

ВИРТУАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА АРМЕНИИ: СОДЕРЖАНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2018г. А.А. Авакян, А.А. Аракелян, А.М. Манандян, А.О. Нерсисян

*Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: arshavir.avagyan@gmail.com
Поступила в редакцию 03.08.2017г.*

В статье рассмотрены содержание и организация пространственных данных РА, функциональными возможностями веб-системы их обработки и использования. База геоданных (geodatabase) разработана в результате многолетних исследований сотрудников лаборатории Геоинформатики ИГН НАН РА, а система, которая характеризуется авторами как Виртуальная географическая среда (ВГС), доработана в последние годы. В статье также представлен сравнительный анализ современных веб-ГИС, в том числе системы, разработанной авторами.

Введение

Данная статья имеет цель ознакомить читателя с содержанием и организацией пространственных данных РА, функциональными возможностями системы их обработки и использования в сети Интернет, сформированными в результате многолетних исследований сотрудников лаборатории Геоинформатики ИГН НАН РА. Представлены также основные современные принципы веб-ГИС и различные их реализации.

Геоинформационные методы и системы, созданные для работы с географической информацией с использованием компьютерных технологий, в результате своего развития поднялись на новый методический уровень, который определяется понятиями «геоинформационное пространство», «виртуальная географическая среда» и другими близкими по смыслу терминами.

Определяющая особенность упомянутых и других аналогичных веб-ГИС заключается в том, что они представляют совокупность данных о природных и других пространственных объектах, находящихся друг с другом в информационном взаимодействии, а также методы и технологии и информационную инфраструктуру, обеспечивающие это взаимодействие. Важную роль в развитии таких информационных продуктов сыграло появление онлайн-ГИС. Об интенсивности их развития свидетельствует тот факт, что картографические Интернет-серверы и новое направление веб-ГИС появились в течение нескольких лет, после того, когда впервые на конференции Международной картографической ассоциации (1997г.) была подчеркнута актуальность внедрения в картографию средств телекоммуникаций и соединения ГИС-технологий с Интернет (Kenan et al., 2015).

В этом процессе широкое распространение получили ГИС-картографирование (Берлянт, 2002), ГИС-атласы (Тикунови др., 2004), муниципальные ГИС (Кириллин, 2008; Петроваи др., 2009), кибер-инфраструк-

тура (Ciber-GIS) (Kenan et al., 2015), геопорталы (Кошкарев, 2008), понятия и реализации национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД) (Андрианов, 2006; Матчин, 2015; Лобанов, 2014; Директива/ЕС, 2007), а также понятие геоинформационного пространства (ГИП) (Лисицкий, 2012) и виртуальной географической среды (ВГС) (Batty, 2008; Lin et al., 2009; Batty et al., 2011; Lin et al., 2013).

Цель и задачи

Основной целью работы является разработка виртуальной географической среды для Армении, которая представляет собой информационную и методическую платформу для определенного круга научных исследований, основанных на моделировании различных по природе пространственных процессов и других задач с использованием геоинформации.

Для достижения вышеуказанной цели необходимо решение следующих задач:

- Разработка геобазы данных и базы метаданных,
- Установка связей с внешними базами данных,
- Разработка веб-интерфейса ВГС-Армения,
- Интеграция цифровых моделей пространственных процессов, разработанных авторами статьи в форме программных ГИС-приложений.

Концепция и логическая структура

Веб-информационные системы имеют различные назначения, принадлежат разным тематическим областям, поэтому и содержат отличные друг от друга функциональные компоненты, методические и информационные сервисы, предоставляемые пользователям (табл.1).

Таблица 1

Компоненты, функции и информационные возможности веб-ГИС

Компоненты и функции	ИПД	ВГС	ГИП	Веб-атлас	Мнц-ГИС	ВГС ИГН
База(ы) геоданных(ГБ)	+	+	+	+	+	+
Доступ к геоданным	+	+	+	+	+	+
Метаданные	+	-	-	+	+	+
Административные механизмы предоставления данных	+	-	-	-	- +	-
Интернет доступ к ГБ	+	+	+	+	+	+
Блок обработки и анализа данных	+	+	+	+	+	+
Блок интерактивного построения карт	-	+	-	-	+	+
Пространств.- временное моделирование	-	+	+	-	+	+
Межпользовательское сотрудничество	-	+	- +	-	- +	- +
Публикация карт	-	+	-	-	- +	- +

В табл.1, составленной по литературным данным, представлено наличие или отсутствие основных характерных компонентов и функций в составе различных подтипов веб-ГИС.

