



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему:

«Применение индикаторно-рискологического подхода
для оценки экологической безопасности»

Исполнитель _____ Махмутов Динар Альбертович _____

Руководитель _____ доктор технических наук, профессор _____
(ученая степень, ученое звание)

Музалевский Анатолий Александрович _____
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____  _____
(подпись)

кандидат географических наук, доцент _____
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович _____
(фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Содержание

Введение	3
Глава1. Основные понятия и термины в индикаторно-рискологическом подходе	7
1.1 Методология индексно-рискологической квалиметрии	10
1.2 Вопросы теории риска	13
Глава2. Экологический риск и его особенности.	21
2.1 Субъект, объект и предмет риска	24
2.2 Вопросы качественной и полуколичественной оценки риска	26
2.3 Методы оценки риска для редких событий.	27
2.4 Матрицы риска.	30
2.5 Метод карт риска.....	33
2.6 Вопросы количественной оценки риска	35
2.7 Управление экологическими рисками	40
Глава3. Концепция индикаторно-рискологического подхода.	45
3.1 Управление безопасным функционированием геотехнической системы «Красный Бор» в условиях ЧС на основе индикаторно-рискологического подхода.....	49
Заключение	69
Список использованной литературы:.....	72

Введение

Рискогенность стала неотъемлемым атрибутом современного общества. В настоящий момент наиболее рискогенными сферами существования человека становятся не только экономика, политика, техносфера, но и сама окружающая среда, существенно искаженная человеком и превратившаяся в источник рисков. Социально-политическая система, в которой мы сейчас живем, содержит огромное число рисков, количество которых неуклонно увеличивается.

Многими специалистами переход к «обществу риска» связывается с изменением *системных свойств* нашего мира и возникновением *системного кризиса*. В этот системный кризис вносит заметный вклад глобальный экологический кризис, существование которого признается многими учеными в разных странах мира. Среди многочисленных рисков все большее значение приобретают экологические риски, которые оказывают влияние на дальнейшее развитие современной цивилизации и обеспечение экологической безопасности.

В настоящее время исчисление рисков, необходимое для построения эффективной системы управления рисками, включая математическое моделирование, технологии принятия решений, анализ статистики рассматривается как важнейшая междисциплинарная область деятельности. На сегодняшний день проблема управления рисками превратилась в общемировую задачу.

Отметим, что в современной России на государственном уровне в последние годы проблеме риска стали уделять заметно больше внимания. К усилиям небольших групп при МЧС и МПР России и отдельных ученых-энтузиастов по разработке концептуальных основ теории риска добавились ВУЗы России, которые стали под заказы Министерства образования и науки, МПР и МЧС, Правительства и Банков России выполнять работы в области

оценки и управления отдельными видами рисков, развивая при этом общие вопросы теории риска, а также методы его оценки и управления.

На этом фоне появились научные журналы по проблемам риска. Стали выходить и книги, посвященные новому научному направлению, получившему название «рискология»

Начало систематических рискологических исследований в РГГМУ можно отнести к 2001 году, когда впервые был успешно выполнен проект по рискам для Министерства образования и науки РФ. В этом же году вышло из печати учебное пособие «Экологический риск», что дало толчок к заметному усилению рискологических исследований.

Анализ публикаций по этой проблеме показывает, что имеется настоятельная необходимость в пересмотре наших взглядов на проблему экологической безопасности, риска, их идентификации, классификации, ранжированию и методов их оценки. Необходимо также совершенствование существующих и создание новых современных гибких систем управления всех уровней, способных адекватно и эффективно с наименьшими финансовыми затратами реагировать на угрозы и вызовы нашего времени. Этой проблеме было уделено особое внимание лидеров "Восьмерки" на их последней в 20 веке встречи на Окинаве. Об этом неоднократно в последние годы говорил Президент РФ в своих выступлениях.

Цель: Количественные измерения, адекватные оценки и информативно насыщенная, простая по интерпретации форма представления агрегированной и комплексированной информации о состоянии и качестве исследуемого объекта, содержащая рекомендации для систем принятия решений и служащая источником новых знаний.

Достижение цели: Достижение цели возможно на основе результатов решения ряда задач методического и исследовательского характера и построения новой методологии индексно-рискологической квалиметрии. В этих действиях следует выделить ряд предварительных этапов, от реализации которых будут существенно зависеть конечные результаты.

Первый этап: выбор и обоснование объектов (мишеней), их моделей, целей и формулировка задач, решение которых обеспечит достижение поставленных целей.

Второй этап: Выбор организационной структуры и обоснование модели комплексного экологического мониторинга (КЭМ) или его части.

Третий этап: проведение по разработанной программе измерений в корреляции с требованиями к данным наблюдения, их предварительная обработка.

Четвертый этап: обоснование и выбор методов оценки и последующего агрегирования и свертки информации применительно к сформулированным задачам.

Одновременно с этим необходимо изначально обеспечить корреляцию всех мероприятий с четырьмя уровнями – глобальным, региональным, национальным и локальным - представления экологической информации в соответствии с рекомендациями международных организаций, в рамках так называемой вертикальной шкалы. В соответствии с этим об интегрировании и свертке информации можно говорить в увязке с этими уровнями и адекватными им системами, принимающими решения.

При полной реализации КЭМ должен включать в себя наблюдение, оценку, контроль и прогноз в трех предметных составляющих: химической, физической и биотической во всех главных компонентах окружающей среды: атмосферном воздухе, воде (речной, озерной и морской) и почве (литосфере). При этом наблюдения, оценка и контроль должны вестись по классам: состав, процессы, свойства, явления, (эффекты)

Личный вклад автора:

- постановка задач исследований и разработка методологии их решения;
- модели и методы идентификации и оценки источников опасности и риска;
- модернизация системы геоэкологического контроля и мониторинга за составом и качеством главных компонентов природной среды, ее организационной структуры и требований к ее пространственно- временной привязке к конкретной территории, а также к приборно-аппаратному и информационному обеспечению;
- разработка гибкой пошаговой системы управления современными УТ любого уровня с использованием индикаторно-рискологического подхода.
- комплексный анализ особенностей рекреационных зон и факторов, влияющих на их функционирование, а также модели управления рекреационной деятельностью, применимые в современных экономических условиях.

В научных трудах, опубликованных в соавторстве, автор участвовал в той доле, которая указана в Заключении организации, в которой работа выполнялась. Автор глубоко признателен всем коллегам, принявшим участие в совместных работах и в обсуждении полученных результатов

Глава1. Основные понятия и термины в индикаторно-рискологическом подходе

Индикаторно-рискологический подход - это область знания, содержащая теорию измерения, оценку качества и управления феноменами и процессами в заданном пространстве, в интересующем нас интервале времени с помощью индикаторов, индексов и риска.

Индикатор - это либо указатель, сигнал, либо мера свойства, мера величины, мера параметра характеристики процесса. В категории экология индикаторы можно расклассифицировать следующим образом: простые, обобщенные (агрегированные), интегральные и комплексные индикаторы. Простым индикатором называется такой, дальнейшее упрощение которого невозможно, и удовлетворяющий сформулированным правилам отбора. Агрегированным индикатором называется сформированная по согласованным правилам "сумма" простых индикаторов. для конкретного исследуемого объекта в каждом из классов в одной отдельно взятой составляющей. Интегральным индикатором называется сформированная по согласованным правилам сумма всех возможных индикаторов одинакового происхождения и размерности в данном классе. Комплексным индикатором называется сформированная по согласованным правилам сумма индикаторов, взятых из разных классов или разных составляющих, либо из разных классов и разных составляющих одновременно.

В последнем случае производится свертка информации из элементов разных по своей природе, точности и размерности. Такая классификация позволяет скорректировать и согласовать вопросы терминологии в проблеме индикаторов, индексов и риска.

Индекс качества - это мера качества исследуемого объекта выраженная через индикаторы, индексы и коррелирующая с мерой риска. Простой индекс качества определяется следующим образом:

$$ij = m_{ij} / n_{ij}$$

в котором n_{ij} - число полных признаков качества, m_{ij} - число совпавших при сопоставлении признаков. Индекс качества безразмерен и его возможные числовые значения заключены в диапазоне ноль - единица, (0 - 1). Индексы качества также могут быть простыми, агрегированными, интегральными и комплексными. В i и j нумеруют измеряемую величину и класс соответственно. Риск экологический. Эта величина связана с индексом качества соотношением:

$$R_{ij} = k (1 - ij)$$

В формуле k – корректирующий коэффициент и из нее же следует, что диапазон численного изменения R_{ij} также заключен в интервале (0 - 1), и с ростом качества риск падает. Качество и риск измеряются в сопоставимых линейных шкалах.

Экологическая опасность - Ω - угроза изменения состава или свойств окружающей среды, либо появление изменений, связанных с возникновением в ней нежелательных процессов, обусловленных антропогенным воздействием. Смысл данного определения - вероятностный. Диапазон изменений этой величины также меняется от 0 до 1.

Экологическая безопасность (ЭБ) - $S = 1/\Omega$ - величина, обратная экологической опасности. Диапазон изменений от 1 до ∞ . Для практических целей вполне достаточно оперировать диапазоном (1 - 10). Причем 10 соответствует высокому уровню ЭБ.

Приемлемый и пренебрежимый уровни риска. Как показывают исследования, а также практика сопоставления разных методов оценки экологического состояния уровень приемлемого риска соответствует его численному значению равному 0,3-0,4. Все риски, выше этих значений, следует рассматривать как неприемлемые. Риски, меньшие, чем 0,3 во многих важных для практики случаях можно считать пренебрежимыми.

Уровень экологической безопасности, отвечающий уровню приемлемого риска равен 2,5 - 3,3.

Развиваемый подход позволяет провести количественные оценки качества компонентов природной среды и уровня экологической безопасности тремя разными способами: 1) посредством индикаторов, 2) с помощью индексов качества, либо 3) привлекая понятие экологического риска.

Для выбора формы представления экологической информации в систему принятия решений нами разработана специальная вспомогательная таблица для природных компонентов – атмосферного воздуха или воды, по направлению состав, иллюстрирующая соотношения между качественными и количественными оценками обобщенных индикаторов, индексов, экологического риска и уровня экологической безопасности.

рассмотрены конкретные примеры применения развиваемого подхода к различным объектам, в том числе к водным, а также приведены формы представления экологической информации, передаваемые в систему принятия решений.

1.1 Методология индексно-рискологической квалиметрии

Индексно-рискологическую квалиметрию можно определить как область знания, содержащую теорию измерения и оценку качества объекта в целом, или отдельных показателей качества феноменов и процессов в пространстве и во времени с помощью индексов и риска.

В данном контексте индекс определяется как мера отклонения от уровня, принимаемого за базовый, а риск – как относительная безразмерная величина, характеризующая отсутствие качества при его сопоставлении с эталоном, качество которого выбирается равным 100%, то есть единице. Методология индексно-рискологической квалиметрии содержит следующие позиции:

1. Индексно - рискологическая квалиметрия опирается на аппарат индикаторов, индексов и риска.
2. Индикаторы, индексы и риски призваны фиксировать изменения качества компонентов природной среды, а не абсолютный уровень качества.
3. Методология индексов и риска определяет и обосновывает базу для отсчета, то есть формирует для данного интервала времени эталон (стандарт) качества.
4. Применяет процедуры "нормировки" и "осреднения".
5. Определяет способы свертки индикаторов, индексов и риска с целью получения агрегированных (комплексных) показателей качества. Комплексные индексы и полный риск представляют собой конкретизацию выражения изменения качества.
6. Индексы качества и риск отслеживают ситуацию по изменению качества от одной временной точки отсчета до другой.
7. Индексно-рискологическая квалиметрия строит многофакторные (комплексные) индексы и риски, объединяющие показатели изменения качества разных по своей природе феноменов и процессов.

Квалиметрия выступает взаимосвязанной системой теорий различной степени общности.

К числу теорий можно отнести:

- общую квалиметрию, рассматривающую систему понятий, теорию измерений и оценивания, теорию статистических шкал;
- специальные квалиметрии (методы и модели оценок), к ним относятся: а) экспертная квалиметрия, где оценки даются экспертами или автоматизированными экспертными системами; б) вероятностно-статистическая квалиметрия, использующая методы теории вероятностей и математической статистики, оценивая однородность генеральной совокупности и выборки, совпадение законов распределения, эргодичность, марковость и тому подобное; в) индексная квалиметрия, использующая меры качества, полученные при нормировке на базе индексации (сравнения); г) таксономическая квалиметрия (или квалиметрическая таксономия), основывающаяся на классах качества (квалитаксонах) объекта, при этом рассматриваются вид, сорт и т. п. объекта и такие же характеристики классифицирующей системы;
- предметную квалиметрию (по предмету оценивания) - продукции, труда, проектов, процессов.

