

УДК 550.34:004.4

DOI: 10.23671/VNC.2017.3.9505

ИНТЕГРАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМУ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© 2017 А. С. Кануков, к.т.н.

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

Владикавказский филиал ФГБУ ВО Финансового университета при правительстве Российской Федерации, Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Молодежная, 7

Статья посвящена вопросу интеграции базы данных геологической информации г. Владикавказа в специально разрабатываемую систему геоинформационного моделирования. С развитием высоких технологий большое распространение получили различные геоинформационные системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС-объектах. В Геофизическом институте создана карта инженерно-геологического районирования территории города Владикавказа, освещающая вопросы геологического строения, гидрогеологических условий, литологии, морфологии, тектоники, распространения различных типов грунтов на рассматриваемой территории. На территории выделены участки, характеризующиеся различной глубиной залегания галечников или мощности глинистого и суглинистого покрова на галечниках, что является основным параметром, определяющим категорию сейсмичности по СНиП-II-7-81*. На основе анализа физико-механических свойств, проведена надежная дифференциация групп грунтов с различными определяющими показателями, характеризующими категорию грунтов по их сейсмическим свойствам. Данная информация собрана в базу данных геологической информации, сформированной в виде шейп-файла с пространственной привязкой каждой скважины. Разработанная база данных используется в качестве основы в задаче геоинформационного моделирования. На основе программного обеспечения с открытым исходным кодом выполнена интеграция базы данных геологической информации г. Владикавказа в систему геоинформационного моделирования.

Ключевые слова: сейсмическая опасность, сейсмический риск, грунтовые условия, геоинформационное моделирование, базы данных, ГИС.

Оценка сейсмической опасности урбанизированной территории, на основе современных научных подходов и методов, является важнейшей составляющей при определении ожидаемого уровня сейсмического риска при реализации сценарного для данного региона сейсмического воздействия и разработке конкретных мероприятий по управлению риском, с целью снижения уязвимости территории, обеспечения безопасности ее населения и дальнейшего развития.

Проявление сильного и разрушительного землетрясения, в свою очередь, во многом определяется грунтовыми условиями территории [Заалишвили, Кануков, 2009]. В связи с этим, созданию соответствующих схем распределения грунтов различных видов на той или иной урбанизированной территории уделяется особое внимание [Заалишвили и др., 2009а; Заалишвили, Джгамадзе, 2010, 2011а, б, 2012а]. Детальные схемы геологического районирования территорий населённых пунктов Республики Северная Осетия-Алания, явились основой сейсмического ми-

крорайонирования [Заалишвили, Джгамадзе, 2012б, Заалишвили и др., 2013а, б]. При этом детальное геологическое районирование грунтов для инженерно-геологических изысканий на урбанизированной территории осуществляется с помощью современных геофизических методов [Голик, Заалишвили, 2013; Заалишвили и др., 2009б]. Особое место при изучении и последующей дифференциации грунтов с выделением их особенностей и характеристик занимают данные геоинформационного моделирования [Заалишвили и др., 2012].

Геоинформационное моделирование в настоящее время является всё ещё сравнительно молодой областью научных исследований, которая охватывает обширный круг вопросов по созданию и использованию геоинформационных систем (ГИС-систем) об объектах и их характеристиках, а также о применении математических методов и алгоритмов в данных системах. ГИС-системы включают в себя СУБД (системы управления базами данных), редакторы графики, представленной в векторном или растровом формате, различные аналитические средства, что позволяет использовать их в картографии, геологии, геофизике, экологии и множестве других областей.

В результате проведения ряда исследований Геофизическим институтом создана карта инженерно-геологического районирования города Владикавказа [Заалишвили и др., 2009а], освещающая вопросы геологического строения, гидрогеологических условий, литологии, морфологии, тектоники, распространения различных типов грунтов на рассматриваемой территории. На территории выделены участки различной глубины залегания галечников и различной мощности глинистого и суглинистого покрова на галечниках, что является основными показателями, определяющими категорию сейсмичности по СНиП-II-7-81* [Строительные нормы..., 2000].

На основе анализа физико-механических свойств грунтов были дифференцированы группы по их сейсмическим свойствам (СНиП-7-II-81*).

