



УДК: 550.34(575.11)

**Ахрор ХУСОМИДДИНОВ,**  
Институт сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз  
E-mail: [ahrorhs1980@mail.ru](mailto:ahrorhs1980@mail.ru)  
**Бобур ЗИЁМОВ,**  
Национальный университет Узбекистана  
E-mail: [bobur.ziyomov82@mail.ru](mailto:bobur.ziyomov82@mail.ru);

Рецензент профессор ИМП М.К. Турапов

### ZAMONAVIY AXBOROT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TOSHKENT VILOYATINING SEYSMIK XAVFINI BAHOLASH

Annotatsiya

Maqolada zamonaviy axborot texnologiyalari asosida seysmik xavfni baholash masalalari ko'rib chiqilgan. Raqamli mavzuli xaritalarni yaratish konsepsiyasi taqdim etilgan. Toshkent viloyatidagi lyoss jinslari tarqalgan hududlarning cho'kuvchanligini bashoratlash uchun raqamli sxematik xarita ishlab chiqilgan va cho'kuvchanlik bo'yicha hududning oltita turi ajratib ko'rsatilgan.

**Kalit so'zlar:** geoinformatsion texnologiyalar, cho'kish xususiyati, lyoss, seysmik xavf, raqamli xarita, masofadan zondlash.

### ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы оценки сейсмической опасности на основе современных информационных технологий. Приведена концепция создания цифровых тематических карт. Разработана цифровая схематическая карта прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Ташкентской области и выделена шесть тип территории просадочности.

**Ключевые слова:** геoinформационные технологии, просадочность, лёсс, сейсмическая опасность, цифровая карта, дистанционное зондирование.

### ASSESSMENT OF SEISMIC HAZARD BASED ON MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES: A CASE STUDY OF THE TASHKENT REGION

Annotation

The article considers the issues of seismic hazard assessment based on modern information technologies. The concept of creating digital thematic maps is presented. A digital schematic map of the forecast of subsidence of the territory of distribution of loess rocks of the Tashkent region has been developed and six types of subsidence territory have been identified.

**Key words:** geoinformation technologies, subsidence, loess, seismic hazard, digital map, remote sensing.

**Введение.** Проблема защиты от сейсмической опасности предусматривает комплекс разнообразных по форме и содержанию антисейсмических мероприятий, которые подразделяются на: долгосрочные плановые - сейсмическое районирование и сейсмостойкое строительство, страховая политика, просветительская работа и др.; превентивные - оценка и при необходимости восстановление сейсмостойкости конструкций строений и др.; оперативные - спасательные и аварийно-восстановительные работы. При общем сейсмическом районировании определяется потенциальная или исходная сейсмическая опасность в баллах и динамических показателях. Далее сейсмическим микрорайонированием она уточняется на основе инженерно-геологических, геофизических и инструментальных сейсмологических исследований. В зависимости от свойств инженерно-геологических условий конкретной местности интенсивность сотрясения может меняться до  $I = \pm 2$  баллов от исходной, что требует обязательного учета приращений интенсивности сотрясений при проектировании сейсмостойких объектов. Характерной особенностью инженерно-геологической среды является изменчивость физико-механических свойств пород под действием природных или техногенных факторов. Особенно изменчивы лёссовые породы, которые широко распространены и являются основанием более 70% строений возведенных на территории Узбекистана. Нарастающее техногенное воздействие на среду приводит к приращениям сейсмической интенсивности и создает дополнительные сейсмические нагрузки на здания и сооружения. Поэтому для планирования антисейсмических мероприятий необходимы технологии прогнозирования сейсмоэкологических изменений на средне и долгосрочную перспективу 5,10, и 15 лет [1].

Мировой опыт изучения и ликвидации последствий катастрофических землетрясений показал перспективность решения задач по снижению последствий землетрясений по заранее разработанным сценариям, что предопределяет актуальность создания комплексной технологии оценки сейсмической опасности в реальном времени. Такая технология должна наряду с пространственной структурой потенциальной сейсмической опасности содержать прогнозные оценки вероятности времени, места и силы возможных землетрясений, а также распространенность вторичных ущерб образующих факторов [1].

