среднесрочного прогноза. Имея статистические данные за 2002-2013 годы, нам удалось получить среднесрочный прогноз на 2014-2018 годы с относительной погрешностью. Также проведено сравнение эмпирических и прогнозных данных 2014 и 2015 годов, которое также подтверждает адекватность прогноза эмпирическим данным.

Если темпы динамики небольшие, то предлагаемый метод можно также применить без проведения предварительного логарифмирования.

Список использованной литературы

1. Шишов В.Ф., Асанина Д.А. Прогнозирование количества городских пожаров в регионе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3256–3260. [Электрон.ресурс]. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/54915.htm>.

2. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Прогноз количества пожаров в регионах Казахстана // Сборник материалов VIII международной конференции «Полимерные материалы пониженной горючести» памяти академика Жубанова Булата Ахметовича. – Алматы: Кокшетауский технический институт КЧС МВД РК, 2017. – С. 267-270

3. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Анализ подверженности Республики Казахстан чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера/К.Ж.Раимбеков, А.Б. Кусаинов. - Кокшетау: Кокшетауский

технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан, 2015. - 122с.

4. Корнеев А. Прогноз продаж статистическим методом [Электрон.ресурс]. – 2007. – URL: http://www.cfin.ru/finanalysis/math/statistical_method.shtml (дата обращения: 1.02.2017) - интернет источники.

5. Губанов В.А., Ковальджи А.К. «Выделение сезонных колебаний на основе вариационных принципов. Экономика и математические методы». 2001. т. 37. № 1. С. 91-102.

6. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Прогнозирование пожаров статистическим методом//Технологии техносферной безопасности.-2017.- №2(72).—С.50–54. URL:<http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-2/13-02-17.ttb.pdf> (дата обращения: 15.01.2018).

8. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Прогноз дорожно-транспортных происшествий статистическим методом // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность», посвященной Году гражданской обороны. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная

8. АНАЛИЗ ПРИЧИН ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В настоящее время проблема обеспечения безопасности является одной из главных задач в вопросе социально-экономического развития государства, выбор стратегии развития обязательно рассматривает вероятные риски, которые могут при этом актуализироваться [1].

Для выработки управленческих решений по минимизации риска ЧС необходимо учитывать ряд факторов, таких как причины возникновения природных и техногенных ЧС, объекты возникновения ЧС и т.д.

Для установления причин возникновения ЧС проведем разделение всех причин на три основные группы: природные, техногенные и социальные [2].

8.1 - Типовые причины возникновения чрезвычайных ситуаций

Наименование группы причин возникновения источника ЧС	Наименование причины возникновения источника ЧС	Фактор
Неблагоприятные погодные условия	Вскрытие реки	Природный
	Высокая температура окружающей среды	Природный
	Выход наледевых вод	Природный
	Грозовые разряды	Природный
	Изменения русла реки	Природный
	Интенсивное таяние снега	Природный
	Ледяной затор (зажор)	Природный
	Ливневые дожди	Природный
	Обильные осадки	Природный
	Отсутствие осадков	Природный
	Перемерзание русла реки	Природный
	Резкое повышение температуры	Природный
	Самовозгорание	Природный
	Сильный нагонный ветер	Природный
	Тайфун	Природный
	Таяние снега	Природный
	Циклон	Природный
	Затопление и подтопление территории	Природный Техногенный
Неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	Недостаток конструкции, изготовления и монтажа производственного оборудования	Техногенный Социальный
	Нарушение технологического регламента процесса производства	Социальный
	Разряд статического электричества	Техногенный Социальный
	Разрушение движущихся узлов и деталей, попадание в движущиеся механизмы посторонних предметов	Техногенный Социальный