Целью работ было составление карты сейсмического микрорайонирования на основе схем детального геологического районирования.

Был создан ГИС-проект «База данных геологической информации территории г. Владикавказа».

Ситуационная основа в виде контуров кварталов, улиц, положения реки Терек и техногенной нагрузки получена из существующих специализированных основ.

Созданы тематические карты трех видов:

- карта фактического материала;
- карта изогипс и глубин кровли галечников;
- карта инженерно-геологического районирования.

Тематические карты созданы с сопутствующими базами данных.

На карте фактического материала представлен только один слой «горные выработки» с полями:

- тип выработки (скважина, траншея, шурф, колодец);
- индекс (номер выработки и индекс типа), поле вынесено для подписи на карту;
- номер выработки.

Карта инженерно-геологического районирования также несет информацию о выработках. Кроме того приведена информация:

- о склонах крутизной более 15 градусов (полигональный слой, без атрибутивных данных);
- о категориях грунтов по сейсмическим свойствам в соответствии с существующими требованиями СНиП II-7-81*.

Последующие перспективы разработки, созданных геокодированных баз данных, сводятся к пространственному анализу атрибутивной информации. На его основе возможно:

- создание непрерывных полей с функциями уточнения и актуализации информации на основе вновь поступающих данных (т. е. детализации);
- создание дежурной карты;
- наложение с информацией об опасных техногенных объектах;
- наложение информации о глубинах кровли водных горизонтов и линз;
- решение других пространственных задач.

По всем скважинам в ГИС-проекте приведено описание грунтов (табл. 1). Данная информация собрана в базу данных геологической информации, сформированной в виде шейп-файла с пространственной привязкой каждой скважины.

Таблица 1.

Описание грунтов горных выработок (пример содержания базы данных)

№ п/п	Номера скважин	Глубина, м		Описание грунтов	Абсолютная отметка устья, м	Глубина залегания галечников, м
		от	до			
1	2	3	4	5	6	7
1	4E2	0	0,1	Насыпной слой	669	2,4
		0,1	0,3	Почвенный слой с включением гальки		
		0,3	2,4	Суглинки буровато-коричневого цвета тугопластичные гумусированные с примесью гравия и гальки до 10%		
		2,4	12,0	Галечники		

В связи с тем, что разработанная база данных используется в качестве основы в задаче геоинформационного моделирования, ее предварительно необходимо было подготовить для возможности работы в геоинформационной системе. В этой связи необходимо отметить, что материалы в геоинформационной системе должны быть оформлены в виде баз данных [Мамышева, Загоруйко, 2010]. При этом любой объект, наносимый на карту, должен увязываться с относящимися к нему материалами. Таким образом, необходимо объединение баз данных и картографических материалов пространственными связями. В связи с этим, система управления базами данных должна обеспечивать поддержку как текстовых и графических баз данных, так и пространственных. Такой подсистемой, к примеру, может послужить PostGIS.

PostGIS является расширением свободной объектной реляционной системой управления базами данных, которое предназначено для хранения в базе данных дополнительных географических атрибутов – геометрии. PostGIS поддерживает стандарт OGS (OpenGeospatial Consortium) и выпускается с 2001 года компанией Refrations Research, составляя конкуренцию многим коммерческим проектам, при этом оставаясь свободно распространяемым программным продуктом, с открытыми исходными кодами. К основному достоинству PostGIS можно отнести возможность использования языка SQL вместе с пространственными функциями и опе-

раторами. При этом наблюдается довольно активное развитие программы PostGis по мере развития PostgreSQL и проекта OpenSourceGeospatialFoundation, собирая в себе самое лучшее из них. К примеру, благодаря развитию PostgreSQL в PostGis появилась возможность использования таких нововведений, как битмаповые и Gist индексы.

Благодаря союзу с OpenSourceGeospatialFoundation [TheOGC'sRole...] в PostGis появилась возможность поддержки таких программ, как GEOS, Proj4 и JTS. В 2001 году лишь одно приложение – MapServer было способно отображать данные, хранящиеся в PostGis. К настоящему моменту работать с этими данными позволяют практически все приложения для работы с картографическими данными, как платные, так и распространяемые на некоммерческой основе. Среди последнего программного обеспечения можно выделить GRASS, QGIS, MapServer, uDig, GeoServer, GDAL/OGR, SharpMap, gvSIG, FeatureServer.

