

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И
МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
СИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ФГБУ «СибНИГМИ»)

УДК. 551.515.2 : 504. 004. 6 (075)
Инв №

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
д-р физ.-мат. наук
В. Н. Крупчатников



ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Разработка экономически целесообразных адаптационных стратегий для технических систем с учётом природных и социально-экономических особенностей регионов к изменению и изменчивости климата, направленная на минимизацию климатических рисков

СЦЕНАРИИ АДАПТАЦИИ К УРАГАНАМ
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ МЕР, ПРИНИМАЕМЫХ
В УСЛОВИЯХ РАССЧИТАННЫХ РИСКОВ, ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ
ПОСЛЕДСТВИЙ УРАГАНОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

(на примере юго-востока Западной Сибири)

(заключительный)

Тема 1.3.4.2

Зам. директора по научной работе
канд. геогр. наук, руководитель темы

О. В. Климов

Новосибирск 2013

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Зав. лабораторией,
канд. геогр. наук



И. О. Лучицкая

Введение, разделы 1, 3, 4

Ст. научный. сотрудник,
канд. геогр. наук



Н. И. Белая

Разделы 1, 2, 4

Научный сотрудник



С. А. Арбузов

Электронные карты

Инженер



М. И. Босина

Контрольные расчёты

Нормоконтролёр



Т. П. Панькова

РЕФЕРАТ

Отчёт 53 с. , 14 рис., 17 табл., 31 источник, приложение

УРАГАНЫ, РИСК ПОСЛЕДСТВИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РИСК, МАТЕРИАЛЬНЫЙ УЩЕРБ, АДАПТАЦИОННЫЕ МЕРЫ, СЦЕНАРИИ АДАПТАЦИИ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

Объект исследования - опасное метеорологическое явление ураган – ветер при достижении скорости 30м/с и более. Регион - юго-восток Западной Сибири: Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край и Республика Алтай.

Представлены оценки рисков возникновения, последствий и экономического ущерба, создаваемых ураганскими ветрами (с детализацией по муниципальным районам). Выявлена уязвимость территорий, определяемая как подверженностью опасному явлению, так и уровнем развития экономики и инфраструктуры.

Для оценки возможных будущих воздействий ураганов дана характеристика тренда повторяемости явления в условиях наблюдаемых региональных изменений климата за период 1985-2012 гг. Отмечается снижение повторяемости ОЯ.

С привлечением ключевых показателей стратегии перспективного социально-экономического развития субъектов РФ описан ряд сценариев адаптации к ураганам для объектов электросетевого хозяйства (ЛЭП), ЖКХ, транспорта, а также для населения с использованием целевой информации об угрозе возникновения ОЯ.

Приводятся результаты экономического обоснования частичной модернизации объектов электросетевого хозяйства (ЛЭП) как превентивной меры в условиях оценённых рисков при возникновении ураганов.

Для каждого административного субъекта получена оценка эффективности (целесообразности) проекта по временным и стоимостным показателям инвестиционной привлекательности: срок окупаемости, чистая дисконтированная приведённая стоимость с учётом инфляции; внутренняя норма доходности, характеризующая потенциальную устойчивость к рискам денежного потока. Показаны результаты влияния адаптационных мер на снижение риска последствий.

Даны предложения по выбору территорий, где замена ЛЭП на более устойчивые к агрессии ветра конструкции является приоритетной.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Характеристика базовой информации	8
1.1 Краткая справка об ураганах и проблемы адаптации	8
1.2 О метеорологической освещённости территории деятельности Западно-Сибирского УГМС	9
1.3 Исходные данные для оценки составляющих риска	10
2. Оценка рисков при возникновении ураганов	11
2.1 Климатическая характеристика ураганов	11
2.2 Специализированная информация	15
2.3 Экономические риски от ураганных ветров	16
2.4 Детализация рисков для муниципальных образований	18
2.5 Косвенная оценка ущерба, нанесённого ураганным ветром	22
3. Сценарии адаптации к ураганам	24
4. Экономическое обоснование адаптационных мер по предотвращению последствий ураганов для электросетевого хозяйства	30
4.1. Метод оценивания инвестиционных проектов	30
4.2. Технико-экономические характеристики объектов электросетевого хозяйства	32
4.3. Оценка экономической эффективности модернизации ЛЭП, мотивированной на снижение риска от урагана	34
4.4. Предложения по выбору приоритетных территорий для превентивной адаптации	39
4.5. Замечания к результатам и выводам	41
Заключение	43
Список литературы	45
Приложение	48

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика проблемы. Необходимость адаптации общества и экономики к изменениям и изменчивости климата с целью смягчения последствий и снижения риска бедствий обсуждаются мировым сообществом достаточно динамично. За последние 5-6 лет получены значимые результаты научных исследований и обобщений [1-5], проведены координирующие мероприятия.

Четвёртый доклад МГЭИК «Изменение климата, последствия, адаптация и уязвимость», 2007 г. [4]. Многие заявления о причинах, последствиях изменения и изменчивости климата стали основой и ориентиром для дальнейших исследований по различным направлениям проблемы. Одно из положений – ожидаемое увеличение в XXI веке частоты и силы экстремальных явлений, таких как волны тепла и ураганы.

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2008 г. [5]. Научные выводы содержат оценки, которые позволили перейти к последующему этапу – разработке стратегии адаптации отечественной экономики. В числе крупномасштабных последствий экстремальных метеорологических явлений - засухи, лесные пожары, наводнения.

Всемирная климатическая конференция - 3 (ВКК-3), 2009 г. Форум поставил задачу ускорения развития различных видов климатического обслуживания с целью адаптации к изменениям климата, расширение их применения в социально-экономическом планировании. В рубрике «Климатическая информация для уменьшения опасности бедствий» поддерживается тезис МГЭИК об угрозе роста частоты экстремальных погодных явлений.

Климатическая доктрина РФ. 2009 г. Документ, определяющий государственную политику по вопросам изменения глобального и регионального климата и его последствий.

Комплексная программа научных исследований погоды и климата (КПНИПК, 2010) межведомственная программа, направленная на реализацию Климатической доктрины РФ. Проблема воздействий, рисков, уязвимости и адаптации относится к числу магистральных направлений.

Международная научная конференция «Проблемы адаптации к изменениям климата», ПАИК-2011. Основные тематические направления конференции: оценки воздействий изменения климата на устойчивое развитие, риски, ущербы и выгоды, крупномасштабные погодные аномалии и их последствия, включая развитие систем раннего предупреждения. Обсуждение вопросов политики адаптации, расширения научных исследований.

Одним из последних международных мероприятий, направленных на дальнейшее развитие и воплощение в практику указанных инициатив, явился Внеочередной конгресс ВМО 29-31 октября 2012 года, утвердивший План реализации ГРОКО - Глобальной рамочной

основы климатического обслуживания на глобальном, региональном и национальном уровнях. ГРОКО предназначена для обеспечения информацией населения, отраслей экономики и правительств в целях снижения риска стихийных бедствий. Основная цель программы состоит в развитии эффективного управления рисками, связанными с изменением и изменчивостью климата, содействие адаптации к климатическим изменениям посредством подготовки и внедрения научно обоснованной информации о климате и его прогнозов. Готовится Российский сегмент ГРОКО.

Экономические аспекты. Принятие решения об адаптации, направленной на снижение риска потерь, неразрывно связано с проблемами экономического оценивания различных мер по предотвращению последствий и выбора из них наиболее привлекательных инвестиционных вариантов по показателям эффективности. Эти вопросы уже находят отражение в деятельности ведомств – участников реализации КПНИПК - СОРАН, Росгидромет, Высшая школа. К погодно-климатическим задачам адаптируются универсальные методы экономического оценивания инвестиционных проектов [6], методы хеджирования – особой меры страхования, позволяющего стабилизировать доходы в случае наступления неблагоприятных погодно-климатических событий [7, 8]. Концептуальные положения в области принятия климато-экономических решений представлены в работах Л.А. Хандожко [9]. основополагающая идея оптимальной климатологической стратегии базируется на учёте отношения затрат на постоянную защиту к убыткам и обеспечение максимальной выгоды или минимальных потерь. В основе же методологии лежит Байесовское оценивание, где условная вероятность есть средство работы с рисками и неопределённостью.

На экономическом форуме – 2013 в Санкт-Петербурге обсуждались перспективы российской энергетики. В частности, указано на необходимость активизации в России использования возобновляемых источников энергии, о совмещении их с традиционными системами генерации электропередачи и создании инновационных компактных технологий, позволяющих без потерь передать электроэнергию потребителю по сетям. Целенаправленное развитие ВИЭ, отвечающее, в том числе задачам «зелёных подходов», требует объективных стоимостных оценок эффективности проектов.

В Постановлении Правительства РФ от 28 мая 2013 года № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» содержатся правила определения цены на мощности работающих на основе ВИЭ объектов, при условии обеспечения возврата и доходности инвестиционного капитала. Очевидно, что наиболее выгодна такая электроэнергетика будет для отдалённых поселений, но лишь для тех территорий, где ресурсы ветра достаточны для эффективной генерации энергии.

Стратегия адаптации к изменению и изменчивости климата для технических систем России, разработанная в ГГО им. А.И.Воейкова [3] представляет собой схему оценок экономических последствий изменения и изменчивости климата и принятия решения об адаптации. В результате последовательного выполнения климатологических, а затем на их базе экономических расчётов даётся оценка эффективности принятых адаптационных мер.

Схема положена в основу оценок рисков от ураганов на примере юго-востока Западной Сибири. Знание тенденции повторяемости ураганов и оценённых рисков в сочетании с показателями стратегии социально-экономического развития субъектов РФ до 2020-2025 гг. позволило на первом этапе создать примерные сценарии адаптации к опасному явлению погоды и выделить набор мер по минимизации ущерба, в том числе для объектов электросетевого хозяйства. Следующий этап заключается в экономическом обосновании принятых к рассмотрению видов адаптационных мер в условиях известных рисков.

В данном заключительном научно-техническом отчёте объединены результаты исследований по первому несколько дополненному этапу и экономическое обоснование, представленное в главе 4.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.1 Краткая справка об ураганах и проблемы адаптации

Ураган – это ветер большой разрушительной силы и продолжительности, скорость которого превышает 30м/с и 12 баллов по шкале Бофорта. Ураганами называют, в частности, тропические циклоны, возникающие в Карибском море. Стихийное явление наносит большой материальный ущерб и приводит к человеческим жертвам.

Ураган «Иван» в 2004 году причинил Гренаде ущерб в размере, превышающем в 2,5 раза годовой ВВП страны.

Ураган «Катрина» обрушился в 2005 году на берега Мексиканского залива и Новый Орлеан, жертвой стихии стали более 1000 человек, нанесён большой социально-экономический ущерб. Это событие указывается в контексте проблемы готовности к ураганам и необходимости соответствующего законодательства для реализации адаптации к будущему изменению климата [4].

Циклон «Наргис» унес 84 тысячи жизней в Мьянме в мае 2008 года.

И, наконец, ураган «Сэнди» 29 октября 2012 года – мощный тропический циклон. Погибли 185 человек. Особенно пострадали северо-восточные районы США.

«Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» [5] содержит сведения о последствиях от ураганов в связке с другими ветрами (сильный ветер, шквал, смерч). Указывается, что из 30 гидрометеорологических явлений 37% приходится на группу из этих ОЯ. В России по размерам экономических потерь указанный комплект занимает второе место после засухи. В условиях наблюдаемых изменений климата отмечено уменьшение как средних, так и больших скоростей ветра вплоть до экстремальных. Однако опасность ветров разрушительной силы сохраняется, а их возникновение наименее предсказуемо. Случаи наиболее агрессивных ураганов имеют место на Европейской территории РФ. В мае 2013 года на центральные районы России обрушились мощные ураганы и смерчи (г. Ефремов Тульской области, г. Обнинск).

Регион исследования – юго-восток Западной Сибири расположен почти в центре континента Евразии и не подвергается воздействию циклонов или тайфунов, которые причиняют много бед на востоке и на западе нашей страны. Атлантические циклоны чаще всего, приближаясь к территории, значительно ослабевают. Наиболее опасны для Западной Сибири ныряющие циклоны с Баренцева моря и Южно-Каспийские циклоны. С их прохождением через территорию Сибири наблюдается «букет» опасных явлений: очень сильный, нередко ураганный ветер, сильные осадки; в летний период – град.

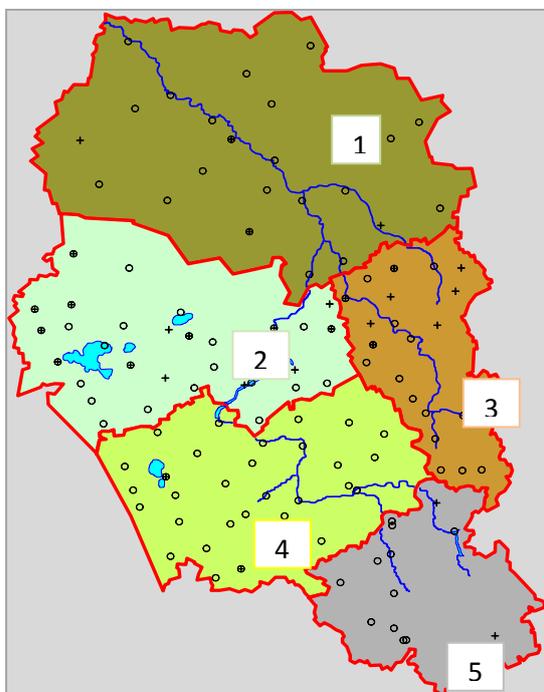
Проецируемые тенденции. Согласно Четвёртой оценке МГЭИК вероятность будущих трендов, в том числе экстремальных явлений на основании проекций на XXI век по сценариям СДСВ приведёт, в частности, к росту интенсивной тропической циклонической деятельности. Приводятся примеры основных последствий.

Примеры адаптации. Усилия по защите от бедствий, связанных с ураганами, с использованием информации. В рамках программы ВМО по тропическим циклонам предоставляется информация об опасных явлениях, связанных с ними, а Центр информации передаёт предупреждения о них в реальном режиме времени.

Стратегия адаптации. Переход от деятельности по реагированию на ЧС к стратегиям обеспечения готовности и предотвращения опасности, эта позиция предусмотрена в Хиогской рамочной программе действий и требует использования климатических прогнозов. В этой связи представляют интерес возможные пути снижения рисков разрушительного воздействия ураганов методами активных воздействий на тропические ураганы (тайфуны) созданием искусственного апвеллинга – процесса, при котором глубинные воды океана поднимаются [10].

1.2 О метеорологической освещённости территории

Характеристика освещённости территории субъектов РФ наблюдательными подразделениями представлена в таблице 1.



Площадь региона 852,3 тыс. км², составляет 5% площади РФ.

На территории действуют 124 метеорологических станций (рисунок 1).

Таблица 1 - Минимально необходимое количество пунктов наблюдений (N^{\min}) с учётом неоднородности рельефа и хозяйственного освоения территории [11].

Субъект	Количество станций	N^{\min}
1	23	32
2	35	37
3	21	21
4	32	43
5	13	20

Рисунок 1 - Сеть метеорологических станций Западно-Сибирского УГМС.

1 - Томская область; 2 - Новосибирская область; 3 - Кемеровская область; 4 - Алтайский край; 5 - Республика Алтай.

В Томской области, Алтайском крае и Республике Алтай очевиден дефицит метеорологической освещённости, остальные субъекты в целом «укомплектованы».

1.3 Исходные данные для оценки составляющих риска

С 2009 года в соответствии с РД 52.88.699 – 2008 [12] введено ОЯ ураганный ветер (ураган) – это ветер при достижении скорости 30 м/с и более (критерий по РФ). Для территории Западно-Сибирского УГМС с учётом региональных особенностей природно-климатических условий определен критерий ураганного ветра 33 м/с и более. В регионе среди ОЯ в 80 % случаев преобладают сильные ветры (25 м/с и более). И действительно, Алтайский край – эпицентр ветров опасной силы на равнинной части РФ (таблица 2).

Таблица 2 – Годовое число случаев с ОЯ очень сильный ветер (25 м/с и более) по данным Ю. А. Панфутовой [13]

Субъект РФ	Число случаев	Субъект РФ	Число случаев
Европейская часть РФ		Западная и Средняя Сибирь	
Ярославская область	0,0	Омская область	2,0
Рязанская область	0,3	Новосибирская область	3,8
Костромская область	0,9	Алтайский край	10,9
Кировская область	1,2	Кемеровская область	4,8
Ростовская область	1,2	Красноярский край	2,4

Согласно РД, сочетание двух неблагоприятных явлений КМЯ считается ОЯ, например, скорость ветра 20-24 м/с с любым явлением (град, гроза и др.).