Основными задачами квалиметрии являются:

- определение номенклатуры показателей качества для включения их и техническое задание и нормативную документацию с целью последующего контроля, для сопоставительной оценки с продукцией аналогичного назначения и других целей;
- определение численных значений показателей качества для включения их в техническое задание на разработку продукции;
- формулировка требований к показателям качества для включения их в нормативную документацию (стандарты, технические условия и др.);
- оценка качества на основе испытаний и измерений, в том числе выборочных;

- разработка стратегий обслуживания технических устройств на основе данных о показателях надежности. Эти задачи решаются с помощью различных методов квалиметрии.

1.2 Вопросы теории риска

Разработка базовых элементов теории риска

Все известные нам теории представляют собой обобщенный опыт предыдущих поколений исследователей. Теорий в науке, получивших широкое распространение, а главное, всеобщее признание и подтверждение на практике, не так уж много. Давно подсчитано, что в естественных науках их не более сотни.

Разработка теорий шла в основном двумя путями.

Первый путь - это попытки объяснить имеющиеся экспериментальные факты.

Второй путь - это выдвижение новых идей, гипотез и точек зрения, призванных объяснить и вывести на новый, более высокий уровень наше понимание того, что пока еще не достаточно понято, либо практика потребовала возврата и пересмотра наших старых представлений.

Например, в активной стадии разработки находятся сейчас теория диссипативных структур, теория самоорганизации, теория информации, нелинейная динамика (теория сложных систем), теория управления и т. д. Разработка таких теорий нужна не только для прикладных целей, но и для формирования нашего общего понимания картины мира.

На самом деле, оба "вида теорий" в чистом виде не реализуются. В идеальном случае теория должна не только что-то объяснить, но и предсказать.

В основе всякой теории лежат некие, так называемые, руководящие идеи. Их может быть одна или несколько. При этом всегда оговариваются объекты, предмет исследования и уровень описания. Уровень описания очень важен. Он может быть, например, феноменологическим (макроскопическим), мезоскопическим и микроскопическим. Важно помнить, что все созданные теории имеют рамки своей применимости.

А как обстоит дело с созданием теории риска? Теория риска должна стать инструментом управления и количественного обоснования оптимального распределения материальных и иных ресурсов общества на различные виды деятельности. Наибольшие трудности связаны с принципиальной нелинейностью, связанной с процессами взаимодействия внутри человеческого общества и его взаимоотношений с окружающей средой. Проблема существенно усложняется тем, что человек одновременно является субъектом, создающим опасности, объектом воздействия со стороны этих опасностей и субъектом, противодействующим опасностям им же самим созданными.

Неоднозначны мнения, с чего надо начинать создание теории риска. Одни считают, что построение теории риска целесообразно начинать с формирования ее концепции с последующей разработкой соответствующей методологии и присущих ей методов решения. При этом необходимо учесть, что в основу деятельности общества по обеспечению безопасности человека и окружающей его среды необходимо принять теорию управления риском. То есть вопрос звучит так: построить теорию риска в рамках (внутри) другой теории или на основе другой теории? Но что из чего должно при этом следовать - теория риска из теории управления риском или наоборот?

Или все же теория риска и теория управления риском должны рассматриваться как нечто единое целое. Сторонники такой точки зрения считают, что это позволяет:

во-первых, оценить, в какой степени современная наука готова исследовать проблемы безопасности в рамках соответствующей этой сфере деятельности самостоятельной научной дисциплины с присущим только ей предметом исследования;

во-вторых, правильно отобрать идеи и расположить их в нужном порядке до того, как они будут изложены.

Есть еще одна точка зрения, заключающаяся в том, что при формировании концепции безопасности человека и окружающей его среды необходимо, как

обязательное условие, учитывать, что теория риска является частью более общей концепции, определяющей общую стратегию развития общества.

Первые научные работы по отдельным элементам теории риска, его определению и оценке появились в XIX веке. Они уже содержали, в некоторой степени, теоретическую систематизацию объективных знаний о действительности, но не позволяли описывать, объяснять и предсказывать процессы и явления действительности в области риска. Разработчики теории хорошо понимали, что для дальнейшего необходимо:

во - первых, сформулировать концепцию, определяющую способ трактовки, понимания явлений и процессов в рассматриваемой сфере деятельности;

во - вторых, ввести термины и их определения, иначе говоря, разработать понятийный аппарат;

в - третьих, на основе сформулированной концепции построить методологию научного познания;

в - четвертых, разработать методы практического или теоретического освоения действительности.

При этом акцент ставился на обосновании некоторого универсального критерия безопасности. Наиболее широко используемый сейчас главный критерий такой теории - это ожидаемая продолжительность жизни, определяемая как функционал от распределения частоты смертности соответственно возрасту человека. Этот критерий учитывает условия жизни, включая безопасность, за длительный отрезок времени. Такой подход приводит к необходимости научиться количественно учитывать изменения в окружающей среде, происходящие в настоящее время, и их влияние на продолжительность жизни последующих поколений людей. Помимо человека в качестве объектов защиты выступают также объекты окружающей среды, представители флоры и фауны, природные и искусственные образования. Однако следует отметить, что критерий

ожидаемой продолжительности жизни в последнее время считается недостаточным, в связи с чем, ищутся новые решения этой проблемы.

Критериальный подход связывает вместе проблему безопасности и проблему риска. Одна из идей в данном случае состоит в том, что здесь просматривается междисциплинарный подход и модель множественности источников и, соответственно этому, множества рисков. Однако на этом пути нас поджидают трудности. Действительно:

во-первых, это различные источники опасности со своими распределениями вероятности по масштабу и скорости развития события;

во-вторых, это различные объекты защиты со своими функциями чувствительности по отношению к данному виду воздействия.

в-третьих, это различные методы предотвращения неблагоприятных событий, противодействия последствиям, методы их локализации, смягчения, ликвидации и т. п.

Движение по этому пути продолжается, однако, пока ни общей теории риска, ни теории управления риском в той степени, которые требуются для применения разработанных положений на практике, нет. Есть некая "лоскутная" картина, над которой предстоит еще много работать.

Представляется, что поиски универсальных принципов, лежащих в основе теории оценки и управления риском, скорее всего, надо проводить с позиций информационного подхода и положений нелинейной динамики.

Определение риска. Желание ответить на вопрос: «Что такое риск?» не ослабевает и у современных исследователей. Однако та детерминированность, к которой привыкли многие ученые, особенно в терминологии в точных науках, к риску не относится. В наших статьях и монографиях приводится, по меньшей мере, несколько десятков определений риска и все они имеют право на жизнь. В чем тут дело?

А дело в том, что попытка определения риска в рамках логики Аристотеля обречена на провал. В этой логике мы пытаемся ответить на вопрос: «Чем же является риск?» Но такая постановка вопроса не корректна, так как, применяя логику Аристотеля, мы загоняем ситуацию в тупик, «замораживаем» ее. Слово «является» неприменимо к определению риска. Это ошибка. Риск понятие не статичное, а динамичное, что просматривается из анализа имеющихся определений риска.

Слово риск содержит в себе весь спектр нежелательных событий, которые могут возникнуть при рассмотрении любой ситуации, феномена, или процесса. С точки зрения философии риск – это категория. Сущность риска и его особенности проявляется в конкретной ситуации. Именно поэтому в каждом рассматриваемом случае мы имеем специфические определения риска.

Интересен анализ слова «риск» с точки зрения его дословного перевода. В переводе с французского языка риск определяется как "опасность, возможность убытка или ущерба". Французский энциклопедический словарь "Grand Larousse" определяет риск как "вероятность или возможность факта или события, рассматриваемое как некое зло или некий ущерб". Иначе говоря, в этом случае слово риск – это существительное.

Однако с точки зрения итальянского языка, а итальянцы считают, что слово риск это их изобретение, это глагол и означает «лабиринт». Это очень интересный момент, и он подтверждает сказанное выше - риск понятие динамичное.

Обзор научных публикаций показывает, что все большее распространение получает точка зрения, гласящая, что сам риск – многокомпонентное (многомерное) понятие. В одном из вариантов риск состоит из двух компонентов: первый компонент учитывает вероятность события, второй – возможные последствия, то есть потери и ущербы. В более сложном подходе считается, что существует много факторов, влияющих на формирование риска и его величину, и они связаны с восприятием риска и особенностями конкретных ситуаций. Эти факторы и рассматриваются как компоненты риска, хотя можно предложить и другую интерпретацию. Некоторые из этих факторов выявлены психологами и социологами.

Если говорить о формировании исходной базы данных для определения риска, в том числе и экологического риска, то разумно указать ряд факторов, влияющих на собственно определение (идентификацию) риска и, главное, его оценку. В этой связи нами предложена процедура учета основных факторов, позволяющая более полно отразить смысловые значимости риска и помочь оценить его численное значение. Это точка зрения коррелирует с особенностями контекста системного подхода и концепцией интегрального видения. Рассмотрим следующую схему, рис. 1.

Попарно компоненты риска, как противоположности, могут быть представлены следующим образом: 1. опасность – безопасность; 2. выгода – ущерб; 3. затраты – потери; 4. информированность – неопределенность. Возможны и другие точки зрения, а также интерпретации. Важна практическая польза такого интегрального видения.

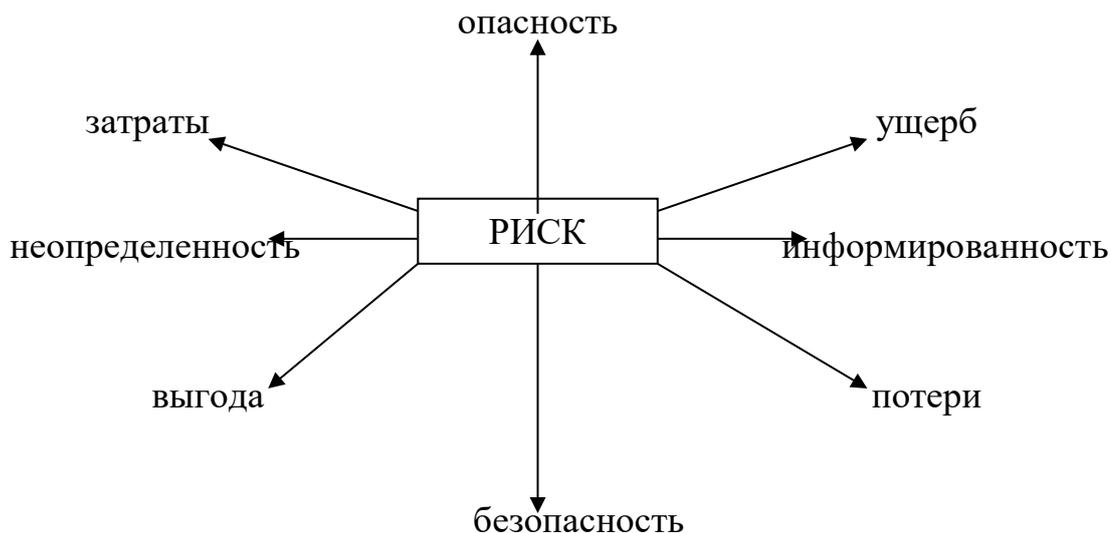


Рисунок 1 - Компоненты риска с позиции интегрального видения

Разумеется, в этом случае риск имеет более сложный характер, и его анализ и оценка должны проводиться с позиций интегрального видения. Чтобы оценить риск, необходимо его проанализировать со всех этих восьми позиций и построить соответствующую конфигурацию отношений между всеми участниками процесса идентификации и оценки риска. Доминантой в этой конфигурации выступают отношения между подсистемами, а не сами эти подсистемы.

Есть и другие причины, затрудняющие определение риска, его осознание и его анализ. Действительно, есть точка зрения, что есть риски внешние, то есть "объективные" риски, и есть риски, существующие только внутри нас, то есть "субъективные" риски. Тогда весьма существенными являются факторы и механизмы восприятия риска.