Продолжение таблицы 8.1

		Неисправность системы охлаждения аппаратов, трение поверхностей	Техногенный Социальный
		Неисправность, отсутствие искрогасительных устройств	Техногенный Социальный
		Прочие причины, связанные с неисправностью производственного оборудования, нарушением технологического процесса производства	Техногенный Социальный
Нарушение правил и эксплуатации электрооборудования		Недостаток конструкции и изготовления электрооборудования	Техногенный Социальный
		Нарушение правил монтажа электрооборудования	Социальный
		Нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования	Социальный
		Нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов	Социальный
		Нарушение правил технической эксплуатации и выбора аппаратов защиты электрических сетей	Социальный
		Прочие причины, связанные с нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования	Социальный
Нарушение правил и эксплуатации печей		Неправильное устройство и неисправность отопительных печей и дымоходов	Техногенный Социальный
		Нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации печей	Социальный
Нарушение правил и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и установок		Недостаток конструкции и изготовления теплогенерирующих агрегатов и устройств	Техногенный Социальный
		Нарушение правил при монтаже теплогенерирующих агрегатов и устройств	Социальный
		Нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и устройств	Социальный
		Прочие причины, связанные с нарушением правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и устройств	Техногенный Социальный
Нарушение правил и эксплуатации газового оборудования		Недостаток конструкции и изготовления газового оборудования	Техногенный Социальный
		Нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации газового оборудования	Техногенный Социальный
		Нарушение правил монтажа газового оборудования	Техногенный Социальный
		Прочие причины, связанные с нарушением правил устройства и эксплуатации газового оборудования	Техногенный Социальный
Неосторожное обращение с огнем		Неосторожность при курении	Социальный
		Шалость с огнем детей	Социальный

Окончание таблицы 8.1

	Прочие причины, связанные с неосторожным обращением с огнем	Социальный
	Неосторожность при приготовлении пищи	Социальный
	Неосторожность при обогреве от источников открытого горения (тления)	Социальный
	Неосторожность при сжигании мусора, травы и иных изделий (материалов)	Социальный
	Неосторожность при использовании для освещения приборов (изделий, материалов) с открытым пламенем (спичка, зажигалка, лучина, керосиновая лампа, бумага и т.п.)	Социальный
	Неосторожность при проведении религиозных и иных обрядов	Социальный
	Оставление источника открытого горения, тления (кроме сигареты) без присмотра	Социальный
	Нахождение (оставление) горючих материалов (изделий) вблизи источников высокой температуры	Социальный
	Неосторожность при проведении пала травы	Социальный
	Нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ	Техногенный Социальный
Нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств	Неисправность систем, механизмов и узлов транспортного средства	Техногенный Социальный
	Неисправность электрооборудования транспортного средства	Техногенный Социальный
	Прочие причины по этой группе	Техногенный Социальный

К природным причинам относятся энергия Солнца, удары молнии, самовозгорания, заторы и зажоры и т.п. К техногенным причинам относятся неисправности в электроприборах, электросетях, системах отопления, других инженерных сетях и приборах, которые повлекли за собой возникновение ЧС и их последствий. К социальным причинам ЧС относятся поджоги, неосторожное обращение с огнем, шалость детей с огнем, нарушение правил безопасности в быту и на производстве и др., т.е. виновником таких ЧС является человек.

Следует отметить большое влияние «человеческого фактора» на техногенные причины, так как технические причины являются не более чем последствием человеческой неграмотности, небрежности, отсутствия средств для приведения технических систем в безопасное состояние, либо желания сэкономить при монтаже, установке или эксплуатации различных приборов и инженерных систем [3].

Анализ пожаров произошедших в республике в 2014 году показал, что 37 % всех пожаров произошло по причине неосторожного обращения людей

с огнем. По этой же причине погибло 38,7 % всех жертв пожаров, а прямой материальный ущерб составил четверть (24,3 %) общего ущерба от всех пожаров. Данные пожары произошли по вине «человеческого фактора», то есть социального.