Базовая информация для получения специализированных характеристик.

Электронный банк данных об опасных метеорологических явлениях за период 1985-2010 гг. по 124 станциям Зап СибУГМС. Представлены характеристики сильного ветра, включая ураганы: продолжительность (в часах), скорость и направление ветра. В состав рядов включены несколько случаев ОЯ - шквал и сильная метель $V \geq 30$ м/с.

Информация о последствиях и ущербе от ураганного ветра.

- База данных «Сведения о гидрометеорологических явлениях, нанесших ущерб экономике РФ» Период 1991-2011 гг., ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск.

- «Донесения с гидрометеорологических станций об угрозе возникновения и возникновении опасного явления», содержащие характеристику явления, интенсивность, площадь распространения, продолжительность; описание последствий, оценку материального ущерба. (ФГБУ Западно-Сибирское УГМС, 2005-2010 гг.). В данной работе рассматриваются ураганы по общероссийскому критерию ($V \geq 30$ м/с).

2. ОЦЕНКА РИСКОВ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ УРАГАНОВ

2.1 Климатическая характеристика ураганов

Особенности природно-климатических условий территории юго-востока Западной Сибири обуславливают значительные различия подверженности ураганам ветрам. На рисунке 2 показано распределение максимального числа ураганов в году, возможного 1 раз в 100 лет. Оценки повторяемости явления малой вероятности получены на основе аппроксимации распределением Пуассона и сложным законом Пуассона [14].

Район 0 - за исследуемый период ураганы не наблюдались: лесная зона (преобладающая часть Томской области и север Новосибирской области); подветренные склоны Кузнецкого Алатау; глубокие котловины и непродуваемые долины Горного Алтая.

Район I – отдельные ареалы в Томской области, равнинная территория лесостепной и степной зон Новосибирской области и Алтайского края.

Районы II и III - наветренные склоны Кузнецкого Алатау и предгорья Алтая.

Район IV – «создаёт» станция Усть-Чарышская Пристань, расположенная в предгорных районах Алтая на берегу р. Оби (здесь возможно 9 ураганов в году).

В настоящее время социально-экономические вопросы решаются в рамках муниципальных образований (МО). На рисунке 3 представлены данные среднего многолетнего числа ураганов по административным единицам субъектов. Отдельные МО субъектов (в Алтайском крае 50%) не обеспечены метеостанциями. Используя аналогию местоположения станций, для неосвещённых МО получены возможные значения вероятности возникновения урагана. Очевиден контраст между подверженностью ураганам Томской области и Алтайского края. Вероятность явления один раз в 5-10 лет (соответственно $p=0,2-0,1$) характерна для южной половины региона. Самым жестким режимом ураганов отличается Алтайский край, в отдельных местах такие ветры бывают практически ежегодно.

Средняя продолжительность урагана составляет 5-7 часов, в Алтайском крае 9 часов и в 6-8% случаев (в пересечённом рельефе Кемеровской области не более 2%) могут превышать сутки. Самые длительные ураганы наблюдались в основном в прежние годы (таблица 3).

Таблица 3 – Повторяемость (%) ураганов различной продолжительности (τ)

Субъект РФ	τ ср.	Продолжительность, τ час.				τ макс.	Дата
		< 6	6 – 12	12-24	> 24		
Томская область	6,0	50,0	50,0			9,0	29-30.11.1989
Новосибирская область	6,9	36,2	32,8	24,1	6,9	34,2	17.03.1990
Кемеровская область	4,9	80,8	9,6	7,7	1,9	32,5	26-27.02.2007
Алтайский край	9,3	47,1	30,7	13,7	8,5	45,0	17-18.11.1987
Республика Алтай	5,3	77,8	13,3		8,9	30,2	06-07.11.1988

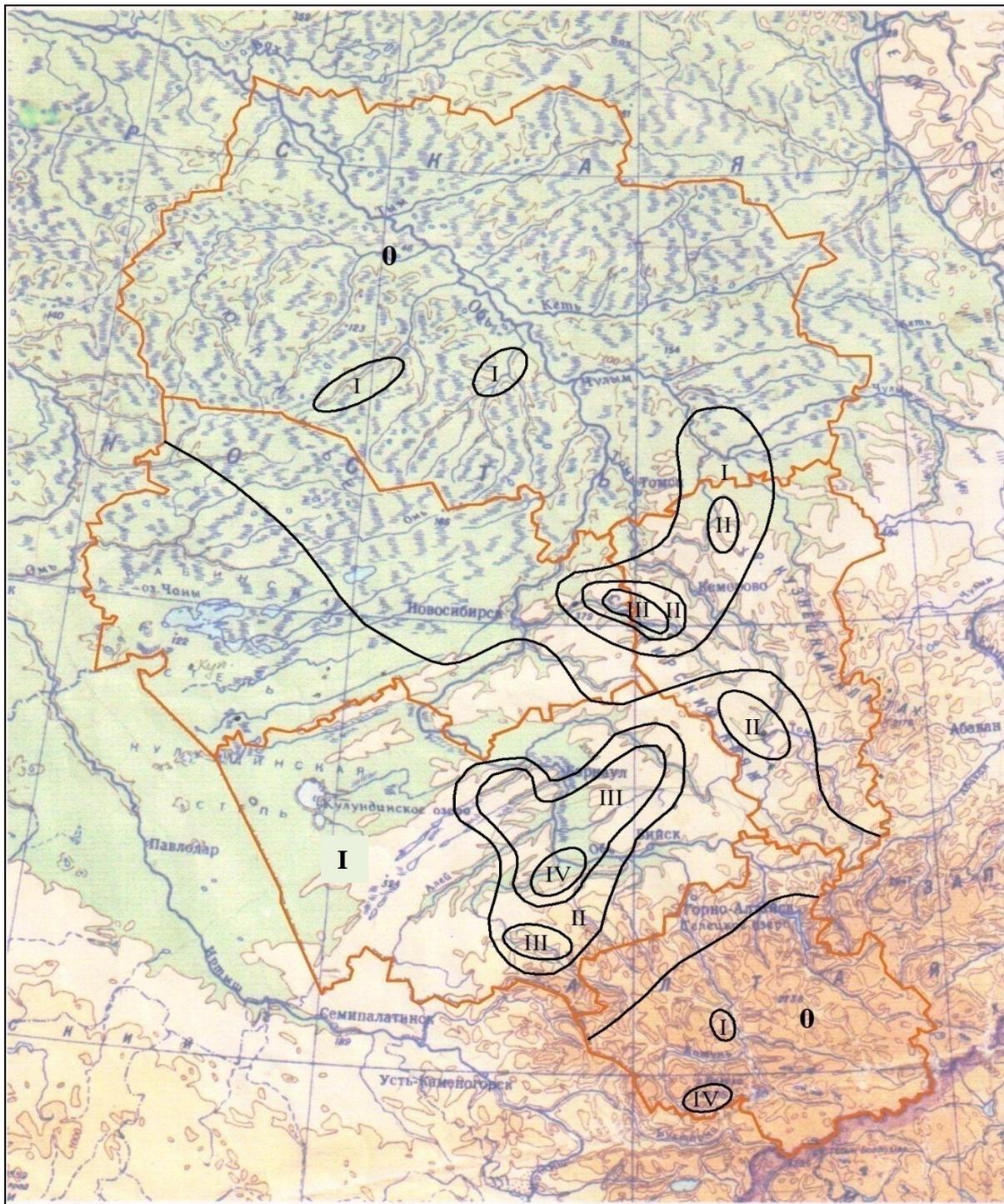
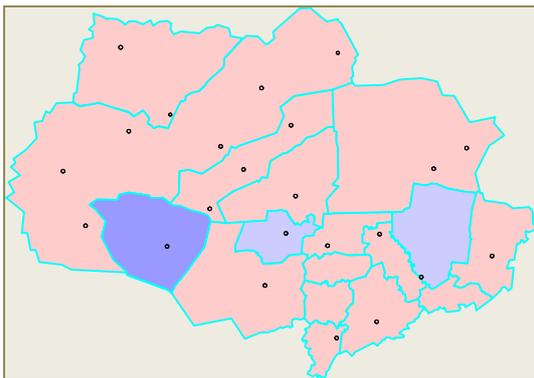


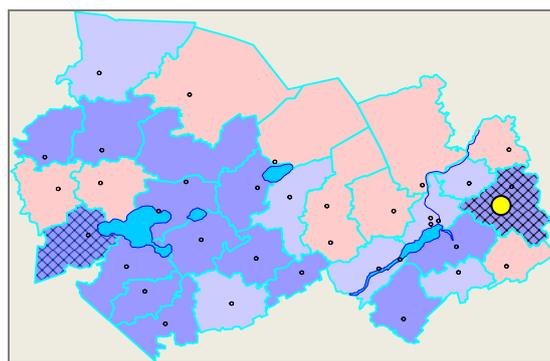
Рисунок 2 – Максимальное число ураганов, возможное 1 раз в 100 лет.

0 – ураганы не наблюдаются; I – 1-2; II – 3-4; III – 5-6; IV – > 6 случаев в году.

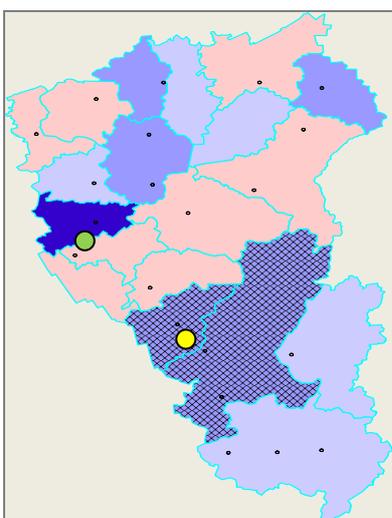
Томская область



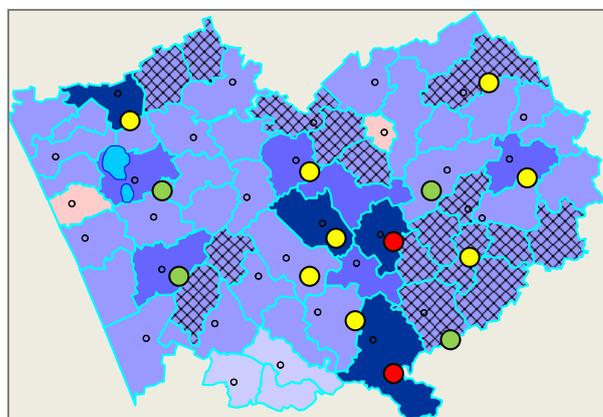
Новосибирская область



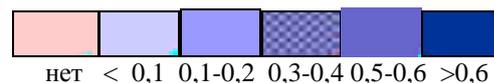
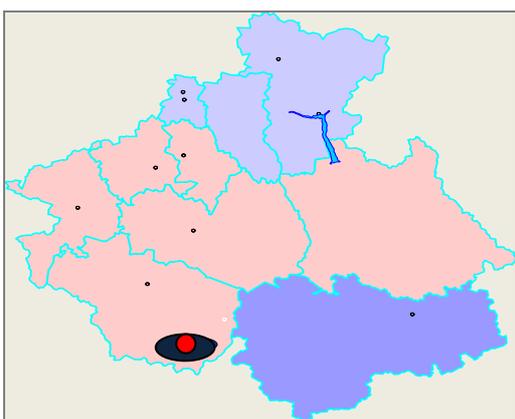
Кемеровская область



Алтайский край



Республика Алтай



Кара -Тюрек им. Гесса (Н=2600 м) – 14,2 случаев.

12. 11. 2010 г. станции присвоено посмертно имя зам. начальника Западно-Сибирского УГМС Гесса Романа Яковлевича

Рисунок 3 – Среднее годовое число ураганов по муниципальным районам.

Максимальное число ураганов в году: ● 3 ● 4 - 5 ● более 5 случаев.

Примечание: 1-2 случая в году с ураганом относятся к большинству районов и на карте не отмечено значками.

Ураганы вторгаются в основном с юго-запада (в Республике Алтай - с юга) и в 18-20 % - с юга и запада (таблица 4).

Таблица 4 - Повторяемость (%) направления ветра при ураганах

Субъект РФ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Томская область	-	-	-	-	-	100,0	-	-
Новосибирская область	3,5	-	-	1,8	17,5	56,1	19,3	1,8
Кемеровская область	-	-	-	-	19,2	57,7	21,2	1,9
Алтайский край	0,5	-	-	-	23,8	56,7	18,0	1,0
Республика Алтай	4,4	-	-	6,7	68,9	2,2	13,4	4,4

Ураганные ветры на территории юго-востока Западной Сибири наблюдаются в течение всего года. Максимум приходится на апрель - в среднем 3 случая, второй экстремум на май (2,5 случаев). В августе и сентябре повторяемость ОЯ минимальна - соответствует вероятности возникновения один раз в 5 лет (рисунок 4).

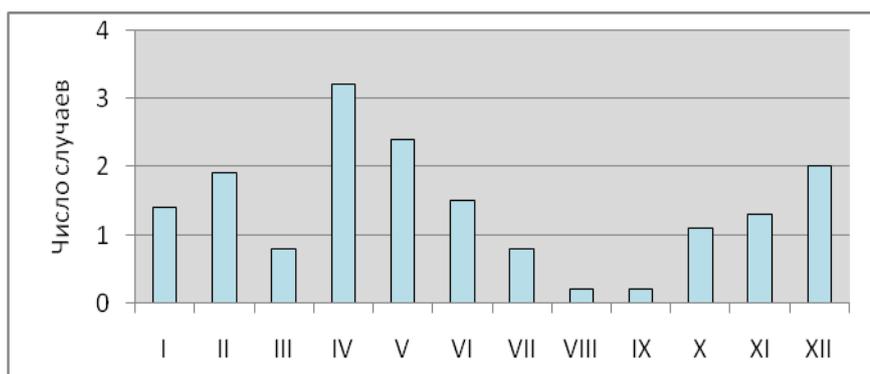


Рисунок 4 – Годовой ход числа ураганов.

Скорость ураганного ветра в 87% случаев не превышает 35 м/с, практически каждый десятый ураган реализуется ветром от 36 до 40 м/с, на долю наиболее сильных ураганов (>40 м/с) приходится менее 1% случаев. Экстремум скорости ветра (порыв 48 м/с) наблюдался в Кемеровской области (Промышленная, 31.12.1995 г.), продолжительность ураганного ветра 36 м/с составила 12 часов. По сведениям о последствиях в этот день метели, сопровождавшиеся ветром ураганной силы, нанесли ущерб в Новосибирской области 470 млн. рублей (неденоминированных).

Для оценки возможных будущих климатических воздействий целесообразно исследовать тренды характеристик опасных явлений, в том числе ураганов. На рассматриваемой территории за период 1985-2010 гг. отмечается статистически значимый отрицательный тренд (рисунок 5).

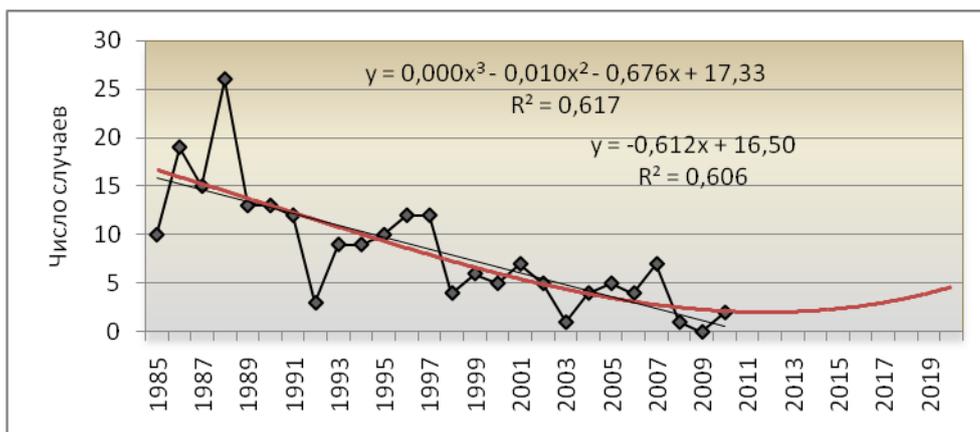


Рисунок 5 – Временной ход числа ураганных ветров на территории юго-востока Западной Сибири (с прогнозом до 2020 года)

Скорость уменьшения числа ураганов составляет немногим более 6 случаев за 10 лет. Заметим, что в 2011 году ураганные ветры (≥ 30 м/с) не отмечались, в том числе и по «Донесениям со станций». В 2012 году ОЯ наблюдалось на самом севере Томской области (Александровское).