Далее приводится сравнительная характеристика указанных видов информационных ресурсов, позволяющая определить место и назначение разработанной авторами системы.

Инфраструктура пространственных данных (ИПД) обязательно содержит системную совокупность наборов пространственных данных, сетевых сервисов и технологий, метаданных этих двух компонентов, а также соглашений о доступе, использовании и распространении данных, установленных соответствующей Директивой Евросоюза (Директива/ЕС, 2007). Понятие сервисы (геосервисы) подразумевает операции, которые могут быть выполнены с помощью компьютера с пространственными данными, либо с соответствующими метаданными. ИПД организуется, как геоportal Интернет-сайт, обеспечивающий свободный доступ к сервисам, указанным выше. Она используется для поиска и получения базовых пространственных данных, в качестве географической основы тематических карт (Кошкарев, 2008). Создание такой системы на национальном уровне, входит в полномочия органов власти страны.

Геоинформационное пространство (ГИП) определяется, как совокупность геоинформационных моделей территорий, массивов, пространственных данных о территориях, представленных в двумерном и трехмерном видах, связанных между собой единой координатной основой, позволяющей отображать и обрабатывать пространственные объекты одновременно из разных массивов данных любых масштабов, включая массивы тематических данных различных пользователей (Лисицкий, 2012).

Муниципальные ГИС (МНЦ ГИС) основаны на централизованной базе данных пространственных объектов, предоставляет возможность хранения, анализа и обработки произвольной информации, связанной с тем или иным объектом ГИС. В муниципальных ГИС такая организация данных упрощает процесс использования информации об объектах городской территории заинтересованными службами и частными лицами (Кириллин, 2008; Петрова и др., 2009).

Веб-атлас система, включающая цифровые данные и аппаратно-программные средства генерации электронных карт (ЭК), а также иных некартографических элементов, образующих содержание электронных атласов (ЭА) в составе систем автоматизированного картографирования или ГИС на основе цифровых моделей карт или цифровых представлений (моделей) пространственных объектов (Тикунови др., 2004).

ВГС - виртуальная географическая среда (Virtual Geographic Environment), базируется на положениях теории геоинформатики, касающихся вопросов взаимодействия пользователей и аппаратно-программного обеспечения, которые могут быть использованы в качестве инструмента для выполнения географического анализа на совершенно новом уровне (Lin et al., 2009). Авторы ВГС к ее основным компонентам относят возможность

анализа временных изменений в географической среде. С этой целью создаются различные виртуальные модели пространства, которые используются для выполнения точных расчетов параметров пространства. Современные географические процессы могут быть введены в ВГС с помощью различных датчиков, фиксирующих потоковые данные об окружающей среде в режиме реального времени. Это позволяет создавать виртуальные системы, работающие с актуальными данными и помогающие принимать пространственные решения в реальном времени (*Lin et al., 2013*).

Моделирование является важной составляющей ВГС как метод геопространственного анализа и приобретает смысл географического эксперимента, прогнозирующего последствия природных, социальных и других географических динамических процессов.

Из рассмотренных веб-информационных систем для научных исследований наиболее предназначены ГИП и ВГС. Первый из этих терминов используется в русскоязычной литературе, второе понятие предложено и развивается группой англоязычных авторов. Описанная ниже разработка авторов статьи сочетает в себе основные компоненты обеих систем, а также соответствует принципиальным требованиям ИПД, в частности, о наличии метаданных. Однако на основании того, что геобазы данных разработанной авторами системы достаточным образом представляет географическую среду и основные черты геологического строения Армении, а также наличие развитого компонента моделирования различных по природе пространственных процессов, авторы склонны ее определить, как виртуальную географическую среду Армении.

