

**НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОГО КРАТКОСРОЧНОГО
ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ОСНОВАННАЯ НА ТЕОРИИ
ЛИТОСФЕРНО-АТМОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ СВЯЗЕЙ
В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Аннотация: В докладе рассматривается проблема генерации предвестников землетрясений в вариациях параметров атмосферы и ионосферы, что открывает путь к разработке новых наземно-космических технологий, способных однозначно идентифицировать последнюю фазу сейсмического цикла. Здесь будут продемонстрированы некоторые новые экспериментальные результаты синергетического поведения различных атмосферных, ионосферных и земных параметров во время последних сильных землетрясений в Японии, Чили, Непале, Мексике и Калифорнии.

Ключевые слова: Литосферно-атмосферно-ионосферные связи, краткосрочный прогноз землетрясений, ионосферные и тепловые предвестники по спутниковым данным

УДК 550.348

Михайлова Н.Н.

д. ф-м.н., директор Центра сбора и обработки
специальной сейсмической информации
филиала Института геофизических исследований
Национального ядерного центра РК, mikhailova@kndc.kz

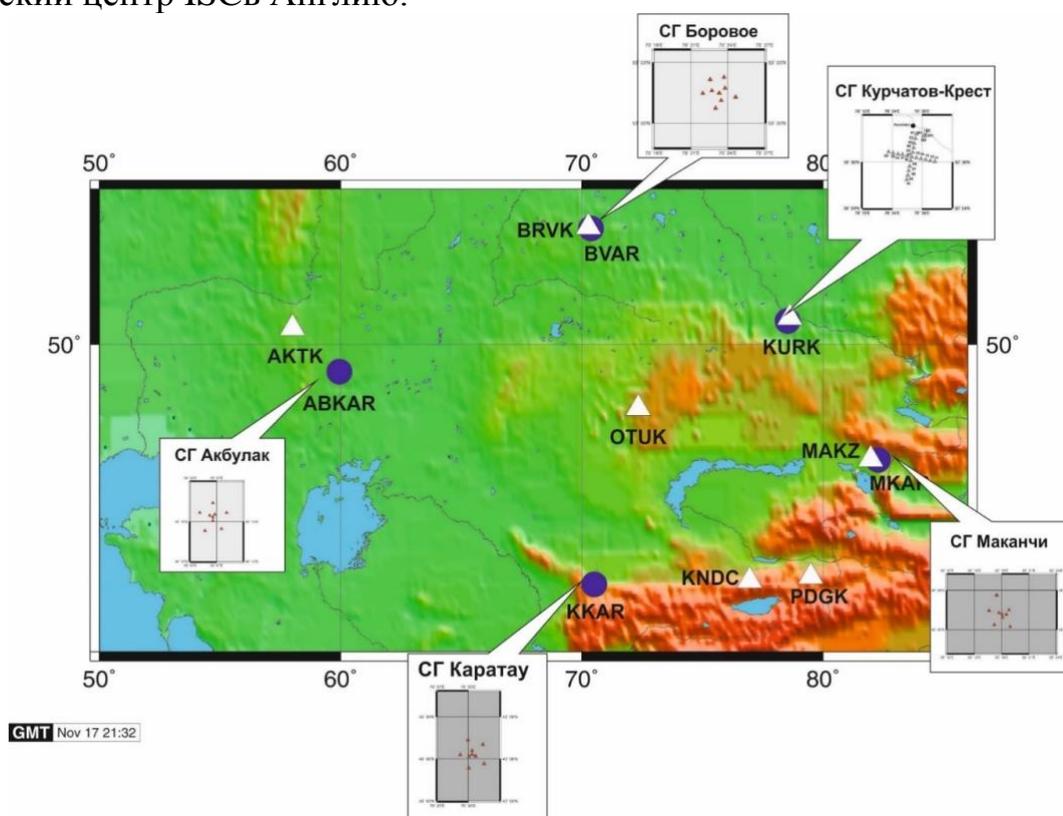
**СИСТЕМА СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ЦЕНТРА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
В ЗАДАЧАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Аннотация: Рассматриваются различные аспекты деятельности системы мониторинга НЯЦ РК для обеспечения сейсмической безопасности на территории Казахстана, а также для принятия мер в предотвращении чрезвычайных ситуаций. Это 1) - проведение оперативного сейсмического мониторинга землетрясений на всей территории Казахстана и Центральной Азии с оперативным оповещением о зарегистрированных событиях; 2) – создание информационной основы для составления карт сейсмического зонирования всей территории Казахстана, в том числе слабоактивных в сейсмическом отношении регионов; 3) - изучение сейсмичности карьерных взрывов и ее учет в оценке сейсмической опасности; 4) – изучение техногенной сейсмичности территории Казахстана; 5) – мониторинг техногенных аварий, стихийных бедствий сейсмическими методами.