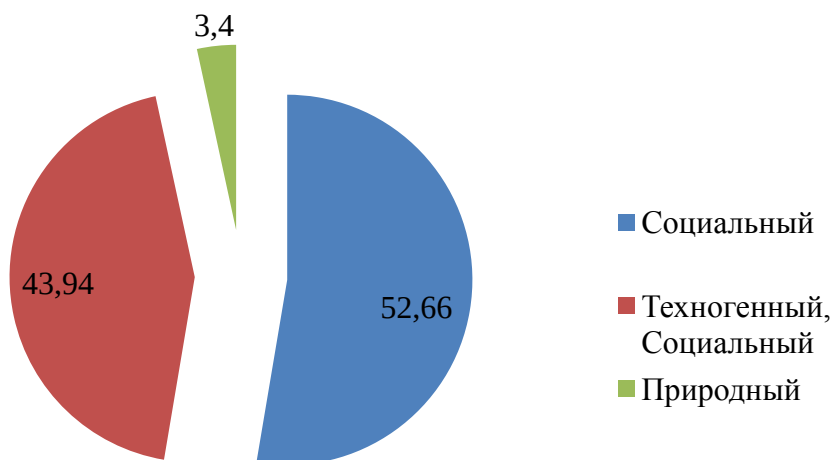


Рисунок 8.1 - Распределение пожаров по причинам возникновения (2014 г.)

Из рисунка 8.1 наглядно видно, что 52,6 % всех пожаров в Казахстане возникли из-за «человеческого фактора» (то есть по причинам, обусловленным социальным фактором) [4].

Анализ социального положения людей погибших при пожарах в жилом секторе показал, что в 41,2 % погибли временно не работающие, в 23,9 % пенсионеры, в 6,8 % лица без определенного места жительства (рисунок 8.2).

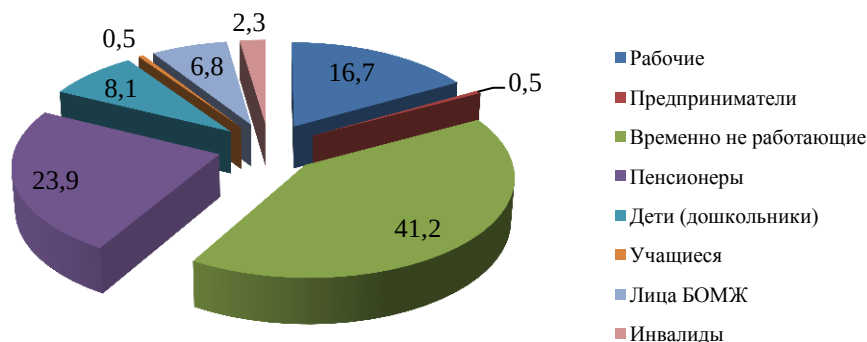


Рисунок 8.2 - Социальное положение людей погибших при пожарах в жилом секторе (2014 г.)

Из рисунков 8.2 видно, что в большинстве случаев виновниками пожаров и пострадавшими от них являются представители таких социальных групп как лица временно не работающие, рабочие, пенсионеры и инвалиды, что обусловлено их низким социальным положением и уровнем материального благосостояния данных социальных категорий, от которых в прямой зависимости находится проблема своевременного устранения нарушений правил пожарной безопасности.

В 41,2 % причинами гибели людей при пожарах в жилом секторе является алкогольное опьянение (рисунок 8.3).

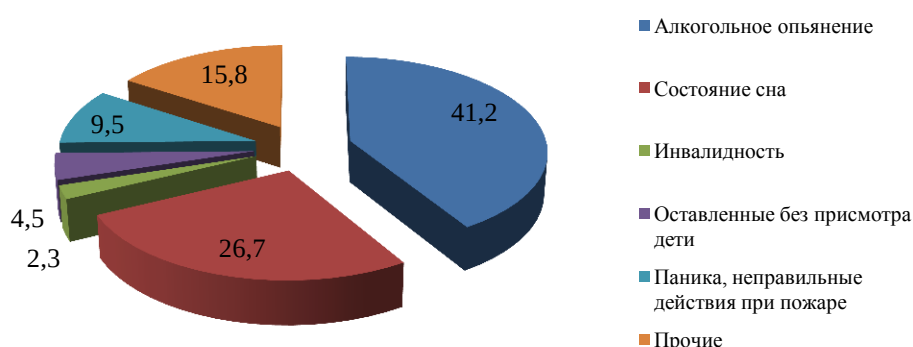


Рисунок 8.3 - Основные условия, способствовавшие гибели людей при пожарах в жилом секторе (2014 г.)

Употребление алкоголя также напрямую зависит от социально-экономического положения населения [5].

