

# ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Минаев Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, m1va@yandex.ru, ФГБОУ ВПО «Российский университет туризма и сервиса», Москва, Российская Федерация;**

**Сычев Михаил Павлович, доктор технических наук, профессор, начальник Регионального учебно-научного центра «Безопасность», mpsichov@sm.bmstu.ru, Московский государственный университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация;**

**| Фаддеев Александр Олегович, доктор технических наук, профессор, fao1@mail.ru; ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина», Российская Федерация**

*В статье рассматриваются геоэкологические риски на туристско-рекреационных территориях. Акцентируется внимание на связь полей биоактивного диапазона (электрических, магнитных, тепловых, радиационных, вибрационных, акустических, инфразвуковых) с сетью тектонических разломных нарушений верхних слоев земной коры и их влияние на психику и здоровье туристов, обслуживающего персонала, а также на состояние зданий и сооружений туристско-рекреационных комплексов. Делается вывод о необходимости постоянного и качественного проведения геоэкологического мониторинга территории, на которой осуществляется или планируется реализация туристского продукта и рекреационная деятельность. Обсуждается вопрос об оценке геоэкологического риска, а также разработке новых и оптимизации существующих стратегий управления этим риском и геоэкологической безопасностью в туристской и рекреационной деятельности. Анализируются основные факторы воздействия окружающей среды на туристско-рекреационные объекты и описывается комплекс проблем, связанных с геоэкологической безопасностью туристско-рекреационных территорий. В свете вышеназванных проблем геоэкологической безопасности авторы наибольшее внимание уделяют природным опасностям геологического происхождения, то есть экзогенным геологическим процессам. Даётся классификация основных экзогенных геологических процессов. Приводятся конкретные примеры их проявления на туристско-рекреационных территориях. При рассмотрении экзогенных процессов с точки зрения их возможной опасности для объектов рекреации и туризма, подчеркивается их связь с современной земной поверхностью — главным компонентом окружающей среды. Даётся понятие и приводятся примеры «медленных» катастроф. Обсуждаются вопросы количественной оценки геоэкологических рисков.*

**Ключевые слова:** геоэкологическая безопасность, геоэкологический риск, туристско-рекреационная территория

## Введение

Безопасность, туризм и отдых.... Эти понятия неразрывно связаны друг с другом. Тем не менее, события последних лет наглядно свидетельствуют, что туризм и рекреация в аспекте их безопасности оказались уязвимыми в отношении проявления опасных не только соци-

альных, но и природно-техногенных явлений и процессов. Поэтому в последние годы все больше внимания уделяется вопросам оценки геоэкологических рисков и связанных с ними аномалий геофизических полей, геоэкологической безопасности туристско-рекреационных территорий.

В зонах расположения курортов, отдыха, национальных парков и других территорий нахождения рекреационных ресурсов настоящего изучения требуют вопросы своевременного выявления структуры распределения полей биоактивного диапазона, генетически связанных с сетью тектонических разломных нарушений верхних слоев земной коры, количественной оценки этих полей, их влияния на психику и здоровье туристов, отдыхающих, обслуживающего персонала, а также на состояние зданий и сооружений туристско-рекреационных комплексов.

Необходимо учитывать и влияние на туристов аномалий электрических, магнитных, тепловых, радиационных, вибрационных, акустических, инфразвуковых полей, а также негативных воздействий, обусловленных тектоническими напряжениями и деформациями.

Поэтому для нормального функционирования объектов туризма и рекреации необходимо

димо постоянное и качественное проведение геоэкологического мониторинга территории, на которой осуществляется или планируется реализация туристского продукта и рекреационная деятельность.

До настоящего времени не выработано единой методологической базы, позволяющей комплексно оценивать как опасные геологические процессы и явления, так и геоэкологическую ситуацию для туристско-рекреационных территорий (ТРТ).

Существующие методы и способы таких оценок достаточно дороги и не всегда эффективны. Все это вынуждает ставить вопрос о создании методов, позволяющих на формализованном математическом языке комплексно рассматривать и решать задачи по оценке геоэкологического риска, а также разрабатывать новые и оптимизировать существующие стратегии управления этим риском и геоэкологической безопасностью в туристской и рекреационной деятельности. Такие методы



Рис. 1. Основные факторы воздействия окружающей среды на туристско-рекреационные объекты

должны давать возможность вывести практические управленческие, инженерные, строительные, геофизические и многие другие задачи на новый, более высокий качественный уровень своего решения.

**Факторы воздействия внешней среды на туристско-рекреационные объекты**

На рисунке 1 приведен комплекс факторов воздействия окружающей среды на туристско-рекреационные объекты.

Как видно из рис. 1, одним из важных факторов, влияющих на геоэкологическую ситуацию на туристских и рекреационных территориях, являются воздействия техногенных геофизических полей, когда происходят изменения свойств грунтов, возникновение и активизация негативных геологических процессов, изменяются техническое состояние инженерных объектов, условия жизни и работы населения и приезжающих.

Для решения важной задачи оценки и прогнозирования геоэкологической ситуации на конкретной ТРТ необходима целая система мероприятий, которые должны основываться на строгом системном анализе, математической интерпретации как входной, так и промежуточной и выходной информации об интересующем объекте. То есть задача должна решаться с позиций комплексного подхода

к изучению природных и антропогенных явлений и процессов, происходящих на ТРТ.