В течение длительного периода развития геоинформационных методов усилиями авторов данной статьи и другими сотрудниками лаборатории геоинформатики ИГН сформирована обширная геобазы данных и программная среда, необходимая для научных исследований. Функциональность среды в ее текущем состоянии соответствует тенденциям развития геоинформационных систем и организации инфраструктуры пространственных данных, а также обусловлена требованиями тематических исследований и практических разработок авторов. Тематика и содержание геобазы данных выбраны таким образом, чтобы с достаточной полнотой представить географическую и геологическую среды территории Армении в задачах моделирования природных и техногенных процессов в этих средах. С этой целью в геобазу данных в первую очередь были введены базовые тематические слои, представляющие географические условия и основные черты геологического строения страны. Затем по мере развития геоинформационной среды Армении геобазы данных пополнялась новыми производными и первичными тематическими слоями. С целью облегчения навигации в обширной пространственной информации предоставления сведений об источниках данных, а также защиты прав авторов тематических слоев, составлена база метаданных.

В текущем состоянии логическую структуру ВГС-Армения составляют следующие компоненты: 1. геобазы, 2. модели пространственных объектов и процессов, 3. интерфейс цифрового картирования и пополнения геобазы данных, 4. метаданные цифровых слоев (в дальнейшем также-сервисов), 5. веб-функции пользования системой (рис.1).

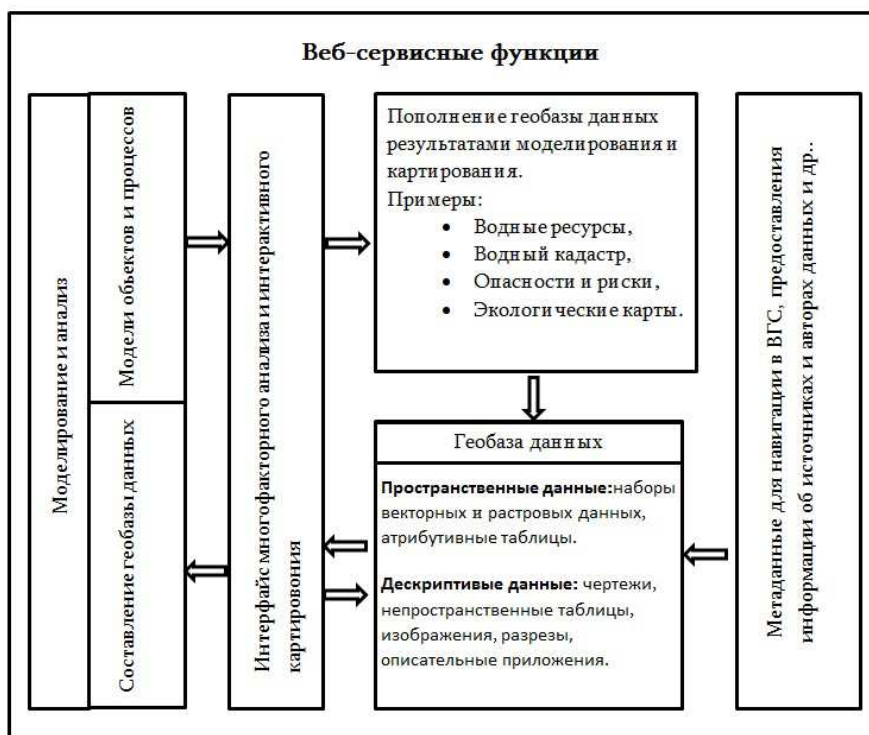


Рис.1. Логическая структура ВГС-Армения

Использованные данные и методы

Геобазы данных ВГС-Армения

Геобазы данных состоят из тематических групп слоев, описанных ниже.

Группа 1. Базовые слои:

Административное деление: государственные границы, областные границы, районные границы, населенные пункты, общины (точечный слой), границы общин, главные города, плотность населения по областям.

Инфраструктура: магистральные автодороги, автомобильные дороги, железные дороги.

Группа 2. Природных условия:

Геоморфометрия: абсолютные высоты, углы наклона склонов, экспозиции склонов, горные вершины, распределение площади территории по высотным поясам.

Гидрология: водосборные бассейны главных рек, речная сеть и озера, водохранилища.

Гидрогеология: артезианские бассейны подземных вод, месторождения подземных вод, родники пресных вод, источники минеральных вод.

Физико-географическое районирование: геоморфологические зоны, климатические пояса, ландшафтные пояса, флористические зоны, типы почв.

Геология: Геологическая карта (Харазян, 2005), карта верхнеплиоцен-четвертичных вулканов (Авакян и др., 2004), тектоническая карта (Саргсян, 2012).

Группа 3. Природные ресурсы: землепользование, леса, особо охраняемые природные территории, природные памятники.