2.2 Специализированная информация

Оценки рисков возникновения последствий опасного явления и экономического риска (ущерба) выполнены в соответствии с эмпирическим методом, разработанным в Главной Геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова [15] и апробированным для различных территорий [13, 16, 17]. Методологические подходы требуют нетрадиционной обработки исходных данных для получения специализированных характеристик.

За случай с опасным явлением по территории принимается такой, если ОЯ отмечалось на одном или одновременно несколькими наблюдательными подразделениями; при этом количество охваченных пунктов характеризует площадь территории, подверженной ОЯ. Отметим, что обычно при статистической оценке данных об опасных явлениях суммируются случаи по всем станциям. Создаётся впечатление большой повторяемости ОЯ на территории, при этом оказываются скрытыми пространственные масштабы явления. Именно полученные новым способом значения числа случаев с ураганом приведены в таблице 5 и в упомянутой выше таблице 2.

Определение площади, занимаемой ураганом с учётом плотности распределения станций, выполнено с использованием метода полигонов Вороного-Тиссена [18]. Средняя площадь ураганов определена для каждого субъекта РФ. Алгоритм построения полигонов, в частности, был привлечён к оценкам оптимальной площади регионов однородных по показателям трендов изменения годовой температуры воздуха на территории РФ [19]. Оценки площадей могут быть уточнены на основе пространственного корреляционно-

го анализа параметров ветра, однако полагаем, что для задачи получения средних величин по территории вряд ли требуется более высокая точность.

Таблица 5 – Число случаев (n), средняя (s) и наибольшая (s') площадь одновременного охвата территории ураганным ветром

Субъект РФ	N	s, тыс. км ²	s', тыс. км ²	Дата
Томская область	0, 1	10,0	21, 4	17.04.1988
Новосибирская область	1, 4	9, 4	46, 0	24.12.1995
Кемеровская область	3, 2	4, 5	21, 5	17.02.2004
Алтайский край	5, 4	8, 2	120, 1	22.04.1985
Республика Алтай	1, 8	4,3	21, 5	08.06.1999

Для Томской области и Республики Алтай с редкой сетью метеорологических станций и, следовательно, большой площадью полигонов (соответственно 18,9 и 10,3 км²) введен коэффициент (N / N^{\min}), корректирующий величину площади ОЯ с учётом минимально необходимого числа метеорологических станций, вследствие чего площади уменьшены вдвое.

Коэффициент агрессивности ураганного ветра K_a принят равным 1,3, исходя из следующих соображений. Определение критерия ОЯ включает единственное условие - достижение скорости ветра 30м/с, поэтому коэффициент K_a выведен по соотношению скоростей ветра урагана и сильного ветра ($30 / 25 = 1,2$). Вместе с тем, ввиду наличия в рядах единичных случаев шквалов (30м/с и более), коэффициент агрессивности увеличен до 1,3.

2.3 Экономические риски от ураганных ветров

Риск возникновения неблагоприятного последствия от одного случая урагана для субъекта РФ оценивался по формуле:

$$R = n' / N \cdot s / S, \quad (1)$$

где n' – число лет с явлением, N – период наблюдений, s – средняя площадь ОЯ, км², S – площадь субъекта РФ, км²; таким образом, n' / N – вероятность ОЯ в целом по субъекту. При окончательном расчёте риска следует учесть максимальное число ураганов в одном и том же году. Формула экономического риска $R_{ЭК}$ в стоимостной оценке имеет вид:

$$R_{ЭК} = R \cdot \tau \cdot L \cdot K_a \cdot A. \quad (2)$$

Здесь R – риск реализации неблагоприятного последствия; τ – средняя продолжительность урагана (в днях); L – численность населения в данном субъекте; K_a – коэффициент агрессивности, отражающий интенсивность воздействия ОЯ; A – цена риска в рублях, равная суточной доле ВВП, приходящейся на одного жителя РФ и (принят равным 636 руб.).

Риск нанесения экономического ущерба для какого-либо объекта на рассматриваемой территории определяется с помощью выражения:

$$R_{\text{ЭК}}^{\text{об}} = R_{\text{ЭК}} \cdot s^{\text{об}} / S, \quad (3)$$

где $s^{\text{об}}$ - площадь объекта, км².

В соответствии с рекомендованными формулами вычислены риски последствий при возникновении ураганов и экономический риск для субъектов, а также для муниципальных образований, которые рассматривались как реципиенты каждый к своему субъекту.

Оценки допустимости рисков произведена согласно классификации рисков, относящихся к трём категориям: чрезмерные ($\geq 10^{-2}$), приемлемые ($10^{-3} - 10^{-4}$) и пренебрежимые ($\leq 10^{-5}$) [15]. Для указанных категорий рисков предлагаются и несколько иные пороговые значения рисков [7, 20]. Однако в основе всех подходов заложен принцип абсолютного приоритета безопасности жизни человека, и разрабатываются нормативы рисков [21, 22].

С целью управления риском принимаются следующие условия. Если при оценке риска установлено, что его величина находится в зоне непремлемого (чрезмерного), то это означает необходимость принятия серьёзных мер по снижению его до приемлемого уровня, ввиду недопустимости в принципе хозяйственной деятельности, даже если она выгодна обществу в целом. В зоне приемлемого (контролируемого) риска необходимо оповещение всех лиц и организаций о снижении риска. Вместе с тем, должны приниматься меры, которые считаются разумными с практической точки зрения. И, наконец, категория допустимого риска по определению не требует никаких мер. Именно в области приемлемого риска решается вопрос об адаптации на основе экономических оценок для достижения гидрометеорологической безопасности.

Риски от ураганов, размеры социального и экономического рисков, а также сопутствующие данные о вероятности события и отношения площадей в целом по рассматриваемым субъектам РФ представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика ураганов и рисков, создаваемых ими

Субъект РФ	n'	P	s / S	R соц. тыс. чел.	R эк. тыс. руб.	R
Томская область	3	0,12	0,031	4,8	3194,1	$3,7 \cdot 10^{-3}$
Новосибирская область	16	0,62	0,053	112,8	73 308,2	$3,3 \cdot 10^{-2}$
Кемеровская область	19	0,73	0,047	125,9	80 046,3	$3,4 \cdot 10^{-2}$
Алтайский край	22	0,85	0,047	129,7	85 573,2	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Республика Алтай	12	0,46	0,05	12,2	17 254,1	$2,3 \cdot 10^{-2}$

Анализируя результаты представленной таблицы, отметим, что за исключением Томской области, в которой риск возникновения опасного события от воздействия ураганов является приемлемым; в остальных субъектах он недопустимый и обусловлен, главным образом, большой вероятностью явления. Экономические риски варьируются от 3 миллионов рублей в Томской области до 86 - в Алтайском крае.

2.4. Детализации рисков для муниципальных образований.

Территория отличается различиями плотности населения. Так, плотность населения Новосибирской области составляет 15 чел./км², в то же время в МО Северный – всего 0,7 чел./км², а в Новосибирском сельском МО (включая г. Новосибирск) – 580 чел./ км². При переходе к расчётам рисков по муниципальным образованиям нами вводился коэффициент в виде отношения плотности населения в МО к показателю плотности в субъекте. Это позволяет более объективно сравнивать величину экономического риска в разных муниципальных образованиях.

Считаем целесообразным также учесть информацию о вероятности явления в муниципальных образованиях, поскольку величина экономического риска для них определяется только соотношением площадей района и общей территории области или края. Поэтому наряду с общей формулой дополнительно были определены значения риска на площади 5000 км² в каждом МО (R_{MO}) согласно следующему выражению:

$$R_{MO} = \frac{n}{N} \cdot \frac{S_{5000}}{S}, \quad (4)$$

где n – число ураганов в МО; N – период наблюдений, равный 26 годам;

S – площадь территории субъекта.

В таблице 7 для примера приведены риски, рассчитанные по формулам (1) и (4) для Кемеровской области по данным наблюдательных подразделений, представляющих МО.

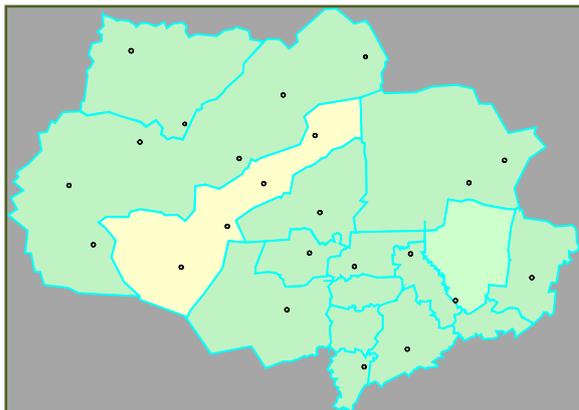
Таблица 7 – Сравнительная характеристика риска от ураганного ветра, рассчитанного по формулам (1) и (4) для муниципальных образований Кемеровской области

Метеорологическая станция	Число случаев за 26 лет	Риск – формула (1) R	Риск – формула (4) R _{мо}
Кондома	2	0,0014	0,0040
Таштагол	0	0,0014	0
Усть-Кабырза	0	0,0014	0
Междуреченск	1	0,0026	0,0020
Кузедеево	3	0,0080	0,0060
Новокузнецк	8	0,0024	0,0161
Киселёвск	9	0,0013	0,0161
Белово	0	0,0020	0
Красное	0	0,0009	0
Промышленная	11	0,0011	0,0222
Крапивино	0	0,0025	0
Кемерово, агро	0	0,0008	0,0020
Барзас	4	0,0008	0,0081
Центральный Рудник	0	0,0021	0
Тисуль	0	0,0021	0
Топки	1	0,0010	0,0020
Юрга	0	0,0009	0
Тайга	0	0,0013	0
Мариинск	0	0,0033	0
Тяжин	2	0,0013	0,0040
Яя	6	0,0010	0,0101

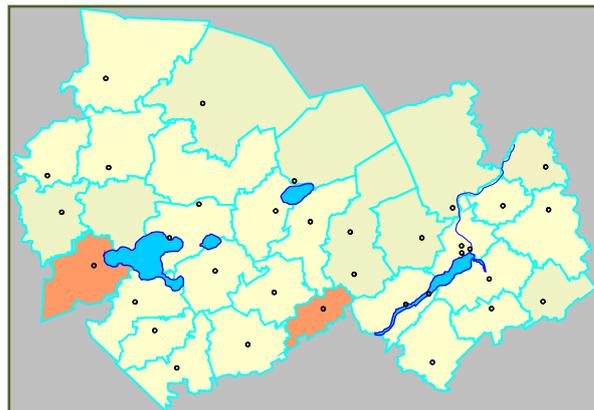
Отметим, когда число ураганов в МО равно нулю, риск по формуле (1) определяется, а по формуле (4) – он равен 0. При малом числе ураганов (1-2) риски в обоих случаях одного порядка (приемлемые), но когда число ураганов возрастает, риски согласно формуле (4) переходят в категорию недопустимых (Новокузнецк, Киселёвск, Промышленная, Яя). Два вида рисков от ураганов были объединены таким образом, что из них выбирались наибольшие, а при риске, равном нулю, использовалось значение, вычисленное по формуле (1) как потенциально возможный риск в будущем. Для отдельных районов рассматриваемых субъектов (особенно в Алтайском крае), не обеспеченных наблюдениями, риск оценён также согласно формуле (1). Риски поражения от ураганов на территории муниципальных районов с учётом ранее предложенных вариантов оценки риска представлены на рисунке 6.

Для большинства районов риск характеризуется как приемлемый и только в отдельных МО Кемеровской области, Алтайского края он недопустимый. Экономические риски, рассчитанные с привлечением максимального числа случаев в году варьирует от сотен тысяч до миллионов рублей (рисунок 7).

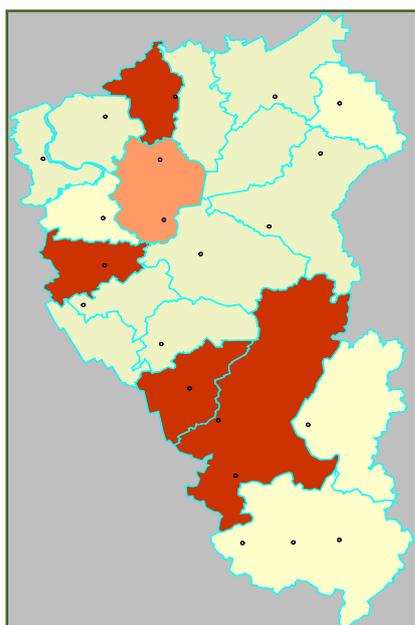
Томская область



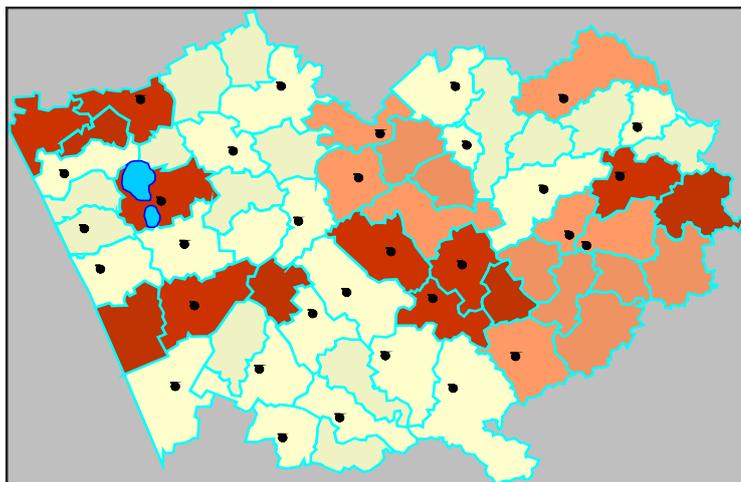
Новосибирская область



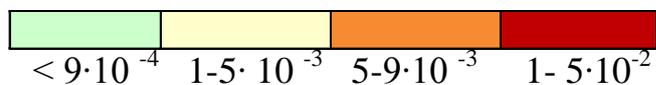
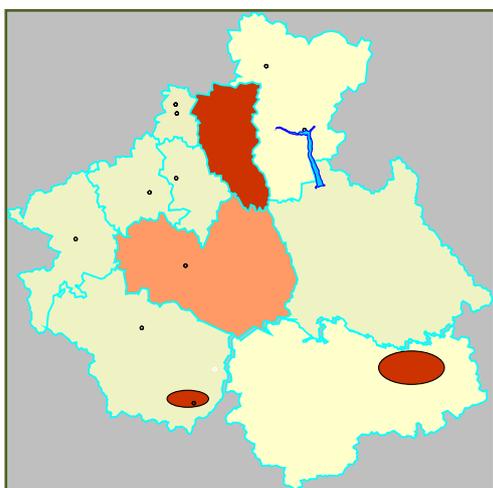
Кемеровская область



Алтайский край



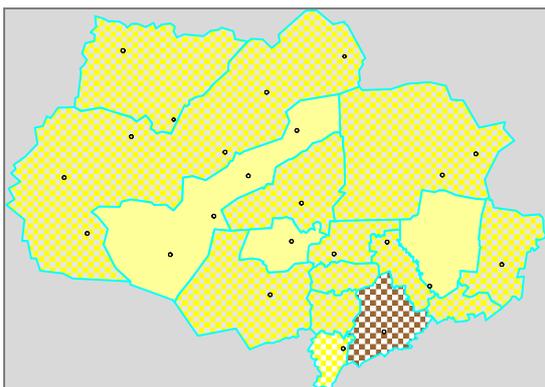
Республика Алтай



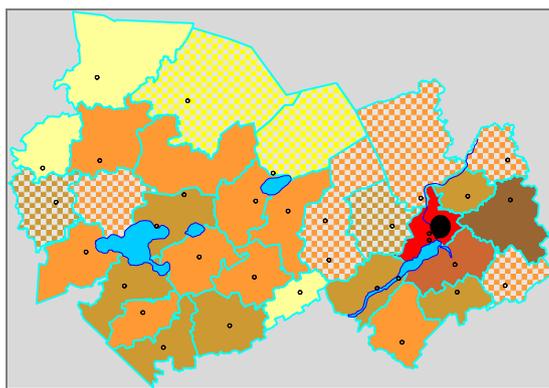
В заштрихованных районах, где ураганы за исследуемый период не наблюдались, указан возможный риск различной величины.