Такой подход предполагает совместное использование нескольких методов, из которых наиболее значимыми являются: инженерно-геологический, инженерно-геодезический, геофизический, гидрометеорологический, а также метод физико-математического моделирования. При этом каждый метод должен занимать свое конкретное взаимодополняющее место в процессе изучения ТРТ.

#### Проблемы геоэкологической безопасности

Исходя из особенностей туризма и рекреации как видов человеческой деятельности, опишем комплекс проблем, связанных с геоэкологической безопасностью ТРТ [1–4]. Эти проблемы условно можно подразделить на две категории (рис. 2). Решение вопросов геоэкологической безопасности следует искать на стыке взаимодействия указанных факторов, во взаимосвязи указанных проблем.

Рассматривая геоэкологический аспект, связанный с функционированием туристских структур и рекреационных территорий, необходимо в общих чертах отметить следующие проблемы:

- уязвимость зданий, сооружений, сетей коммуникаций, обусловленная влиянием

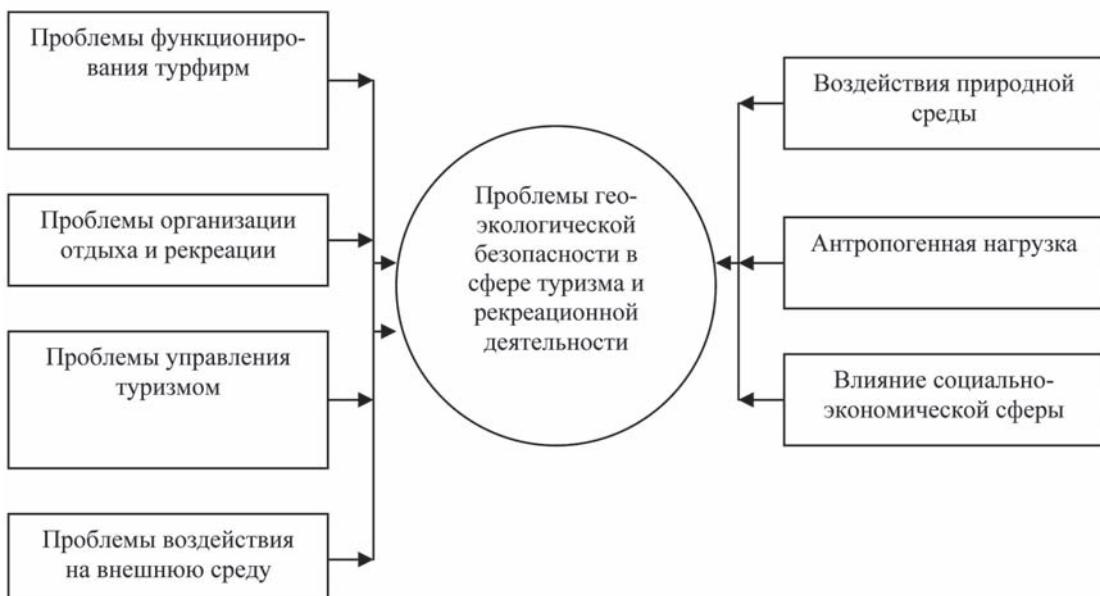


Рис. 2. Проблемы геоэкологической безопасности в сфере туризма и рекреационной деятельности

- геологической среды, экзогенных геологических процессов;
- воздействие на гостей и персонал туристских структур аномалий различных геофизических полей, в том числе — и полей биоактивного диапазона, генетически связанных с неоднородностями геологической среды;
  - влияние экзогенных геологических процессов на оборудование и спецтехнику, размещенные на территории туристских организаций.

Несмотря на отсутствие общепринятой методологии и методики, использование большого количества допущений при расчетах, оценка геоэкологического риска является исключительно важным инструментом в реализации стратегии устойчивого развития, особенно для зон отдыха и туризма, других рекреационных территорий. Данные о геоэкологическом риске являются основой для принятиязвешенных и обоснованных решений по созданию на какой-либо территории системы безопасности. Эти данные позволяют наметить стратегические направления по обеспечению приемлемой природной безопасности и рациональному природопользованию для отдельных территорий и целых регионов.

### Экзогенные геологические опасности

В свете вышеназванных проблем геоэкологической безопасности для нас наибольший интерес будут представлять природные опасности геологического происхождения, так называемые экзогенные геологические опасности или экзогенные геологические процессы (ЭГП) [5–7].

Все многообразие опасностей для туризма и рекреационной деятельности, вызванных проявлением экзогенных геологических процессов, условно можно подразделить на несколько групп по их генетическому признаку.

*Опасности первой группы* связаны с выветриванием, под которым понимается разрушение первоначальной структуры, изменение минерального состава пород вследствие воздействия климатических и биологических факторов, что приводит к резкому ослаблению их прочности [5–6].

*Опасности второй группы*, обусловленные силой тяжести, подразделяются на два класса:

- движение масс пород (лед и снег в этом случае также рассматриваются как спе-

цифическая порода) без потери контакта со склоном;

- движение масс пород с потерей указанного контакта.

К первому классу относятся оползни, ледники и лавины, ко второму — обвалы и осьпи [5; 7].

*Оползни* — это смещение пород вниз по склону без потери контакта между смещающимися и неподвижными породами. Скорость перемещения земляных масс может изменяться в широких пределах, от мм/сек до м/сек [8–12].

*Лавины* — это быстрое движение снежных масс по склону, сопровождающееся низвержением их к его подошве [7]. Проявление лавин характеризуется внезапностью, что может также повлечь за собой немалые жертвы.