Если встать на точку зрения, что риск субъективен, то необходимо поставить вопрос о генезисе субъективизма риска, ответ на который надо искать во многих науках, в том числе, таких как психология и социология. Отсюда следует, что сама наука о риске превращается в междисциплинарную, требующую привлечения знаний из разных наук и искусств. Учитывая, что человек живет в социуме, необходимо изучать также "коллективный субъективизм" риска, так как восприятие риска отдельным

индивидом, может сильно отличаться от восприятия риска группами людей, куда входит этот индивид.

Глава2. Экологический риск и его особенности.

С определением экологического риска также есть разночтения. В разных странах к экологическим рискам относят риски, которые, по сути дела, назначаются быть таковыми. Например, в США довольно четко выделяют риски медицинские и риски экологические. Однако в Англии, Франции, Финляндии и Голландии, например, такого резкого деления нет. Нет его и в России.

В настоящее время в России к экологическим рискам относят риски химического загрязнения окружающей среды вредными и ядовитыми веществами, риски разрушения биоты, риски перенаселения, опустынивания, обезлесивания, истощения природных, питьевых и пищевых ресурсов. Теперь к экологическим рискам относят риски электромагнитные и акустические. Особенно опасен в этом отношении МКВ - диапазон. Обнаружен также эффект воздействия на живые ткани низкочастотных полей, и механизм этого воздействия пока не известен. Геомагнитные воздействия на человека известны давно, и теперь их тоже относят к категории экологического риска.

В США и в Евросоюзе, например, экологический риск определяется как двухкомпонентная величина, включающая в себя вероятность возникновения нежелательного события экологического характера, а также возможные ущербы от этого события.

Важным этапом в решении проблемы определения понятия «экологический риск» явилось принятие Федерального закона РФ от 10.01.02 от №7-ФЗ «Об охране окружающей среды». В соответствии со ст.1 закона, «экологическим риском является вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера».

С нашей точки зрения экологический риск – это риск нарушения динамического равновесия (отклонение) в экологических системах, который приводит к изменению параметров характеристик их абиотических и биотических составляющих в результате природных процессов или техногенной деятельности и перестройки экосистемы в состояние с новыми свойствами.

Вероятность этого отклонения может быть принята в качестве определения меры экологического риска, если речь идет о динамической постановке задачи. Здесь мера экологического риска выступает как составляющая, входящая в состав комплексного показателя, характеризующего в целом рискологическую ситуацию относительно качества компонентов природной среды. С другой стороны, эта составляющая должна связываться с другими способами оценки отклонения этого состояния и качества от эталона.

Отметим, что в генезисе экологического риска изначально заложено его соответствие и корреляция техническому риску.

Не смотря на различия между техническим и экологическим рисками, можно, применяя аналогии между состояниями технического объекта и качественными характеристиками экосистем, увязать экологические параметры с состоянием технических систем. Сказанное проиллюстрировано в таблице

№ п\п	Тип состояния технической системы	Характеристика Состояния экологической системы
1	Отсутствие техногенной деятельности	Экологически устойчивое состояние (ЭУС)
2	Штатное безаварийное функционирование промышленного предприятия	Экологическое возмущение первого порядка (ЭВ-1)
3	Аварийная ситуация	Экологически напряженное состояние
4	Критическое состояние	Стресс экологической системы
5	Аварии	Экологическое возмущение второго порядка (ЭВ-2)
6	Техногенные катастрофы	Экологическое возмущение третьего порядка (ЭВ-3)

Таблица 1. Состояния технической системы и экологической системы, их соответствие и взаимодействие

2.1 Субъект, объект и предмет риска

Толкование смысла этих словосочетаний тесно связано с той ситуацией, которая имеет место на данный момент, и зависят от контекста, которым мы оперируем.

Выражение субъект риска надо понимать как наличие конкретного человека, который может, как породить риски, так и быть в то же время лицом, принимающим на себя последствия реализации тех или иных угроз.

Объект риска – это также то, что может породить рисковую ситуацию, или то, на что могут быть обращены соответствующие угрозы и опасности. Это означает, что субъект риска может перейти в объект риска. Такую ситуацию чаще всего мы имеем в экономике.

Слово предмет имеет обобщающий смысл и потому большее количество конкретных значений. С другой стороны, предметы, как известно, есть одушевленные и неодушевленные. Таким образом, предмет риска может быть и субъектом риска и объектом риска. Также слово предмет может означать аспект научной деятельности. В этом смысле, говоря о предмете риска, мы можем иметь в виду то предметное направление, дисциплину, с позиций которой в данный момент рассматривается вопрос.

По одному из определений риска, риск – это вероятность наступления нежелательного события, умноженная на магнитуду ущерба. Тогда ясно, что уместен вопрос: Риск чего? Ответ ясен – риск наступления нежелательного события. Что касается ущерба, то тут уместны два вопроса: Риск чего? И риск кого? В этом случае мы возвращаемся к понятиям субъект, объект и предмет риска.

Например, в экономике субъектом риска может быть собственник живых ресурсов, который несет ущерб. Предметом риска в этом случае обычно является экономический ущерб. С точки зрения экологии субъектом воздействия являются сами живые организмы, однако к ним понятие риска не применяется.

Таким образом, при обсуждении этого вопроса, надо исходить из той рискованной ситуации, с которой мы имеем дело на данный момент. При этом надо иметь в виду, что сами по себе в одиночестве субъект, объект и предмет риска не имеют смысла. Действительно, в рискологических ситуациях мы всегда имеем источник риска и «приемник» риска, которые могут выступать в разном качестве. В качестве примера можно указать автовладельца и страхователя в ситуации обычной и в ситуации случившегося ДТП. Возможна ситуация, в которой субъект, объект и предмет риска сосредоточены в одном лице, в самом человеке. Человек может быть источником риска, в то же время он принимает риск на себя, а генерируя конкретный риск, он порождает и предмет риска.

2.2 Вопросы качественной и полуколичественной оценки риска

Качественная и полуколичественная оценка риска и ее место в общей схеме измерения риска. На практике во многих случаях вполне достаточной может быть оценка риска на уровне заявлений: "риск большой", "риск невелик", "риском можно пренебречь". Либо "риски выше", либо "риски ниже".

Наука не отвергает качественных оценок и сама часто ими пользуется, но стремится также к получению полуколичественных и количественных оценок.

Существуют оригинальные и малоизвестные качественные и полуколичественные методы оценки риска, а также методы, применяемые только для каких-то отдельных конкретных случаев. Разрабатываются и новые методы. Каждый метод оценки риска разрабатывался под определенные виды задач и, конечно, не является универсальным. Поэтому каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, что предопределяет ограниченные области их применения.

В этой связи прокомментируем с самых общих позиций некоторые методы оценки техногенного и экологического риска и отметим наш вклад в разработку новых подходов.

2.3 Методы оценки риска для редких событий.

Проблема оценки риска для редких событий одна из самых болезненных. В тех случаях, когда речь идет о редких опасных событиях и явлениях техногенного или природного характера, вероятностный подход к оценке риска неприемлем. Однако просматривается некоторый прогресс на пути решения этой проблемы.

Этот прогресс мы видим, прежде всего, в разработке специальных шкал, переводящих качественные оценки в другие «качественные», но с количественным подтекстом. Обозначим эти шкалы:

Номинальная шкала измерений, которая иначе называется шкалой наименований. В номинальной шкале может быть измерена интенсивность рисков в выражении степени опасности события, назначенная экспертом в виде лингвистических переменных, границы действия которых, слабо определены или размыты.

Следующей шкалой для оценки риска является шкала порядка. В этой шкале задача измерения сводится к нахождению места каждого измеряемого объекта среди других объектов на этой же шкале. Результатом такого измерения является ранжирование объектов по какому-либо признаку на основе его компарирования.

Примером таких шкал являются шкала скорости ветра Бофорта и силы землетрясений Рихтера. Эти шкалы подразумевают сравнения интенсивности процессов (силы ветра и мощность разрушений) на основе экспертных оценок, т.е. психофизических измерений. Лингвистические переменные ранжируются по степени проявления их смысловой нагрузки на основании общефизических соображений.

Числа, поставленные в соответствие лингвистическим переменным, пригодны для проведения статистического анализа, обеспечивающего получение корреляционных зависимостей между входным воздействием и

реакцией системы, а также оценки устойчивости этих связей, позволяющих выделить ложные предикторы или же неадекватные оценки экспертов .

Третьим методом измерения является шкала интервалов. Здесь целью измерения является отыскание вариантов отношений измеряемых величин к группе преобразований числовой шкалы. Ценой деления и началом отсчета в данном случае может быть любая величина как числовой, так и не числовой природы.

Четвертой и наиболее привычной шкалой измерения является абсолютная шкала. В этой шкале зафиксировано начало отсчета и единица масштаба. Такая шкала допускает только тождественное преобразование (классическая линейка).

Обобщение процесса измерения допускает комбинацию применения всех вышеназванных шкал для получения результата. Это положение позволяет осуществить плавный переход от чисто количественных к чисто качественным измерениям и в ряде случаев обрабатывать их совместно.

Опасную ситуацию возможного ЧС, рассматриваемую как редкое явление, предлагается характеризовать показателем “значимости-тревожности”, непосредственным образом связанным с возможной тяжестью рассматриваемого события и вероятностью реализации последствий. Под этой вероятностью и понимается уровень техногенного и экологического риска. Показатель “значимость-тревожность” имеет смысл численной характеристики возможных затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Этот метод может быть уточнен, если ввести в рассмотрение нечеткие (размытые)

множества интенсивности, выражающие степень опасности события (тяжесть последствий), то есть мы имеем пример работы номинальной шкалы:

1 – нулевая, 2 – исключительно слабая, 3 – очень слабая, 4 – слабая, 5 – не слабая, не сильная, 6 – сильная, 7 – очень сильная, 8 - исключительно сильная, 9 – предельно сильная.

Множества, выражающие возможность возникновения экологически опасного события реализации последствий определенной степени тяжести:

1 – никогда, 2 – исключительно редко, 3 – очень редко.

4 – редко, 5 – не редко, не часто, 6 – часто, 7 – очень часто, 8 – исключительно часто, 9 – всегда.

С использованием этих категорий интенсивности проводится дальнейший экспертный анализ, представляемый в виде таблиц или графиков, относящихся к различным уровням показателя “значимость – тревожность”. Из этих таблиц и графиков уровень техногенного и экологического риска представляется не в численных оценках, а в шкале типа: очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий. Такая шкала, как отмечено выше, называется номинальной. Психолингвистическому оператору чаще всего выставляется соответствующий балл.

2.4 Матрицы риска.

В последние годы, широкое распространение получили так называемые матрицы риска, которые ощутимо облегчают процесс классификации и оценки риска. В РФ аналогичный подход представлен в ГОСТ Р 51901.4—2005 "Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании".

Предлагаемая в проекте упомянутого стандарта методика оценки риска основана на применении диаграмм (таблиц) в системе координат «Вероятность события/ Последствия события».

Матрица риска показывает зависимость уровня (категории) риска от соотношения вероятности события и тяжести его последствий. Однако надо отчетливо понимать, что метод матриц риска весьма субъективен и близок по своей сути к методу экспертных оценок.

Существуют различные по форме матрицы. По содержанию все матрицы идентичны, разница лишь в количестве анализируемой информации и числе применяемых градаций. Существуют матрицы, в которых число ячеек составляет более 16000, и, понятно, что в таких матрицах обработка информации возможна только компьютерными методами.

Для каждого уровня риска устанавливаются действия и срочность мероприятий по минимизации возможных последствий рискованной ситуации.

Иначе говоря, все матрицы риска обязательно дополняются вспомогательными таблицами, без которых они просто бесполезны.

Однако, возможны и другие варианты матриц риска, в которых по одной из осей отложены не психолингвистические операторы, а численные значения некоторых значимых для данной задачи показателей. Такую матрицу риска разработали и мы, табл.2 (определение индекса качества μ_{ij} и экологической безопасности S дано ниже).