В PostGIS предоставлен полный функционал пространственных операций (соответственно к OGC), которые позволяют реализовать любые пространственные операции с геоданными. Выбор PostgreSQL+PostGIS позволяет получить максимально полнофункциональную систему, которая будет поддерживать операции с пространственными данными, являясь очень мощной системой при работе с БД.

Благодаря данному сервису, который хранит геоданные в базе данных и позволяет фильтровать и выбирать необходимые данные с помощью стандартных запросов языка SQL, можно искать необходимые объекты, как по координатам, так и с помощью другой информации, хранящейся в атрибутах каждой записи.

Использование подобных блоков позволяет хранить уже созданные ГИС-объекты, создавать новые, а также проводить с ними любые пространственные операции.

Для визуализации содержимого пространственной базы данных использовался GeoServer. GeoServer представляет из себя веб-сервер, который обеспечивает стандартных клиентов, таких как веб-браузеры и различные ГИС, доступом к различным картам и данным, которые могут храниться практически в любом формате, при этом от пользователя не требуется специальных знаний о географических данных. В самом простом случае, всё, что требуется – это веб-браузер, который позволит отобразить карты именно в том виде, который и требовался.

GeoServer представляет собой эталонную реализацию стандартов OGC: WFS (WebFeatureService), WCS (WebCoverageService) и является главным компонентом GeospatialWeb.

Необходимо также отметить, что отличающей особенностью его от ряда других (MapServer или FeatureServer) является наличие графической системы для управления настройками и описанием данных для проектов, реализуемых в GeoServer. Данная система реализуется как веб-сервис, с интерактивным созданием и изменением картографических материалов в системе (рис. 1).

Кроме того, для задания стилей оформления в GeoServer используется язык описания StyledLayerDescriptor (SLD). Изначально, он создавался для работы с сервисами WMS [StyledLayerDescriptor...]. Можно подготовить собственный файл стилей на языке SLD и передать их чужому серверу WMS и, при этом получить карту, оформленную в соответствии с предъявляемыми пользователем требованиями.

При решении подобных задач также необходимо учитывать тот немаловажный факт, что база данных должна быть защищена от несанкционированного доступа. Для этого в геоинформационной системе должны иметься средства для аутентификации пользователей. Базовая авторизация реализована в Geoserver, но уязвима