*Ледники* — естественное скопление льда осадочного происхождения, обладающее движением. Опасность ледников заключается в том, что они могут вызвать подпруживание крупных рек. Например, масса льда во время обвала языка ледника в долине р. Геналдон (Северный Кавказ) в июле 1902 г. объемом 7,7 млн кубических саженей пронеслась 12 верст. Под массами льда был погребен курорт Кармадон. Последний обвал этого ледника объемом 150 млн куб. метров произошел 20 сентября 2002 г., погибли 113 человек. Известно много случаев, когда подпруживание ледником горных рек приводило к формированию селей и катастрофических паводков.

*Обвалы* — внезапные обрушения горных пород с потерей контакта со склоном, сопровождающиеся дроблением и перемешиванием горных пород и хаотическим накоплением их у его подошвы. Огромные обвалы, происходящие в массивах скальных пород, сильно нарушенных тектоническими разломами, как правило, приурочены к землетрясениям [5–7, 13].

*Осыпи* — это непрерывный снос продуктов выветривания горных пород на крутых склонах в виде скатывания отдельных мелких обломков (от пыли до крупных камней и глыб) с образованием у подножья склонов конусов из скопившегося материала.

*Опасности третьей группы*, обусловленные поверхностными водами, могут быть подразделены на три больших класса: это опасности, связанные с водными течениями: 1) океанов, морей и озер; 2) водохранилищ; 3) водотоков.

Вдольбереговое перемещение наносов (в том числе материала пляжей) в морях и океанах происходит под воздействием течений, обусловленных волнением, нагоном воды, температурными градиентами, разной плотностью воды и другими причинами. Сам по себе этот процесс опасности не представляет, но нарушение его естественного хода может вызвать активизацию других ЭГП, что нередко приводит к чрезвычайным ситуациям.

Например, сооружение мола Сочинского морского порта прервало вдольбереговое перемещение наносов, которое вызвало размытие пляжа с юго-восточной стороны мола, что привело к активизации оползневых процессов у городского театра, тем самым была создана реальная угроза его разрушения. Для стабилизации морского берега на этом участке был осуществлен сложный комплекс дорогостоящих противооползневых мероприятий [7].

Затопление низменных морских прибрежных территорий происходит за счет приливов, а также за счет нагона воды. В России часто затопление наблюдается на северо-западном побережье Каспийского моря за счет нагона воды при сильных штормах. При этом уровень воды может подняться на несколько метров, а площадь затопления может достигать сотен кв. км.

Особый тип опасностей связан с водохранилищами. При заполнении водохранилищ резко изменяется ход ЭГП в долине реки, который был обусловлен текущими водами.

Опасности, обусловленные текущими водами (водотоками), могут проявляться в виде эрозии, аккумуляции наносов и селей.

*Четвертая группа опасностей*, связанная с действием подземных вод, отличается большим разнообразием. Эти опасности имеют самое прямое отношение к нашей проблеме — выявлению и оценке зон геоэкологического риска.

Так, с растворением и выщелачиванием горных пород связана опасность развития карстового процесса, который сопровождается образованием подземных пустот и обрушением кровли над ними. Карст имеет широкое распространение. Особенно этот процесс опасен на территории населенных пунктов. В России проявление карста наблюдается во многих городах (Москва, Дзержинск, Уфа и др.) [7; 14–16].

Такой процесс, как суффозия (вынос мелких частиц, фильтрующихся водой в песках)

на поверхности земли проявляется в виде провальных воронок. Понижение уровня подземных вод вызывает оседание земной поверхности в пределах воронки [17; 18]. Оседание поверхности земли вызывает деформации зданий и других инженерных сооружений на рекреационных территориях, что может привести к их разрушению [5; 19; 20].

Повышение уровня грунтовых вод может привести к подтоплению, засолению грунтов и заболачиванию территории, оказать отрицательное воздействие на рекреационные объекты (появление воды в подвалах, обводнение фундаментов и т. д.). Подтопление может вызвать и деформации зданий и сооружений. При заболачивании уровень грунтовых вод достигает поверхности земли, начинает развиваться болотная растительность, и территория становится непригодной для прежнего использования.

В результате ослабления и разрушения структурных связей грунтов, обусловленных действием подземных вод, в лессовидных породах могут происходить просадки; пески могут приобретать плавучие свойства. Такие свойства песков проявляются обычно при динамических нагрузках. При землетрясениях образуются селеподобные грязевые потоки, как это было в 1994 г. в Нефтеюганске [7].

Рассматривая экзогенные процессы с точки зрения их возможной опасности для объектов рекреации и туризма, необходимо прежде всего подчеркнуть их связь с современной земной поверхностью — главным компонентом окружающей среды.

### «Медленные» катастрофы

Из всего спектра рассмотренных нами экзогенных геологических процессов мы наиболее подробно остановимся на процессах, так или иначе связанных с деформацией верхних частей земной коры и приповерхностных грунтов — карстово-деформационных процессах, оседаниях, оползнях, особо влияющих на безопасность эксплуатации туристских объектов и функционирования рекреационных зон. Указанные процессы связаны с так называемыми «медленными» катастрофами.

Под «медленной» катастрофой будем понимать процессы возникновения негативных тенденций в функционировании туристско-рекреационного объекта, их последующей аккумуляции, развития и трудно предсказуемого

видоизменения, приводящих в итоге к нарушению нормального функционирования объекта, дезорганизации его внутренней структуры, нарушению связей с окружающей средой и иным отрицательным последствиям вплоть до его полного уничтожения [21–24].