Таблица 2 – Матрица, иллюстрирующая соотношения между качественными и количественными оценками индекса качества, экологического риска и уровня экологической безопасности

Численные значения индекса качества μ_{ij}	Качественная характеристика уровня экологического риска, R	Примерное численное значение уровня экологического риска, R	Уровень экологической безопасности, S
0,01	Катастрофический	Риск близок к единице	Минимальный и равен единице (1)
0,1	Запредельный	0,9	1,1 - 1,2
0,15 - 0,2	Критический	0,8	1,2 - 1,3
0,2 - 0,4	Опасный	0,7	1,3 - 1,4
0,3 - 0,5	ЗОНА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА	0,7-0,5	1,5 - 2,0
0,5	Допустимый	0,5	2,0 - 2,2
0,6	Приемлемый	0,4	2,2 - 2,5
0,7	Удовлетворительный	0,3	2,5 - 3,3
0,8	Хороший	0,2 и меньше	3,3 - 5,0
Свыше 0,9	Фоновый	0	Свыше 5 Максимальный

Таблица 2

Разработанная матрица успешно применена нами при качественной и полуколичественной оценке не только риска, но и уровня экологической безопасности компонентов природной среды в Санкт-Петербурге, в Балтийском

регионе, для ряда городов Краснодарского края. Эта матрица показала свою работоспособность и принята органами, ответственными за проведение экологической политики, в качестве дополнительного инструмента оценки и управления рисками и уровнем экологической безопасности на подведомственных им территориях.

2.5 Метод карт риска.

Карты риска, как важный элемент системы оценки и управления риском, сравнительно давно применяются на Западе, а теперь и в России.

Существует несколько взглядов на метод карт риска. Один из них - позитивный. Сторонники этого метода настаивают на применении западных подходов без всяких изменений. Другой взгляд, а это мнение многих российских ученых, состоит в том, что в том виде, в котором он представлен на западе, метод не работоспособен. И они скорее правы, чем те, кто готов безоговорочно его принять. Их аргументированная точка зрения состоит в следующем.

1. Громоздкие системы в условия России не работоспособны (карты риска в западном варианте дополняются огромным количеством вспомогательного материала, который не всегда доступен и в котором может разобраться только специалист, а не чиновник).

2. В России для применения карт риска отсутствует соответствующая нормативно-правовая база.

3. Карты риска могут быть более объективными, если при их составлении с помощью опроса населения и учета их опыта проживания рядом с опасным объектом, уточняются те данные, которые получены иным путем. Однако в России не работает обратная связь, то есть мнение населения для власти неинтересно.



*Карта риска, отражающая уровень риска для атмосферного воздуха побережья
Краснодарского края* 1

Наша точка зрения состоит в том, что в зависимости от формы представления информации, карты риска – полезная вещь. Здесь проявляется важная часть риска как инструмента, с помощью которого строится прогноз ситуации на перспективу. Пример приведен на карте побережья Черного моря в Краснодарском крае. Эта карта разработана нами и представлена в работах Линии на карте – это изолинии, то есть линии равных значений риска. Такое представление риска весьма удобно для лиц, принимающих решение (ЛПР), так как этот метод очень нагляден, и, если построить ряд таких изолиний через определенные интервалы времени, то можно видеть основные тенденции в эволюции риска, что может ЛПР помочь в планировании и организации мероприятий по снижению рисков и смягчению последствий высоких рисков загрязнения соответствующего компонента природной среды.

2.6 Вопросы количественной оценки риска

Процесс и методология. Методология количественной оценки риска в отдельных конкретных случаях разработана достаточно детально. Так, например, оценка экологического риска воздействия химических веществ на состояние здоровья населения начала использоваться в США с 80-х годов XX-го века. Было разработано значительное количество методов для установления различных видов риска и различных причин, обусловивших необходимость проведения такой оценки. На сегодняшний день эта методология широко применяется в большинстве развитых стран мира и рекомендована Всемирной Организацией Здравоохранения в качестве ведущего инструмента при определении количественного ущерба для здоровья от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Существуют также и другие подходы к изучению и количественной оценке рисков, связанных со здоровьем и безопасностью человека:

- методы страховой статистики, основанные на массовом наблюдении случаев утраты здоровья из-за несчастных случаев и заболеваний;
- методика оценки риска по шкале Россера, используемая для количественного анализа детерминированных эффектов;
- оценка риска для пороговых и беспороговых токсикантов и еще многое другое.

В «Красной книге» (Национальная академия США) сформулирован важный вывод о том, что процесс правового регулирования риска должен разделяться на две независимые части — оценка риска (risk assessment) и управление риском (risk management). С этой точкой зрения можно согласиться лишь отчасти.

Использование в законодательстве параметров риска требует точного количественного определения двух важнейших понятий — пренебрежимо малого риска и максимально допустимого (приемлемого) риска. Первый из них называют «de minimis» риск (от известного выражения «De minimis non

curat lex»), для характеристики второго служит так называемый *de manifestis* риск.

Если рассматриваемый экологический риск признается *de minimis* риском, то это означает, что уровень данного риска в силу своей малости не может быть надежно выявлен на фоне уже имеющихся рисков и поэтому им можно пренебречь. *De manifestis* риском считают границу между максимально допустимым и недопустимым рисками, за этой границей лежит область безусловной опасности. Выявление *de manifestis* риска должно повлечь за собой принятие немедленных мер (как правовых, так и технологических) по его снижению.

Таким образом, сформировались достаточно общие принципы и подходы к количественной оценке экологического риска.

Исходя из анализа вопроса в целом, нами разработаны рекомендации, позволяющие упорядочить и формализовать процедуру количественной оценки риска. Содержание этих рекомендаций может, в частности, состоять в следующем:

1. Определение и четкая формулировка целей при разработке способа оценки риска;
2. Определение основных структурных уровней в общей схеме расчета риска;
3. Определение основных подсистем общей схемы расчета риска;
4. Предлагаемые схемы расчета рисков не должны быть громоздкими.
5. Количество подсистем и количество элементов системы расчета должно быть минимальным.
6. Каждый элемент и каждая подсистема общей схемы оценки риска должны иметь четкое функциональное назначение.
7. Между элементами и подсистемами общей схемы должны существовать четко определенные и действенные прямые и обратные связи.
8. Жизнеспособность схемы расчета риска должна быть обеспечена достаточным количеством необходимых данных.

9. В систему расчета риска должны входить только такие элементы, работоспособность и эффективность которых проверена практикой.

10. В расчетную схему оценки риска целесообразно вводить процедуру итерации (многократного повторения).

Из определения экологического риска следует, что нам надо уметь, прежде всего, считать вероятности наступления нежелательных событий. Под нежелательными событиями понимаются негативное влияние агента (ов) на здоровье человека и на окружающую среду.

Подходы к оценке вероятностей возникновения нежелательных событий.

Вероятности возникновения нежелательных событий выражаются через частоту их появления. Появилось выражение «частота риска». В этой связи в литературе появилось множество данных в форме таблиц, иллюстрирующих среднюю частоту того или иного события.

В общем случае для определения вероятности P_n анализируются экологические эффекты и факторы прогнозируемого негативного воздействия, оцениваются уровни возможных воздействий вредных веществ и излучений, масштабы их распространения с учетом ландшафтных и метеорологических условий, временные периоды их действия. К настоящему времени накоплено достаточно большое количество статистического материала по поражающим факторам радиоактивных и электромагнитных излучений, техногенных загрязнений воздуха, земель и вод, аварий на производстве и транспорте. По многим вопросам пространственно-временного распространения вредных веществ также получены добротные статистические материалы.

В таком подходе удастся с единых позиций оценить вероятности возникновения событий, приводящих к ущербу от загрязнения атмосферы, литосферы и водного бассейна, а также от деградации земель, размещения отходов, уничтожения природных ресурсов и т. п.

Оценка риска здоровью человека. Для оценивания риска здоровью и жизни людей требуется установить соотношение, которое связывает определенное

количество вредного вещества (токсиканта, канцерогена) с мерой вызванных им негативных последствий. Эта связь, которую часто называют соотношением "доза - отклик", или «доза – эффект», должна быть количественной. Для выявления ее характеристик необходимы специальные исследования, охватывающие эксперименты с животными и статистическую обработку наблюдений над людьми. На базе таких исследований можно создавать конкретные математические модели. Подобное моделирование позволяет прогнозировать результаты воздействия токсикантов (канцерогенов) на людей, в этом состоят основные задачи количественного оценивания риска, обусловленного загрязнителями среды обитания.

Пути решения таких задач существенно различаются в зависимости от того, являются ли рассматриваемые вредные вещества пороговыми или беспороговыми. Кроме того, подход к этим задачам зависит от вида контингента риска, который может охватывать всех жителей подвергшейся загрязнению местности (население) или же только персонал, имеющий дело с загрязнением на рабочих местах.

Не имея возможности подробно рассматривать эти вопросы в данной статье, отметим, что к числу моделей, позволяющих оценивать требуемые вероятности, можно отнести:

1. «Доза — эффект» - модели.
2. Пробит – модели.
3. Модели, основанные на теории попадания (hit theory — англ.).
4. Модели, использующие определенные виды распределений (например, распределение Пуассона, распределение Вейбулла и т. д.).
5. Иные модели.

В каждой из выбранных моделей практически всегда оценивается риск, связанные с угрозами здоровья человеку. Однако экологические риски, связанные с потерей качества самой окружающей среды не затрагиваются. Считается, что традиционные методы оценки экологического состояния компонентов окружающей среды через концентрации загрязняющих веществ (перечень которых устанавливается нормативными

документами) решают эту задачу. Но это не так. В рамках «загрязняюще - ресурсной» парадигмы, в которой, по существу, рассматривается только химическая составляющая, эта оценка приближенная, то есть сохраняется высокая степень неопределенности.

В этой связи нами была поставлена задача разработки нового метода количественной оценки качества компонентов природной среды, испытывающих техногенное воздействие. Изложим в кратком виде наши наработки по этому вопросу.

2.7 Управление экологическими рисками

Подходы к управлению рисками в сложных системах.

Традиционно, во многих странах мира, в том числе в России и в США в последние десятилетия XX-го века и в начале XXI века управление риском основывалось на использовании командно-административных методов, которые требовали соблюдения природоохранных стандартов за счет применения специальных технологий. Непосредственно управление было сфокусировано на осуществлении контроля за отдельными источниками опасности и загрязнений и тем воздействием, которое они оказывают на человека и природу.

Однако не всегда командно-административные методы приводят к желаемым результатам, потому что существующие проблемы обеспечения экологической безопасности и управления риском являются комплексными и имеют множественные источники возникновения. Эти источники тесно связаны с другими факторами опасности, что и обуславливает необходимость учета фактора множественных рисков.

Известно, по крайней мере, восемь способов управления рисками, но ни один из них, взятый в отдельности, проблему управления риском не решает. Кроме того, по тем или иным причинам, не все способы можно применить в данной конкретной ситуации. На практике, приходится применять несколько методов, используя наработки многих наук, то есть междисциплинарный подход или одну из его разновидностей - системный подход.

Чаще всего с реализацией управления на практике связывают понимание управления как: 1) функции и 2) процесса. Управление, понимаемое как процесс, - одна из наиболее распространенных точек зрения. В качестве примера приведем схему управления рисками, разработанную нами.

Первое требование к такой схеме - это простота и компактность.

Второе - гибкость и универсальность, что позволит применять ее в самых разнообразных ситуациях.

Третье - наличие возможности применения широкого спектра мероприятий, видов и объемов привлекаемых средств и ресурсов. Последние могут варьироваться в зависимости от степени важности проблемы и возможных экономических последствий наступления опасной ситуации.

Четвертое - согласование с системами принятия решений в соответствии с уровнем их ответственности.

Представим схему в виде ряда последовательных шагов, например:

Шаг первый - целеполагание, то есть четкая формулировка цели;

Шаг второй - анализ источников экологической опасности и связанных с ними рисков;

Шаг третий - исследование возможных методов и подходов по снижению уровня существующей и потенциальной опасности;

Шаг четвертый - планирование мероприятий и принятие решения о реализации того или иного мероприятия;

Шаг пятый - первая проба реализации принятого решения;

Шаг шестой - осмысление и оценка полученных результатов, принятие решения о целесообразности повтора применения спланированных мероприятий.

Эти шесть шагов можно рассматривать как своего рода программу (алгоритм) управления рисками.

При этом требования к данным, поступающим в систему управления, могут выглядеть следующим образом:

1) Данные об однородных экологических рисках, происходящих не от одного, а от многих источников опасности.

2) Данные о новых, ранее неизвестных или не учтенных опасностях, исходящих от объектов, которые создал человек.

3) Данные о вредных воздействиях объектов и их взаимодействию между собой на окружающую среду и человека. Обладают ли оказываемые воздействия кумулятивным эффектом?