Рисунок 6 - Риск возникновения урагана для муниципальных образований.

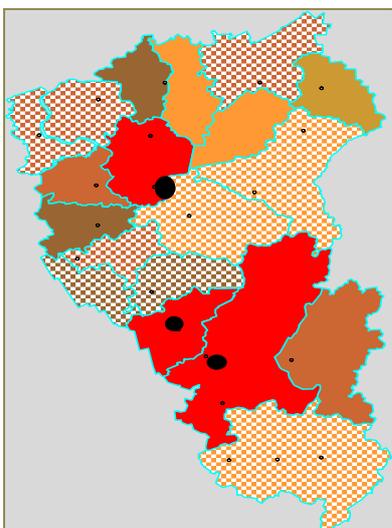
Томская область



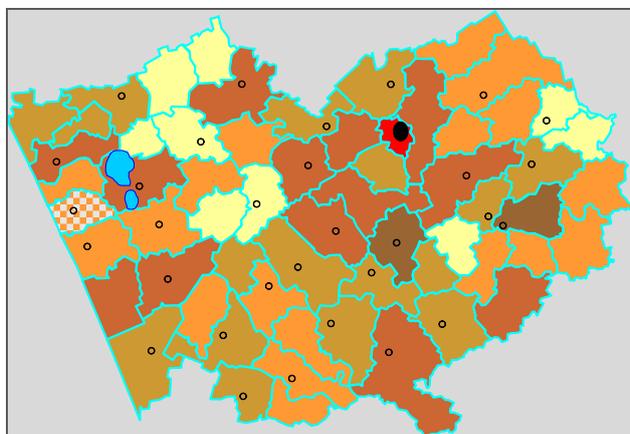
Новосибирская область



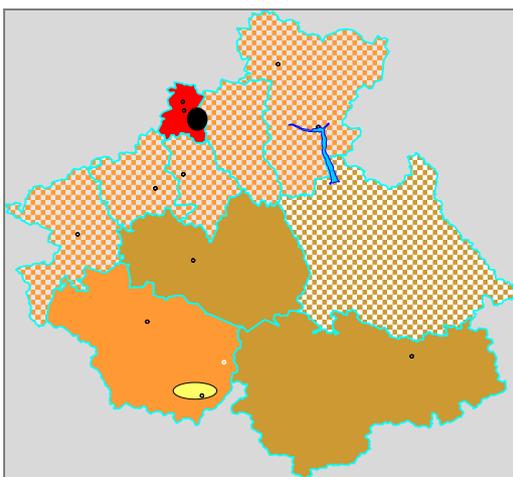
Кемеровская область



Алтайский край



Республика Алтай



< 0,5 0,5-1 1-2 2-5 5-8 >8 млн.р.

 Максимальные риски , млн.р.

МО Новосибирский – 46 (Новосибирская область).

МО Новокузнецкий - 18; МО Кемеровский 15, МО Киселёвский – 9 (Кемеровская область).

Барнаулский гор. округ - 27 (Алтайский край).

МО Горно-Алтайский - 8,3 (Республика Алтай).

Рисунок 7 – Экономический риск от ураганов по муниципальным образованиям (МО).

Наиболее ощутимые социальные и экономические риски вероятны в крупных промышленных городах, в которых сосредоточены крупнейшие предприятия горнодобывающей, химической, металлургической, перерабатывающей и ряда других отраслей промышленности. Здесь экономический риск возрастает до десятков миллионов рублей.

2.5 Косвенная оценка ущерба, нанесённого ураганом ветром.

Оценка ущерба и рисков по эмпирическому методу предполагает анализ и сравнение теоретических выводов и фактически наблюдаемых материальных потерь. Число ураганов и причинённые ими последствия выбраны из «Донесений» о негативных последствиях, создаваемых опасными гидрометеорологическими явлениями в уязвимых секторах экономики: природные системы, сооружения и инфраструктура, население, сельское хозяйство на территории ответственности Департамента Росгидромета по СФО за 2005-2010 годы. Анализ данных таблицы 8, выявил, что для 20-70% случаев ураганов, обусловивших возникновение опасного события (падение опор и обрыв проводов ЛЭП, разрушение крыш домов и др.), отсутствует материальный ущерб в денежном выражении, что затрудняет оценку сопоставимости реальных и расчетных рисков. В связи с этим «недостающие потери» были косвенно восполнены по формуле:

$$Y_p = \left(\frac{Y_\phi}{n_1} \cdot n_2 \right), \quad (5)$$

где Y_p , Y_ϕ – соответственно расчётный и фактический ущербы; n_1 , n_2 – соответственно число ураганов с указанием денежного эквивалента и без него. Заметим, что при определении Y_p , Y_ϕ принимались во внимание все случаи с ураганом, несмотря на то, наблюдался ли он на одном наблюдательном пункте или охватывал одновременно несколько из них. При расчётах социального и экономического рисков по формуле (5) именно такой ураган принимался за один случай и их общее число не равно сумме ($n_1 + n_2$).

Таблица 8 - Число ураганов (n) и материальный ущерб (Y). 2005-2010 гг.

Субъекты РФ	Число ураганов		Ущерб, тыс. руб.			
	n 1	n 2	Y _φ	Y _p	Y _φ + Y _p тыс.	За год
Томская область	0	1	-	-	-	-
Новосибирская область	22	6	97219	26514	123733	20622
Кемеровская область	2	5	34 831	87100	121941	20 324
Алтайский край	16	11	11251	7735	18 986	3 164
Республика Алтай	2	0	1233	-	1233	205

Материальный ущерб от воздействия ураганных ветров колеблется от сотен тысяч до десятков миллионов рублей. Так, например, в августе 2009 г. экономике МО Кочковский Новосибирской области ураганом был нанесён ущерб более 56 млн. рублей, в Беловском МО Кемеровской области - 31 млн. рублей. Наибольшие средние годовые потери от воздействия ОЯ также характерны для территории Новосибирской и Кемеровской областей и составляют в среднем чуть более 20 млн. рублей. представленные значения ущерба по субъектам РФ являются ориентировочными в виду того, что рассчитаны всего за 6 лет. Поэтому представляется важным накопление детальной оценки воздействия всех ОЯ, равно как и ураганного ветра, поскольку только на основании достоверной информации можно рассчитывать и прогнозировать ущерб и риски по конкретным территориям и хозяйственным объектам, что в свою очередь даст возможность управленческим структурам подготовиться и принять меры по предотвращению ущерба.

Выполненные оценки рисков и уязвимости секторов экономики относятся к ОЯ ураганный ветер в соответствии с критерием 30м/с и более. По данным [12] последствия возникают и при ветрах, не достигающих силы урагана (таблица 9, таблица 1 Приложения). Таблица 9 – Ущерб (тыс.р.), нанесенный экономике регионов сильными ветрами (первая строка) и ураганами (вторая строка)

Скорость ветра, м/с	Год						Средняя
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Томская область							
25-29	850	-	48000	500	-	-	16500
≥ 30	-	-	-	-	-	-	
Новосибирская область							
25-29	1911	2258	13521	7315	22087	3330	8404
≥ 30	-	6941	4081	17974	57294	8929	15870
Кемеровская область							
25-29	6374	1101	870	-	2535	450	1888
≥ 30	3471	-	31000	-	-	-	5745
Алтайский край							
25-29	4976	100	10856	505	1800	880	3186
≥ 30	1750	-	4163	500	125609	2229	22375
Республика Алтай							
25-29	230	480	1080	-	-	-	298
≥ 30	1168	65	-	-	-	-	206

Видно, что ущерб от ураганов чаще превышает потери, связанные с сильными ветрами. Исключение составляет Томская область - в 2007 году на город Томск и его окрестности обрушился сильный ветер (27м/с) и нанёс «рекордный» материальный ущерб - 48 млн.р. Поэтому ориентировка на учёт ущерба только от ураганных ветров приведёт к потере информации, а оценки по «сибирскому» критерию $V \geq 33 \text{ м/с}$ – к ещё большему занижению реальных убытков. Полагаем, что для территории Западной Сибири актуальны оценки рис-

ков по критерию ОЯ очень сильный ветер 25м/с и более, включая КМЯ (ветер 10-24 м/с в сочетании с неблагоприятным явлением, к примеру, град, гроза).

3 СЦЕНАРИИ АДАПТАЦИИ К УРАГАНАМ

Полученные к настоящему времени обобщения о последствиях изменения климата и изменчивости в виде стихийных опасных явлений, таких как волны тепла и циклоны на природную среду и сферы жизнедеятельности связываются с фактом потепления климата с середины 70-х годов прошлого столетия в глобальном, страноведческом, региональном и местном масштабах. Вместе с тем исследования региональных пространственно – временных тенденций температуры воздуха на основе эмпирических данных позволили выявить в ряде случаев различия в современных изменениях климата [20]. Сценарии адаптации экономики к будущим изменениям климата, в том числе управления рисками, которые создают экстремальные явления, также построены на проекциях, предполагающих дальнейшее потепление климата. Вместе с тем, достигнутые к настоящему времени результаты усилий, направленных на принятие эффективных политических и экономических решений в отношении адаптации, осложняет значительная неопределённость оценок будущих региональных изменений климата. Имеются сведения о новых тенденциях замедления глобального потепления в начале XXI века и увеличения ареалов с тенденциями к похолоданию [21]. Новыми научными данными обогащается проблема причин периода глобального потепления и оценок соотношения между влиянием антропогенного фактора и естественного проявления цикличности в изменении климата [22, 23].

Сценарии адаптации населения и экономики к ураганам сформированы на основе анализа состояния и тенденций повторяемости самого опасного явления и показателей социально-экономического развития Сибири и рассматриваемых субъектов за текущий период и на долгосрочную перспективу - до 2020-2025 гг.

В связи с тенденцией уменьшения частоты ураганов, можно было бы говорить о возможных выгодах, если уровень малой повторяемости ОЯ сохранится в будущем. Однако неопределённости климатического прогноза дают основание принять оценки рисков от ураганов на уровне текущего климата последних трёх десятилетий, поскольку проецируемый возможный рост числа случаев с явлением до 2020 года не является сложившимся трендом (рисунок 5). И хотя частота ураганов по показателям тренда убывает, в настоящее время экономическая и социальная стоимость ОЯ довольно значительная. Необходимо учитывать, что риски от ураганов в большинстве приемлемые, следовательно, регулирующие органы должны адаптировать хозяйственную деятельность в сторону снижения риска.

Основные ключевые факторы социально-экономического развития субъектов РФ - Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края и Республики Алтай представлены в соответствующих документах. Показатели сценариев развития регионов являются источником информации для формулировки положений в сценариях адаптации секторов жизнедеятельности регионов к разрушительным воздействиям ураганов. Следует заметить, что в настоящее время ряд субъектов РФ осуществляет актуализацию стратегий до 2025 года, где корректируются показатели направлений социальной политики и хозяйственной деятельности исходя из осложнений, связанных с мировым кризисом. Такая актуализация Стратегии развития до 2025 года уже утверждена для некогда аграрного Алтайского края - к числу главных приоритетов относится теперь развитие туризма и его инфраструктуры до уровня мировых стандартов. Таким образом, *проекции экономических последствий могут усилить уязвимость и ущерб.*

Материалы документов о последствиях, создаваемых экстремальными метеорологическими явлениями, связанными с циклонами и возмущённостью скорости ветра в крупных регионах Земли, сведения о последствиях и экономических потерях в пределах РФ, а также региональные данные для исследуемой территории Сибирского региона выявляют несколько наиболее уязвимых к ураганам секторов экономики и жизнедеятельности (рисунок 8). Различия состоят лишь в интенсивности явления, масштабах стихийных бедствий и ущерба. Все адаптационные меры влекут за собой реальные расходы, поэтому важно оценить их экономическую целесообразность.

Юго-восток Западной Сибири – уязвимые секторы и территории.



Использована база данных «Сведения о гидрометеорологических явлениях, нанесших ущерб отраслям экономики РФ» 1991-2011г. ВНИИГМИ-МЦД.

Рисунок - 8 Распределение не предотвращенных потерь от ураганных ветров (92 случая).

Безопасность, здоровье. Гибель людей, травматизм, стрессы, в том числе вследствие потери имущества при пожаре; довольно частые трагические случаи в сфере туризма.

За период 1991-2010 гг. по данным Базы данных ВНИИГМИ-МЦД, которые, возможно, нельзя считать полными, жертвами ураганных ветров стали 12 человек и несколько десятков получили травмы. По данным других источников ураган стал причиной

пожаров в жилых домах, что привело к большим материальным убыткам, нередко случаи гибели туристов, располагающих своё местопребывание под деревьями, а также туристов, попадающих в зону внезапных ветровых вторжений.

Район повышенного риска – Республика Алтай. Здесь широко развит туристический сектор – ежегодно регион посещает миллион туристов, что в 5 раз превышает численность населения (209 тыс. чел.). В соответствии со стратегией развития базовой отраслью станет туризм, число туристов увеличится к 2020 году на 30%. *Тенденция увеличения туристического потока повысит риск от воздействия ураганов.* Туристическая деятельность связана с развитием и обновлением инфраструктуры сектора. *Растущая стоимость обновлённой инфраструктуры повысит материальный ущерб.* Районом риска станет также Алтайский край, где делается ставка на позиционирование его как туристско-рекреационный комплекс мирового уровня. К 2025 году туристический поток в регион достигнет 3 млн. человек в год. В Кемеровской области возрастёт уязвимость в связи с развитием зимнего туризма.

Рекомендуемая адаптация: планируемая, личная, общественная; меры по адаптации:

- *информационные* – планирование готовности к опасным ситуациям, в том числе развития системы раннего предупреждения (упреждающая адаптация), эффективная помощь после наступления неблагоприятных последствий (ответная адаптация);

- *гидрометеорологические* - повышение качества прогнозов об угрозе возникновения урагана. Последние достижения в методах метеорологического прогнозирования, внедрение современной аппаратуры смогут повысить уровень информированности, необходимый для обеспечения безопасности людей, исключить внезапность угрозы. К 2015 году в РФ будет установлено 140 доплеровских метеорологических локаторов, что позволит получать информацию о стремительно развивающихся стихийных явлениях. Данные будут поступать в режиме реального времени и станут доступны лицам, принимающим решения, и населению. Это благоприятно отразится на оценке метеослужбы и повысит доверие к данным о климате. В настоящее время метеорадары функционируют в ряде субъектов РФ.

Возрождение принципов гражданской обороны населения, к соблюдению которых ранее был причастен каждый человек, могло бы повысить уровень «культуры» восприятия населением угрозы опасного природного явления. Большая роль в проблеме снижения погодно-климатического риска безопасности должно отводиться общественной форме адаптации, которая предполагает инициативу и реализацию мер безопасности руководителями государства высшего звена. Так, И. Н. Русин, рассматривавший критерии катастроф в масштабе Земли и территории РФ в разные годы, в частности указывает, что в Западной Европе при стихийных бедствиях почти не бывает людских потерь [17].

В целом, стратегия адаптации должна заключаться в переходе от деятельности по реагированию на ЧС к стратегиям обеспечения готовности и предотвращения опасности. При экономических расчётах адаптации полезно учесть методологию экономической оценки среднестатистического человека [18].

Здания, строения (ЖКХ). Воздействие ураганов на здания, сооружения и население вызывается скоростным напором воздушного потока и продолжительностью его действия. Отраслевая методика, разработанная во ВНИИ ГОЧС под научным руководством к.т.н. В.Ф. Митрофанова, предназначена для оценки и прогнозирования последствий ураганов на территории городов и регионов. В качестве последствий ураганов рассматриваются разрушения жилых, общественных и промышленных зданий, а также поражения людей на территории населённых пунктов. Ураганные ветры в регионе Западной Сибири практически никогда не приводят к полному разрушению зданий, но чрезвычайно уязвимыми являются кровли и другие элементы строений. При анализе последствий в ЖКХ и статистических выводах (рисунок 8) мы полагали, что если повреждение строения происходит без факта вырывания деревьев в данном районе, то этот случай можно отнести к результату неудовлетворительного или плохого состояния строения. И лишь совместное последствие - свидетельство агрессивности явления в отношении строительного объекта (рисунок 8).