Ключевые слова: оперативный сейсмический мониторинг НЯЦ РК, сейсмическая безопасность.

Введение. За последние 20 лет в Казахстане создана современная цифровая сеть станций мониторинга ядерных взрывов и землетрясений, которая входит в Международную систему мониторинга в поддержку Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, в Глобальную сеть наблюдений IRIS, в международную сеть AFTAC (рисунок 1) [1, 2]. Несмотря на то, что сеть создавалась для контроля за ядерными испытаниями, она позволяет регистрировать землетрясения в большом диапазоне энергий (вблизи групп практически с 0-й магнитуды) и расстояний (регистрируются события практически на всем земном шаре) [3].

По данным, поступающим в Центр данных (KNDC), ведется круглосуточная обработка и составление сейсмических бюллетеней разного уровня оперативности. Создаются *автоматический бюллетень* по данным сейсмических групп, затем бюллетень срочных донесений по данным ручной обработки данных по конкретному сильному или ощутимому событию. За прошедшие сутки создается *интерактивный сейсмический бюллетень* (используются станции, данные которых поступают в реальном времени в KNDC) [4]. После получения дополнительных данных за сутки по станциям СОМЭ создается *сводный сейсмический бюллетень* событий за сутки. Наконец, после окончания процесса распознавания природы сейсмических событий и составления отдельного бюллетеня землетрясений и взрывов создается бюллетень землетрясений, который высылается в Международный сейсмический центр ISC в Англию.



Условные обозначения: синие кружки – сейсмические группы; треугольники – трехкомпонентные станции. На высках показана конфигурация каждой группы.

Рисунок 1- Расположение станций сети НЯЦ РК

Для населения и МЧС огромное значение имеет оперативность получения данных обработки, особенно ощутимых землетрясений. Автоматические бюллетени еще до того, как записи станций увидит оператор-аналитик, рассылаются в EMSC (Европейский Средиземноморский сейсмологический центр), выпускающий самую «быструю» информацию о событиях во всем мире. Каждый житель Казахстана может воспользоваться приложением LASTQUAKE в своем смартфоне, создаваемом EMSC, увидеть информацию о событии и написать о своих ощущениях. Срочные донесения высылаются в департаменты ЧС, передаются в НЯЦ РК и МЭ по специальным спискам. Интерактивный бюллетень и бюллетень срочных донесений размещаются на веб-сайте www.kndc.kz и доступны для просмотра всем интересующимся.