4) Сопоставительные данные о воздействиях, производимых в результате наступления иного рода опасных ситуаций и их последствий. Сам процесс управления рисками в рамках конкретной ситуации включает в себя оценку различных источников опасности, рассмотрение схожих рисков, а также экспертное определение вклада (весовых множителей) различных источников в создание опасной ситуации. В качестве конечной цели сформулированного подхода можно назвать создание модели, на основе которой будет возможно:

- 1) определить уровень существующих экологических рисков на данный момент времени,
- 2) дать краткосрочный прогноз наиболее вероятных последствий принятых управленческих решений,
- 3) направить силы и ресурсы в ту область, где их использование может дать заметные результаты.

Участие всех заинтересованных сторон также является важной составляющей на пути принятия и успешной реализации научно-обоснованных и экономически эффективных решений в области управления экологическим риском.

Новый контекст системного подхода в проблеме управления рисками. В его основе лежит понятие системного мышления. Системное мышление контекстуально и является противоположностью аналитическому мышлению. Анализ означает отделение чего-либо для того, чтобы понять его. Системное мышление означает помещение чего-либо в более обширный контекст целого.

Новый контекст системного подхода рассматривается как область знания, то есть как методология, содержащая набор методов, способов и приемов, а также идей и представлений, объединенных в понятие

"системный подход" в новой интерпретации. Новое понимание означает, что при системном подходе свойства частей системы могут быть выведены только из организации целого. Иначе говоря, не только части определяют систему, но и система определяет свои части. Взаимосвязи между частями системы и самой системой взаимозависимы и взаимообусловлены. Это обстоятельство существенно меняет взгляд на идентификацию и анализ риска, а также на величину субъективной оценки риска, что влияет на организацию процесса управления риском.

В этом подходе процесс управления риском должен реализовываться с учетом следующих обстоятельств.

1. Важнейшим элементом системного подхода в новом толковании к управлению рисками является понимание конфигурации взаимоотношений в системе. Конфигурация взаимоотношений - это паттерн организации системы. Паттерн - это форма, включающая в себя качества (свойства) системы в целом. Отношения связаны со структурой, а структуры, рассматриваемые изнутри - это отношения. С этой точки зрения необходимо выявлять (идентифицировать) и анализировать риски.
2. В рассмотрение процесса управления необходимо включить понятие организованной сложности. На каждом уровне сложности наблюдаемые явления обладают свойствами, которые не существуют на более низких уровнях. В силу сказанного в данном подходе должны задаваться пороговые уровни сложности, которые на данный момент мы в состоянии понять и описать. Это обстоятельство предопределяет уровень описания.
3. Отличие нового толкования системного подхода от традиционного означает необходимость перехода к новому пониманию управления экологическими рисками.

В соответствии с новым подходом основное внимание уделяется исследованию проблемы в целом и анализу всех связанных с ней рисков (концепция множественности рисков должна рассматриваться как поле рисков). Таким образом, задача управления риском требует выявления и

предварительной проработки отдельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью, стоящей перед системой более высокого уровня сложности.

Глава3. Концепция индикаторно-рискологического подхода.

Разработанный нами подход естественным образом связан с идеями индексной квалиметрии. Индексную квалиметрию можно определить как науку, содержащую теорию измерения и оценку качества или отдельных показателей качества феноменов и процессов в пространстве и во времени с помощью индексов. Разновидность индекса – индекс качества естественным образом можно связать с риском. Так появился индикаторно-рискологический подход, который достаточно уверенно пробивает себе дорогу и все шире применяется на практике.

Рассмотрим кратко суть подхода в упрощенном варианте. Оговоримся, что в данном случае речь идет только о физических индикаторах, то есть таких, которые могут быть измерены инструментальными методами. Полное изложение концепции индикаторно - рискологического подхода для всех типов индикаторов.

Главные компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, вода, почва.

Составляющие - это дисциплинарные (предметные) области, в которых проводится исследование окружающей среды, - химическая, физическая, биотическая.

Направления (классы) - аспекты исследования, внутри каждой из составляющих: состав, свойства, процессы, явления (эффекты).

Индикатор - метка, сигнал, указатель, либо мера свойства, мера величины, мера параметра характеристики процесса. Индикатор может быть также определен как эквивалент индуцируемого явления. В категории экология индикаторы можно ранжировать следующим образом: простые, обобщенные (агрегированные), интегральные и комплексные индикаторы.

Индекс - мера отклонения от уровня принимаемого за базовый. Индекс качества - мера качества исследуемого объекта по отношению к эталону качества, выраженная через индикаторы и коррелирующая с мерой риска.

Индикаторы должны удовлетворять правилам отбора, то есть быть:

1. научно обоснованными, 2. иметь ясную интерпретацию, 3. обладать способностью к агрегированию 4. обладать требуемой чувствительностью.

Далее вводятся 4 типа индикаторов и индексов: простые, агрегированные, интегральные и комплексные.

Такая классификация индикаторов и индексов позволяет скорректировать и согласовать как вопросы терминологии, так и вопросы свертки и генерализации информации.

Риск экологический R . В первом приближении - эта величина пропорциональна отклонению от эталона качества. Качество и риск можно измерять в сопоставимых шкалах.

Экологическая опасность - угроза изменения состава или свойств окружающей среды, либо появление изменений, связанных с возникновением в ней нежелательных процессов, обусловленных антропогенным воздействием. Смысл данного определения - вероятностный. Это значит, что диапазон изменений этой величины от 0 до 1. Применительно к человеку экологическая опасность - это угроза здоровью и самой жизни человека.

Экологическая безопасность - $S = 1/\square$ - величина, обратная экологической опасности. Диапазон изменений $(1 - \square)$. Для практических целей вполне достаточно оперировать диапазоном $(1 - 10)$. Введенное определение экологической безопасности справедливо, если источник и приемник риска сосредоточены в одном объекте. При этом шкала измерений становится нелинейной.

Приемлемый уровень риска. Как показывают проведенные исследования и практика сопоставления разных методов оценки риска уровень приемлемого риска в шкале 0-1 может быть существенно разным. Например, для риска потери качества атмосферного воздуха приемлемый уровень риска соответствует численному значению равному 0,3-0,4. Все риски, выше этих значений, следует рассматривать как неприемлемые.

Уровень экологической безопасности, отвечающий уровню приемлемого риска в приведенном примере равен 2,5 - 3,3.

Количественные оценки качества компонентов природной среды можно провести: 1) посредством индикаторов, 2) с помощью индексов качества, либо 3) привлекая понятие экологического риска.

Рассмотренный подход допускает многовариантную форму графического представления результатов расчета обобщенного индекса качества или экологического риска для любого компонента природной среды. Вариант такого представления, удобного для восприятия ЛПР, изображен на рис.3.

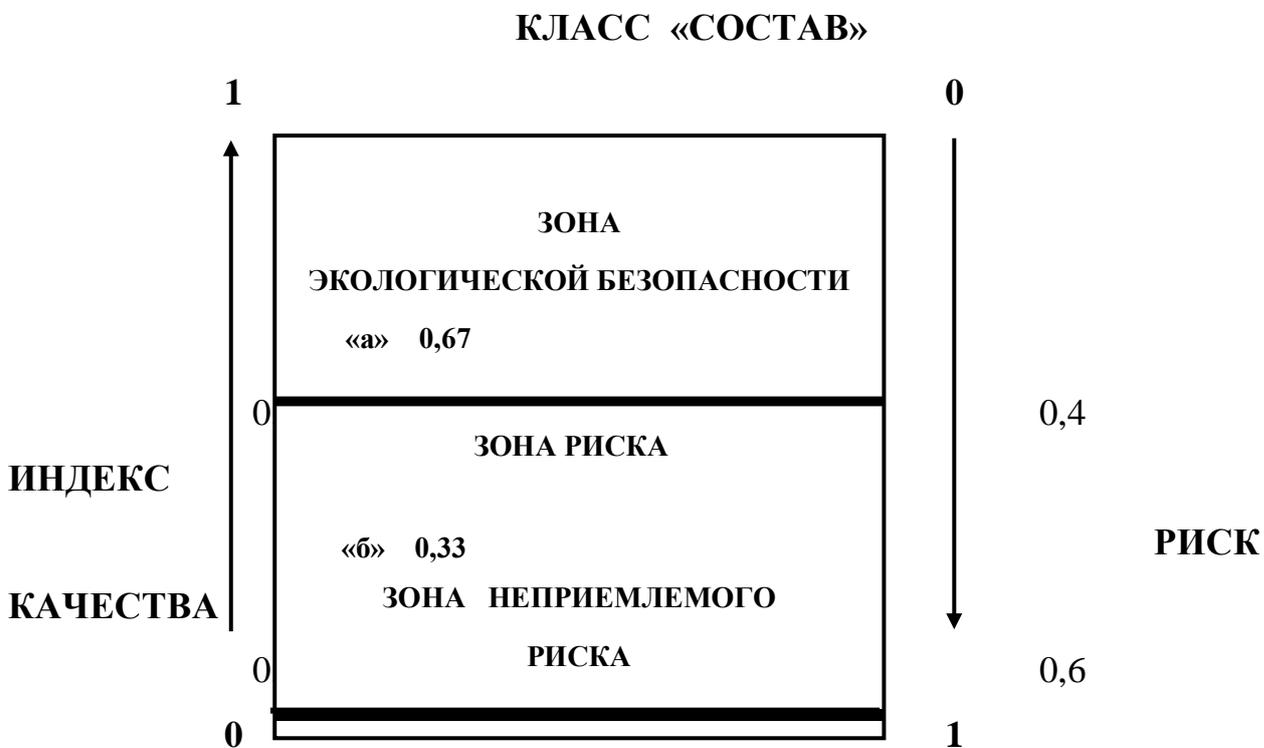


Рисунок 3 - Графическое представление оценки качества атмосферного воздуха.

«а» - нижний допустимый уровень экологической безопасности;

«б» - верхний приемлемый уровень экологического риска.

Необходимо отметить, что картинка, изображенная на рис.3, является статической графической интерпретацией экологической ситуации по

обобщенному показателю – индексу качества или риску - в химической составляющей в классе "состав". Экологические возмущения и другие факторы, обусловленные техногенным воздействием, ухудшают качество компонентов окружающей среды, то есть повышают экологические риски. Нормальной можно считать ситуацию, при которой изменения значений индекса качества (риска) заключены между границей верхнего приемлемого уровня экологического риска «б» и нижним допустимым уровнем экологической безопасности «а».

Устойчивость состояния означает:

- во-первых, способность самой системы самоочищаться и возвращаться в исходное состояние (принцип Ле Шателье при малых воздействиях);

- во-вторых, в условиях техногенного давления устойчивость состояния системы должна обеспечиваться также повседневной целенаправленной деятельностью человека, воздействующего на это состояние посредством управляющих параметров.

Оценить устойчивость можно также с помощью методики ESI-индикаторов устойчивости, разработанной большой группой стран в рамках Комиссии по глобальной экологии и Комитета по устойчивому развитию ООН.

Надо отметить, что разработанный нами подход весьма успешно работает на практике и вызывает все больший интерес у специалистов и ЛПР. В последние годы он применялся и применяется как в России, так и за рубежом. На базе этого подхода выполнены оценки качества компонентов природной среды ряда городов Краснодарского края, Северо-западного региона России, бореальных территорий России, Балтийского региона, Санкт-Петербурга и пр.

3.1 Управление безопасным функционированием геотехнической системы «Красный Бор» в условиях ЧС на основе индикаторно-рискологического подхода

Конец XX и начало XXI веков ознаменовалось значительным ростом числа природных и техногенных аварий и катастроф. Заметно возросли их масштабы и соответственно этому причиненные разрушения и число погибших людей.

В 2001 году в мире произошло около 650 крупных природных катастроф, унесших жизни более 25 000 человек и причинивших ущерб на сумму более 35 млрд. долл. Такого рода показатели во многом зависят от готовности территории к сокращению риска потерь и существенно меняются во времени. Например, уже в 2002 году при числе катастроф порядка 700 погибло около 11000 человек, однако ущерб был значительно выше - 55 млрд. долл. Конец 2004 года оказался трагическим для ряда стран Юго-Восточной Азии. Потрясающей силы наводнение стало причиной гибели сотен тысяч людей, материальный ущерб не поддается оценке. Это подтверждает вывод о том, что наибольшие потери вызывают наводнения.

В России в 2004 году, как указывают зарубежные источники, произошло 957 (по другим данным, заметно больше) природных и техногенных катастроф, причем подавляющее число из них относятся к техногенным катастрофам.