«Медленная» катастрофа может значимо различаться применительно к системам:

- с монотонно изменяющимися характеристиками;
- автоколебательным;
- с вынужденными колебаниями;
- резонансным;
- стремящимся к упорядочиванию;
- имеющим тенденцию к хаотизации.

При этом реакция указанных систем может быть неадекватно слабой или, наоборот, очень сильной. Это происходит потому, что реакция нелинейных систем (а именно такие системы характерны природе) на внешнее воздействие неоднозначна, характеризуясь следующими возможными изменениями: плавный тренд; колебательная динамика; импульсные изменения, в том числе быстро наступающие аварии и катастрофы [25–27].

Для систем, находящихся в неустойчивом, критическом состоянии, часто проявляется сильная реакция на слабое воздействие, играющее роль спускового крючка (вспомним неожиданные, на первый взгляд, обрушения жилых домов и гостиниц в различных частях мира).

Поскольку биосфера рассматривается как открытая распределенная система, то в ней неизбежно возникновение и развитие локальных неустойчивостей естественно природного, биологического, социального и психофизического характеров. Эти неустойчивости могут протекать латентно, то есть скрыто, не переходя в фазу активности, постепенно накапливая негативные изменения в окружающей среде, что, собственно говоря, и представляет собой «медленную» катастрофу применительно к различным объектам, включая туристско-рекреационные структуры.

Рассматривая более узкий класс природных опасностей, так называемые экзогенные геологические процессы (ЭГП) [5; 7], можно отметить, что «ответственными» за подготовку и протекание «медленных» катастроф являются геодинамические подвижки по тектоническим разломам и сопутствующие им деформации верхних частей земной коры.

Подобные подвижки, в свою очередь, приводят к появлению и накоплению деформаций в приповерхностных грунтах, опорах, несущих конструкциях, зданиях, сооружениях [28; 29], развитию оползневых процессов, а также являются одной из причин генерации полей биоактивного диапазона [30; 31].

Из всего спектра экзогенных геологических процессов применительно к исследуемым в статье объектам рассмотрим процессы, связанные с деформацией верхних частей земной коры и приповерхностных грунтов — карстово-деформационные процессы, оседания, оползни.

Наблюдениями установлено, что скорость и амплитуда оседания могут достигать значительных величин. Так, в Риге на некоторых участках скорость оседания достигла 2,2 см/год, Осаке — 3 см/год, Мехико — 24 см/год, Таллинне — 30 см/год, Лос-Анджелесе — 75 см/год, в то же время в Санкт-Петербурге — 1,5 мм/год, Москве — 3 мм/год [32].

Следует особо отметить четко прослеживающееся повышение интенсивности развития оползней в местах техногенного изменения природной обстановки. Наиболее четко это проявляется в пределах городов. Так, в Российской Федерации воздействию оползней подвержено 725 из 1036 городов (более 70%).

Таким образом, проблема «медленных» катастроф является чрезвычайно актуальной применительно не только к развитию туристско-рекреационных территорий, но и вообще к развитию современной цивилизации. Проблема эта многоаспектна и должна решаться путем комплексных исследований в различных областях знания.

### О количественной оценке геоэкологического риска

Как мы уже указывали, весьма актуальным является вопрос о создании комплексной методики анализа геоэкологического риска на заселенных и туристско-рекреационных территориях [33–34], что предполагает формализованное описание опасностей различного происхождения. Речь идет о математическом описании опасностей, их количественных характеристиках.

Для экстремальных событий (типа землетрясений) имеются свои характерные классы вероятностных распределений проявления риска. Однако при управлении риском на ТРТ крайне необходим учет опасных природных

явлений, реализация которых маловероятна, но последствия велики (сильные землетрясения, наводнения и др.).

С точки зрения статистики эти события представляют собой крайне, «хвостовые» значения исследуемой совокупности геоэкологических объектов и, как правило, недооцениваются или вовсе не принимаются в расчет исследователями.

Пространственное распределение опасных явлений на туристско-рекреационных территориях удобно изображать на карте. Например, зоны возможного затопления по информации о прогнозируемом уровне подъема воды при наводнении удобно строить на трехмерной электронной карте местности. Пространственное распределение (области возможного возникновения) опасных природных явлений на картографической основе обычно изображают изолиниями параметров их проявления (вероятность, интенсивность, сила, ущерб и т. п.).

Изучение, оценка и прогнозирование природных опасностей (ПО) на ТРТ связаны со значительными трудностями, обусловленными многообразием, разнохарактерностью и многофакторностью их формирования и развития.

При составлении прогнозов опасных природных процессов на ТРТ может применяться целый комплекс методов. Так, в инженерной геологии для этой цели разработано и используется около ста видов различных методов прогнозирования, в том числе для следующих литосферных процессов: объемные деформации массивов грунтов, обусловленные осадками, просадками, набуханием, усадкой, морозным пучением; склоновые деформации оползневого и обвального характера; формирование карстовых и суффозионных полостей в толщах пород и образование провалов поверхности над ними; эрозионные и абразионные разрушения берегов рек, морей и водохранилищ; золовые процессы, вызывающие дефляцию грунтов и движение песков, и другие процессы.