Для подтверждения данной гипотезы проведем анализ валового регионального продукта для регионов Республики Казахстан (рисунок 8.4).

Из рисунка 8.4 видно, что среднереспубликанский валовой региональный продукт составляет 2633215,6 млн тг. Меньше среднереспубликанского показателя приходится на следующие области Северо-Казахстанская, Жамбылская, Акмолинская, Кызылординская, Костанайская, Павлодарская, Западно-Казахстанская, Актюбинская, Алматиснская, Мангистауская, Восточно-Казахстанская и Южно-Казахстанская.

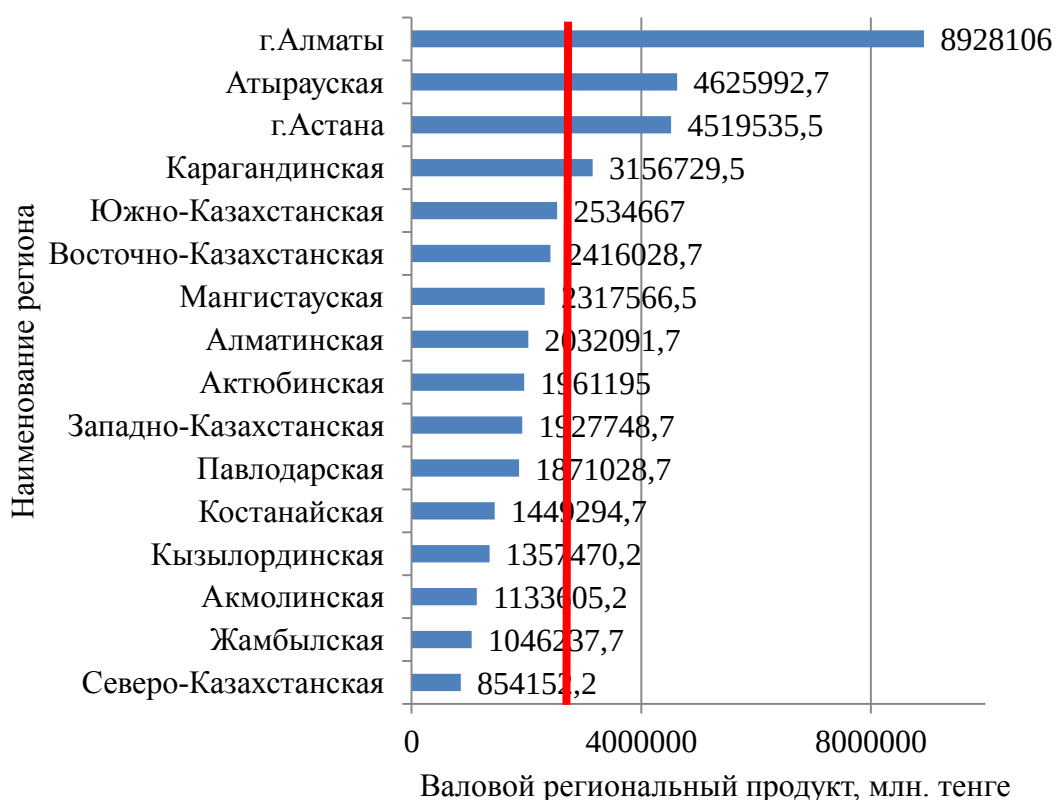


Рисунок 8.4 - Валовой региональный продукт Республики Казахстан

Сравнив значения валового регионального продукта со значениями интегрального коэффициента риска ЧС, приведенные в таблице 4.6 и на рисунке 4.5, можно увидеть, что практически во всех регионах республики, где интегральный коэффициент риска был выше республиканского показателя, валовой региональный продукт был ниже среднего республиканского показателя.

Для исследования влияния доходов населения на индивидуальный риск ЧС рассмотрим валовой региональный продукт на душу населения, который в среднем по республике составляет 3195,3 тыс. тг. (рисунок 8.5).

Из рисунка 8.5 видно, что в Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской, Кызылординской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской, Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской и Павлодарской областях валовой региональный продукт на душу населения ниже среднереспубликанского показателя.