Техногенные аварии и катастрофы (ЧС) связаны, в основном, с хозяйственной деятельностью человека. Главными причинами усиления масштабов и риска от природных и техногенных катастроф являются резкое увеличение численности населения планеты и развитие разнообразных производств, технологий и инфраструктур, разрушающих природу.

Особо серьезную опасность представляют собой аварии на объектах гидроэнергетики. Известно, что только в период с 1959 по 1989 гг. во всем мире произошло 31 крупная авария на плотинах и водохранилищах, в

результате чего погибло более 23 тыс. человек и общий ущерб превысил 1 млрд. долларов США.

Следует отметить, что большая часть техногенных аварий происходит по вине персонала опасных объектов. Иначе говоря, человеческий фактор один из решающих: 60% авиакатастроф, 80% аварий на море и 60% аварий на промышленных предприятиях происходят по вине людей.

Все ЧС, как правило, имеют и экологические последствия. Зонами наиболее высокого экологического риска являются промышленные центры и крупные города, и в первую очередь, города – мегаполисы.

Активная хозяйственная деятельность человека создает новые потенциально опасные производства и технологии. Растет число опасных объектов. В соответствии с этим растет число аварий и катастроф. Велики потери как в человеческом, так и в материальном измерении. Уже сейчас на ликвидацию последствий природных и техногенных катастроф - ЧС в России отвлекается от 10 до 15% всех ресурсов страны. На фоне все увеличивающегося роста числа природных катаклизмов наблюдается общее снижение уровня безопасности для жизни человека.

Особенности риска существенно зависят от того, каково явление по генезису (извержение вулкана, взрыв на химическом предприятии, разрыв дамбы и т. п.), в чем проявляется его воздействие на окружающую среду (затопление территории водой или погребение ее под лавой и т. д.), какие вторичные разрушения оно порождает.

Риск опасных явлений и связанных с ними возможных ЧС в некоторых случаях может быть снижен в результате таких превентивных мер, как создание сооружений и специальных средств защиты человека и природы только с учетом их социально - экономических аспектов. Более значимую роль в снижении риска должна играть информация о нем, которая должна включать сведения о природе и особенностях опасного явления, необходимых действиях во время его развития. Своевременная информация

об угрозе и развитии опасного явления, знание о том, как вести себя в период критической ситуации, могут минимизировать риск.

Понятно, что риск будет близок к минимуму, если регионы концентрации населения и очаги опасных явлений будут достаточно разобщены пространственно. В противном случае, а именно таковы реальные условия, социально-экономические и психологические факторы являются исключительно значимыми, а иногда играют главную роль как факторы, определяющие масштабы бедствия. В регионах Земли с повышенным риском основополагающим принципом жизнедеятельности должна быть концепция "жизни с риском". Риск должен рассматриваться как неотъемлемый компонент жизнедеятельности. К нему нельзя подходить как к феномену редкого или случайного характера в цепи событий.

Как показывает опыт, угрозы можно предупредить и предотвратить, а в некоторых случаях предсказать, последствия можно минимизировать, что оправдывает затраты на исследования различных видов рисков с целью принятия первоочередных мер при планировании мероприятий направленных на снижение рисков ЧС.

Разработкой и совершенствованием таких научно-обоснованных методических указаний и рекомендаций для органов управления занимаются Министерства, ведомства, отдельные институты и другие организации и структуры. Вносят в эту работу свой вклад и отдельные ученые, работающие либо по грантам, либо в порядке личной инициативы.

ЧС и связанные с ними риски. По определению академика Кондратьева К.Я., катастрофа, как пример ЧС - это "чрезвычайная и бедственная ситуация в жизнедеятельности населения, вызванная существенными неблагоприятными изменениями в окружающей среде", или "скачкообразные изменения в технической системе, возникающие в виде ее внезапного ответа на плавные изменения внешних условий".

В настоящее время к природным ЧС относятся наводнения, засухи, ураганы, штормы, торнадо, цунами, извержения вулканов, оползни, обвалы, сели, снежные лавины, землетрясения, лесные пожары, пылевые бури, сильные морозы, жара, эпидемии, нашествия саранчи и многие другие природные явления. В будущем этот перечень может расшириться за счет возникновения новых природных ЧС, таких как, столкновения с космическими телами, биотерроризм, ядерные катастрофы, резкое изменение магнитного поля Земли, чума, нашествие роботов, сбои в работе сложных энергетических и коммуникационных систем, резкое повышение уровня Мирового океана и т.п.

Понятие природной и техногенной ЧС ассоциируется многими авторами с понятием экологической безопасности, которое возникло в связи с необходимостью оценки меры опасности - риска - для населения какой-то территории получить ущерб для здоровья, сооружений или имущества в результате изменения параметров окружающей среды. Эти изменения могут быть вызваны как природными, так и антропогенными факторами. В общем случае возникновение экологической опасности на данной территории является следствием отклонения параметров среды обитания человека за пределы, где при длительном пребывании живой организм начинает изменяться по направлению, не соответствующему естественному ходу эволюции.

Обычно ЧС различают по природе и характеру, источникам возникновения и масштабам ущерба и т.д. Эти классификации широко известны. На основе этих классификаций определяются состав и организация

применения на различных уровнях сил и средств гражданской защиты при ликвидации ЧС.

Особенностью всех таких классификаций, предлагаемых МЧС РФ, является констатация случившегося, то есть эти классификации относятся к третьей стадии ЧС. Что тут имеется в виду?

У любой ЧС, конечно, есть причины. Совокупность причин, приводящая к аварии или катастрофе никогда не возникает мгновенно. Многие события, которые мы потом характеризуем как ЧС, "готовятся" годами, десятками, а может быть и сотнями, и тысячами лет. Это тот этап, который сейчас интенсивно изучается с целью построить теорию прогноза таких явлений. В большей части этот этап продолжает оставаться для нас практически не обнаруживаемым.

Второй этап связан с развитием самой ЧС от момента ее возникновения до момента окончания. Этот этап может продолжаться минуты, часы, сутки и даже долгие годы как, например, Чернобыльская катастрофа.

Наконец, третий этап, это когда уже все случилось и надо заниматься ликвидацией последствий ЧС. Соответственно этому производится современная классификация ЧС, принятая в России.

По генезису ЧС можно провести классификацию связанных с ними основных рисков. Один из возможных подходов выглядит следующим образом:

1. Геофизические или геолого-геоморфологические ЧС. Среди них, в частности, выделяются землетрясения, извержения вулканов, цунами, сели, оползни, обвалы. С такими явлениями связывают обычно геофизический риск.

2. Климатические ЧС, в том числе - засухи, тропические циклоны (штормы, торнадо), пылевые бури, сильные холода или жара, причем особое внимание привлекают антропогенные воздействия на глобальный климат, а также на слой озона. В этих случаях говорят о климатическом риске.

3. Гидрологические ЧС, включая, в частности, речные наводнения, быстрые затопления морских побережий, медленные, но масштабные колебания уровня озер, внутренних морей, перемещения русел рек. С этими ЧС связан гидрологический риск.

4. Биологические ЧС. К ним обычно относят появление в большом количестве различного рода вредителей (например, саранчи), эпидемии среди людей и других живых организмов. Сюда же следует отнести уменьшение биоразнообразия. Здесь имеется в виду биологический риск.

5. Антропогенные катастрофы различного масштаба - техногенные ЧС. Среди них доминируют загрязнения природной среды (чаще всего - нефтепродуктами). Сюда же следует отнести обезлесивание местности, опустынивание, эрозию и засоление почв (вследствие гидромелиорации земель), пожары, формирование существенно неблагоприятной опасной обстановки, обусловленной различного рода техногенными сооружениями - плотинами, дамбы, каналы, водохранилища и др. В этом случае чаще всего говорят об антропогенном риске, хотя не будет ошибкой назвать его экологическим риском. Впрочем, это не принципиально, хотя важно для систем управления в плане разделения ответственности. Для органов власти надо знать, кто за что отвечает.

Очевидно, что четкого разграничения отдельных разновидностей риска иногда провести невозможно, так как возникшие ЧС имеют смешанное происхождение. Например, цунами - это одновременно и геологическое (по происхождению) и гидрологическое (по последствиям) явление. С другой стороны, пожары чаще всего имеют не природное, а антропогенное или смешанное происхождение.

2. Возможный подход к анализу рисков ЧС для целей управления

На риск от опасных явлений существенно влияют внезапность, интенсивность, скорость, продолжительность и частота их развития. Например, отчетливо выраженных, практически значимых временных закономерностей развития землетрясения и извержения вулканов не

обнаружено. Нет таких закономерностей и в развитии техногенных катастроф (хотя, разумеется, определенные связи их с природными явлениями существуют). Развитие и масштабы экологически опасного природного или техногенного явления нередко зависят от условий природного фона, который может (как, например, сильный ветер во время развития пожара или выброса загрязнений в атмосферу) благоприятствовать или, наоборот; препятствовать распространению явления и, следовательно, усиливать или ослаблять его поражающее воздействие.

Во-многом главная составляющая рисков определяющая масштабы бедствия, зависит от экономических и социальных факторов, а также от этнопсихологических особенностей восприятия опасного явления, информации о нем, заблаговременных мер защиты, оперативности мер по преодолению последствий ЧС.

Интенсификации риска способствует концентрация населения, в особенности в городах - мегаполисах. Усилению риска способствуют также резкое расширение территорий, освоенных человеком, и их расселение в опасных для жизнедеятельности регионах. В настоящее время около половины глобального населения планеты проживает в подверженных экологическим бедствиям прибрежных регионах.

На развитие ЧС, их количество и величину (масштаб) влияет также политическая структура общества. Раздробленные государства без сильной централизации больше подвержены таким явлениям по сравнению с централизованными.

В современный период дестабилизации России, ослабления управления страной, снижения экономической мощи государства резко увеличилось количество ЧС антропогенного характера (взрывы в шахтах, аварии на трассах нефте- и газопроводов и т. п.) и усилились последствия ЧС природного генезиса. При этом самих природных опасных явлений вовсе не стало больше. Однако они гораздо чаще стали приобретать катастрофические

последствия по указанным причинам (пример тому - недавнее землетрясение на Сахалине).

В этом контексте следует отметить эгоцентризм промышленно развитых стран, выражающийся, в частности, в непонимании важности инвестиций в предотвращение ЧС в будущем.

Среди социальных причин усиления риска от ЧС выделяются бедность людей и экономическая отсталость государств, а также особенности восприятия риска опасных явлений. Это восприятие неодинаково у различных групп населения и связано с их социальным положением, образованием и информированностью. Особенно чревато последствиями неадекватное восприятие ситуации риска у администрации города или района.

Информирование населения, восприятие им риска и эффективность действий администрации районов, подверженных риску катастроф - эти факторы во многом определяют масштабы последствий стихийных бедствий.

Не вызывает сомнений, что восприятие опасных явлений должно быть активным, а не пассивным. Следует помнить, что опасные, в том числе катастрофические явления - обычны для многих регионов Земли. Они являются составной частью динамики окружающей среды. К опасным явлениям нужно и, как показывает опыт, можно в значительной мере приспособиться, тем более что почти все они приносят не только бедствия, но сопровождаются и некоторыми положительными последствиями.

Для анализа риска ЧС необходимо определить, по каким видам (типам) риска этот анализ надо проводить. Выше мы в общем плане рассмотрели этот вопрос. Однако в случае ЧС возможны и другие, кроме тех, что приведены выше, классификации рисков, связанные с определенным опытом и спецификой деятельности конкретной системы управления.

В общем случае разработать такую классификацию весьма непросто по той причине, что природных и техногенных катастроф чрезвычайно много.

Поэтому можно пойти по другому пути и предложить более упрощенные варианты такой классификации. Например, это может выглядеть так.

1) Типы рисков по объектам исследования:

- человек: индивидуальный риск, риск генетический;
- общество: социальный, психологический, нравственный, правовой, политический, демографический, технический, экономический, ресурсный;
- окружающая среда: биологический, экологический, географический.

2) Типы рисков по видам воздействия:

- химические;
- радиационные;
- биологические;
- пожаровзрывоопасные;
- транспортные (автотранспорт, речной транспорт, морской транспорт, железнодорожный транспорт, авиационный транспорт, продуктопроводный транспорт);
- стихийные бедствия и т.п.

3) Типы рисков по виду рассматриваемых параметров ущерба:

- риск поражения человека;
- риск летального случая;
- риск материального ущерба;
- риск ущерба окружающей среде;
- интегральный риск.