Большинство видов прогнозов имеет вероятностную природу, в результате этого комплексный прогноз развития опасных природных процессов приобретает вероятностный характер, что требует оценки вероятности ошибок. Современные прогнозные оценки развития опасных природных процессов и явлений на ТРТ должны осуществляться на основе компьютерных геоинформационных технологий [35].

Одной из важнейших прогнозных задач на ТРТ является оценка возможности «цепного» развития экзогенных геологических процессов. Под этим термином понимаются случаи, когда проявление процесса одного генетического типа вызывает или усиливает другой. Например, оползень, образовавшийся на склоне долины, подпруживает реку; выше запруды накапливается вода, образуется озеро. Перелив воды через плотину вызывает ее разрушение, что вызывает ниже по течению реки формирование катастрофического селевого потока, который, в свою очередь, подмывает берега, что приводит к образованию новых оползней.

### Заключение

Итак, проблемы оценки геоэкологических рисков на туристско-рекреационных территориях во многом связаны с учетом влияния сети тектонических разломных нарушений верхних слоев земной коры, продуцирующих поля биоактивного диапазона (электрические, магнитные, тепловые, радиационные, вибрационные, акустические, инфразвуковые). С учетом сложности факторного комплекса, определяющего состояние геоэкологических рисков на ТРТ, необходимо создать методы, дающие возможность на строгом математическом языке рассматривать и решать задачи по оценке геоэкологического риска, разрабатывать стратегии управления геоэкологической безопасностью в туристской и рекреационной деятельности.

### Литература

1. *Минаев В.А., Фаддеев А.О.* Учет геоэкологических факторов при обеспечении безопасности рекреационных зон // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования. Труды международной научно-практической конференции. МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, 27–28 апреля. М.: РИБ «Туризм», 2006.
2. *Минаев В.А., Фаддеев А.О., Данилов Р.М.* Математическое моделирование рисков геодинамического происхождения // Спецтехника и связь. 2011. № 1. С. 48–52.
3. *Минаев В.А., Фаддеев А.О., Абрамова А.В., Павлова С.А.* Комплексная математическая модель для оценки

- сейсмических рисков // Системы безопасности—2013. Материалы XXII Международной научно-технической конференции. 2013. С. 8–11.
4. **Минаев В.А., Фаддеев А.О., Абрамова А.В.** Разломно-узловая тектоническая модель оценки геодинамической устойчивости территориальных систем // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. №1(29). С. 90–99.
  5. **Николаев Н.И.** Новейшая тектоника и геодинамика литосфера. М.: Недра, 1988.
  6. Природные опасности России. Природные опасности и общество. Тематический том / под ред. Владимира В.А., Воробьева В.Л., Осипова В.И. М.: Изд. фирма «КРУК», 2002.
  7. Эзогенные геологические опасности. Тематический том / под ред. Кутепова В.М., Шеко А.И. М.: Изд. фирма «КРУК», 2002.
  8. **Грэждану П.М., Авербух И.Ш.** Вариант вероятностного метода оценки оползневой опасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса. М.: Наука, 1981. С. 61–63.
  9. **Гулакин К.А., Кюнцель В.В., Постоеев Г.П.** Прогнозирование оползневых процессов. М.: Недра, 1977.
  10. Оползни и сели. В двух томах. Центр международных проектов ГКНТ. М.: 1984.
  11. Оползни. Исследование и укрепление. М.: Мир, 1981.
  12. **Рагозин А.Л.** Синергетические эффекты и алгоритм риск-анализа оползневых и других стихийных бедствий // Тезисы и доклады международного научно-технического семинара «СТИХИЯ-2001», Севастополь, Институт СИНЭКО, 2001. С. 48–50.
  13. **Шойгу С.К., Кофф Г.Л., Кенжебаев Е.Т. и др.** Анализ сейсмического риска. Спасение и жизнеобеспечение населения при катастрофических землетрясениях. М.: ГКЧС, 1992.
  14. **Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н.** Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закартированных территорий. Новосибирск: Наука, 1992.
  15. **Дублянский В.Н., Клименко В.И., Михайлов А.Н.** Ведущие факторы развития карста и балльная оценка его интенсивности // Инженерная геология. 1990. № 2. С. 52–58.
  16. **Беляев В.Л.** К вопросу об оптимизации проектно-планировочных решений застройки на закартированных территориях // Комплексные инженерно-геологические исследования для промышленного и гражданского строительства. М.: Недра, 1984. С. 109–113.
  17. **Арбайтер Р.Р. и др.** Осадание земной поверхности в Эстонии под влиянием антропогенных факторов / Водные ресурсы. 1982. № 2. С. 64–77.
  18. **Гармонов И.В., Коноплянцев А.А., Котлов Ф.В.** Осадание земной поверхности в связи с интенсивной откачкой подземных вод, эксплуатацией месторождений нефти и газа, некоторые вопросы теории прогноза осадания. М.: ОНТИ ВИМС, серия «Гидрогеология и инженерная геология», 1965. № 1.С. 35–41.
  19. **Знангиров Р.С., Петренко С.И.** Осадание поверхности территории города Москва: геология и город / под ред. В.И. Осипова и О.П. Медведева. М.: АО «Московские учебники и картолитография», 1997.
  20. **Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.П. и др.** Опасные эзогенные процессы / под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999.
  21. **Минаев В.А., Фаддеев А.О., Абрамова А.В., Павлова С.А.** Математическое моделирование сейсмических рисков // Спецтехника и связь. 2013. № 5. С. 58–63.
  22. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** «Медленные» катастрофы, здоровье и безопасность населения. Материалы XXV научно-технической конференции «Системы безопасности». — СБ-2006. М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2006.
  23. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Проблема «медленных» катастроф. Материалы XXV научно-технической конференции «Системы безопасности» — СБ-2006. М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2006.
  24. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Методика оценки геоэкологического риска и геоэкологической безопасности ландшафтно-территориальных комплексов. Оползни, осадания, карстовые явления как проявления «медленных» катастроф // Материалы семнадцатой научно-технической конференции «Системы безопасности». 2008 С. 96–102.
  25. Атлас временных вариаций природных процессов / Под ред. Гамбурцева А.Г. и др. Т. 1. Порядок и хаос в литосфере и других сферах. М.: Изд-во ОИФЗ РАН, 1994.
  26. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов / Под ред. Гамбурцева А.Г. и др. Т. 2. Циклическая динамика в природе и обществе. — М.: Научный мир, 1998.
  27. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов / под ред. Гамбурцева А.Г. и др. Т. 3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий. М.: Янус-К, 2002.
  28. **Рагозин А.Л.** Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техноприродных процессов (история, методология, методика и примеры) / Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1993. Вып. 3. С. 16–41. Вып. 5. С. 4–21.
  29. **Туголуков А.М.** Анализ причин аварий зданий и сооружений и рекомендации по их устраниению / Специальное и подземное строительство. М.: Изд-во ЦНИИПромзданий, 1994. С. 36–46.