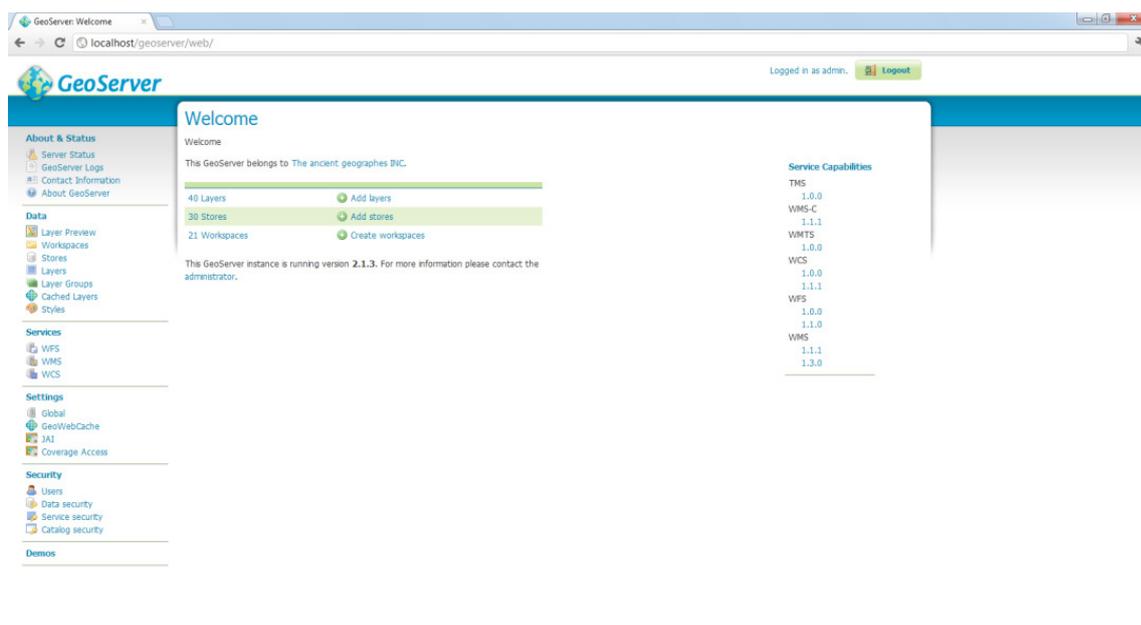


Рис. 1. Веб-интерфейс GeoServer

к атакам перехвата авторизационных данных, позволяющих просматривать карты без регистрации на web-сервисе. Выходом из данного положения является использование так называемой https-обвязки, при которой все данные между клиентом и сервером шифруются.

С помощью данного метода может быть введена поддержка протокола https, даже если исходное программное обеспечение его не поддерживает, что может иметь место в случае уже готовой системы. Для этих целей подходит программа round, которая «слушая» определённый порт, работает через него по безопасному протоколу https. Данные, поступающие на этот порт, расшифровываются и перенаправляются на внутренний порт, который «слушает» программа, и в которую мы вводим поддержку протокола https.

Для работы сервиса round необходимо получить и установить в систему сертификат [IntroductiontoSSL...]. Сертификат состоит из двух ключей – открытый и закрытый. Открытый ключ используется для шифрования трафика от клиента к серверу в защищённом соединении, закрытый ключ – для расшифровывания полученного от клиента зашифрованного трафика на сервере. После генерации открытого и закрытого ключей, на основе открытого ключа формируется запрос на сертификат в Центр сертификации (ЦС), в ответ на который ЦС высылает подписанный сертификат. ЦС, при подписывании проверяет клиента, что позволяет ему гарантировать, что держатель сертификата является тем, за кого себя выдаёт. Каждый подписанный сертификат имеет срок действия и за создание/продление подписи обычно взимается плата.

Однако существует возможность создать подобный сертификат, не обращаясь в Центр сертификации. Они могут быть созданы для станций, которые работают под Unix/Linux, что также говорит в пользу выбора данной системы. Подписываются такие сертификаты сами собой и потому называются самоподписанными (self-signed). Если не проверить данный сертификат каким-либо другим способом, то использование данного протокола может быть подвергнуто атаке «man-in-the-middle», то есть «человек-в-середине». Суть её в том, что нарушители могут подключаться к каналу, по которому устанавливается защищённое соединение, и перехватывать все запросы, идущие между сервером и клиентом. При этом нарушитель представ-

ляется клиенту как сервер, а серверу как клиент. Так как подтвердить тот факт, что сервер является тем, за кого себя выдаёт можно только с помощью сертификата выданного ЦС, подобные атаки легко осуществимы для самоподписанных сертификатов. В то же время, непосредственная передача самоподписанного сертификата по закрытому каналу и установка его в систему, как доверительного, позволяет избегать подобных атак.

Для отображения карт в информационной системе необходима система визуализации пространственных данных. Главным требованием к данной системе является поддержка слоёв, предоставляемых WMS (и WFS) серверами, такими как Mapserver, ArcIMS или Geoserver, и данных картографических сервисов Google.

В качестве примера готового продукта можно рассмотреть библиотеку OpenLayers, как наиболее функциональную и открытую из всех существующих систем.

Использование библиотеки OpenLayers позволяет в короткие сроки создать web-сервис для просмотра картографических материалов, которые могут быть представлены в различных форматах и могут быть расположены на разных серверах. Именно благодаря OpenLayers у разработчика появляется возможность создания собственной карты, исходные материалы для которой могут храниться на таких серверах, как Mapserver, ArcIMS или Geoserver, а также данные, предоставляемые сервисами Google.

Необходимо отметить, что OpenLayers является свободно распространяемым программным продуктом, с открытыми исходными кодами.