На этой основе для управления рисками целесообразно ввести дополнительно следующие категории рисков:

- индивидуальный риск;
- социальный риск;
- приемлемый риск;
- неприемлемый риск;
- пренебрежимый риск;
- вынужденный риск;

- непрофессиональный риск.

Таким образом в представленной классификации риск связывается с:

- 1) параметрами ущерба
- 2) вводятся дополнительно и определяются несколько рисков исключительно для целей управления.

Введение этих двух блоков не снимает трудностей в практической работе, потому что весьма сложно достичь соглашения по определениям уровней приемлемого риска, пренебрежимого риска, вынужденного риска и т.д. Установить такие критерии в России крайне затруднительно, так как, в отличие от Запада, в России риски выше, а экономические возможности ниже. Поэтому карты риска, с указанием конкретных значений риска, которыми снабжены многие западные методические указания по оценке риска, для России совершенно неприемлемы.

- 3) О критериях устойчивости сложных систем

Поиск универсальных критериев устойчивости сложной системы - только одна из задач, которая относится, скорее всего, к задачам об оптимальном управлении. Что касается критериев устойчивости отдельных объектов, то без конкретизации этого объекта разработка таких критериев - занятие бесперспективное. Кроме того, желательно, чтобы введенные критерии могли быть трансформированы в такие понятия или величины, через которые можно было бы перейти к оценке риска.

Риск нарушения устойчивости при функционировании сложной системы необходимо оценивать и регулировать, по меньшей мере, на двух уровнях:

1. централизованно, что предполагает разработку стратегии и крупномасштабных программ на федеральном и международном уровнях, и
2. децентрализованно, когда осуществляется оперативное решение текущих вопросов в системе контроля за состоянием и функционированием объектов.

В соответствии с этим критерии устойчивости должны быть, по меньшей мере, также двухуровневого типа.

В качестве примера критериев первого уровня можно указать следующие:

- основные виды нарушений в сложной системе в результате ее постоянного функционирования и “накачки” в нее массы и энергии в различных видах;
- показатели этих нарушений;
- степень тяжести нарушений;
- возможные последствия.

Определение и оценка таких критериев, семантически связанных с понятием риска, включают части функционально связанные между собой:

- 1) информационный ресурс анализа риска,
- 2) возможность взаимной трансформации информации, полученной на основе результатов оценки риска и любого другого способа описания устойчивого состояния рассматриваемой сложной системы.

Информационный ресурс анализа риска, дающий возможность реализовать задачу теоретически, базируется на совокупности сведений из соответствующих областей знаний, набора статистических данных о работе интересующих систем, о состоянии здоровья населения и результатов расчета математических моделей различных процессов и явлений в рассматриваемой системе.

Возможность взаимной трансформации информации, поступающей в систему контроля за состоянием сложной системы, означает, что информация должна быть конструктивной, то есть сопоставимой с оценками, получаемыми другими методами.

Управление рисками ЧС. В соответствии с двумя главными факторами риска - характером опасного явления и уязвимостью населения существуют и две основные концепции управления риском ЧС.

Согласно первой из них, иногда называемой поведенческой (ныне господствующей), снижение риска следует осуществлять путем борьбы с самими опасными явлениями, применяя для этого разнообразные технические средства. Последние, и только они, как полагают приверженцы этой концепции, могут "улучшить", "исправить" опасный феномен и минимизировать риск.

Вторая концепция, получившая название структурной, исходит из того, что решение проблемы стихийных бедствий следует обеспечивать путем оптимизации социально-экономических условий и, таким образом, уменьшения уязвимости населения.

На первый взгляд такая постановка вопроса - управление риском, порожденным ЧС, может показаться имеющей мало шансов на успех. Катастрофы потому так и называются, что, как правило, возникают внезапно. Однако исследования их возникновения и развития, проведенные за последнее время, позволили выявить некоторые важные факторы, определяющие последствия катастроф.

Выяснилось, например, что подобные факторы связаны не столько с самими антропогенными или природными катастрофами, сколько с особенностями жизнедеятельности населения в районах, подверженных катастрофам. Учет этих обстоятельств и составляет основу для создания концепции управления риском от ЧС.

Проиллюстрируем этот вывод некоторыми примерами.

Защита лесов от пожаров окажется надежной, если осуществить необходимое управление лесами (их состоянием, развитием). Система управления лесами включает комплекс мер по предупреждению пожаров (расчистку лесов, устройство водозаборных мест и т. п.), организацию наблюдений за лесами (в том числе спутниковых и самолетных) с целью

своевременного обнаружения очагов огня, организацию борьбы с пожарами и осуществление мер по восстановлению лесной экосистемы, нарушенной огнем (включая косвенные неблагоприятные экологические последствия). Человек не может пока что предотвратить засушливую погоду или появление способствующих пожару сильных ветров.

Однако внедрение систем управления лесами позволит уменьшить риск от пожаров. Конечно, это потребует расходов. Аналогичным образом может быть уменьшен и риск неблагоприятных последствий тропических циклонов. При этом речь не идет о непосредственной "борьбе" с циклонами, а только об управлении риском. Приходится исходить из того, что тропические циклоны - неизбежные явления. Для уменьшения риска от последствий прохождения циклонов необходимы:

- 1) информация (по данным наблюдений и прогноза) о перемещении и главных характеристиках конкретного циклона,
- 2) своевременное оповещение о приближении циклона. И администрация, и население должны отчетливо планировать свои действия - реакцию на приближение циклона. При этом эти действия могут быть более результативными в случае, если заранее проведено зонирование территории, определены места наибольшего и наименьшего риска, зоны укрытия.

Сказанное выше и многие другие факты убеждают нас в возможности управления риском самых разных катастрофических явлений. Среди элементов такого управления риском как природных, так и антропогенных опасных явлений должны быть:

- 1) зонирование территории по степени опасности;
- 2) организация хозяйственного освоения территории с учетом риска (в частности, сооружение химических предприятий в наименее опасных для населения районах);
- 3) регулярный мониторинг опасных явлений;
- 4) сооружение защитных средств;

5) оперативное противодействие опасному явлению (всеми доступными мерами) со стороны администрации накануне и во время его развития.

б) адекватное образование, обучение и информация населения;

Особо обратим внимание на пункт б).

Этот пункт означает, что лицу, принимающему решения необходимо обладать знаниями, связанными с:

1. Общими представлениями об основах методологии принятия решений;

2. С базовыми понятиями об основах методологии оценки ошибочно принятого решения.

3. С основными терминами и их определениями.

Понятийный аппарат строится на концепции безопасности, принципа приемлемого риска и системного подхода.

Основы концепции безопасности включают следующие положения:

а) Определение опасности и безопасности, их видов, их классификацию и уровень.

б) Определение шкал и количественных единиц измерения уровня опасности и уровня безопасности применительно как к объекту, так и к человеческому сообществу.

Мера степени опасности может включать в себя ряд показателей, например:

1). Вероятность возникновения опасного фактора.

2). Оценку сценариев развития опасного процесса.

3). Оценку степени опасности уже происшедшего события для человека и окружающей среды.

4). Ранжирование степени опасности по качественной шкале «пренебрежимый», «приемлемый», «чрезмерной» и т.д.

Риск, как неоднократно отмечалось выше, может включать в себя многие показатели. В случае управления риском от ЧС следует обратить

внимание на те его компоненты, которые важны в практическом плане. Эти компоненты следующие:

- Вероятность возникновения опасного события (фактора).
- Неопределенность в оценке этой вероятности.
- Величина возможного ущерба вследствие возникновения того или иного фактора.
- Неопределенность в оценке этого ущерба.

5. Общая схема обеспечения устойчивого функционирования объектов, основанная на использовании инструмента риска

Рассмотрим общую схему научно-методических основ по планированию мероприятия по снижению рисков от ЧС. Эта схема содержит методологию, методики и методы, с помощью которых может быть реализован в практическом плане процесс принятия решений в исследуемой области.

Разработка такой общей схемы научно-методических основ планирования мероприятий по снижению рисков ЧС требует формулировки следующих положений:

1. Анализ жизненно важных интересов личности, общества и государства в области основ планирования мероприятий по снижению рисков ЧС;
2. Определение и структуризация целей при планировании мероприятий по снижению рисков;
3. Определение основных структурных уровней в общей схеме;
4. Определение основных подсистем общей схемы по планированию мероприятий по снижению рисков;
5. Определение критериев снижения рисков;
6. Определение возможных механизмов снижения рисков на современном уровне знаний;
7. Определение основных этапов реализации мероприятий по снижению рисков;

8. Определение приоритетов при реализации каждого основного этапа в процессе осуществления намеченных мероприятий.

Для обеспечения жизнеспособности и эффективного функционирования общей схемы по планированию мероприятий необходимо иметь в виду, что модель этой схемы должна быть построена с учетом сложности объекта в том смысле, в котором понятие сложности имеет место в динамической теории информации. Это значит, что:

1. Предлагаемая схема не должна быть громоздкой.
2. Количество подсистем и количество элементов системы должно быть минимальным.
3. Каждый элемент и каждая подсистема общей схемы должны иметь четкое функциональное назначение.
4. Между элементами и подсистемами общей схемы должны существовать четко определенные и действенные прямые и обратные связи.
5. Жизнеспособность схемы должна быть обеспечена достаточным количеством необходимых данных.
6. К числу мероприятий по снижению рисков должны быть отнесены только такие, которые реально могут быть обеспечены органами власти соответствующего уровня.

Принципы построения общей схемы. В основу построения общей схемы научно - методических основ планирования мероприятий по снижению рисков ЧС предлагается положить ряд принципов и требований.

1. Принцип целостности при планировании мероприятий по снижению рисков ЧС – действия, условия и мероприятия должны быть направлены на достижение одной конкретно поставленной цели;
2. Принцип системного подхода – территория, расположенные на ней объекты и проживающее население должны рассматриваться как единое целое - система;
3. Стратегия при планировании мероприятий по снижению рисков – минимизация числа человеческих жертв;

4. Тактика при планировании мероприятий по снижению рисков - минимизация материального ущерба и ущерба окружающей среде;

5. Принцип экологического императива – планируемые мероприятия по снижению рисков возникновения ЧС должны строиться на минимизации наносимого окружающей среде ущерба;

6. Принцип приоритета здоровья человека - планируемые мероприятия по снижению рисков возникновения ЧС должны строиться на минимизации ущерба здоровью человека, попавших в ЧС;

7. Принцип управления: риск – затраты – выгода;

8. Принцип локального реагирования – проведение мероприятий и ответственность за их последствия ложатся на местные органы власти. Этот принцип не отвергает поддержку федеральной и региональной власти;

9. Принцип упреждения и предотвращения ЧС – идентификация, диагностика, мониторинг и оценка источников опасности и связанных с ними рисков с последующим возможным прогнозированием и предотвращением ЧС должна лежать в основе всех планируемых и проводимых мероприятий по снижению рисков;

10. Принцип осознанного выбора риска – мероприятия по снижению рисков должны строиться на признании права людей и организаций идти на сознательное проживание и осуществление определенных видов деятельности в условиях повышенной опасности.

При формировании общей схемы научно-методических основ планирования мероприятий по снижению рисков ЧС на интересующих нас объектах необходимо соблюдать следующие требования:

Требование 1. Единство терминологии;

Требование 2. Единство критериев безопасности и понимания принципа приемлемого риска;

Требование 3. Тщательность формулирования и структуризации целей;

Требование 4. Ориентированность на жизненно важные интересы;

Требование 5. Преемственность в плане сохранения цельности государственной политики в области безопасности;

Требование 6. Корректировка задач в процессе их выполнения в соответствии с изменившимися социально-экономическими и другими условиями.

Для функционирования разработанной общей схемы управления риском необходимо введение системы показателей, с помощью которых будет осуществляться процесс оценки и планирования мероприятий по снижению идентифицированных рисков.

Определение системы показателей для оценки возникновения рисков ЧС на объектах. Системы показателей для оценки возникновения рисков ЧС могут строиться разными методами. Методология представляется здесь как совокупность целенаправленных шагов, с помощью которых, применяя разработанные правила отбора, можно попробовать отобрать такие показатели, которые будут отвечать заданным условиям.

При этом необходимо иметь в виду следующие основные требования к такой схеме в целом. Схема должна иметь:

- количественные или качественные показатели оценки состояния и динамики рассматриваемого объекта в целом или отдельных его компонентов;
- численные значения параметров характеристик исследуемых процессов и явлений, протекающих в этом объекте;
- численные значения показателей - параметров, описывающих свойства исследуемых объектов;
- численные значения какой-либо величины или совокупности величин, характеризующих взаимосвязи между основными элементами объекта, а также объекта и окружающей средой и населением.