- 
30. Иванов В.В., Тарасов Б.Г., Кузьменко Э.Д., Гордийчук Н.В. О геомеханической природе потенциалов электрического поля в земной коре // Известия вузов. Геология и разведка. 1991. № 3. С. 101–104.
  31. Минаев В.А., Трубников Б.Н., Чудновский Л.С. Сейсмическая активность как возможный фактор, вызывающий аномальное поведение биологических систем и обострение криминальной обстановки // Информационные технологии и компьютерные модели в деятельности органов внутренних дел. М.: Академия МВД РФ, 1996.
  32. Карбонин Л. Опускание земной поверхности — катастрофическое явление глобального масштаба // Природа и ресурсы. Изд-во ЮНЕСКО, 1985. т. XXI. № 1. С. 2–12.
  33. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования. Труды II Международной научно-практической конференции. М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. С. 329–334.
  34. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Математические методы и модели в геоэкологическом районировании рекреационных территорий // Математические методы и информационные технологии в современном обществе. Материалы региональной научно-практической конференции / под общ. ред. А.О. Фаддеева, 2007. С. 111–117.
  35. Минаев В.А., Умеренков В.В. Космические навигационные системы в деятельности оперативных служб. Орел: Изд-во «Труд», 1999.

---

## GEOECOLOGICAL RISK ASSESSMENT ON TOURIST-RECREATIONAL TERRITORIES: METHODOLOGICAL ASPECTS

**Minaev Vladimir Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, m1va@yandex.ru, Russian State University of Tourism and Services Studies, Moscow, Russian Federation,**

**Sychev Mikhail Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Regional Educational and Scientific Center «Security», mpsichov@sm.bmstu.ru, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation,**

**Faddeev Aleksandr Olegovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, fao1@mail.ru, Ryazan State University named for S.A. Yesenin, Ryazan, Russian Federation**

*The article considers geoecological risks on tourist and recreational areas. The focus is on the relationship fields of bioactive range (electric, magnetic, thermal, radiation, vibration, sound, and infrasound) with the grid of tectonic fault displacements and their influence on the psyche and health of tourists, servicing staff as well as on the state of buildings and structures of tourist-recreational complexes. The conclusion is made about the constant and qualitative carrying out of geoecological monitoring of the territory on which is carried out or planned to implement the tourist product and recreational activities. Discusses problems of the evaluation of geoecological risks, and to develop new and optimize existing strategies manage this risk and geoecological safety in the tourist and recreational activities. We analyze the main factors of environmental influence on tourist-recreational objects and describe the complex of problems connected with geoecological safety of tourist-recreational territories. In the light of the mentioned problems of geoecological safety authors greatest attention is paid to natural hazards of geological origin, i.e. exogenous geological processes. Classification of the main exogenous geological processes is given. Specific examples of their appearance on tourist and recreational areas are discussed. When considering exogenous processes from the point of view of their possible danger to the objects of recreation and tourism, emphasize their connection with modern earth's surface — the main component of the environment. The concept and examples «slow» disasters are given. Questions of quantitative evaluation of geoecological risks are discussed.*