Сравнив полученные результаты с индивидуальным риском ЧС (рисунок 6.1) можно увидеть, что практически во всех регионах республики, где индивидуальный риск ЧС был высоким, валовой региональный продукт на душу населения был ниже среднего значения.

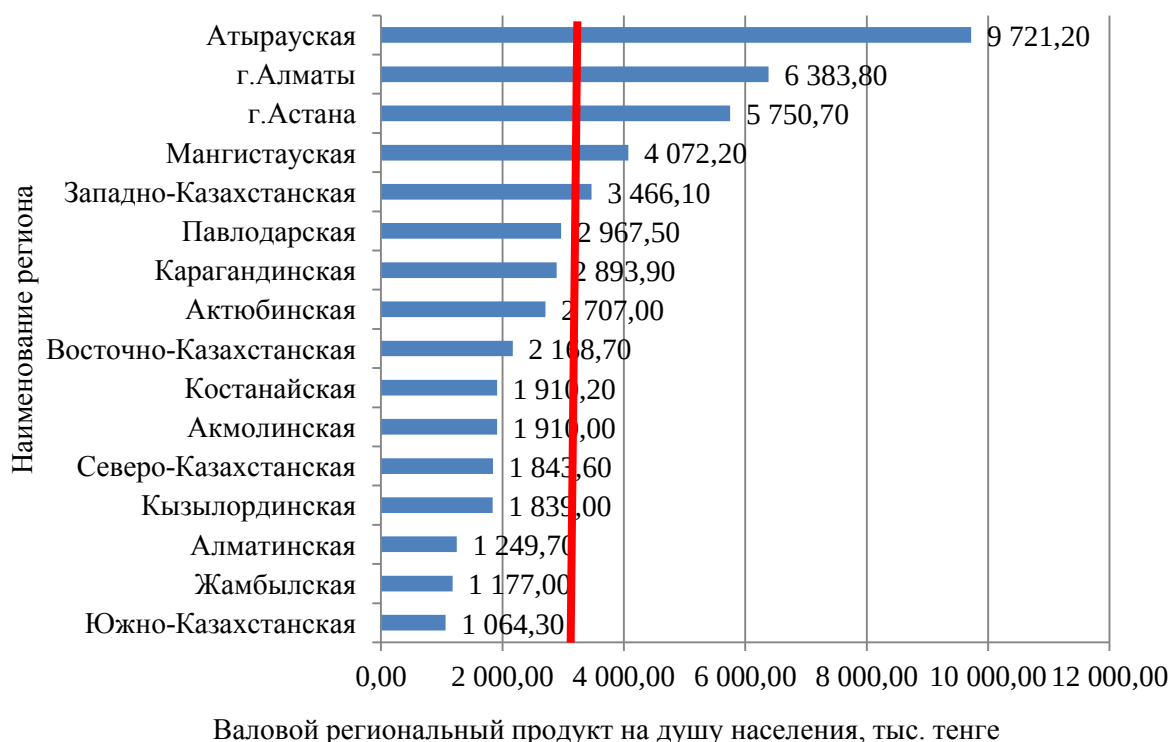


Рисунок 8.5 - Валовой региональный продукт Республики Казахстан

Таким образом, количество ЧС и их последствий имеют обратную зависимость от социально-экономической обстановки в стране, а также социально-экономического положения населения [6].

Краткие выводы по разделу

Проведенный анализ причин возникновения ЧС показал, что их основными причинами являются социально-экономические причины их возникновения. На основании этого, предложены соответствующие управленческие решения по минимизации рисков пожаров

В большинстве случаев виновниками пожаров и пострадавшими от них являются представители таких социальных групп как лица временно не работающие, рабочие, пенсионеры и инвалиды, что обусловлено низким социальным положением и уровнем материального благосостояния данных социальных категорий.

Установлено, что экономические доходы регионов республики и населения имеют обратное влияние на количество ЧС и их последствия.