Увеличение рисков материальных потерь от разрушений крыш, окон, возможных пожаров, а также вторичных затрат на восстановление связаны с ростом числа старых зданий и строений, которые требуют капитального ремонта кровель, а также с вероятностью нарушений нормативных требований при строительстве новых объектов. *Планируемые в Стратегиях мероприятия по решению социальной проблемы ветхого жилья и инвентаризация состояния хозяйственных объектов позволят снизить риски от ураганов.*

Транспорт. Все виды транспорта всегда были уязвимы к воздействию сильных ветров. Стратегии социально-экономического развития субъектов Сибирского региона на перспективу 2020-2025 гг. предусматривают развитие транспортной отрасли, имея конкурентные преимущества – использование географического положения для развития транспортной и логистической инфраструктуры. Новосибирская область одна из тех, где основной упор делается не на ресурсы, а на производство, в том числе инновационное, и прежде всего на развитие транспортной отрасли. Сведения о последствиях показывают, что воздействие сильных ветров не затрагивают, как правило, инфраструктуру железнодорожного транспорта, хотя боковой ветер и метели являются фактором риска. Сильно уязвим автомобильный транспорт, поэтому имеется практика адаптации в виде отмены рейсов при ураганных ветрах. Вместе с тем, увеличение потока автомобильного транспорта повлечёт рост числа аварий на дорогах при сильных ветрах, особенно в зимнее время в условиях различных видов

скользкости (гололедица, снежный накат, рыхлый снег и др.). К примеру, в Новосибирской области такое состояние дорог отмечается 75-90 дней в году [19].

Снижению рисков в транспортном секторе будут способствовать информационные и гидрометеорологические меры адаптации и планируемое инновационное техническое перевооружение инфраструктуры.

Энергетика (электросетевое хозяйство). Исследуемые материалы о последствиях, связанных с сильными ветрами, в том числе ураганами, свидетельствуют о том, что наиболее уязвимой сферой энергетики является инфраструктура электросетевого хозяйства. Воздушные линии электропередач покрывают сеть территории с плотностью, зависящей от уровня освоённости. К числу самых распространённых и дорогостоящих аварий относится падение опор, обрыв и схлёстывание проводов, отключение электроэнергии, что составляет 50% от последствий в других секторах – ЖКХ, транспортном и аграрном. Уязвимость усиливает высокая степень морального и физического износа основных фондов электростанций (50—70%). Износ инфраструктуры электросетевого хозяйства, необходимость в постоянном ремонте негативно сказывается на экономике региона.

Стратегии (энергосырьевые и инновационные) предусматривают до 2020 года рост производства электроэнергии в целях самообеспечения своих субъектов.

Протяжённость ЛЭП увеличится, и даже в условиях стабильного уровня возмущённости скоростей ветра ураганы в будущем усилят риск поражения главных объектов инфраструктуры энергетики, в том числе аварий ЛЭП, если не применять процедур адаптации.

В данной проблеме уместна техническая адаптация – проектирование и внедрение устойчивой к циклонам инфраструктуры. Уже имеется опыт выполнения технических (эксплуатационных) мер адаптации к погодно-климатическим воздействиям на основе внедрения более стойкой инфраструктуры. ОАО «Газпром» является одним из балансодержателей распределительных электросетей напряжением 6-10 кВ. Сети этого класса напряжения составляют основу электроснабжения предприятий: сети обустройства месторождений, трассовые воздушные линии электропередачи магистральных газопроводов и конденсаторов, внутриплощадочные сети. При этом сети именно этого класса напряжения являлись наиболее уязвимыми к экстремальным погодным проявлениям. Аварийность распределительных сетей 6-10 кВ в значительной степени определялась повреждениями воздушных линий, которые в основной своей массе были построены на железобетонной основе. Аварийность этих линий в расчёте на 100 км составляла 20-30 происшествий в год. Срок службы железобетонных стоек составляет 7-10 лет вместо нормативных 40 лет.

В отдельную задачу можно выделить проблему повышения надёжности вдоль трассовых ВЛ магистральных газо- и нефтепроводов, по которым получают электропитание пунк-

ты контроля, осуществляющие аварийное закрытие задвижек. Отсутствие электрического питания в момент аварии трубопровода может стать причиной не только материального ущерба, но и создать угрозу жизни и здоровью людей в связи с утечкой газа.

Рекомендуется использование ВЛ6-10кВ на стальных опорах новой конструкции. Результаты промышленного внедрения опор ЛЭП компании ЭЛСИ на ряде трасс показали, что при опыте эксплуатации не зафиксировано ни одной аварии, произошедшей по причине падения опор от природных воздействий. Проектирование и строительство ВЛ6-10кВ на стальных опорах серии С10П даёт главное преимущество – повышает надёжность эксплуатации ВЛ. Экономическая эффективность от внедрения опор по сравнению с использованием традиционных железобетонных опор составляет около 750 млн. рублей в расчёте на 1 км сооружаемых ВЛ 6-10 кВ. Коммерческий эффект от внедрения опор С10П только на объектах ОАО «Газпром» превысил 1 миллиард рублей.

Резюме: Устойчивые и надёжные физические инфраструктуры можно рекомендовать как меры адаптации от ураганов в системе электросетевого хозяйства. Следует выполнить экономические оценки целесообразности превентивной адаптации по отношению к инерционной (ответной), связанной с ликвидацией последствий.

Основными вызовами и угрозами развития Сибири являются резкие изменения цен на мировых рынках сырья, осложняющие оценку перспектив экономического развития и снижающие вследствие этого инвестиционную привлекательность региона. Роль этого фактора будет снижаться по мере диверсификации сибирской экономики. Диверсификация энергетики – макроэкономическая мера для снижения рисков и ущербов в отрасли. В Стратегиях рассматриваются перспективы диверсификации в аспекте развития возобновляемых источников энергии и альтернативной малой энергетики для удалённых районов. Однако экономика Кемеровской области в перспективе до 2020 года не планирует мер по развитию альтернативных источников энергии, имея большой объём заказов в рамках сырьевого направления. Наиболее близок к рассмотрению проблем развития ВИЭ Алтайский край, обладающий огромным потенциалом природных ресурсов. В 2011 году разработана программа развития и внедрения некоторых видов в ВИЭ: гидроэнергетики, энергии ветра. Однако проблема состоит в неразвитости законодательных основ взаимодействия заинтересованных в развитии ВИЭ сторон, недостатке научно-исследовательских работ, отсутствии мониторинга отрасли.

Резюме: Развитие ВИЭ (ветроэнергетики, гелиоэнергетики и малой гидроэнергетики, геотермальных ресурсов - стратегическая цель создания альтернативы традиционной системе электроснабжения, уязвимой к экстремальным погодно-климатическим условиям.

4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ МЕР ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ УРАГАНОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

4.1. Метод экономического обоснования проектов

Методы экономического оценивания, используемые в инвестиционных проектах различных сфер деятельности, всё более активно внедряются в решение задач прикладной климатологии, которая на современном этапе также призвана учитывать происходящие и ожидаемые климатические риски, как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе [3, 6, 8]. В работе [6] впервые представлены результаты экономического обоснования и объективного выбора возобновляемых источников энергии на примере Дальневосточного региона с использованием современного аппарата оценок эффективности инвестиционных проектов.

Привлекательность инвестиционных проектов оценивается по целому ряду факторов и критериев, однако все они сводятся к получению ответа выгодно или невыгодно вкладывать финансы в данный проект, либо, если рассматриваются несколько альтернатив, - какой проект является предпочтительным. Поскольку инвестиционный проект характеризуется определённым разрывом во времени между вложением капитала и получением дохода, возникает необходимость в учёте различных факторов, в том числе возможных рисков, и прежде всего инфляции. Для объективной оценки сопоставимости расходов и доходов, последние необходимо приводить к их текущей стоимости на момент вложения денег в проект, т.е. провести дисконтирование денежного потока. Ставка дисконтирования отражает скорость изменения стоимости денег со временем, при этом связь прямо пропорциональна.

Экономическая оценка проекта с учётом фактора времен базируется на следующих основных показателях.

1. Простой (статический) период окупаемости ($T_{ок}$) определяется как ожидаемое число лет, необходимое для возврата инвестиции:

$$T_{ок} = K / ГП, \quad (6)$$

где K – капитальные вложения; $ГП$ – годовая прибыль.

Более точно можно рассчитать чистый доход для каждого периода денежного потока и путём интерполяции найти точку, в которой он принимает положительное значение. При выборе из альтернативных проектов предпочтение отдаётся тому, который окупается с наименьшим сроком.

2. Чистая текущая стоимость доходов (Net Present Period, NPV).

Дисконтированный денежный поток доходов по проекту рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (7)$$

где i – ставка дисконтирования, CF_t – приведённый доход в период t ,

N – число периодов, IC – величина затрат на реализацию проекта.

Расчёт срока окупаемости включает несколько этапов.

- вычисляется дисконтированный денежный поток доходов по проекту, исходя их ставки дисконтирования;
- рассчитывается накопленный дисконтированный денежный поток вплоть до получения первой положительной величины;
- определяется срок окупаемости $Ток^d$:

$$Ток^d = \Gamma(-o) + (so / So). \quad (8)$$

Здесь $\Gamma(-o)$ – число лет, предшествующих году окупаемости; so – остаток невозмещённой стоимости на начало года окупаемости; So – полный дисконтированный денежный поток в год окупаемости.

Таким образом, реальный срок для возмещения капитала с учётом фактора времени, также как и для простого периода окупаемости $Ток$, находится в точке достижения положительного значения суммированной по периодам прибыли (дохода) от проекта. Чистая приведённая стоимость (NPV) – это дисконтированная стоимость будущих доходов за минусом дисконтированной стоимости вложений в проект. Характеризует эффективность инвестиционного проекта и является одним из критериев выбора альтернативы.

3. Внутренняя норма доходности (Internal Rate of Return - IRR) или внутренний коэффициент окупаемости инвестированного капитала – это ставка дисконтирования, при которой чистая текущая приведённая стоимость NPV равна нулю, т. е. дисконтированные доходы равны инвестиционным затратам. Параметр IRR определяет максимально приемлемую ставку, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для инвестора. Экономическая суть показателя заключается в том, что он отражает максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в проект. Значение IRR находится с помощью уравнения:

$$NPV(IRR) = \sum_{t=0}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IC = 0, \quad (9)$$

Выбор наилучшего из множества альтернативных проектов в условиях определённости проводится с использованием моделей задачи принятия решений. К их числу относится ме-

тод экономических оценок на основе анализа по множеству критериев. Данный подход адаптирован применительно к задачам районирования индексов обеспеченности климатическими ресурсами РФ и расчёту их стоимости [27]. Кроме того, для выбора адаптационных мер в связи с изменениями климата имеются соответствующие подходы, и прежде всего метод анализа реальных опционов [3, 8].

4.2. Техничко-экономические характеристики объектов электросетевого хозяйства.

Энергосистема Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края и Республики Алтай входит в состав объединённой энергосистемы Сибири (ОЭС Сибири) (рисунок 9). Магистральные электрические сети Сибири (МЭС) входят в состав ОАО «ФСК-ЕЭС» и осуществляют эксплуатацию ЛЭП и подстанций (ПС) сверхвысокого напряжения Сибирского региона России.

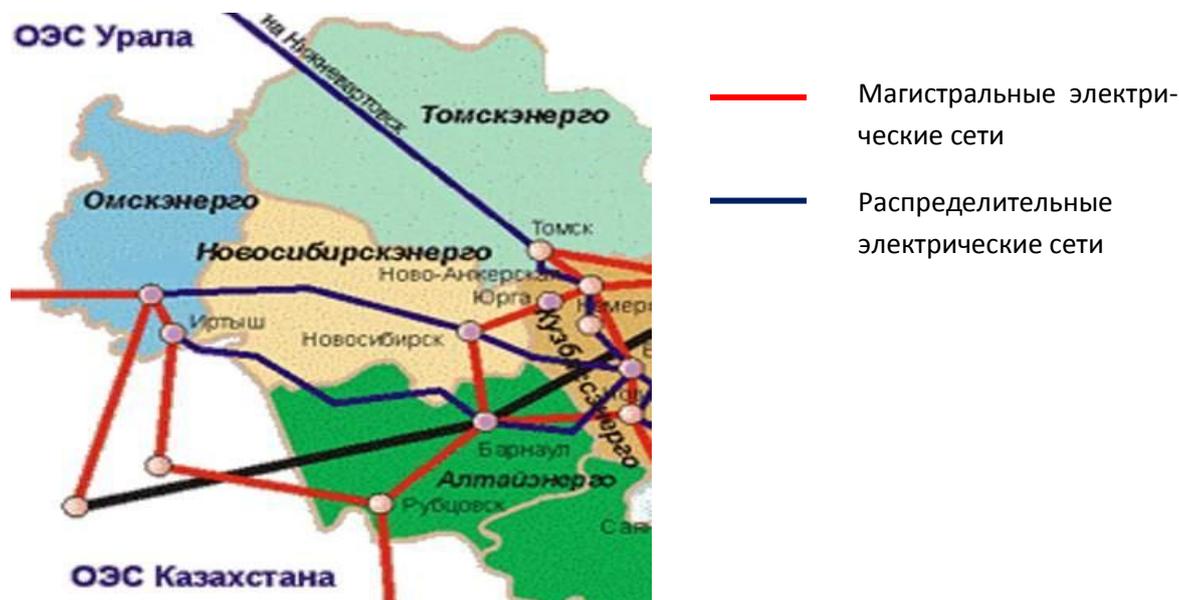


Рисунок 9 – Энергетическая система юго-востока Западной Сибири.

(до реорганизации РАО «ЕЭС России»)

После реформирования энергетики (2008 г.):

Томскэнерго с 01.11. 2007 стал филиалом ОАО «ТГК-11» (Территориальной генерирующей компании), дочернее общество ОАО «Россети».

С 01.07. 2011 правопреемником «Новосибирскэнерго» является ОАО «СИБЭКО».

Филиалы ОАО «МРСК Сибири» (Межрегиональная распределительная компания Сибири) : ОАО «Кузбассэнерго – РЭС», ОАО «Алтайэнерго», ОАО «Горно-Алтайские электрические сети».

В состав объектов электросетевого хозяйства входят воздушные (ВЛ) и кабельные линии электропередач, трансформаторные и иные подстанции, распределительные пункты и оборудование, предназначенное для обслуживания передачи электроэнергии.

Согласно классификации по своему назначению ВЛ делятся на следующие виды:

- *Сверхдальние* с напряжением 500 кВ и более, осуществляют связь отдельных энергосистем.
- *Магистральные* – напряжение 200 - 300 кВ, предназначены для связи мощных электростанций с распределительными пунктами.
- *Распределительные* – напряжение 35, 110, 150 кВ – для электроснабжения предприятий, населённых пунктов крупных районов, соединяют пункты с потребителями.
- Воздушные линии ниже 20 кВ, *проводящие электроэнергию к потребителям.*

По величине напряжения ВЛ даются следующие характеристики: 1 - 35 кВ – средний класс напряжения; 110 - 220 – высокий класс; 330 - 750 – сверхвысокий; выше 750 кВ – ультравысокий класс напряжения.

Электросетевой комплекс Алтайского края и Кемеровской области представлен наиболее плотной системой линий электропередачи. Наименьшая плотность ЛЭП характерна для Томской области и Республики Алтай, где и плотность населения также мала (таблица 10).

Таблица 10 - Характеристики территорий и объектов электросетевого хозяйства

Субъект РФ	Площадь территории, тыс.км ²	Плотность населения, чел./км ²	Общая протяжённость ЛЭП, тыс.км	Плотность ЛЭП,%
Томская область	316,9	3,3	18,0	5,7
Новосибирская область	178,2	14,8	45,1	25,4
Кемеровская область	95,5	29,5	29,0	30,4
Алтайский край	167,9	14,9	54,3	32,4
Республика Алтай	92,6	2,3	7,7	8,3

Судя по данным таблицы 11, магистральные электросети Федеральной сетевой компании и ОАО «Россети», составляют незначительную долю от общей протяжённости сети ЛЭП.