**Keywords:** geoecological safety, geoecological risk, tourist-recreation territory

*References*

1. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* Uchet geoekologicheskikh faktorov pri obespechenii bezopasnosti rekreatsionnykh zon [Management of geoecological factors in safety ensuring of recreational zones]. Turizm i rekreatsia: fundamental'nye i prikladnye issledovaniia. Trudy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Tourism and recreation: fundamental and applied studies. Materials of the international scientific conference]. Lomonosov Moscow State University, Moscow, April 27–28. Moscow: RIB Turizm Publ., 2006.
2. *Minaev V.A., Faddeev A.O., Danilov R.M.* Matematicheskoe modelirovaniye riskov geodinamicheskogo proiskhozhdeniya [Mathematical modelling of geodynamic risks]. SpetsTekhnika i sviaz' [Special equipment and communication]. 2011. №1. pp. 48–52.
3. *Minaev V.A., Faddeev A.O., Abramova A.V., Pavlova S.A.* Kompleksnaia matematicheskaiia model' dlja otsenki seismicheskikh riskov [Complex mathematical model of seismic risks assessment]. Sistemy bezopasnosti-2013. Materialy XXII Mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii [Safety systems-2013. Materials of the 22th international scientific conference]. 2013. pp. 8–11.
4. *Minaev V.A., Faddeev A.O., Abramova A.V.* Razlomno-uzlovaia tektonicheskaiia model' otsenki geodinamicheskoi ustoichivosti territorial'nykh system [Fault-nodal tectonic model of assessment of geodynamic stability of territorial systems]. Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere [Problems of risks management in the technosphere]. 2014. №1(29). pp. 90–99.
5. *Nikolaev N.I.* Noveishaiia tektonika i geodinamika litosfery [Newest tectonics and geodynamics of the lithosphere]. Moscow: Nedra Publ., 1988.
6. Prirodnye opasnosti Rossii. Prirodnye opasnosti i obshchestvo. Tematicheskii tom [Natural dangers of Russia. Natural dangers and society. A thematic volume]. Moscow: «KRUK» Publ., 2002.
7. Ekzogennye geologicheskie opasnosti. Tematicheskii tom [Exogenous geological dangers. A thematic volume]. Moscow: «KRUK» Publ., 2002.
8. *Grezdianu P.M., Averbukh I.Sh.* Variant veroiatnostnogo metoda otsenki opolznevoi opasnosti territorii [A variant of the probabilistic method of assessment of the danger of landslide]. Sovremennye metody prognoza opolznevogo protsessa [Modern methods of prognosis of the landslide process]. Moscow: Nauka Publ., 1981. pp. 61–63.
9. *Gulakian K.A., Kiuntsel' V.V., Postoev G.P.* Prognozirovaniye opolznevykh protsessov [Prognosis of landslide processes]. Moscow: Nedra Publ., 1977.
10. Opolzni i seli. V dvukh tomakh [Landslides and mudstreams. In two volumes]. Tsentr mezhdunarodnykh proektov GKNT [Center of international projects of the State Comitee for Science and Technics]. Moscow: 1984.
11. Opolzni. Issledovanie i ukreplenie [Landslides. Research and reinforcement]. Moscow: Mir Publ., 1981.
12. *Ragozin A.L.* Sinergeticheskie effekty i algoritm risk-analiza opolznevykh i drugikh stikihiinykh bedstviy [Synergetic effects and the algorithm of risk assessment of landslide and other natural disasters]. Tezisy i doklady mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo seminara «STIKhIIa-2001» [Theses and lectures of the international scientific-technical seminar «STIKhIIa-2001】]. Sevastopol, SINEKO Institute, 2001. pp. 48–50.
13. *Shoigu S.K., Koff G.L., Kenzhebaev E.T. et al.* Analiz seismicheskogo riska. Spasenie i zhizneobespechenie naseleniiia pri katastroficheskikh zemletriiaseniiakh [Seismic risk analysis. Rescue and life-support of the population by earthquake disasters]. Moscow: GKChS Publ., 1992.
14. *Dublianskaia G.N., Dublianskii V.N.* Kartografirovaniye, raionirovaniye i inzhenerno-geologicheskaiia otsenka zakarstovannykh territorii [Cartographics, zoning and engineering-geological assessment of karstified territories]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1992.
15. *Dublianskii V.N., Klimenko V.I., Mikhailov A.N.* Vedushchie faktory razvitiia karsta i ball'naia otsenka ego intensivnosti [Leading factors of karst development and numerical scoring of its intensity]. Inzhenernaia geologiiia [Engineering geology]. 1990. № 2. pp. 52–58.
16. *Beliaev V.L.* K voprosu ob optimizatsii proektno-planirovchnykh reshenii zastroiki na zakarstovannykh territoriakh. [To the question of optimization of project-planning site development decisions on karstified territories]. Kompleksnye inzhenerno-geologicheskie issledovaniia dlja promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva [Complex engineering-geological studies for industry and civil building]. Moscow: Nedra, 1984. pp. 109–113.
17. *Arbaiter R.R. et al.* Osedanie zemnoi poverkhnosti v Estonii pod vliyaniem antropogennykh faktorov [Land settlement in Estonia under the influence of anthropogenic factors]. Vodnye resursy [Water resources]. 1982. № 2. pp. 64–77.
18. *Garmonov I.V., Konoplyantsev A.A., Kotlov F.V.* Osedanie zemnoi poverkhnosti v sviazi s intensivnoi otkachkoj podzemnykhvod, ekspluatatsiei mestorozhdenii nefti i gaza, nekotorye voprosy teorii prognoza osedaniia [Land settlement due to intense underground water pumping, oil and gas field exploitation, some question of settlement prognosis theory]. Moscow: ONTI VIMS publ., 1965. № 1. pp. 35–41.
19. *Zhangirov R.S., Petrenko S.I.* Osedanie poverkhnosti territorii goroda Moskva: geologiiia i gorod [Land settlement in the territory of Moscow: geology and the city]. Moscow: joint-stock company “Moskovskie uchebniki i kartolitografiiia”, 1997.