Список использованной литературы

1. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций). Монография. Под общей редакцией Фалеева М.И./ РНОАР. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. - 270 с.
2. Брушлинский Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. -М.: ВИНТИ. - 2002. - Вып. 4. С.230-234.
3. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Вагнер П. Человечество и пожары. – М.: ООО «Маска», 2007. – 142 с.
4. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Анализ и оценка пожарных рисков в Республике Казахстан. Монография / К.Ж. Раимбеков, А.Б. Кусаинов – Кокшетау: Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2016. – 66 с.
5. Брушлинский Н.Н., Вагнер П., Соколов С.В., Холл Д. Мировая пожарная статистика./ - М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. - 126 с.
6. Брушлинский Н.Н., Шебеко Ю.Н. Пожарные риски. Вып.4. Управление пожарными рисками Под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко - М.: ФГУ ВНИИПО, 2006. - 148с.

9. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

9.1 Индексный метод оценки потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям

Под потенциалом противодействия понимается способность системы, сообщества или общества, подверженного угрозам, противостоять последствиям угрозы, переносить их, приспосабливаться к ним и восстанавливаться своевременно и эффективно, в том числе посредством сохранения и восстановления своих основополагающих структур и функций [1].

Таким образом, необходимо проводить оценку потенциала противодействия ЧС населенных пунктов, городов и регионов для оценки их возможностей адекватно реагировать на возможные стихийные бедствия, аварий и катастрофы.

Для проведения оценки потенциала противодействия ЧС предлагается использовать индексный метод.

Алгоритм определения индекса потенциала противодействия ЧС состоит из следующих этапов:

1. Сбор данных об обстановке с ЧС за единицу времени;
2. Вычисление показателей, характеризующие организацию противодействия ЧС Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 [2]:
 - количество ЧС, приходящихся в единицу времени на одного спасателя, $Q_1, [\frac{\text{ЧС}}{\text{Спасатель год}}]$,
 - численность населения, приходящаяся на одно спасательное подразделение, $Q_2, [\frac{10^3 \text{ чел.}}{\text{Подразд.}}]$,
 - численность населения, приходящаяся на одного спасателя, $Q_3, [\frac{\text{чел.}}{\text{Спасатель}}]$,
 - количество выездов, приходящихся в единицу времени на одно спасательное подразделение, $Q_4, [\frac{\text{Выезд}}{\text{Подразд.год}}]$.
3. Сравнительный анализ всех показателей характеризующих организацию пожарно-спасательной службы путем ранжирования и присвоения соответствующего индекса.

Индекс присваивается в соответствии со следующим принципом: чем выше показатель характеризующий организацию пожарно-спасательной службы, тем ниже индекс [3].

4. Определение потенциала противодействия ЧС как суммы индексов $J_k = \sum_{i=1}^5 J_{q_i}$.

Согласно полученным индексам потенциала по противодействию ЧС J_k , рассчитываются средние значения $J_{k_{cp}} = \frac{\sum J_i}{N_j}$.

По полученным средним значениям проводится сравнительный анализ.

В завершении делается вывод об обстановке с целью разработки мер по ее улучшению (то есть по управлению рисками) [4].

9.2 Оценка потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям в Республике Казахстан

В Республике Казахстан силами оперативного реагирования в период с 2005 по 2014 года совершено более 608,1 тыс. (50,5 тыс. в год) выездов, в результате чего было спасено около 84 тыс. человек, эвакуировано из зоны ЧС порядка 232,1 тыс. человек, оказана первая медицинская помощь 13,5 тыс. пострадавшим (рисунок 9.1) [5].