**Методология исследования.** Современная методология прогноза землетрясений базируются на результатах исследований физики сейсмогенных процессов и феноменологии сопутствующих им аномальных проявлений природы. Акту непосредственного разрушения сейсмического очага предшествует этап подготовки от нескольких до десятка лет в зависимости от объема очага. В этот период под действием приложенных напряжений, зона будущего разрыва испытывает аномальные деформаций. Магистральный разрыв происходит при достижении аномальных деформаций относительной величины 10-4. Динамика деформаций в ходе подготовки землетрясения испытывает несколько этапов связанных с качественно различающимися фазами трещинообразования, которые обусловлены динамикой земной коры. Физико-математические основы прогноза места, времени и силы землетрясений рассмотрены в [2]. Они основаны на экспериментальных материалах мониторинга комплекса геофизических, гидрогеохимических и геодинамических параметров.

В современных условиях реализации такого сложного проекта в масштабах республики целесообразно проводить на базе современных информационно-коммуникационных технологий, включая географические информационные системы (ГИС), глобальное позиционирование (GPS) и технологии использования материалов дистанционного зондирования. Реализация ГИС позволит решать в автоматизированном режиме комплекс задач, связанных оценкой потенциальной сейсмической опасности и прогноза землетрясений, принятием оптимальных решений с учетом инженерно-геологических условий анализируемой территории, с минимизацией ущерба от возможного землетрясения.

Успешная реализация ГИС возможна при грамотно спроектированной автоматизированной системе с учетом возможностей информационных систем, технической, технологической обеспеченности, местных условий и реалий. Это позволит сэкономить бюджетные средства, трудозатраты на строительство промышленных и гражданских объектов, минимизировать ущерб от возможных негативных последствий землетрясений [3, 4].

На основе современной информационной систем нами создана карта прогноза просадочности территории распространения лессовых пород Ташкентской области.

Распространение, генезис, вещественный состав и инженерно-геологические свойства лессовых пород региона изучены Г. А. Мавляновым и др [5], А.М. Худайбергеновым [6], М.Ш. Шерматовым [7] и многими другими.

Анализ результатов исследований вышеуказанных авторов, а также детальное изучение лессовых пород показывают, что в регионе лессовые породы широко представлены элювиальными, элювиально-делювиальными, делювиальными, делювиально-пролювиальными, аллювиально-пролювиальными, пролювиальными, аллювиальными и техногенными генетическими типами. Они различаются между собой по возрасту, положению в рельефе, характеру распространения, мощности, вещественному составу, водно-физическим, деформационно-прочностным, просадочным и сейсмическим свойствам. В их распространении существуют определенная вертикальная зональность [8]:

Такой характер распространения и формирования различных генетических и возрастных типов лессовых пород взаимосвязаны определенными фазами тектонических движений и циклами аккумуляции исходного лессового материала. Их гранулометрический, солевой, воловой, минералогический состав, водно-физические, просадочные и прочностные свойства были изучены М.Ш. Шерматовым [7], Н. Г. Мавляновым [9].

На основе проведенных в Институте сейсмологии АНРУз под руководством М.Шерматова инженерно-сейсмогеологических исследований и использования фондовых и литературных материалов на базе применения современных ГИС-технологий нами разработана цифровая «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Ташкентской области».

Процедура создания и обновления карт на основе ГИС-технологий существенно более проста по сравнению с традиционными методами. Нами были разработаны цифровые карты прогноза просадочности лёссовых территорий на основе материалов дистанционного зондирования и результатов геодезических измерений. На начальном этапе была разработана цифровая топографическая основа масштаба 1:500000. В дальнейшем на нее накладывается тематическая нагрузка. В качестве топографической использованы топографические карты последних лет изданий. Карта представлена в векторном формате, что представляет ряд удобств и дополнительных возможностей анализа и обработки картографической информации. Возможность послойного представления картографической информации создает ряд дополнительных удобств при анализе, позволяя включать или выключать из рассмотрения отдельные тематические слои. При увеличении картографического изображения, представленного в векторном формате, качество его зависит от качества оцифровки.

Специальные средства ГИС позволяют проводить аналитическую обработку данных, а в более сложных случаях - моделирование реальных событий. При этом результаты работы модели могут быть представлены на экране монитора или выведены в виде твердой копии. В отдельных случаях в ГИС-проекте могут быть реализованы системы экспертной поддержки, способствующие поиску и выработке наиболее оптимальных управленческих решений [1].