Таблица 11 – Протяжённость ЛЭП (тыс. км) различного напряжения по данным ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК» по состоянию на 2011 год

Субъект РФ	Напряжение, кВ					Всего
	1150	500	200	110	<35	
Томская область	-	0,09	1,09	-	-	1,18
Новосибирская область	-	0,81	0,02	-	-	0,83
Кемеровская область	0,28	1,76	0,96	-	-	3,00
Алтайский край и Республика Алтай	0,5	0,83	1,10	0,03	0,01	2,47

Примечание: с ноября 2012 года «Холдинг МРСК» переименован в ОАО «Российские сети».

Основной документ, содержащий данные об устройстве, требованиях к системам и элементам электросетевого хозяйства, является ПУЭ – Правила устройства электроустановок. В настоящее время действует 7-е издание ПУЭ, введенное с 01.01.2003.

4.2. Оценка экономической эффективности модернизации ЛЭП, мотивированной на снижение риска от ураганов

В качестве адаптационной меры по предотвращению последствий ураганов в условиях оценённых рисков для объектов электросетевого хозяйства, и в первую очередь воздушных линий электропередач (ЛЭП), принимается стратегия поэтапной модернизации – замены изношенной и устаревшей инфраструктуры на более устойчивые к агрессии ветра и менее затратные конструкции.

Как указывалось выше, рассчитанные риски при возникновении ураганных ветров на территории исследуемых субъектов, детализированные по муниципальным районам, в основном, относятся к категории приемлемых; в индустриально развитом регионе Кузбасса отмечаются также недопустимые риски. Согласно концепции приемлемого риска [20] целесообразно снижение их путём рациональных затрат.

Обоснование мер по адаптации к ураганам объектов передачи электроэнергии на основе технической модернизации ЛЭП выполнено с использованием метода экономического оценивания эффективности инвестиционных проектов. Основные показатели метода – сумма предполагаемых вложений в проект, поток доходов, срок окупаемости, уровень доходности.

Объём инвестиций в проект состоит из затрат на установку, эксплуатацию, контроль состояния опор и линий, плановый ремонт для протяженности электросетей различного напряжения. Электросети высокого и среднего класса напряжения отличаются по степени оснащённости. Последние оснащены хуже, но их протяжённость гораздо больше. Аварии ЛЭП - обрыв проводов и прекращение электроснабжения среднего класса напряжения происходят заметно чаще (показателем является число аварий в год). Износ объектов инфраструктуры электросетевого хозяйства в целом по объединённой энергосистеме Сибири составляет порядка 40-70%.

Для характеристики протяжённости ЛЭП приняты следующие условия.

1. Длина ЛЭП, находящихся в ведении ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети» (таблица 11), вычитается из общей протяжённости сетей.
2. Принимается 50%-ный износ воздушных линий электропередач.

Таким образом, в расчёты включена оставшаяся часть ЛЭП, в основном среднего напряжения, нуждающаяся в замене.

Экономический риск, связанный с воздействием ураганов, характеризует потенциально возможную величину ущерба, наносимого опасным явлением, и адекватен величине затрат на ликвидацию последствий, т.е. имеет смысл расхода на ответную адаптацию. Отсюда следует, что на территории с известным режимом ураганных ветров и уровнем индустриального развития, капитальные вложения в превентивные меры адаптации поэтапно приведут к снижению экономического риска и будут соответствовать потоку прибыли от реализации проекта.

При оценке величины годовой прибыли учитывалось следующее обстоятельство. Установка конкретной модернизированной ЛЭП снизит также риски не только от ураганов, но и сильных ветров и позитивно отразится на устойчивости ЛЭП к экстремальному гололёду (диаметр 20 мм и более). Суммарный экономический риск, создаваемый указанными факторами, принят в качестве годовой прибыли. Учитывались ещё следующие детали. В работе [17] приведены данные экономического риска от ветра 25 м/с и более для одного ОЯ. В модель экономического оценивания включена величина экономического риска при максимально возможном числе случаев в году сильного ветра (таблиц 12). Для остальных характеристик максимумы также учтены.

Таблица 12 – Экономический риск (млн. руб), создаваемый опасными явлениями погоды при максимально возможном числе случаев в году

Субъект РФ	Экономический риск, млн. руб.			Всего
	Ураган*	Ветер ОЯ	Гололёд ОЯ	
Томская область	3, 1	21, 1	4, 0	28,2
Новосибирская область	67, 2	289,3	9, 5	366,0
Кемеровская область	87, 5	1 035,0	9, 2	1 131,7
Алтайский край	84, 0	1 395, 2	24, 0	1 503,2
Республика Алтай	17, 4	2, 2	1, 0	20,6

Примечания: 1 - * риск суммарный по муниципальным районам.

В таблице 13 представлены экономические характеристики проекта по модернизации ЛЭП, мотивированной на снижение рисков, создаваемых опасными явлениями. Стоимость установки одного километра ЛЭП на металлических опорах, имеющих преимущества по затратам на строительство в сравнении с железобетонными опорами, взята по минимальной цене - 650 тысяч рублей [30]. В размер прибыли включена средняя статистическая жизнь россиянина - 40 млн. руб. [29]. Этот гуманитарный стоимостный эквивалент рекомендуется учитывать при проведении проектных социально-экономических расчётов, связанных с гибелью людей.

Таблица 13 - Экономические характеристики инвестиции в проект модернизации ЛЭП

Субъект РФ	Протяжённость ЛЭП, τ, км	Инвестиция, IC τ * 650 тыс. руб.	Прибыль, CF _t тыс. руб. / год
Томская область	8 500	5 525 000	68 197
Новосибирская область	22 135	14 387 750	406 000
Кемеровская область	13 000	8 417 500	1 171 700
Алтайский край	25 915	16 844 750	1 543 149
Республика Алтай	3 850	2 502 500	60 600

Простой срок окупаемости проекта рассматривался для нескольких уровней масштаба модернизации: 100% линий электропередач, т.е. гипотетически обеспечение нулевого риска, на что нести затраты считается не практичным; 50 % и 20 % (таблица 14).

Таблица 14 – Простой срок окупаемости (число лет) для различных долей протяжённости ЛЭП

Субъект РФ	Доля протяжённости ЛЭП, %		
	100	50	20
Томская область	82	41	16
Новосибирская область	35	18	7*
Кемеровская область	8	4*	1,5
Алтайский край	11	6*	2
Республика Алтай	42	21	8

Представляется реальным построить схемы экономического обоснования по замене ЛЭП на 20% -ной доле территории Новосибирской области и при 50%-ном охвате - в Кемеровской области и Алтайском крае (отмечены *). В Томской области, очевидно, режим ураганов не может мотивировать предлагаемую адаптационную меру, выгодней принять вариант ответной адаптации - ликвидацию последствий. В таблице 15 представлена величина чистой приведённой стоимости при ставке дисконтирования 10% (уровень инфляции), на рисунке 10 показано изменение NPV во времени.

В соответствии с формулой (2) уточнённые сроки окупаемости: в Новосибирской области 13,0 лет, в Кемеровской области 4,7 лет, в Алтайском крае 8,3 года.

Для оценок инвестиционной привлекательности рекомендуется рассмотреть соотношение прироста капитала к величине инвестиционных затрат (NPV / IC): чем оно больше, тем выгодней вариант. Для отдельных субъектов этот показатель имеет существенные различия. Отношение NPV к IC составляет в Кемеровской области и Алтайском крае - 1:18. Таким образом, несмотря на максимальную абсолютную величину NPV в Алтайском крае (таблица 15), относительно общих инвестиционных затрат доля прироста капитала в обоих субъектах одинакова. По Новосибирской области этот показатель на порядок меньше.

Таблица 15 – Дисконтированные значения годового дохода $\frac{CF_t}{(1+i)^t}$ (первая строка) и чистая текущая стоимость NPV (вторая строка), тыс. руб.

Срок окупаемости, число лет						
1	2	4	5	8	9	13
Новосибирская область						
369 091	335 537	277 303	252 096	189 375	172 187	117 504
-2 508 409	-2 172 872	-1 590 535	-1 338 439	-711 549	-539 549	+4 930
Кемеровская область						
1 065 182	96 8347	880 287	727 538	546 527	496 925	339 112
-3 143 568	-2 175 221	-496 618	+ 232 920	2 042 099	2 539 024	4 113 904
Алтайский край						
1 402 863	1 275 330	1 053 992	958 478	719 786	651 887	446 617
-7 019 512	-5 744 182	-3 530 779	-2 572 618	-189 897	+464 562	2 538 708

Полный объём таблицы помещён в таблице 2 Приложения.

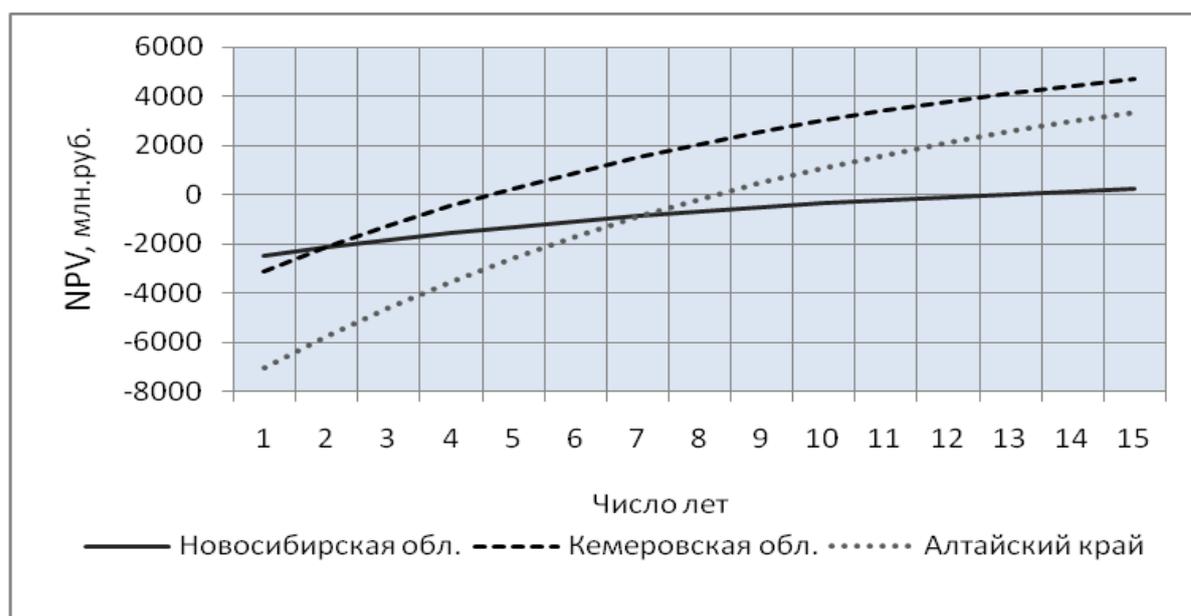


Рисунок – 10 Зависимость текущей приведённой стоимости NPV от периода лет.

Внутренняя норма доходности (IRR) определялась методом последовательного приближения и графической интерполяции для срока окупаемости рассматриваемого проекта. На рисунке 11 представлен график зависимости NPV от уровня барьерной ставки дисконта. Для территории Новосибирской области величина NPV близка к нулю (таблица 15), параметр IRR практически совпадает с первоначальной ставкой дисконтирования и составляет 10,1%. Следовательно, проект является предельным по эффективности, а увеличение ставки дисконтирования может сделать его преждевременно убыточным. Наибольший уровень

рентабельности инвестиции в проект (IRR=12,2%) в Кемеровской области. В Алтайском крае параметр IRR занимает срединное положение (рисунок 11, таблица 16).

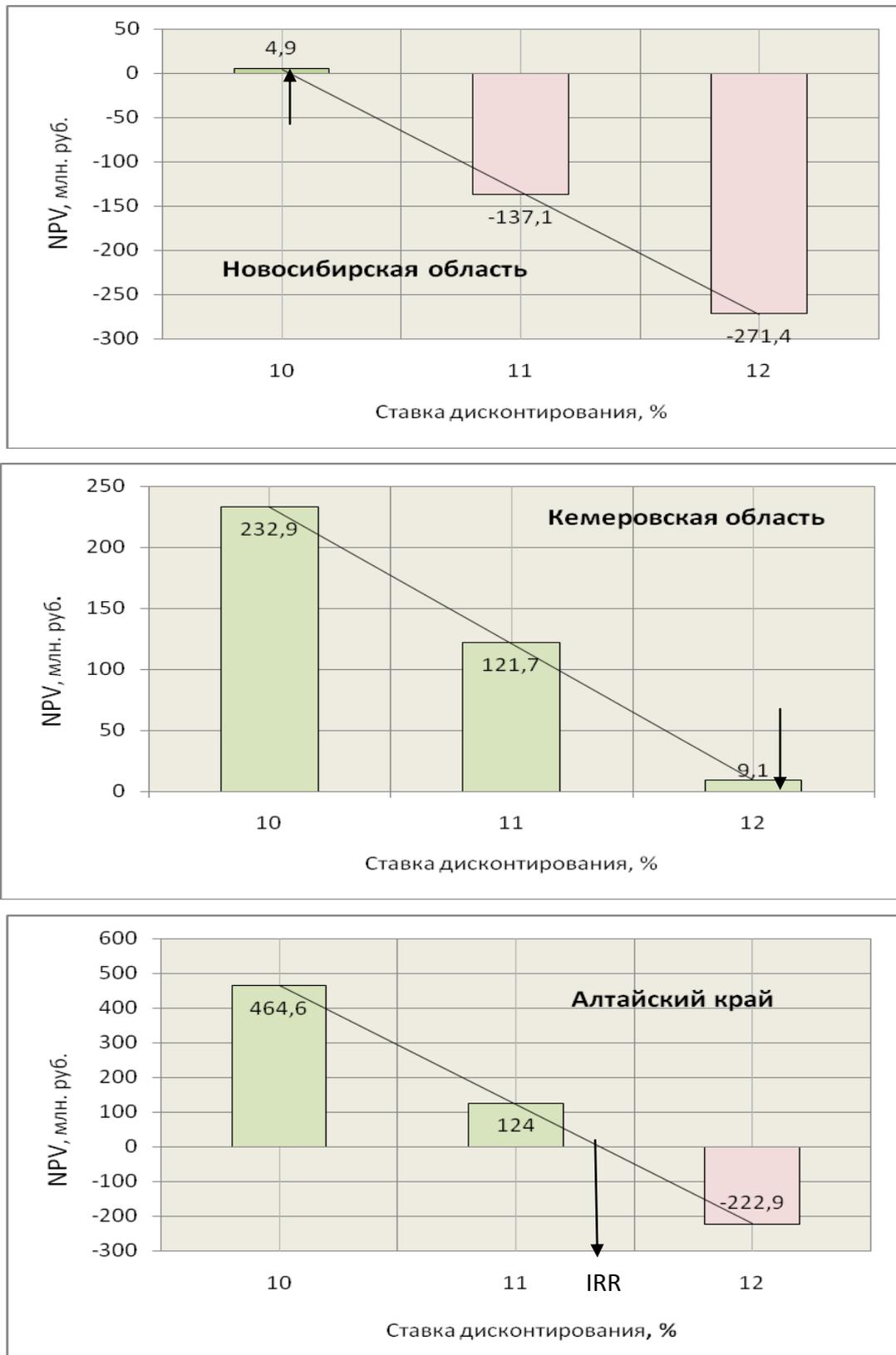


Рисунок 11 – График зависимости NPV от ставки дисконтирования (стрелка указывает величину показателя IRR)

Таблица 16 - Значения внутренней нормы доходности (IRR)

Субъект РФ	IRR, %
Новосибирская область	10,2
Кемеровская область	12,2
Алтайский край	11,3

В заключение оценим, какие изменения риска последствий дают предполагаемые экономические меры по адаптации. Для сравнения взят средний взвешенный риск, создаваемый ОЯ - ураганом, сильным ветром и сильным гололёдом - до адаптации (таблица 17). Общий экономический риск за период, равный реализации проекта, сопоставлялся с аналогичным параметром по истечении срока окупаемости. Так, в Новосибирской области ураганы (включая сильный ветер и гололёд) за 13 лет нанесли бы ущерб порядка 5,3 млрд. рублей, риск последствий является недопустимым. В результате адаптационных мер через этот же период годовой ущерб составляет 117, 5 млн.руб (таблица 15), в результате риск последствий переходит в категорию приемлемых (таблица 17).