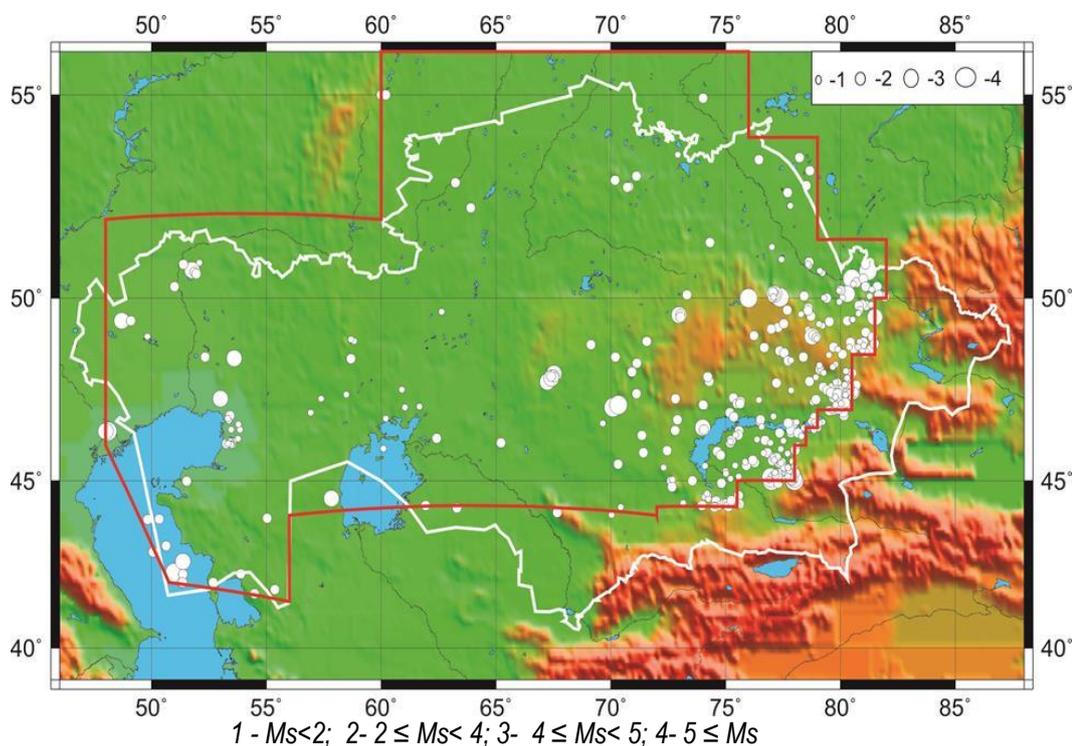


Рисунок 2 - Карта эпицентров землетрясений в считавшихся асейсмичными или слабоактивными районах территории Казахстана

Каталоги землетрясений и карты активных разломов являются основой для разработки карт сейсмического районирования. По карте общего сейсмического районирования 2003 года, составленной в ИС РК и включенной в СНиП-2006, активным считался юг, юго-восток, часть востока Казахстана. В дальнейшем усилия сети НЯЦ РК и KNDC были сосредоточены на изучении сейсмичности асейсмичных и слабоактивных районов Казахстана. Кроме непосредственной регистрации землетрясений из этих районов стали детально изучаться и архивные материалы. На рисунке 2 представлена карта эпицентров землетрясений, произошедших с исторических времен до 2020 года. Видно, что землетрясения, среди которых есть и довольно сильные с магнитудой более 5, происходят в различных областях Казахстана, ранее считавшихся асейсмичными [5, 6, 7, 8].

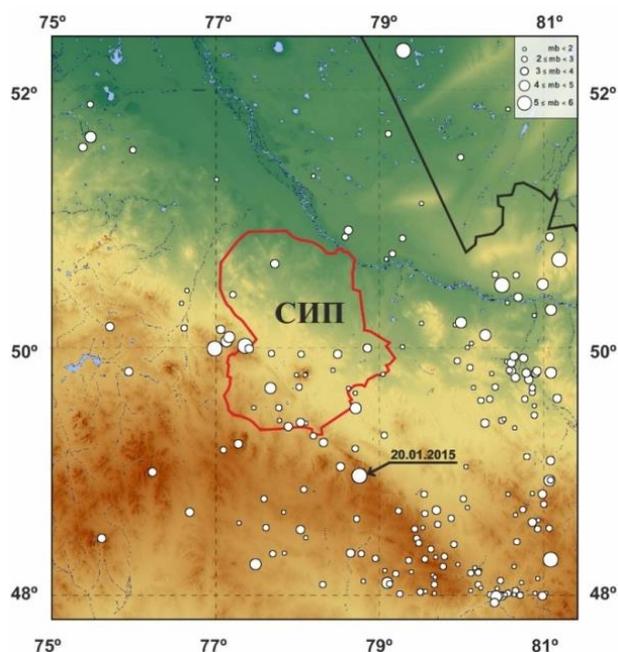


Рисунок 3 - Карта эпицентров землетрясений района Семипалатинского испытательного полигона и его окрестностей с исторических времен до настоящего времени