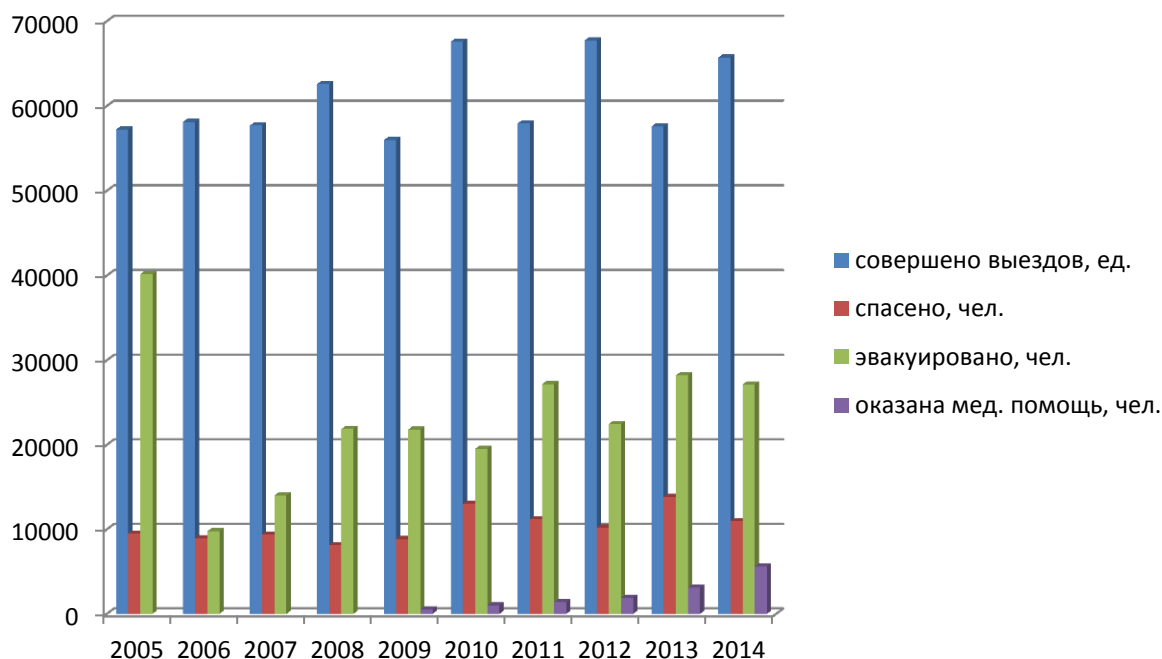


Рисунок 9.1 – Анализ оперативного реагирования силами МЧС МВД Республики Казахстан, в период с 2005 по 2014 годы

Как показывает анализ, наибольшее число выездов приходится на промышленные регионы республики: Карагандинскую, Восточно-Казахстанскую и Павлодарскую области (рисунок 2).



Рисунок 9.2 – Анализ оперативного реагирования силами КЧС МВД Республики Казахстан в разрезе регионов республики

Показатели параметров функционирования пожарно-спасательных служб в разрезе регионов Республики Казахстан представлено в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Абсолютные показатели параметров пожарно-спасательных служб в регионах республики

№ п/п	Наименование	Население тыс. чел.	Ср. число выездов в год	Ср. число ЧС в год	Число л/с	Число спасат. подраздел
1	г. Астана	790,2	3411	1327	1533	25
2	г. Алматы	1484,2	4011	3883	875	19
3	Алматинская	1963,2	3013	3539	883	42
4	Акмолинская	733,9	2790	1630	1288	43
5	Актюбинская	800,2	3251	1267	597	25
6	Атырауская	560,6	2007	775	520	25
7	Восточно-Казахстанская	1394,1	7557	3989	2351	78
8	Жамбылская	1076,6	2382	1670	682	25
9	Западно-Казахстанская	619,8	3274	1097	856	33
10	Карагандинская	1365,5	8010	4146	1828	48

Продолжение таблицы 9.1

11	Кызылординская	732,9	1787	1079	581	22
12	Костанайская	880,6	4609	2300	1088	38
13	Мангистауская	575,9	1462	596	717	17
14	Павлодарская	750,6	4916	2285	752	38
15	Северо-Казахстанская	578,4	1948	1292	677	32
16	Южно-Казахстанская	2703,9	4083	4321	1883	55
	Итого	17010,6	58511	35196	17111	566

Из таблицы 9.1 видно, что на сегодняшний день в республике насчитывается порядка 566 спасательных подразделений, общей численностью личного состава более 17 тыс. [5].

Согласно данным таблицы 9.1 и индексного метода проведем оценку потенциала противодействия ЧС (таблица 9.2).