Группа 4. Природные опасности:

Сейсмическая опасность и риск: сейсмическое зонирование, исторические землетрясения, землетрясения в последние годы.

Оползневая опасность и риск: местоположение оползней, оползневые склоны, оползневой риск, землепользование на оползневых склонах, геологическая основа оползней, риск оползней по областям (Georisk, 2014).

Опасность лесных пожаров: опасность лесных пожаров по месяцам – июнь, июль, август; опасность пожаров по высотным поясам, опасность пожаров в зависимости от типа леса.

Гидрометеорологические опасности: сели, селеносные долины, дифференцированные по степени опасности, зарегистрированные наводнения, берегозащитные сооружения, опасность наводнений по речным бассейнам, опасность наводнений по административным областям, опасность наводнений по административным районам.

Группа 5. Техногенные опасности и риски: опасность техногенных аварий, риск техногенных аварий, техногенные опасности по районам, техногенные опасности по областям.

Группа 6. Критические инфраструктуры (не включенные в другие группы): электростанции, автодорожные тоннели, автодорожные мосты, железнодорожные тоннели, учреждения здравоохранения, административные сооружения, аэропорты, химические заводы, бензо- и газозаправочные станции, телекоммуникационные станции, пожарно-спасательные центры и станции, промышленные установки, телекоммуникационные станции, высоковольтные линии электропередач, хранилища опасных веществ и отходов, свалки.

Группа 7. Уязвимость населения от природных и социально-экономических рисков: обобщенный индекс уязвимости по регионам Армении, способность адаптации и преодоления, общая, физическая, социальная и экономическая восприимчивость.

Группа 8. Гидротехнические сооружения и водопользование: линии водоснабжения, канализация, гидрогеологические скважины, каналы, водохранилища, ГЭС, водозаборы, рыбные хозяйства, участки обслуживаемые обществами водопользователей.

Группа 9. Полезные ископаемые: месторождения металлических и неметаллических полезных ископаемых, хвостохранилища.

Группа 10. Гидрометеорологический мониторинг: метеорологические пункты наблюдений и станции, гидрологические пункты наблюдения, пункты наблюдения качества воды.

Группа 11. Туристические объекты: исторические памятники, гостиницы, рестораны/кафе, магазины.

Внешние базы данных ВГС-Армения

Одно из преимуществ ВГС-Армении состоит в том, что эта система поддерживает информацию, хранящуюся вне ее базы данных. В частности, может быть установлена связь (link) с базами пространственных данных, установленных на других серверах, или с данными мониторинга или картирования, получаемыми посредством телекоммуникаций. Примером таких данных, имеющих важное значение для моделирования многих природных процессов, являются данные гидрометеорологического мониторинга, автоматизированного мониторинга оползневых тел, мониторинга качества воздуха и воды. Эта возможность позволит системам, генерирующим БД мониторинга, интерактивно пользоваться тематическими слоями ВГС для построения карт данных наблюдения или их производных переменных.

Связь с внешними ресурсами ГИС данных осуществляется посредством веб-сервисов, обеспечивающих доступ к пространственным данным, также предоставляя возможность их обработки, поиска, анализа и визуализации.

В основе каждого ГИС-сервиса лежит геоинформационный ресурс: карта, база данных, программный инструмент геообработки и др. ГИС-сервис является связующим звеном между исходным ресурсом и клиентским приложением (настольной или мобильной ГИС, веб-приложением и др.), выполняя передачу данных от ресурса к клиенту и обратно, обслуживая различные запросы пользователей. ГИС-сервисы могут использоваться, как часть веб-ГИС для реализации на веб-сайтах возможностей доступа к пространственным данным и функциям геообработки, а также, как независимые веб-сервисы для предоставления другим пользователям возможности встраивания сервисов в собственные приложения на платной или бесплатной основе.

Основные типы ГИС-сервисов, классифицированные по функциональным возможностям, приводятся ниже:

- картографический сервис-предоставляет доступ к содержимому карты, в том числе к отдельным слоям, объектам и атрибутам,
- сервис изображений-предоставляет доступ к наборам растровых данных, в том числе к значениям пикселей, метаданным и каналам,
- сервис геокодирования-обеспечивает поиск объектов на карте по адресу, а также определение адреса указанной на карте точки,
- сервис геоданных-предоставляет доступ к содержанию базы геоданных для запросов, извлечения и репликации данных,
- сервис сетевого анализа-обеспечивает анализ транспортной сети, построение оптимальных маршрутов,

- сервис геообработки-предоставляет возможность моделирования и анализа пространственных отношений (прогнозирование распространения наводнения, анализ закономерностей возникновения вспышек заболеваний и др.).