На рисунке 3 показан район Семипалатинского полигона, где расположены действующие объекты атомной отрасли. Детальное изучение сейсмичности в течение нескольких сезонов с помощью временных и стационарных станций, поиск архивных данных позволил составить каталог землетрясений этого района и доказать, что он является сейсмически активным [9, 10]. Все данные ИГИ НЯЦ РК были переданы в ИС РК для составления новой карты общего сейсмического зонирования в качестве информационной основы и учтены при ее составлении в 2017 году. В 2021 году ИГИ НЯЦ РК подготовил информационную основу для составления карты детального сейсмического зонирования Восточного Казахстана. Работы в этом направлении продолжаются.

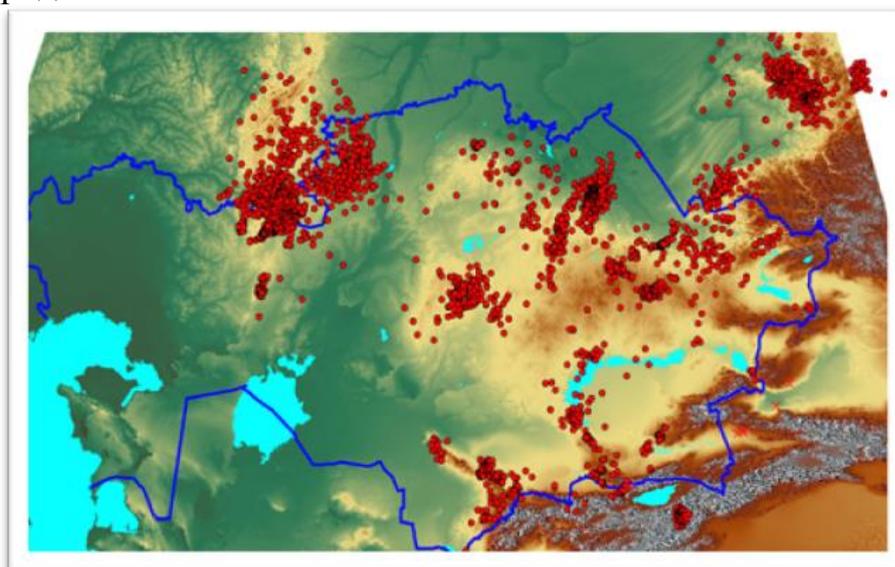


Рисунок 4 - Карта эпицентров карьерных взрывов за один год (6499 взрывов).

В Казахстане, обладающем огромными залежами полезных ископаемых, производится большое количество карьерных и других взрывов при их добыче. Ежегодно сейсмические станции регистрируют более 6000 взрывов (рисунок 4).

Изучение взрывов важно для задач оценки сейсмической опасности: взрывы должны быть исключены из сейсмических каталогов. Взрывы сами являются источником сейсмической опасности [11,12]. ИГИ НЯЦ РК выполнял договоры по изучению влияния взрывов на жилые дома и сооружения с целью обеспечения сейсмической безопасности. Также, на территории Казахстана регистрируются техногенные землетрясения разной природы. Во-первых, это техногенные события в местах добычи жидких и твердых полезных ископаемых. Примером таких землетрясений являются события на месторождениях Тенгиз. Во-вторых, это природно-техногенные землетрясения, связанные с продолжительной активной взрывной деятельностью, но происходящие на разломах, проходящих вблизи эпицентров взрывов. Примером таких землетрясений могут быть Жезказганские, Карагандинское, Экибастузское, Каражыринское и другие землетрясения [13, 14]. В третьих, это землетрясения, связанные с ранее проведенными ядерными взрывами, свидетельствующие о продолжающихся геодинамических процессах в местах их проведения. Есть техногенные события на создаваемых водохранилищах.

Сетью ИГИ НЯЦ РК зарегистрирован ряд опасных природных явлений и техногенных аварий. Инфразвуковой и сейсмическими станциями зарегистрированы аварии ракет-носителей с космодрома Байконур, взрывы на нефтепроводах, взрывы на складах боеприпасов, пролет, взрыв и удар воздушной волны Челябинского болида, оползни, сели и др. явления, представляющие опасность сейсмического, экологического характера [15-19].