В системе OpenLayers реализованы следующие возможности:

- Добавление на карту панели для навигации, на которой присутствуют такие элементы управления, как кнопки перемещения по карте, а также изменения масштаба.
- Перемещение карты с помощью «мышки»;
- Изменение масштаба карты путём прокрутки колёсика «мышки»;
- Получение координат под указателем «мышки»;
- Вывод переключателей видимости отдельных слоёв на панель управления;
- Выбор объекта на карте и получение всей связанной с ним информации;
- Изменение прозрачности любого из слоев, представленных на карте;
- Редактирование элементов на карте самим пользователем.

Таким образом, использование программного обеспечения с открытым исходным кодом позволило интегрировать базу данных геолого-геофизической (инженерно-геологической, гидрогеологической, геоморфологической) информации на территории г. Владикавказа в специальную геоинформационную систему, обладающую значительными функциональными возможностями.

Выводы

- В результате проведения ряда исследований создана карта инженерно-геологического районирования территории города Владикавказа, освещающая вопросы геологического строения, гидрогеологических условий, литологии, морфологии, тектоники, распространения различных типов грунтов на рассматриваемой территории.

- На территории г. Владикавказа выделены участки с различной глубиной залегания галечников и мощностью глинистого и суглинистого покрова на галечниках, что являются основными показателями, определяющими категорию сейсмичности грунтов по СНиП-II-7-81* [Строительные нормы..., 2000].

- На основе анализа физико-механических свойств, в том числе (при необходимости), с помощью их дополнительного изучения геофизическими методами проведено дифференцирование групп грунтов по сейсмическим свойствам.
- Создан ГИС-проект «База данных геологической информации территории г. Владикавказа», включающий информацию о пробуренных на территории города скважинах с подробным описанием грунтов.
- На основе программного обеспечения с открытым исходным кодом выполнена интеграция базы данных геологической информации на территории г. Владикавказа в систему геоинформационного моделирования.

Литература

1. Голик В. И., Заалишвили В. Б. Геофизические методы исследования сейсмичности природных и техногенных массивов // Монография. – Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А, 2013. – 274 с.
2. Заалишвили В. Б., Кануков А. С. Влияние грунтовых условий на проявление землетрясений // Труды III Кавказской международной школы семинара молодых ученых «Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе», Владикавказ, 24-26 сентября, 2009. – Владикавказ, 2009. – С. 137-141.
3. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К., Колесникова А. М., Гогичев Р. Р., Бекаури Н. Г. Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микро-районирования г. Владикавказа в масштабе 1:10000 // Отчет о научно-исследовательской работе по теме: том 1. Труды ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А. – Владикавказ. – 2009а. – 117 с.
4. Заалишвили В. Б., Чотчаев Х. О., Мельков Д. А., Дзеранов Б. В. Современные геофизические методы и геотехнологии при инженерно-геологических изысканиях на урбанизированной территории // Труды IV международной научной конференции «Информационные технологии и системы. Наука и практика». Владикавказ, 30 июня – 3 июля 2009 года. – 2009б. – С. 250-253.
5. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К. Грунтовые условия застройки г. Владикавказа и сейсмическая опасность территории // Вестник МАНЭБ. – Санкт Петербург. – 2010. – Том 15. №4 (доп. выпуск). – С. 186-190.
6. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К. Инженерно-геологическое районирование города Беслан РСО-Алания // Труды IV Кавказской международной школы-семинара молодых ученых «Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе», Владикавказ, 24-26 октября 2011 г. – 2011а. – С. 98-102.
7. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К. Инженерно-геологическое районирование города Ардон РСО-Алания // Труды IV Кавказской международной школы-семинара молодых ученых «Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе», Владикавказ, 24-26 октября 2011 г. – Владикавказ. – 2011б. – С. 102-106.
8. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К. Инженерно-геологическое районирование города Алагир (РСО-Алания) // Труды III международной конференции «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа», Владикавказ, 19-22 сентября 2012 г. – Владикавказ. – 2012а. – С. 230-234.
9. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К. О создании карт инженерно-геологического районирования территорий населённых пунктов Республики Северная

Осетия-Алания, как основы сейсмического микрорайонирования // Материалы II Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа», 8-12 ноября 2012 г. – Грозный. – 2012б. – С. 442-446.

10. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К., Гогичев Р. Р. Инженерно-геологическое районирование территории города Дигора (РСО-Алания) // Труды V Кавказской международной школы-семинара молодых ученых «Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе», Владикавказ, 16-18 октября 2013 г. – 2013а. – С. 121-126.

11. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К., Гогичев Р. Р. О создании карт инженерно-геологического районирования населенных пунктов Республики Северная Осетия-Алания, как основы сейсмического микрорайонирования // Геология и геофизика Юга России. – Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А. – 2013б. – № 3. – С. 20-28.

12. Заалишвили В. Б., Джгмадзе А. К., Мельков Д. А., Дзеранов Б. В., Габараев А. Ф., Габеева И. Л., Дзедобоев Б. А., Кануков А. С., Шепелев В. Д. Уточнение инженерно-геологических условий территории с помощью микросейсм (на примере населенных пунктов республики Северная Осетия-Алания) // Геология и геофизика Юга России. – 2015. – № 1. – С. 5-20.

13. Заалишвили В. Б., Кануков А. С., Архиреева И. Г., Габараев А. Ф. Разработка модуля расчета социальных и экономических потерь от землетрясения в информационной системе обеспечения градостроительной деятельности РСО-Алания // Труды III международной конференции «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа», Владикавказ, 19-22 сентября 2012. – Владикавказ. – 2012. – С. 241-246.

14. Мамышева Е. Г., Загоруйко А. Е. Обзор технологических платформ для формирования ИСОГД Управление развитием территории. №3_2010. URL: <http://www.gisa.ru/69931.html> (дата обращения: 8.08.17 г.).

15. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*. – М.: Минстрой России, 2000.

16. Introduction to SSL. URL: https://developer.mozilla.org/en/Introduction_to_SSL (дата обращения: 18.10.16 г.).

17. Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification. Version: 1.1.0 (revision 4). OGC® Implementation Specification OGC 05-078r4. Ed. Dr. Markus Lupp. Date: 2007-06-29. 2007. 53 p. URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=22364 (дата обращения: 8.08.17 г.).

18. The OGC's Role in Government & Spatial Data Infrastructure URL: http://www.opengeospatial.org/domain/gov_and_sdi (дата обращения: 8.08.17 г.).

DOI: 10.23671/VNC.2017.3.9505

INTEGRATION OF THE GEOLOGICAL INFORMATION DATABASE IN THE SYSTEM OF GEOINFORMATION MODELING

© 2017 A. S. Kanukov, Sc. Candidate (Tech.)

Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz, Markov
Str., 93 a, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

Vladikavkaz branch of the Financial University Under the Government of the Russian
Federation, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz, Molodezhnaya str., 7

The article is devoted to the integration of the geological information database of Vladikavkaz into a specially developed system of geoinformation modeling. With the development of high technologies, various geoinformation systems are widely used to collect, store, analyze and graphically visualize spatial data and associated information about the objects represented in GIS objects. The engineering geological zoning map of the Vladikavkaz city territory, covering geological structure, hydrogeological conditions, lithology, morphology, tectonics, distribution of various soil types in the considered territory, was created at the Geophysical Institute. There are areas on the territory that are characterized by the different depths of pebbles or the thickness of clayey and loamy cover on pebbles, which is the main parameter determining the category of seismicity according to construction rules and regulations «SNIP-II-7-81*». On the basis of the analysis of physical and mechanical properties, a reliable differentiation of soil groups with various determining parameters characterizing the category of soils according to their seismic properties was carried out. This information is collected in a database of geological information, formed as a shapefile with spatial reference of each well. The developed database is used as a basis in the problem of geoinformation modeling. The geodetic information database of Vladikavkaz was integrated into the system of geoinformation modeling on the basis of open source software.

Keywords: seismic hazard, seismic risk, ground conditions, geoinformation modeling, databases, GIS.