20. *Osipov V.I., Kutegov V.M., Zverev V.P. et al.* Opasnye ekzogennye protsessy [Dangerous exogenous processes]. Moscow: GEOS Publ., 1999.
21. *Minaev V.A., Faddeev A.O., Abramova A.V., Pavlova S.A.* Matematicheskoe modelirovaniye seismicheskikh riskov [Mathematical modelling of seismic risks]. Spetsstekhnika i sviaz' [Special equipment and communication]. 2013. №5. pp. 58–63.
22. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* “Medlennyye” katastrofy, zdorov'e i bezopasnost' naseleniya [“Slow” disasters, population health and safety]. Materialy XXV nauchno-tehnicheskoi konferentsii «Sistemy bezopasnosti» [Materials of the 25th international scientific conference “Safety systems”]. Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 2006.
23. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* Problema “medlennykh” katastrof [The problem of “slow” disasters]. Materialy XXV nauchno-tehnicheskoi konferentsii «Sistemy bezopasnosti» [Materials of the 25th international scientific conference “Safety systems”]. Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 2006.
24. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* Metodika otsenki geoekologicheskogo riska i geo-ekologicheskoi bezopasnosti landshaftno-territorial'nykh kompleksov. Opolzni, osedaniia, karstovye iavleniya kak proiavleniya “medlennykh” katastrof [Methods of assessment of geoenvironmental risks and geoecological safety of landscape territorial complexes. Landslides, settlements, karst occurrences as manifestations of “slow” disasters]. Materialy semnadtsatoi nauchnotekhnicheskoi konferentsii «Sistemy bezopasnosti» [Materials of the 17th international scientific conference “Safety systems”]. 2008. pp. 96–102.
25. Atlas vremennykh variatsii prirodnykh protsessov [Atlas of temporary variations of natural processes]. T. 1. Poriadok i khaos v litosfere i drugikh sferakh [Vol. 1. Order and chaos in the lithosphere and other spheres]. Moscow: The Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, 1994.
26. Atlas vremennykh variatsii prirodnykh, antropogennykh i sotsial'nykh protsessov [Atlas of temporary variations of natural, anthropogenic and social processes]. T. 2. Tsiklicheskaia dinamika v prirode i obshchestve [Vol. 2. Cyclical dynamics in nature and society]. Moscow: Nauchnyi mir Publ., 1998.
27. Atlas vremennykh variatsii prirodnykh, antropogennykh i sotsial'nykh protsessov [Atlas of temporary variations of natural, anthropogenic and social processes]. T. 3. Prirodnye i sotsial'nye sfery kak chasti okruzhaiushchey sredy i kak ob'ekty vozdeistviya [Vol. 3. Spheres of nature and society as parts of environment and objects of influence]. Moscow: Ianus-K Publ., 2002.
28. *Ragozin A.L.* Otsenka i kartografirovaniye opasnosti i riska ot prirodnykh i tekhnoprirodnykh protsessov (istoriya, metodologiya, metodika i primery) [Assessment and mapping of dangers and risks from natural and technonatural processes (history, methodology, methods and examples)]. Problemy bezopasnosti pri chrezvychainykh situatsiiakh [Problems of security by emergency situations]. 1993. Issue 3. pp. 16–41. Issue 5. pp. 4–21.
29. *Tugolukov A.M.* Analiz prichin avarii zdaniy i sooruzhenii i rekomendatsii po ikh ustraneniyu [Analysis of causes of building wreck and recommendations on their avoidance]. Spetsial'noe i podzemnoe stroitel'stvo [Special and underground building]. Moscow: Scientific research institute of industry buildings, 1994. pp. 36–46.
30. *Ivanov V.V., Tarasov B.G., Kuz'menko E.D., Gordiichuk N.V.* O geomekhanicheskoi prirode potentsialov elektricheskogo polya v zemnoi kore [On geomechanical nature of electromagnetic field potential in the earth's crust]. Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka [Proceedings of universities. Geology and prospecting]. 1991. № 3. pp. 101–104.
31. *Minaev V.A., Trubnikov B.N., Chudnovskii L.S.* Seismicheskaya aktivnost' kak vozmozhnyi faktor, vyzyvaiushchii anomal'noe povedenie biologicheskikh sistem i obostrenie kriminal'noi obstanovki [Seismic activity as a possible factor of anomalous behavior of biological systems and escalation of criminal situation]. Moscow: MIA Academy of the Russian Federation, 1996.
32. *Karbon'in L.* Opuskanie zemnoi poverkhnosti — katastroficheskoe iavlenie global'nogo masshtaba [Land settlement — a disaster of a global scale]. Priroda i resursy [Nature and resources]. UNESCO Publ., 1985. Vol. XXI. № 1. pp. 2–12.
33. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* Bezopasnost' i otdykh: sistemnyi vzgliad na problemu riskov [Safety and recreation: systematical view on risks problem]. Turizm i rekreatsiya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniia. Trudy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Tourism and recreation: fundamental and applied studies. Works of the 2nd international scientific conference]. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2007. pp. 329–334.
34. *Minaev V.A., Faddeev A.O.* Matematicheskie metody i modeli v geoekologicheskem raionirovaniye rekreatsionnykh territorii [Mathematical methods and models in the geoecological zoning of recreational territories]. Matematicheskie metody i informatsionnye tekhnologii v sovremennom obshchestve. Materialy regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Mathematical methods and information technologies in the modern society. Materials of the regional scientific conference]. 2007. pp. 111–117.
35. *Minaev V.A., Umerenkov V.V.* Kosmicheskie navigatsionnye sistemy v deiatel'nosti operativnykh sluzhb [Space navigational systems in the work of field services]. Oryol: Trud Publ., 1999.