ЛИТЕРАТУРА

1. Тухватулин Ш.Т., Тихомиров Л. Н., Беляшова Н. Н., Михайлова Н. Н., Демин В. Н., Марченко В. Г., Комаров И.И Система геофизического мониторинга, созданная в Национальном ядерном центре Республики Казахстан, и ее возможности //Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2002. Вып. 2(10). С. 5-8
2. Михайлова Н. Н. Казахстанская система сейсмических наблюдений Института геофизических исследований Национального ядерного центра и ее информационные возможности / Н. Н. Михайлова // Обеспечение сейсмической безопасности города Алматы: Сборник научных трудов научно-технической конференции / Департамент по ЧС. МЧС РК. - Алматы. - 2009. - 88 с.
3. Михайлова Н. Н., Мукамбаев А.С., Смирнов А. А. Вклад казахстанских станций международной системы в глобальный и региональный мониторинг. //Вестник НЯЦ РК. – 2019. – Вып. 2. С.12.
4. Михайлова Н. Н., Синева З.И. Обработка данных сейсмических станций НЯЦ РК //Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2002. Вып. 2(10). С. 64–68.
5. Михайлова Н. Н., Неделков А.И., Соколова И. Н., Казаков Е. Н., Беляшов А.В. Шалгинское землетрясение в Центральном Казахстане 22.08.2001 г. //Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2002. Вып. 2(10). С. 78–87.
6. Михайлова Н. Н. К вопросу о природе Шалкарского землетрясения, произошедшего в Западном Казахстане 26 апреля 2008 г. / Н. Н. Михайлова, А.Е.Великанов // Вестник НЯЦ РК. - 2009. - Вып. 3. С. 127–133.

7. Михайлова Н. Н., Соколова И. Н., Великанов А.Е., Полешко Н.Н. Сейсмичность западного Казахстана по данным сети НЯЦ РК. // Сейсмопрогностические наблюдения на территории Азербайджана/ РЦСС НАНА. – 2012.– С.336–348.
8. Михайлова Н. Н., Соколова И. Н., Великанов А.Е. Землетрясения в «асейсмичных» районах Казахстана. // Сборник материалов IV Междун. научно-практ. конф. - Алматы, 2012. - С. 178–182.
9. Михайлова Н. Н., Мукамбаев А.С. Сейсмическая опасность Главного Чингизского разлома для территории Семипалатинского испытательного полигона // Вестник НЯЦ РК. - 2015. - Вып. 3. С. 82–86.
10. Михайлова Н. Н., Соколова И. Н., Великанов А.Е., Мукамбаев А.С. Природная и техногенная сейсмичность территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона и его окрестностей: моногр. - Алматы, 2021.
11. Великанов А.Е., Михайлова Н. Н., Соколова И. Н., Аристова И. Л., Мукамбаев А.С. Изучение источников промышленных взрывов на территории Казахстана. // Вестник НЯЦ РК. - 2013. - Вып. 2. С.77-85.
12. Михайлова Н. Н., Мукамбаев А.С. Сейсмичность взрывных работ на территории Республики Казахстан // Вестник НЯЦ РК. - 2017. - Вып. 4. С. 124–130.
13. Соколова И. Н., Михайлова Н. Н., Великанов А.Е., Полешко Н.Н. Техногенная сейсмичность на территории Казахстана. // Вестник НЯЦ РК. – 2017. – Вып. 2. С.47.
14. Михайлова Н. Н., Великанов А.Е., Узбеков А.Н., Соколова И. Н., Полешко Н.Н. Карагандинское (Карабасское) землетрясение 21 июня 2014 г. с $K_p=11.7$, $m_s=4.0$, $I_{0p}=5-6$ (Центральный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2020. – Вып. 23 (2014 г.). – С. 334–343. doi: 10.35540/1818–6254.2020.23.35.
15. Соколова И. Н., Шепелев О.М. Идентификация оползней на сейсмограммах // Вестник НЯЦ РК. 2005. Вып.2 (22). С. 165–168.
16. Михайлова Н. Н. Грозы на записях станций НЯЦ РК. // Вестник НЯЦ РК. - 2012. - Вып. 1. С. 45–50.
17. Михайлова Н. Н., Соколова И. Н., Сейсмическая регистрация природных явлений (не землетрясений) станциями Центральной Азии. // Материалы докл. Пятого Междун. Симп. - Москва — Бишкек, 2012. - Т.1.- С. 78–84.
18. Дубровин В. И., Смирнов А. А. Анализ записей Чебаркульского метеорита на инфразвуковых станциях ядерного мониторинга. // Вестник НЯЦ РК. - 2014. - Вып. 1. С.91-95.
19. Көмекбаев Д.К., Аристова И. Л., Сейнасинов Н.А. Построение Годографа для Южного Казахстана по записям взрывов // Вестник Института сейсмологии НАН КР, №2 (18) 2021. С. 74–83.