Таблица 17 – Риски последствий для ЛЭП от опасных явлений до адаптации и после принятия адаптационных мер

Субъект РФ	Риск последствий от ОЯ	
	до адаптации	после адаптации
Новосибирская область	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$
Кемеровская область	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Алтайский край	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$

Как видно, риски последствий от ОЯ в результате частичной модернизации ЛЭП в Кемеровской области и Алтайском крае также стали приемлемыми.

4.4. Предложения по выбору приоритетных территорий для превентивной адаптации

По результатам оценки эффективности меры, направленной на предотвращение последствий ураганов посредством модернизации объектов электросетевого хозяйства, отметим, что в субъектах имеются определённые различия.

Томская область – один из самых богатых природным сырьём регионов России. Север территории – ресурсная база нефте- и газодобывающей отрасли экономики. Юг территории – научно-образовательный комплекс. Здесь же развита добыча природных неметаллических ископаемых (рисунок 12).

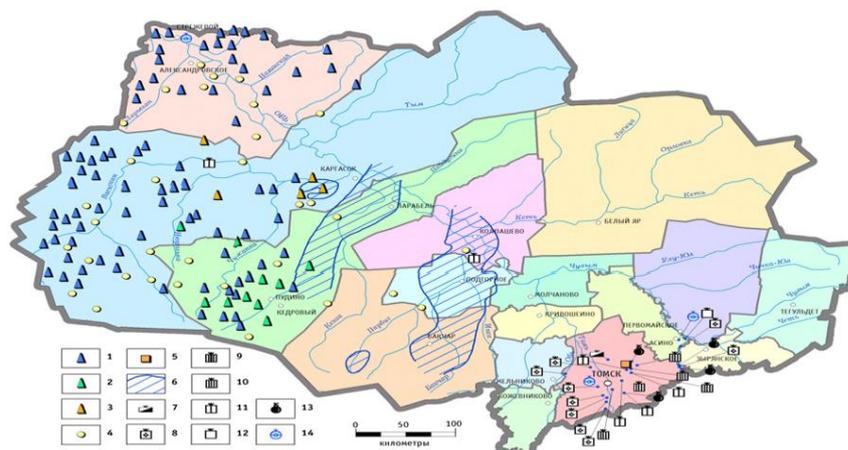


Рисунок 12 – Карта разработок полезных ископаемых. Томская область.

Территория расположена в лесной природно-климатической зоне, где вероятность ураганных ветров более 30 м/с достаточно мала, а оценённые риски изначально приемлемые. Формальные оценки свидетельствуют, что модернизация сети ЛЭП в приведённых выше значениях протяжённости (8,5 тыс.км) не эффективна даже по показателю срока окупаемости (таблица 14). Очевидно, выгодней финансировать ликвидацию последствий в случае аварии при возникновении ураганов. Ветроэнергетика региона также не альтернатива базовой традиционной генерации энергии. Между тем, потери при падении опор и обрыве проводов возникают и при скоростях ветра менее 30 м/с (таблица 9). Достаточно указать случай разрушительного ветра 27 м/с 17.06.2007, нанесшего ущерб 48 млн. руб. в городе Томске и его пригороде, и отмеченном также в 80 км к югу - в Кожевниково (таблица 1 Приложения). Представленная карта отмеченных ОЯ - сильный ветер, смерч и шквал, служит дополнительной информацией к ураганам (рисунок 13).

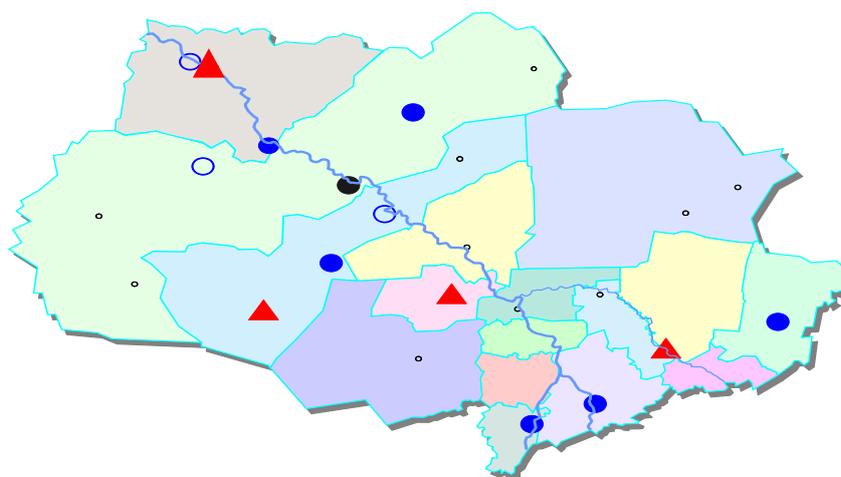


Рисунок 13 – Опасные явления на территории Томской области

○ - шквал; ● - ветер 25-29 м/с; ● - смерч ▲ - ураган 30м/с и более;

Примечание: ураганы за период 1985-2012 гг., остальные ОЯ за 2000-2012 гг.

Если учесть, что основной проблемой электроснабжения отдалённых сельских поселений Томской области является большой износ ЛЭП, а часть действующих сетей работает на пределе ресурсной возможности, необходима модернизация ЛЭП, даже если она рассчитана на длительную перспективу.

Новосибирская область. Здесь возможности превентивной адаптации к ураганам достаточно ограничены и позволяют снизить риски при модернизации 20% нуждающихся в реконструкции ЛЭП, со сроком окупаемости 13 лет. Обращаясь к карте-схеме экономического риска (рисунок 4), можно заключить, что в аспекте превентивной адаптации следует считать приоритетные муниципальные районы: Новосибирский, Тогучинский, Искитимский.

Кемеровская область. В регионе Кузбасса высокая эффективность проекта модернизации воздушных линий электропередач. Однако учитывая, что оценки выполнены для 50% ЛЭП, в первую очередь они должны коснуться МО: Новокузнецкий, Киселёвский, Кемеровский районы.

Алтайский край, Эффективность проекта модернизации рассчитана для 50% протяжённости ЛЭП. Окрестности Барнаульского городского округа характеризуются максимальным риском и должны привлечь внимание в первоочередном порядке. Поскольку чрезвычайным по частоте сильных ветров является район слияния Оби и Катунь (Усть-Чарышская пристань), необходимость переоснащения электросетевого хозяйства в условиях приемлемых, но повышенных рисков в одноимённом районе не вызывает сомнения.

Республика Алтай. Исходя из данных таблицы 13 об ураганах и обусловленных ими рисках, для 20 % протяжённости ЛЭП достаточно приемлем простой период окупаемости - 8 лет. Не проводя специальных расчётов эффективности инвестиционного проекта, укажем, что приоритетными территориями для модернизации ЛЭП являются Майминский район с центром в г. Горно-Алтайск и туристические базы, располагающиеся на открытых к ветру горных хребтах, где особенно нежелательны аварии и отключения электроэнергии.

4.5. Замечания к результатам и выводам

В процессе исследования возникали трудности получения объективной экономической информации и, как следствие, сомнения в корректности выполненных оценок.

В настоящее время ценовые показатели являются крайне нестабильными и контрастными. На наш взгляд, происходит стремительное удорожание инфраструктуры электросетевого хозяйства. Например, стоимость строительства одной металлической решётчатой опоры высоковольтной ЛЭП составляет 12,1 млн. руб., и при величине пролёта 340 м между опорами один километр обходится в 41 млн. рублей [31]. В нашей задаче расчётов принята

стоимость установки 1 км ЛЭП 650 тыс. рублей. С другой стороны, экономический погод-но-климатический риск, рассчитанный нами ранее с использованием величины ВВП РФ на душу населения, примерно вдвое превышает суточный ВВП по паритету покупательной способности (ППС), что требует уточнения рисков. Таким образом, баланс рассчитанного экономического обоснования мер по предотвращению последствий ураганов в Сибирском регионе, оказывается нарушенным, а выполненные оценки следует считать ориентировочными. С нашей стороны гарантированы достоверность и объективность климатических характеристик по регионам и, надеемся, корректный алгоритм расчётов оценивания проекта.

Рассмотрен инвестиционный проект ОАО «ФСК-ЕЭС» и МЭС (Магистральные электрические сети Сибири) строительства в Томской области новой линии электропередачи 500 кВ Томская - Парабель, являющаяся частью межсистемного транзита Томская – Нижневартовская, для которого есть все характеристики. Протяжённость ЛЭП Томская - Парабель составляет 370 км., объём вложений в строительство 11,7 млрд. руб., планируемый срок строительства 5 лет. Стоимость 1 км ЛЭП равна 31,6 млн. руб., годовая прибыль 2 340 млн. рублей. Срок дисконтируемой окупаемости проекта (при инфляции 10%) составляет 8 лет, чистая приведённая стоимость 7,83 млрд. руб. Внутренняя норма доходности 11,7 % (рисунок 14).

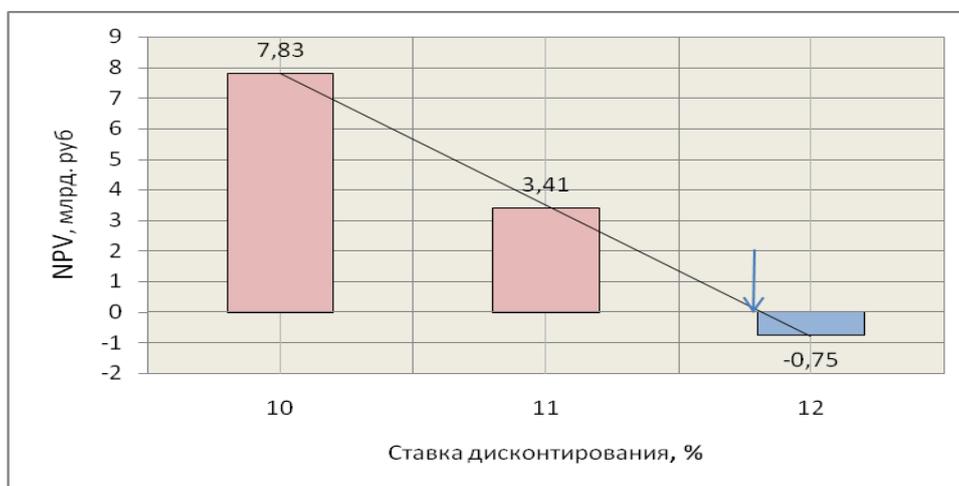


Рисунок 14 – Внутренняя норма доходности проекта строительства ЛЭП 500 кВ Томская - Парабель.

Примерные оценки внутреннего коэффициента окупаемости IRR свидетельствуют о рентабельности инвестиции в проект строительства ЛЭП Томская-Парабель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа является первым опытом экономического обоснования мер по предотвращению последствий опасных явлений в условиях оценённых рисков, на примере ураганного ветра в пределах Сибирского региона. Оценки экономической эффективности мер по предотвращению последствий от урагана базируются на результатах предыдущего этапа исследований по оценке рисков и представлены в заключительном разделе отчёта.

Задача решалась реализацией этапов, предусмотренных стратегией адаптации к изменениям климата технических систем РФ [3].

1. В текущих климатических условиях вероятность возникновения урагана колеблется в пределах от 0,1 случая в лесной зоне (Томская область) до 0,6 - в степных районах Алтая. Наиболее подвержены ураганам предгорные, открытые преобладающим ветрам районы (Усть-Чарышская пристань - 2,6 дней в году).

2. Частота ураганов имеет тенденцию к уменьшению; скорость изменения составляет примерно 6 случаев за 10 лет. Вклад тренда в общую дисперсию равен 61%.

3. Риски, связанные с ураганами, относятся к категории недопустимые; исключение составляет территория Томской области, где риски приемлемые. Экономический риск порядка 10-80 млн. рублей. Риски, детализированные по муниципальным образованиям, повсеместно приемлемые. В крупных городах создаются повышенные риски от ураганов.

4. На основе тренда вероятности ураганых ветров принимается условие о неизменности параметров риска в будущем (на перспективу до 2020 года). Сценарии адаптации к ураганам базируются на показателях тенденций развития секторов экономики, способных усугубить или снизить риск для населения и объектов.

5. Рассмотрены ориентировочные сценарные условия адаптации к ураганым ветрам на региональном уровне, предполагающие пути снижения уязвимости населения и экономики к неблагоприятным последствиям. Сценарии опираются на допущения в отношении динамики вероятности возникновения опасного события и показателей долгосрочной стратегии социально-экономического развития региона.

6. Для развивающегося сектора энергетики - электросетевого хозяйства очевидна необходимость адаптации - планирование и внедрение более стойкой к ураганам инфраструктуры с учётом потребности для различных территорий. Это положение подлежит экономической оценке целесообразности. Развитие возобновляемых источников энергии также относится к проблеме адаптации к ураганам, но практическая реализация данной адаптационной меры имеет долговременную перспективу.

8. Из общей величины годового ущерба, создаваемого ветром 25 м/с и более, включая ураганы, 15-35% потерь относится к ветрам, не достигающим ураганной силы.

9. В качестве меры по предотвращению последствий ураганов рассматривается модернизация ЛЭП как объекта электросетевого хозяйства. Экономическое обоснование выполнено на основе метода оценивания инвестиционного проекта. Получены основные характеристики инвестиционной привлекательности: срок окупаемости (возврат вложенного капитала) простой и дисконтированный (ставка дисконта 10% по инфляции), чистая приведённая стоимость (NPV) на протяжении проекта, внутренняя норма доходности (IRR).

10. В Томской области простой срок окупаемости проекта модернизации, мотивированной на снижение риска от ураганов займёт 16 лет, а дисконтированный - ещё больше. Этот вывод обусловлен факторами, определяющими риск - редкой повторяемостью ветра ≥ 30 м/с и малой плотностью населения (исключая крупные научно-образовательные центры Томской области (Томск, Северск). Тем не менее частичную поэтапную модернизацию ЛЭП, отработавших свой ресурс и подверженных авариям от сильных ветров, следует признать целесообразной на длительную перспективу.

11. Наиболее эффективными являются проекты модернизации для Кемеровской области и Алтайского края. Период полной окупаемости при замене 50% протяжённости сети ЛЭП составляет соответственно 5 и 9 лет. Параметры IRR, равные соответственно 12 и 11,3%, свидетельствуют о рентабельности инвестиций. В Новосибирской области проект достаточно напряжённый - окупается за 13 лет с минимальным NPV и с низкой внутренней нормой доходности (10%), т.е. заложенной в начале проекта. Любое увеличение ставки дисконтирования приведёт к наступлению убытков в пределах запланированного периода.

12. Риски опасных явлений – это фактически риски, связанные с увеличением их повторяемости. Поскольку роста частоты ураганов не наблюдается, аспекты неопределённости, обусловленных изменением климата, не рассматривались. Оценка риска касается возникновения урагана, возможных последствий и обоснования превентивной меры по снижению ущерба.

13. База данных о последствиях и ущербе, наносимом сильным ветром и ураганами (таблица 1 Приложения), постоянно пополняется данными «Донесений со станций».

Список литературы

1. Бедрицкий А. И., Коршунов А. А., Хандожко Л. А., Шаймарданов М. З. Основы оптимальной адаптации экономики России к опасным проявлениям погоды и климата. // Метеорология и гидрология, 2009. № 4. С. 5-14.
2. Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и на дальнейшую перспективу (резюме доклада) // Труды ГГО. 2011. Вып. 563. С. 7 - 59.
3. Акентьева Е. М., Кобышева Н. В. Стратегия адаптации к изменению климата в технической сфере России // Труды ГГО. 2011. Вып. 563. С. 60 -76.
4. Изменение климата, 2007г. (последствия, адаптация и уязвимость). Четвёртый доклад МГЭИК об оценках. ВМО. 2007. 124 с.
5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: ФГБУ «НИЦ «Планета», Т. 1 и 2. 2008. 515 с.
6. Кобышева Н. В. Кобышев Н. А. Экономическое обоснование выбора возобновляемых источников энергии (на примере Дальневосточного региона России) // Труды ГГО. 2012. Вып. 565. С. 22-48.
7. Макоско А. А., Гинзбург А. В., Матешева А. В. Хеджирование в системе мер по адаптации населения к изменяющимся погодно-климатическим и экологическим условиям // Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Том 7. Динамика и математическое моделирование геофизических и гидрометеорологических процессов. – М. ИФЗ РАН. 2008. 274 с.
8. Салль М. А. Финансы и климатические риски // Труды ГГО. 2012. Вып. 565. С. 7-12.
9. Хандожко Л. А. Экономическая метеорология. СПб.: Гидрометеиздат. 2005. 491 с.
10. Пудов В. Д. Возможные пути снижения рисков разрушительного воздействия ураганов (тайфунов) // Проблемы анализа риска. 2008. Т. 5. № 1 . С. 62-71.
11. Методика расчёта минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений. С-Пб, ГУ «ГГО», 2008. 13 с.
12. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. РД 52.88.699—2008, утверждённый руководителем Росгидромета 10.08.2008.
13. Панфутова Ю. А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории Российской Федерации и риски, создаваемые ими: Автореф. дис...канд. геогр. наук / Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова. С-Пб., 2008.
14. Кобышева Н. В. Косвенные расчёты климатических характеристик. Л., Гидрометеиздат, 1971. 188 с.