References

1. Golik V.I., Zaalishvili V.B. Geofizicheskie metody issledovaniya seismiki prirodnyh i tehnogennyh massivov [Geophysical methods of seismic survey of natural and technogenic massifs]. Vladikavkaz, CGI VSC RAS and RNO-Alania, 2013. 274 p. (in Russian).
2. Zaalishvili V.B., Kanukov A.S. Vliyaniye gruntovyh uslovij na proyavlenie zemletryasenij [The influence of ground conditions on the manifestation of earthquakes]. Trudy III Kavkazskoj mezhdunarodnoj shkoly seminara molodyh uchenyh «Seismicheskaya opasnost' i upravlenie seismicheskim riskom na Kavkaze», Vladikavkaz, 24-26 sentyabrya, 2009 [Procs. of III Caucasus international school-seminar of young scientists "Seismic hazard and seismic risk management in Caucasus", September, 24-26, 2009]. Vladikavkaz, 2009, pp. 137–141. (in Russian).
3. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K., Kolesnikova A.M., Gogichev R.R., Bekauri N.G. Sozdanie inzhenerno-geologicheskoy osnovy karty seismicheskogo mikroraiionirovaniya g. Vladikavkaza v masshtabe 1:10 000 (Otchet) [Creation of the engineering-geological basis of the map of seismic microzoning of the city of Vladikavkaz on a scale of 1:10 000 (Report)]. Vol 1. Procs. of CGI VSC RAS and RNO-Alania, Vladikavkaz, 2009a. 117 p. (in Russian).
4. Zaalishvili V.B., Chotchaev H.O., Mel'kov D.A., Dzeranov B.V. Sovremennyye geofizicheskie metody i geotekhnologii pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh na urbanizirovannoy territorii [Modern geophysical methods and geotechnologies for engineering and geological surveys in an urbanized area]. Trudy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Informacionnyye tekhnologii i sistemy. Nauka i praktika». Vladikavkaz, 30 iyunya – 3 iyulya 2009 goda [Procs. of IV International scientific conference "Information technologies and systems. Science and Practice", Vladikavkaz, June 30 – July 3, 2009]. 2009b, pp. 250–253. (in Russian).
5. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. Gruntovye usloviya zastrojki g. Vladikavkaza i seismicheskaya opasnost' territorii [Soil conditions of Vladikavkaz buildingstock and seismic hazard of the territory]. Vestnik MANJeB, 2010, Vol. 15, No. 4, pp. 186–190. (in Russian).
6. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie goroda Beslan RSO-Alaniya [Engineering-geological zoning of the city of Beslan RSO-Alania]. Trudy IV Kavkazskoj mezhdunarodnoj shkoly-seminara molodyh uchenyh «Seismicheskaya opasnost' i upravlenie seismicheskim riskom na Kavkaze», Vladikavkaz, 24–26 oktyabrya 2011 g. [Procs. of IV Caucasus international school-seminar of young scientists

“Seismic hazard and Seismic Risk Management in Caucasus”, Vladikavkaz, October, 24–26, 2011]. Vladikavkaz, 2011, pp. 98–102. (in Russian).

7. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie goroda Ardon RSO-Alaniya [Engineering-geological zoning of the city of Ardon North Ossetia-Alania]. Trudy IV Kavkazskoj mezhdunarodnoj shkoly-seminara molodyh uchenyh «Seismicheskaya opasnost' i upravlenie seismicheskim riskom na Kavkaze», Vladikavkaz, 24–26 oktyabrya 2011 g. [Procs. of IV Caucasus international school-seminar of young scientists “Seismic hazard and Seismic Risk Management in Caucasus”, Vladikavkaz, October, 24–26, 2011]. Vladikavkaz, 2011, pp. 102–106. (in Russian).

8. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie goroda Alagir (RSO-Alaniya) [Engineering-geological zoning of the city of Alagir (RNO-Alania)]. Trudy III mezhdunarodnoj konferencii «Opasnye prirodnye i tehnogennye geologicheskie processy na gornyh i predgornyh territoriyah Severnogo Kavkaza», Vladikavkaz, 19–22 sentyabrya 2012 g. [Procs. of III International conference “Dangerous natural and Technogenic Processes on mountainous and piedmont territories of Caucasus, Vladikavkaz, September, 19–22, 2012]. Vladikavkaz, 2012a, pp. 230–234. (in Russian).

9. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. O sozdanii kart inzhenerno-geologicheskogo raionirovaniya territorij naselyonnyh punktov Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya, kak osnovy seismicheskogo mikroraiionirovaniya [On the creation of maps of engineering-geological zoning of the territories of populated areas of the Republic of North Ossetia-Alania, as the basis for seismic microzoning]. Materialy II Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza», 8–12 noyabrya 2012 g. – Grozny, 2012b, pp. 442–446. (in Russian).

10. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K., Gogichev R.R. Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie territorii goroda Digora (RSO-Alaniya) [Engineering-geological zoning of the territory of the city of Digora (RNO-Alania)]. Trudy V Kavkazskoj mezhdunarodnoj shkoly-seminara molodyh uchenyh «Seismicheskaya opasnost' i upravlenie seismicheskim riskom na Kavkaze», Vladikavkaz, 16–18 oktyabrya 2013 g. [Procs. of V Caucasus international school-seminar of young scientists “Seismic hazard and Seismic Risk Management in Caucasus”, Vladikavkaz, October, 16–18, 2013]. Vladikavkaz, 2013a, pp. 121–126. (in Russian).

11. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K., Gogichev R.R. O sozdanii kart inzhenerno-geologicheskogo raionirovaniya naselennyh punktov Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya, kak osnovy seismicheskogo mikroraiionirovaniya [On the creation of maps of engineering-geological zoning of settlements of the Republic of North Ossetia-Alania, as the basis for seismic microzoning]. Geologiya i geofizika Yuga Rossii, 2013, No. 3, pp. 20–28. (in Russian).

12. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K., Mel'kov D.A., Dzeranov B.V., Gabaraev A.F., Gabeeva I.L., Dzeboev B.A., Kanukov A.S., Shepelev V.D. Utochnenie inzhenerno-geologicheskikh uslovij territorii s pomoshh'yu mikroiseizm (na primere naselennyh punktov Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya) [Clarification of engineering and geological conditions of the territory with the help of microseisms (on the example of settlements of the Republic of North Ossetia-Alania)]. Geologiya i geofizika Yuga Rossii, 2015, No. 1, pp. 5–20. (in Russian).

13. Zaalishvili V.B., Kanukov A.S., Arhireeva I.G., Gabaraev A.F. Razrabotka modulya rascheta social'nyh i ekonomicheskikh poter' ot zemletryaseniya v informacionnoj sisteme obespecheniya gradostroitel'noj deyatel'nosti RSO-Alaniya [Development of a module for calculating social and economic losses from an earthquake in the information system for the provision of urban development activities in the Republic of North Ossetia-Alania]. Trudy III mezhdunarodnoj konferencii «Opasnye prirodnye i tehnogennye geologicheskie processy na gornyh i predgornyh territoriyah Severnogo Kavkaza», Vladikavkaz, 19–22 sentyabrya 2012 [[Procs. of III International conference “Dangerous natural and Technogenic Processes on mountainous and piedmont territories of Caucasus, Vladikavkaz, September, 19–22, 2012]]. Vladikavkaz, 2012 pp. 241–246. (in Russian).

14. Mamysheva E.G., Zagorujko A.E. Obzor tehnologicheskikh platform dlya formirovaniya ISOGD [Overview of technological platforms for the formation of ISOGD (information system for urban development)] Upravlenie razvitiem territorii, 2010, No. 3. (in Russian). Available at: <http://www.gisa.ru/69931.html> (accessed 8.08.2017).

15. SNiP II-7-81*. Stroitel'nye normy i pravila. Stroitel'stvo v seismicheskikh raionah [SNiP II-7-81*. Building codes and regulations. Construction in seismic regions]. Moscow, Minstroj Rossii, 2000. (in Russian).

16. Introduction to SSL. Available at: https://developer.mozilla.org/en/Introduction_to_SSL (accessed 18.10.2016). (in Russian).

17. Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification. Version: 1.1.0 (revision 4). OGC Implementation Specification OGC 05-078r4. Ed. Dr. Markus Lupp. Date: 2007-06-29. 2007. 53 p. Available at: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=22364 (accessed 08.08.2017).

18. The OGC's Role in Government & Spatial Data Infrastructure Available at: http://www.opengeospatial.org/domain/gov_and_sdi (accessed 08.08.17 g.).