Правила отбора таких показателей заключаются в указании свойств, которыми они должны обладать.

Эти свойства следующие:

- А) Научная обоснованность,
- Б) Чувствительность,
- В) Способность к агрегативности,
- Г) Простота интерпретации.

Показатели нужного типа в принципе, можно расклассифицировать по разным признакам, например:

- 1) по функциональному признаку,
- 2) по структурному признаку,
- 3) по массовому признаку,
- 4) по энергетическому признаку,
- 5) по информационному признаку.

Целесообразность того или иного выбора диктуется спецификой объектов. Среди этих показателей должны быть такие, которые отражают:

- 1) Количественные характеристики объекта.
- 2) Качественные характеристики объекта.
- 3) Основные свойства объекта.
- 4) Основные возможные угрозы, исходящие от объекта.
- 5) Класс опасности объекта.
- 6) Время функционирования объекта.
- 7) Технологическое обеспечение объекта.
- 8) Обеспеченность объекта квалифицированным персоналом.
- 9) Основные критерии и связанные с ними показатели устойчивого

функционирования данного конкретного объекта.

- 10) Основные параметры устойчивого развития конкретного объекта.

Поиском и обоснованием таких показателей нового типа активно занимаются ученые и специалисты в странах Азии, Европы и Америки, а также России. Практически все сходятся во мнении, что одним из перспективных направлений может быть направление, получившее название индикаторы и индексы.

Индикатор - это показатель, который может быть интерпретирован как мера величины, мера свойств или мера какого-либо процесса. Индекс - мера отклонения от уровня, принимаемого за базовый.

Одновременно с этим следует отметить, что наибольший эффект и наилучшая работоспособность предлагаемой схемы планирования мероприятий по снижению рисков ЧС могут быть достигнуты в том случае, если будет совершен переход к:

- 1) новым принципам управления сложными системами;
- 2) новой организационной структуре системы управления;
- 3) новой системе показателей, адекватно отражающих состояние сложной системы;
- 5) новым информационным системам поддержки принятия решений;
- 6) новым форматам представления информации для систем принятия решений.

Заключение

В диссертационной работе представлен индикаторно-рискологический подход, на основе которого даны теоретические, методологические и технологические научно-обоснованные решения крупной научно-технической проблемы оценки и управления урбанизированной территорией на основе системного подхода, новых показателей качества компонентов природной среды урбанизированной территории - индикаторов, индексов и риска, методов их расчета и моделей с их использованием, а также специальных принципов и требований к схемам управления риском применительно к конкретным задачам практического управления качеством окружающей природной среды и уровнем экологической безопасности на рассматриваемой урбанизированной территории.

Решение проблемы управления безопасным функционированием сложных систем в условиях ЧС и надежного прогнозирования природных катастроф требует создания эффективной информационной технологии для ее внедрения в системы мониторинга окружающей среды и интересующих нас объектов. Эта технология должна включать:

1. планирование измерений,
2. развитие алгоритмов комплексной обработки данных из различных предметных областей знания,
3. создание методов принятия решений на основе анализа динамической информации,
4. оценки риска от реализации этих решений.

Реальное воплощение описанных здесь идей требует сосредоточения интеллектуальных, экономических и технических ресурсов в едином центре мониторинга ЧС. Его функционирование должно обеспечить получение информации по следующим направлениям:

- о влиянии глобальных изменений на окружающую среду региона;

- о роли происходящих или планируемых в регионе изменений природной среды и связанных с ними изменениях окружающей среды и в прилегающих регионах;
- о состоянии атмосферы, гидросферы и почвенно-растительных формаций на территории региона;
- о наличии необходимых данных об экологических, климатических, экономических и демографических параметрах любого региона;
- об уровне экологической безопасности на данной территории;
- о появлении опасных для человека и окружающей среды явлений;
- о тенденциях в изменениях состояния лесов, болот, пастбищ, сельскохозяйственных посевов, морских, речных и озерных систем и других природных комплексов;
- о риске тех или иных мероприятий по изменению окружающей среды.

Такой информационный центр поможет системам принятия решений, ответственным за управление устойчивым функционированием сложных объектов и систем, обеспечить:

1) Своевременное научно-обоснованное планирование и управление хозяйственной деятельностью с учетом ее экологической целесообразности и разработки стратегии рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности;

2) Оперативное оповещение и предупреждение о появлении внутри и за пределами конкретной территории событий, явлений и процессов, могущих повысить риски для природы и человека.

Рассмотренный подход нацелен на создание требуемой технологии. Однако для успешного продвижения к достижению этой цели требуется провести ряд фундаментальных исследований и решить множество организационно-технических задач. Среди первоочередных задач следует указать на необходимость ранжированной систематизации природных и техногенных ЧС с выделением их характерных признаков, что является принципиальным

условием реализации этапов предложенной выше процедуры принятия решения.

Оценка риска смертельных исходов при возникновении природной или техногенной ЧС как функции параметров региона также является одним из приоритетов будущих исследований. Известно, что такой риск в пространственном отношении распределен неравномерно.

Проведены численные оценки качества компонентов природной среды для ряда объектов традиционными и предложенными методами и дано их сопоставление.

Установлено, что применение индикаторов, индексов и риска в рамках предложенной модели УТ позволяет провести более полные и объективные количественные оценки состояния и качества компонентов окружающей природной среды.

Рассмотрен индикаторно-рискологический подход на основе геотехнической системы «Красный Бор».

Применение индикаторно-рискологического подхода, особенно для целей оценки и управления сложными социально-природными системами, обогащает базу данных и обеспечивает системы принятия решений еще одним средством управления, повышающим эффективность их деятельности и уменьшающим затраты на обеспечение требуемого уровня экологической безопасности.

Список использованной литературы:

1. Музалевский А.А., Воробьев О.Г., Потапов А.И. Экологический риск. Учебное пособие. СПб. : Изд-во СЗТУ, 2001. - 110 с.
2. Музалевский А.А. Экологические индикаторы и индексы и синергетика. // 8-я Международная конференция «Экология и развитие общества» (23-28 июля 2003 г. Санкт-Петербург). Тезисы научных докладов. — СПб.: Изд. "МАНЭБ". СПб. - С. 123-136.
3. Музалевский А.А. Экология. Учебное пособие. — СПб.: Изд.-во РГГМУ, 2008. 604 с.
4. Музалевский А.А., Исидоров В.А. Индексы и составляющие экологического риска в оценке качества городской экосистемы // Вестник.-Санкт-Петербургского государственного университета. Сер.4. 1998. - Вып.2. (№ 11).-С. 74-83.
5. Музалевский А.А., Яйли Е.А. Концепция риска как инструмент управления хозяйственной деятельностью человека. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Том 2. Экономические науки. 2008. - № 3(58). - С. 13-20.
6. Музалевский А.А., Яйли Е.А. Комплексная оценка (гео)экологической обстановки в крупных городах и промышленных зонах. // Ученые записки РГГМУ. -2006.- №3.- С. 104-115.
7. Фактор риска и подходы к его оценке при реализации инвестиционных проектов в сфере рекреационной деятельности. // 7-я Международная конференция «АКВАТЕРРА» (15-17 июня 2004, Санкт-Петербург). Тезисы докладов. СПб. - 2004. - С. 127-130.
8. Яйли Е.А. Научно-методические и прикладные аспекты оценки и управления урбанизированными территориями на основе инструмента риска и новых показателей качества окружающей среды. СПб.: РГГМУ, 2006. 444 с.

9. Яйли Е.А., Музалевский А.А. Управление безопасным функционированием сложных систем в условиях ЧС с использованием инструмента риска. // Безопасность жизнедеятельности. №7. - 2006. - С.33-39.
10. Яйли Е.А., Музалевский А.А. Управление техническими и экологическими рисками: Традиционные и новые подходы. // Безопасность техносферы. 2007 - № 1. - С. 18-24.
11. Яйли Е.А., Музалевский А.А. Риск: анализ, оценка, управление. Научное издание. СПб.: РГГМУ, 2005. - 232 с.
12. Яйли Е.А. Применение методологии риска для управления уровнем экологической безопасности на урбанизированных территориях. // Личность, культура, общество. 2009. - выпуск 1-2. (46-47). - Том 11.- С. 310-315.
13. Simon Bell and Stephen Morse. SUSTAINABILITY INDICATORS. Measuring the immeasurable? EARTHSCAN. Earthscan Publications LTD, London and Sterling, VA. 2000. 175 p.
14. Музалевский А.А., Яйли Е.А. Системный подход в проблеме управления экологическими рисками. // Научно - методический семинар «Проблемы риска в социальной и техногенной сферах». Сборник тезисов. Выпуск 4. Риск информационной безопасности. СПб.: СПбГПУ. - 2005 - С. 88-100.
15. Музалевский А.А., Яйли Е.А. Метод количественной оценки качества и уровня экологической безопасности водных систем на основе индикаторов, индексов и риска. // 7-й экологический форум «День Балтийского моря» (21-23 марта 2006 г. Санкт-Петербург). Тезисы. - СПб. - 2006. - С. 163-166.
16. Колбин В.В. Управление риском. Учебное пособие. СПб.: Изд. СПбГУ, 2005.-99 с.

17. Измалков В. И., Измалков А. В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. / Под ред. В. А. Манилова. М. - СПб., 1998. - 482 с.
18. Карлин Л.Н., Музалевский А.А., Андреева Е.С., Петухов В.В. Методы мониторинга катастроф. // Материалы итоговой сессии ученого совета РГГМУ. Часть 2. Секции: океанологии, экологии и физики природной среды(27-28 января 2004 г.). СПб.: РГГМУ. - С. 37-39.
19. Концепция экологической безопасности Российской Федерации. М. Минприроды, 1995.
20. Музалевский А.А. Методология индексной квалиметрии в оценке качества водных систем. // VI-Международный экологический форум. (Санкт-Петербург, 21-23 марта 2005 г.). Сборник тезисов. СПб. - С. 166-168.
21. Потапов И.И., Крапивин В.Ф., Солдатов В.Ю. Оценка риска в режиме геоинформационного мониторинга. // Экологические системы и приборы. №8.-2006. - С.11-17.
22. Руководство по анализу и управлению риском в промышленном регионе Том 1. Концепция и процедура оценки риска в промышленном регионе. М.: ГКЧС РФ, 1992. - 403 с.
23. Харченко С.Г., Прохожев А.А., Шматкова Л.Е. Что должен знать специалист в области Экологической безопасности и риска? Некоторые аспекты экологического образования. // Экология и промышленность России. 1990. - № 11.-С.41-44.
24. Экологические основы управления природно-техническими системами. Учебное пособие. СПб.: СПбГПУ, 2007. - 505 с.
25. Яковлев В. В. Экологическая безопасность. Оценка риска. СПб.: изд-во НП «Стратегия будущего», 2006. - 476 с.
26. Индикаторно – рискологический подход к оценке качества компонентов природной среды и подготовки информации для систем

- принятия решений Музалевский А.А. д.т.н., профессор, РГГМУ,
Карлин Л.Н., д. физ.-мат. н., профессор, РГГМУ, Санкт-Петербург
27. Гидрометеорологические риски. Монография. / Под. ред. проф.
Карлина Л.Н. СПб.: РГГМУ, 2008. - 281 с.
28. Колбин В.В. Управление риском. Учебное пособие. СПб.: Изд. СПбГУ,
2005.-99 с.
29. Мамайкин В. П., Щербаков В. Н., Яковлев В. В. Проблема оценки
риска// Жизнь и безопасность. 1996. - №4. - С. 103-108.
30. Музалевский А.А. Экологические индикаторы и индексы и
синергетика. // 8-я Международная конференция «Экология и развитие
общества» (23-28 июля 2003 г. Санкт-Петербург). Тезисы научных
докладов. — СПб.: Изд. "МАНЭБ". СПб. - С. 123-136.
31. Потапов А.И., Воробьев В.Н., Карлин Л.Н., Музалевский А.А.
Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды.
Часть 2. Экологический контроль. Научное, учебно-методическое,
справочное пособие. -СПб.: РГГМУ, 2004. 289 с.
32. Потапов И.И., Крапивин В.Ф., Солдатов В.Ю. Оценка риска в режиме
геоинформационного мониторинга. // Экологические системы и
приборы. №8.-2006. - С.11-17.