Для стандартизации создаваемых ГИС-сервисов и обеспечения возможности доступа к ним из различных приложений используются стандарты консорциума OGC (Open Geospatial Consortium). Основными стандартами ГИС-сервисов являются:

Web Map Service (WMS)-для работы с коллекциями слоев как с картографическими изображениями,

Web Map Tile Service (WMTS)-для работы со слоями карты как с листами кэша карты,

Web Feature Service (WFS)-для работы с данными как с векторными пространственными объектами,

Web Coverage Service (WCS)-для работы с данными как с растровыми покрытиями,

Web Processing Service (WPS)-для предоставления инструментов геообработки.

Программное обеспечение ВГС-Армения

ВГС построена на основе программных продуктов свободного пользования, что делает ее доступной в интернете произвольному пользователю, в то же время обеспечивается взаимодействие с национальными системами, стандартами и форматами пространственных данных. ВГС использует Linux (Debian) сервер, Apache и Tomcat веб-серверы. Для управления реляционными базами данных использована система PostgreSQL. GeoServer предоставляет доступ к пространственным данным и возможность их интерактивной обработки и редактирования. GeoServer также визуализирует данные в актуальных картографических программных приложениях для картирования, таких как, Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps и Microsoft Virtual Earth, а также служит для стыковки с актуальными ГИС, такими, как ESRI ArcGIS и др. Также используется OpenLayers для отображения картографических данных в веб-браузерах в виде плиточных веб-карт.

Метаданные ВГС-Армения

Каждый тематический слой геобазы данных ВГС-Армения описан набором метаданных в соответствии со стандартами ISO и принципами INSPIRE инициативы. В обязательный набор метаданных включены следующие дискретные элементы: заглавие карты, ключевые слова, пространственное разрешение и/или масштаб карты, организация, ответственная за информацию, источник данных, автор(ы), язык(и), краткое описание, дата составления, дата обновления (табл.2). Сведения об авторстве в списке метаданных, имеют важное значение, как для защиты авторских прав, так и обеспечения ответственности за достоверность информации. Метаданные в системе также обеспечивают взаимодействие с другими геопорталами.

Таблица 2

Метаданные слоя “Государственная граница Армении”

Заглавие карты	Государственная граница Армении
Ключевые слова	Граница; Армения
Пространственное разрешение и/или масштаб карты	1:100.000
Организация, ответственная за информацию	НАН РА, ИГН, Лаборатория геоинформатики
Источник данных	Топогр. основа м-б 1:100000
Автор(ы)	---
Язык(и)	Английский, армянский
Краткое описание	Линейный слой, WGS 84, ArcMap 10.2.1,
Дата составления	дд/мм/гг
Дата обновления	дд/мм/гг

Возможности моделирования в ВГС-Армения

Компонент моделирования ВГС-Армения включает цифровые модели, разработанные авторами в форме программных ГИС-приложений. Модели используют геобазы данных и программы ВГС для решения представленных ниже задач.

1. Построение карт теневого рельефа, углов наклона, экспозиций, горизонтальной и вертикальной кривизны склонов по данным абсолютных высот. Перечисленные морфометрические карты использованы с целью анализа рельефа Армении, выделения морфоструктур, описания строения речных бассейнов, решения гидрологических и экологических задач, планирования управления водных ресурсов, оценки и картирования природных опасностей.
2. Графическое представление и анализ гипсометрии рельефа территорий и речных бассейнов. Вычисляется распределение площади территории по заданным высотным поясам, строится гистограмма и интегральная гипсометрическая кривая. Данные используются для количественного описания рельефа территорий и анализа эрозионного развития рельефа речных бассейнов (Авакян и др., 2010¹).
3. Выделение морфоструктур на основе ЦМР путем анализа морфометрических карт. Модель авторами использована с целью выделения круговых морфоструктур, на территории Армении (Pilouyan et al., 2016). Модель в числе других приемов анализа морфометрических карт, эффективно используется также с целью выделения линеаментов (Jordan et al., 2005).
4. Геометрический анализ эрозионного развития речных русел путем сопоставления теоретической формы равновесного продольного профиля с формой русла реальной реки. С использованием данной модели выполнена типизация формы продольного профиля русел и

классификация рек по этому признаку, а также зонирование бассейна озера Севан по условиям эрозии, аккумуляции и поверхностного стока (Авакян и др., 2010²).