На разработанной цифровой «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Ташкентской области» выделены следующие типы территории просадочности:

1. очень сильнопросадочные с ожидаемой величиной просадки более 1,5 м;
2. сильнопросадочные территории с ожидаемой величиной просадки до 1 м до 1,5 м;
3. среднепросадочные с ожидаемой величиной просадки 0,5 до 1 м;
4. слабопросадочные с ожидаемой величиной просадки от 0,15 до 0,5 м;
5. незначительно просадочные с ожидаемой величиной посадки от 0,05 до 0,15 м;
6. непросадочные.

На рис.1 представлена цифровая карта «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Ташкентской области», разработанная в масштабе 1:500000. Данная карта в дальнейшем будет использоваться при разработке ГИС современной геодинамики и оценки сейсмической опасности.

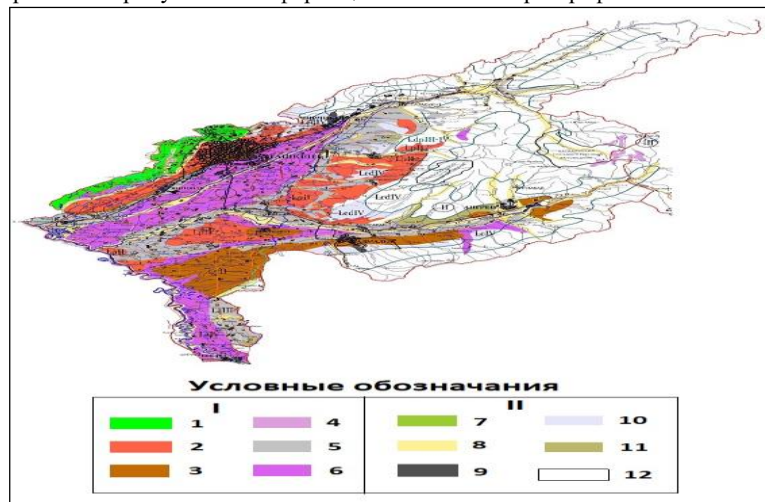
Как правило, ГИС общего назначения выполняет пять основных процедур-ввода данных, предварительной обработки, управления, создания запросов, анализа и вывода данных в удобном для потребителя виде:

1. Ввод данных. В случае ввода данных с бумажных карт, эти карты должны быть оцифрованы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к цифровым картам. Технологии ИНТЕРГРАФ, ArcGIS и ряда других ГИС-продуктов

позволяют выполнять эту наиболее трудоемкую часть процесса создания ГИС-проекта в автоматизированном режиме, используя отсканированную картографическую основу. В случае использования оцифрованных материалов может возникнуть необходимость приведения их к единому формату в соответствии с требованиями используемого программного продукта.

2. Предварительная обработка данных. Нередко в процессе разработки ГИС-проекта приходится пользоваться разнородной исходной информацией. Например, отдельные тематические слои могут быть оцифрованы с карт различного масштаба возникает необходимость приведения их к единому масштабу в соответствии с требованиями проекта. В тех случаях, когда используются оцифрованные материалы, подготовленные с помощью других программных продуктов и введенные в среду вашего проекта путем конвертации этих файлов, может возникнуть необходимость доводки этих материалов до уровня, отвечающего требованиям разрабатываемого ГИС-проекта.

3. Управление. ГИС-системы структурно можно разделить на два основных блока. Блок обработки и представления графической информации предоставляет широкие возможности для манипулирования цифровыми картами. Это возможность совместного анализа нескольких тематических карт, возможность трехмерного представления карт, возможность перевода в различные картографические проекции и масса других возможностей. Дальнейшее совершенствование ГИС-систем позволяет расширить эти возможности. Блок манипулирования атрибутивной информацией построен на основе современных СУБД. Преимущество современных ГИС-систем заключается в возможности манипулирования атрибутивной информацией в связке с картографическими элементами.