Таблица 9.2 - Относительные показатели параметров
пожарно-спасательных служб

№ п/п	Город	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
1	г. Астана	0,8	31,6	515,5	136
2	г. Алматы	4,4	78,1	1696,2	211
3	Алматинская	4,0	46,7	2223,3	71
4	Акмолинская	1,3	17	569,8	65
5	Актюбинская	2,1	32	1340,4	130
6	Атырауская	1,5	22,4	1078	80
7	Восточно-Казахстанская	1,7	17,9	593	97
8	Жамбылская	2,4	43	1578,6	95
9	Западно-Казахстанская	1,3	18,8	724	99
10	Карагандинская	2,3	28,4	747	167
11	Кызылординская	1,8	33,3	1261,4	81
12	Костанайская	2,1	23,2	809,4	121
13	Мангистауская	0,8	33,9	803,2	86
14	Павлодарская	3,0	19,8	998,1	129
15	Северо-Казахстанская	1,9	18,1	854,4	61
16	Южно-Казахстанская	2,3	49,2	1436	74
	Итого	2,0	30	994,1	103

Из таблицы 9.2 видно, что на одного спасателя приходится около 2 ЧС, на одно спасательное подразделение в среднем по республике приходится

более 30 тыс. чел. и около 1 тыс. жителей на одного спасателя, на одно спасательное подразделение приходится около 100 выездов в год.

Расчет индекса потенциала противодействия ЧС показал, что среднее значение для республики составляет $J_{p_{cp}} = 31,5$ (рисунок 9.3).



Рисунок 9.3 - Индекс потенциала противодействия чрезвычайным ситуациям

Как было сказано в разделе 9.1 чем выше показатель характеризующий организацию пожарно-спасательной службы, тем выше индекс.

Из рисунка 9.3 видно, что в городе Алматы, в областях Жамбылской, Алматинской, Актюбинской, Южно-Казахстанской, Карагандинской, Павлодарской, Кызылординской и Костанайской индекс потенциала противодействия ЧС ниже среднереспубликанского показателя. Это связано с тем, что возможности оперативного реагирования на стихийные бедствия, аварий и катастрофы в данных регионах значительно ниже. Наивысший индекс потенциала приходится на Акмолинскую, Северо-, Восточно- и Западно-Казахстанскую области.

Таким образом, индекс потенциала противодействия ЧС позволил выявить регионы, в которых возможности оперативного реагирования на ЧС значительно хуже, чем в остальных. Опираясь на данные расчета можно в дальнейшем планировать количество спасательных подразделений и их штатную численность в регионах республики для повышения потенциала противодействия и минимизации риска ЧС.

Краткие выводы по разделы

Предложен индексный метод оценки потенциала противодействия ЧС. Расчет индекса потенциала противодействия ЧС проводится по абсолютным и относительным показателям параметров функционирования пожарно-спасательных служб. Расчет показал, что в городе Алматы и в 8 областях республики (Алматинской, Жамбылской, Актюбинской, Южно-Казахстанской, Карагандинской, Павлодарской, Кызылординской, Костанайской) возможности оперативного реагирования на ЧС значительно ниже, чем в остальных регионах республики.

Список используемой литературы

1. Терминология по уменьшению опасности бедствий [Электрон.ресурс]. –URL: www.unisdr.org/we/inform/terminology
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. О нормировании времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Том 20. – № 9. – С. 42–48.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. Организация пожарно-спасательных служб в городах мира // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. № 1. – С. 49–55.
4. Кусаинов А.Б. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуаций: предотвращение и ликвидация. – М.: Академия государственной противопожарной службы МЧС России, 2016. № 4. – С. 80-82
5. Раибеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Совершенствование системы оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Инновационное развитие транспортно-логистического комплекса Прикаспийского макрорегиона». - Астрахань: Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015г. – С. 48-51

Монография

Комплексная оценка интегральных рисков чрезвычайных ситуаций.
Монография / А.Б. Кусаинов, К.Ж. Раимбеков – Кокшетау: Кокшетауский
технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2018. – 104 с.

Подписано в печать 14.09.2018 г.

Бумага «SvetoCopy».

Формат 210x297x1/80.

Печать - RISO

Заказ № 7. Обложка – Paperline 160 д/м², формат А4

Усл. п.л. 7,62.

Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии Кокшетауского технического института
Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан
(020000, Республика Казахстан, Акмолинская область,
г.Кокшетау, ул. Акана-серэ, 136)