15. Кобышева Н. В., Галюк Л. П., Панфутова Ю. А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 62-172.
16. Грищенко И. В. Особенности оценки ущерба и рисков, связанных с опасными явлениями погоды, на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа // Труды ГГО. 2011. Вып. 563. С. 137-148.
17. Лучицкая И. О., Белая Н. И. Режим сильных ветров и риски ущерба от их воздействия на территории юго-востока Западной Сибири // Труды СибНИГМИ. 2011. Вып. 106. С. 64 -88.
18. Препарата, М. Шеймос. Вычислительная геометрия: Введение [Текст]. – М.: Мир. 1989. 479 с.
19. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л. Неопределённость оценок изменений климата 20 и начала 21 веков по данным наблюдений на территории России // Труды ГГИ. 2011. 16 с.
20. Быков А. А., Акимов В. А., Фалеев М. И. Нормативно-экономические модели управления риском // Проблемы анализа риска. 2004. Т 1. № 2. С. 125 - 137.
21. Быков А. А. Приоритет безопасности человека должен быть абсолютным // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. №2. С. 4 – 7.
22. Воробьев Ю. Л. Комплексная безопасность человека как новая парадигма современной цивилизации // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. № 2. С. 8-13.
23. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск. ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» 2008. 246 с.
24. Шерстюков Б. Г. Новые тенденции в изменениях климата Северного полушария Земли в последнее десятилетие // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2009. Вып. 175. С. 43 - 51.
25. Шерстюков Б. Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. 2011. Обнинск. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 291 с.
26. Быков А. А. В прошлом уже были периоды потепления, не связанные с деятельностью человека // Проблемы анализа риска. 2010. Т. 7. № 2. С. 6 – 9.
27. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / Под ред. Н. В. Кобышевой, Хайруллина К. Ш. С-Пб, Гидрометеиздат. 2005. 319 с.
28. Русин И. Н. Индекс потенциальных потерь для анализа потенциальной опасности для территорий в отношении стихийных бедствий, природных и техногенных катастроф. В сборнике / Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей. С-Пб, 2002. – Гидрометеиздат, 2005, С. 18 – 202.

29. Быков А. А. О методологии экономической оценки среднестатистической жизни человека (пояснительная записка) / Проблемы анализа риска. 2007. Т 4. № 2. С. 178-191.
30. http://elektrik-master.ru/ceny_na-stroitelstvo_lep
31. <http://alfa-opora.ru/opory-lep/>

Использованные материалы

1. Фролов А. В. Резюме Председателя Международной научной конференции «Проблемы адаптации к изменению климата» 7-9 ноября 2011 года, руководителя Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
2. Руководство по разработке отраслевых методик расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для целей формирования отраслевых, ведомственных, региональных и территориальных планов адаптации к изменениям климата (проект). ФГБУ «ГГО» им. А.И. Воейкова, 2011.
3. Гунгер Ю. Р., Лавров Ю. А. Опыт строительства и эксплуатации ЛЭП 6-10 кВ на стальных опорах компании «ЭЛСИ» в нефтегазовом комплексе С-Пб. «Сфера Нефтегаз», № 2. 2007.
4. 5-я Научно-практическая конференция с международным участием «Линии электропередачи-2012: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс» ГК ЭЛСИ, ОАО «ФСК ЕЭС», ОФО Холдинг МРСК» и др Новосибирск. 13 сентября 2013 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Сведения о последствиях и не предотвращенных потерях от воздействия сильных ветров ($V = 25-29$ м/с) и ураганов ($V \geq 30$ м/с) в секторах экономики. 2005-2007 гг.

Станция	Дата	Сектор				
		Энергетика	ЖКХ	Транспорт	Сельское хозяйство	Ущерб, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7
Томская область						
Первомайское	30.06.2005	ЛЭП 1,2	Рк, Д			850
Старица	25.05.2006	ОЭ	Д			
Каргасок	23.06.2006					
Томск	01.11.2006					
Томск	17.06.2007	ЛЭП 1	Рк, Д			48 000
Кожевниково	17.06.2007	ЛЭП 1	Рк, Д			1 000
Новосибирская область						
Тогучин	27.03.2005	ЛЭП 1	Д			
Тогучин	26.04.2005	ЛЭП 1	Рк, Д			
Болотное	14.06.2005	ЛЭП 1 ОЭ				
Довольное	14.06.2005	ЛЭП 1, 2	Рк			
Барабинск	24.06.2005	ЛЭП 2	Рк Д			1355
Барабинск	26.07.2005	ЛЭП 2	Рк Д			556
Барабинск	25.05.2006		Рк Д			383
Венгерово	25.05.2006					
Венгерово	12.06.2006	ЛЭП 2 ОЭ				
Довольное	12.06.2006	ЛЭП 1,2	Рк			333
Усть-Тарка	12.06.2006	ЛЭП1, 2(5)	Рк			500
Барабинск	16.06.2006	ЛЭП 1,2 ОЭ	Рк			3870
Довольное	23.06.2006	ЛЭП1,2(10)ОЭ				2501
Барабинск	27.06.2006		Р окна			430
Карасук	23.06.2006					
Довольное	29.06.2006		Рк			771
Колывань	23.07.2006	ЛЭП 2(2) ОЭ	Рк			70
Северное	02.02.2007	ЛЭП 2	Рк			8
Колывань	02.02.2007					
Венгерово	02.02.2007					
Чистоозерное	02.02.2007					
Северное	02.05.2007		Рк			358,3
Венгерово	02.05.2007	ЛЭП 1,2	Рк			600
Колывань	02.05.2007	ЛЭП 2 ОЭ	Д			450
Каргат	02.05.2007	ЛЭП 1	Рк, Д			4 644
Квашнино	02.05.2007	ЛЭП 2	Рк			100
Здвинск	02.05.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Рк			944
Довольное	02.05.2007	ЛЭП 1,2	Рк			1 674
Остров Дальний	02.05.2007					
Купино	02.05.2007	ЛЭП 1,2(2)	Рк			800
Кочки	02.05.2007	ЛЭП 1	Рк			756
Карасук	02.05.2007	ЛЭП 2 пожар	Рк, окна			2 532
Искитим	02.05.2007					
Чистоозерное	02.05.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Рк			600
Тогучин	03.05.2007	ЛЭП 1,2				472
Барабинск	26.05.2007		Рк			2031
Посевная	05.06.2007	ОЭ	Д			280
Колывань	29.06.2007					50

Продолжение таблицы 1 Приложения

1	2	3	4	5	6	7
Посевная	03.07.2007					
Болотное	25.07.2007	ЛЭП 1	Рк			82,6
Кольвань	07.08.2007	ЛЭП 1,2	Рк, Д(250)			780
Довольное	12.08.2007		Рк Д			
Кемеровская область						
Белово	17.06.2005	ЛЭП 1,2			УП	6 374
Белово	09.07.2005	ЛЭП 2,2(9)	Рк(60)			3 471
Междуреченск	13.06.2006	ОЭ	Рк Д(100)			1 100
Новокузнецк	14.06.2006	ЛЭП 1				
Тайга	27.06.2006	ЛЭП 1	Д			
Тисуль	08.12.2006					
Белово	26.02.2007					370
Киселевск	26.02.2007	ОЭ		Тр		
Новокузнецк	26.02.2007			Тр		
Белово	28.04.2007	ЛЭП 1				
Новокузнецк	08.05.2007					
Киселевск	05.06.2007	ЛЭП 1	Рк			
Белово	22.07.2007	ЛЭП 1	Рк	Тр		
Таштагол	22.07.2007	ОЭ	Д			
Белово	27.12.2007	ОЭ	Рк			500
Алтайский край						
Алейская	07.04.2005	ЛЭП 1				55
Заринск	01.05.2005					
Волчиха	14.06.2005	ЛЭП 1 ОЭ	Рк			
Змеиногорск	24.06.2005				УП	
Ребриха	24.06.2005					
Алейская	24.06.2005	ЛЭП1пожар				200
Шипуново	24.06.2005		Д Рк			50
Поспелиха	24.06.2005	ОЭ	Рк			446
Волчиха	24.06.2005	ЛЭП1,2 ОЭ				
Усть-Чарышская пристань	24.06.2005	ЛЭП1,2	Д			28
Краснощеково	24.06.2005	ЛЭП1,2(4)				150
Мамонтово	24.06.2005	ЛЭП 1	Д		УП	
Баево	24.06.2005	ЛЭП 1,2				
Заринск	09.07.2005					3 197
Заринск	03.08.2005		Д Рк			1 750
Заринск	22.08.2005					
Солонешное	22.08.2005					
Камень-на-Оби	23.08.2005	ЛЭП 1 ОЭ				850
Хабары	18.04.2006					
Заринск	13.05.2006					
Хабары	01.07.2006	ЛЭП 1	ОЭ			
Шипуново	18.12.2006	ЛЭП 1	Рк			100
Поспелиха	19.12.2006	ЛЭП 1	Рк			
Бийск,зональная	27.01.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Д	Тр		
Бийск	27.01.2007					
Целинное	27.01.2007					

Продолжение таблицы 1 Приложения

1	2	3	4	5	6	7
Тогул	19.02.2007	ОЭ		дороги		
Бийск	19.02.2007					
Бийск, зональная	20.02.2007	ОЭ		дороги		50
Бийск	24.02.2007	ОЭ		дороги		
Тогул	26.02.2007	ОЭ				
Заринск	26.02.2007		Рк	дороги		2 000
Барнаул АМСГ	26.02.2007					
Целинное	26.02.2007					20
Бийск, зональная	26.02.2007	ЛЭП 1		дороги		200
Бийск	26.02.2007					
Алейская	26.02.2007	ЛЭП 1	Д			100
Поспелиха	26.02.2007					
Волчиха	26.02.2007	ОЭ				
Солонешное	26.02.2007					30
Краснощеково	26.02.2007	ЛЭП2(2)	Рк(50)			5 000
Рубцовск	26.02.2007	ОЭ		Гр		113
Шелаболиха	26.02.2007					1 000
Змеиногорск	26.02.2007	ОЭ	Рк			
Усть-Чарышская пристань	26.02.2007	ЛЭП 1,2	Рк			618
Шипуново	26.02.2007	ЛЭП 1				70
Усть-Калманка	26.02.2007	ЛЭП 1	Рк			20
Заринск	02.05.2007					
Славгород	02.05.2007	ЛЭП 1 ОЭ				
Заринск	08.05.2007					353
Целинное	08.05.2007		Рк окна			35
Усть-Калманка	08.05.2007	ЛЭП 1,	Рк			825
Краснощеково	08.05.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Рк			700
Змеиногорск	08.05.2007	ЛЭП 2(6)	Рк Д			40
Троицкое	08.05.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Рк			1 500
Усть-Чарышская пристань	08.05.2007	ЛЭП 1,2(6)	Рк			150
Поспелиха	08.05.2007	ЛЭП 1	Рк			170
Волчиха	08.05.2007	ЛЭП 1	Рк Д			340
Рубцовск*	08.05.2007	ОЭ	Рк			250
Алейская	09.05.2007	ЛЭП 1				70
Заринск	12.05.2007					
Шелаболиха	12.05.2007					
Мамонтово	24.05.2007				УП	
Шелаболиха	05.06.2007	ЛЭП 1 ОЭ	Д			10
Шипуново	29.06.2007		Рк		УП	710
Мамонтово	29.06.2007				УП	
Мамонтово	09.07.2007		Рк			
Баево	08.08.2007	ЛЭП2 (53)	Рк Д			45
Шипуново	09.08.2007				УП	600
Целинное	09.11.2007					
Заринск	24.12.2007					
Алейская	25.12.2007					
Республика Алтай						
Кош-Агач	04.04.2005	ЛЭП1,2(12)	Рк			80

Продолжение таблицы 1 Приложения

1	2	3	4	5	6	7
Турочак	15.06.2005	ЛЭП1,2 ОЭ				150
Горно-Алтайск	15.06.2005					
Чемал	10.07.2005	ЛЭП 2	Окна		УП	1 168
Усть-Кокса	14.06.2006	ОЭ				80
Турочак	14.06.2006	ЛЭП 1	Рк			65
Турочак	23.07.2006	ЛЭП1,2(5)ОЭ				400
Шебалино	23.07.2006					
Ак-Кем	09.08.2006					
Онгудай	23.08.2006	ЛЭП 1,2(4)				
Онгудай	08.05.2007		Рк			180
Шебалино	24.06.2007					
Турочак	22.07.2007	ЛЭП 1	Рк			900

Примечания. 1. Жирным шрифтом выделены случаи урагана.

2. *- гибель двух человек (Рубцовск, Алтайский край).

3. ЛЭП1 – обрыв и перехлест проводов; ЛЭП2 – падение опор; ОЭ – отключение электроэнергии; Рк – разрушение кровли; Д – падение и вырывание деревьев с корнем; Тр – повреждение транспортных средств, нарушение графика работы транспорта; УП – уничтожение или повреждение посевов.

4. В скобках указывается количество поврежденных объектов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 2 - Расчёт текущей приведённой стоимости (NPV, тыс. руб.) и срока окупаемости проекта модернизации ЛЭП (при инфляции 10%)

t (год)	$(i+1)^t$	Дисконтированный CF _i	NPV, тыс. руб.
НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ			
CF _i = 406 000 тыс. руб. IC = 2 877 500 тыс. руб.			
1	1,1	369 091	-2 508 409
2	1,21	335 537	-2 172 872
3	1,331	305 034	-1 867 838
4	1,4641	277 303	-1 590 535
5	1,6105	252 096	-1 338 439
6	1,7716	229 171	-1 109 268
7	1,9487	208 344	-900 924
8	2,1439	189 375	-711 549
9	2,3579	172 187	-539 549
10	2,5937	156 533	-382 829
11	2,8531	141 301	-241 528
12	3,1384	128 954	-112 574
13	3,4552	117 504	+ 4 930
14	3,7975	106 912	111 842
15	4, 1773	97 192	209 034
КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ			
CF _i = 1 171 700 тыс. руб. IC = 4 208 750 тыс. руб.			
1	1,1	1 065 182	-3 143 568
2	1,21	968 347	-2 175 221
3	1,331	880 316	-1 294 905
4	1,4641	800 287	-496 618
5	1,6105	727 538	+232 920
6	1,7716	661 379	894 299
7	1,9487	601 273	1 495 572
8	2,1439	546 527	2 042 099
9	2,3579	496 925	2 539 024
10	2,5937	451 749	2 990 773
11	2,8531	410 676	3 401 449
12	3,1384	373 343	3 774 792
13	3,4552	339 112	4 113 904
14	3,7975	308 545	4 422 449
15	4, 1773	280 492	4 702 941

Продолжение таблицы 2 Приложения

t (год)	$(i+1)^t$	Дисконтированный CF_i	NPV, тыс. руб.
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ			
$CF_i = 1\,543\,150$ тыс. руб. $IC = 8\,422\,375$ тыс. руб.			
1	1,1	1 402 863	-7 019 512
2	1,21	1 275 330	-5 744 182
3	1,331	1 159 391	-4 584 791
4	1,4641	1 053 992	-3 530 779
5	1,6105	958 181	-2 572 618
6	1,7716	871 048	-1 701 570
7	1,9487	791 887	-909 683
8	2,1439	719 786	-189 897
9	2,3579	654 459	+464 562
10	2,5937	594 961	1 059 523
11	2,8531	540 868	1 600 391
12	3,1384	491 700	2 092 091
13	3,4552	446 617	2 538 708
14	3,7975	406 359	2 945 067
15	4,1773	369 413	3 314 480