**Рис.1** «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Ташкентской области» (Шерматов М.Ш., Хусомиддинов А.С.) (I. Степень и величина просадочности лёссовых территорий: 1. Очень сильнопросадочные с ожидаемой величиной просадки более 1,5; 2. Сильно сильнопросадочные с ожидаемой величиной просадки от 1 до 1,5 м; 3. Среднепросадочные с ожидаемой величиной просадки от 0,5 до 1 м; 4. Очень слабопросадочные с ожидаемой величиной просадки от 0,05 до 0,15; 5. Слабопросадочные с ожидаемой величиной просадки от 0,15 до 0,5; 6. Непросадочные. II Территория распространения нелёссовых пород: 7. Конгломераты и галечники нижнего неоплейстоцена (Q 4 I) спокровом маломощных (0-1) суглинистых образований; 8. Валунно-галечниковые и песчаные отложения голоцена (Q); 9. Галечники и валунно-галечниковые отложения верхнего неоплейстоцена (Q); 10. Элювиальные элювиально-делювиальные образования на поверхности до четвертичных пород мощностью от нескольких сантиметров до 1 м, очень редко до 2-3 м; 11. Эоловые пески голоцена (Q4); 12. Территория распространения дочетвертичных пород.

**4. Запрос и анализ.** Для ввода, хранения, обработки, анализа и выдачи атрибутивной информации по запросу пользователя в современных ГИС-системах используются реляционные СУБД. В процессе реализации данных исследований нами были использованы СУБД ORACLE и ACCES. Современные ГИС обладают развитой системой запросов. Так, можно составить запрос, в котором перечисляются интересующие нас свойства объектов, а система выделяет на карте объекты, удовлетворяющие заданному запросу.

**5. Вывод.** Картографическая форма представления информации является одной из самых лаконичных, информативных и эффективных форм представления пространственно-распределенных данных. Используя эту форму представления информации ГИС даст уникальные возможности по составлению, редактированию и обновлению и выводу карт, дополняя ее разнообразной информацией, представленной в табличной форме, в виде графиков, дополняя их рисунками и фотографиями и другими средствами, делающими представляемый материал более информативным, лаконичным и доступным для анализа.

Реализация ГИС позволит:

- возможность совершенствования и автоматизации ведения банка данных о потенциальной сейсмической опасности территории с учетом инженерно-геологических условий;
- возможность разработки цифровых карт прогноза и сейсмического районирования;
- возможность оперативного предоставления потребителю запрашиваемой информации в удобном для него виде и др.

Работа выполнена при финансовой поддержке прикладного проекта Агенства Инновационного развития AL-8924073454 "Разработка и испытание методов уменьшения сейсмической интенсивности и параметров сейсмических колебаний строительной площадки путем повышения сейсмической устойчивости грунтов основания", а также

«Исследование разжительных свойств дисперсных грунтов при сильных землетрясениях в лабораторных и полевых условиях и разработка их классификации» фундаментальной темы АН РУз.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хусомиддинов С.С., Курбанов Б.Т., Шерматов М.Ш., Хусомиддинов А.С. Оценка сейсмической опасности на основе современных информационных технологий. Геология и минеральные ресурсы Журнал 2010. №2 С. 30-35
2. Хусомиддинов С.С. Физические предпосылки диагностики предвестников землетрясений/Актуальные проблемы сейсмологии №5, ИСАН,Т., 2007 с. 5-7
3. Курбанов Б.Т. Роль современных информационных систем в исследованиях окружающей среды. // Вестник НУУ, 2003. - №3. – с. 5-14.
4. Зиёмов Б., Турапов М., Гапуров М., Жўраев Ф. Ташкентское землетрясение и его воздействие на инфра структуру города. // Вестник НУУ, 2024. - №3/1. – с. 222-224.
5. Мавлянов Г.А. Генетические типы лессов и лессовидных пород Центральной и Южной части Средней Азии и их инженерно-геологические свойства. Ташкент, 1958
6. Худайберганов А.М. Инженерная геология городов правобережья р. Чирчик. Ташкент, «Фан», 1980,191 с.
7. Шерматов М.Ш. Инженерно-геологические свойства лессовых пород Чаткальской горной области. Изд-во «Фан», Ташкент, 1971.
8. Шерматов М.Ш. Экзогенные геологические процессы Среднего Тянь-Шаня и главные факторы, определяющие их проявление и развитие. Узб. Геол. Журн. №3, 1987, с. 45-50.
9. Мавлянов Н.Г. О формировании просадочности лессовых пород Средней Азии/Инженерная геология лессовых пород/ тезисы Всесоюзного совещания. Т.1, Ростов-на-дону, 1989, с. 20-21.