Михайлова Н.Н.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ҰЛТТЫҚ ЯДРОЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГІ ЖҮЙЕСІ

Аңдатпа: Қазақстан аумағында сейсмикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ төтенше жағдайлардың алдын алу шараларын қабылдау үшін ҚР ҰЯО мониторинг жүйесі қызметінің түрлі аспектілері қарастырылады. Бұл 1) - тіркелген оқиғалар туралы жедел хабарлай отырып, Қазақстан мен Орталық Азияның бүкіл аумағындағы жерсілкіністеріне жедел сейсмикалық мониторинг жүргізу; 2) - Қазақстанның бүкіл аумағын, оның ішінде сейсмикалық жағынан белсенділігі төмен өңірлерді сейсмикалық аудандау карталарын жасау үшін ақпараттық негіз жасау; 3) - карьерлік жарылыстардың сейсмикалығын зерттеу және оны сейсмикалық жарылыстарды бағалауда есепке алу; 4) - Қазақстан аумағының техногендік сейсмикалығын зерттеу; 5) - техногендік апаттарды мониторингілеу, сейсмикалық әдістермен дүлей апаттарды мониторингілеу.

Түйін сөздер: ҚР ҰЯО жедел сейсмикалық мониторингі, сейсмикалық қауіпсіздік.

Mikhailova N.N.

SEISMIC MONITORING SYSTEM OF THE NATIONAL NUCLEAR CENTER OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FOR SEISMIC SAFETY TASKS

Abstract: The paper considers different aspects of the NNC RK monitoring system operation for the tasks of seismic safety of Kazakhstan territory and for taking measures to prevent emergency situations. These are: 1) - seismic monitoring of earthquakes for the whole territory of Kazakhstan and Central Asia with prompt notifications on the recorded events; 2) - creation of the information base to make seismic zoning maps for the whole Kazakhstan territory including the regions of low seismic activity; 3) - study of seismicity of mining explosions and its consideration at seismic hazard assessment; 4) - study of induced seismicity on Kazakhstan territory; 5) - monitoring of industrial accidents, natural disasters using seismic methods.

Keywords: operational seismic monitoring of the National Research Center of the Republic of Kazakhstan, seismic safety.

УДК 550.34: 004.94: 534.6

Нигметов Г.М., Савинов А.М., Нигметов, Т.Г.
Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской
обороны и чрезвычайных ситуаций
Москва, Россия

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ С УЧЕТОМ РЕАЛЬНЫХ ДАННЫХ О СЕЙСМИЧНОСТИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

Аннотация: На всех этапах существования здания от проектирования до сноса важно знать индивидуальные риски для людей, которые могут находиться в зоне его возможных механических и других воздействий. Предлагается применять сквозной подход к оценке индивидуальных рисков от краткосрочного прогнозирования возможных очагов землетрясений, оценки уязвимости зданий динамическими геофизическими испытаниями, до моделирования возможных последствий катастрофического землетрясения и оценки индивидуальных рисков с помощью геоинформационных технологий. Проведен расчет индивидуального сейсмического риска для города Алматы и его окрестностей.

Ключевые слова: индивидуальные риски, уязвимость зданий, геоинформационные технологии.

Введение. Наиболее универсальной величиной, учитывающей воздействие сейсмической нагрузки, уязвимость зданий и возможные потери