5. Кодирование рек, водосборных бассейнов с учетом их экологических характеристик. Модель реализована на примере территории Армении и предлагает систему кодирования водных объектов по комплексу их пространственных и атрибутивных характеристик, определенных требованиями водной рамочной директивы (ВРД) ЕС и водным законодательством РА. Комплексный код каждого водного объекта состоит из следующих групп определителей: идентификатор в гидрографической сети страны и в системе кодирования Евросоюза, статических атрибутов в системе ВРД ЕС, коды динамических атрибутов, характеризующих антропогенное воздействие на водное тело, качество воды и экологическое состояние водного тела. Включение статических и динамических атрибутов водных объектов в систему кодирования позволяет унифицировать процедуру оценки и автоматизировать картирование экологического состояния водных объектов (Авакян и др., 2011).
6. Разделение водных объектов на однородные водные тела (water body delineation) по следующим признакам: гипсометрическому положению бассейна, гидрографическим признакам, типам источников антропогенного давления, степени гидроморфологического изменения русел. Выделение водных тел является непременным условием планирования управления водных ресурсов. Детальные исследования с реализацией модели выполнены в бассейне реки Агстев (Аракелян и др., 2011).
7. Расчет зависимости среднегодового модуля поверхностного стока от средневзвешенной высоты речных бассейнов. Модель включает базу данных долговременного гидрологического мониторинга, ЦМР, программы расчета среднегодового модуля стока, нормы стока в произвольном створе реки и других актуальных гидрологических задач (Мнацаканян и др., 2010).
8. Оценка и картирование уязвимости населения. Данная модель разработана исходя из подходов и методов оценки уязвимости населения в контексте природных и техногенных катастроф, однако, вычисленный обобщенный индекс уязвимости и отдельные ее компоненты применимы также для экологических и социально-экономических катастроф. Модель включает иерархическую структуру индекса уязвимости населения, базу данных факторов уязвимости и результирующие цифровые слои. В целом для оценки и картирования обобщенного индекса уязвимости населения, в том числе составляющих индикаторов способности адаптации, способности преодоления и восприимчивости, используются 29 факторов,. Также отдельно оцениваются показатели физической, социальной и экономической восприимчивости, что позволяет выявить наибо-

лее уязвимые факторы для каждого региона. Результаты данной модели могут быть использованы в планировании регионального развития и снижении рисков катастроф, в частности, для выявления приоритетных мероприятий снижения уязвимости населения для каждого региона.

9. Пространственный анализ и картографическое представление геохимических полей. Модель позволяет статистическими методами решить следующие геохимические задачи и автоматизировать построение специализированных цифровых геохимических карт: анализ взаимосвязи содержаний элементов (параметрическими и непараметрическими методами), анализ однородности геохимического поля (на основе среднего содержания и стандартного отклонения), оценку фоновых и аномальных содержаний, определение оптимального количества проб для получения достоверных результатов, построение специализированных геохимических карт (моно- и полиэлементные геохимические карты, карты аномальных и фоновых участков, карты зональности по вычисленным аддитивным и мультипликативным показателям). Также возможно оценить статистические параметры и закон распределения выборки, на основе чего предлагается наиболее подходящий метод анализа, для получения достоверных результатов. Модель использована, для анализа структуры геохимического поля Агаракского медно-молибденового месторождения и бассейна р. Гехи (Авакян и др., 2009; Манандян, 2009).

Заключение

Описанная в статье разработка авторов ВГС-Армения, функционально и по совокупности компонентов: обширной по тематике геобазы данных, возможностям мультитематического геомоделирования, интерактивного картографирования и публикации в Интернете электронных карт соответствует новому поколению веб-ГИС. Опыт работ, выполненных авторами в этой среде показали эффективность ее использования для решения научных задач. В текущем состоянии ВГС-Армения в достаточной мере представляет реальную географическую среду, а также основные особенности геологического строения территории Армении для того, чтобы ее использовать, как информационную и методическую платформу для определенного круга научных исследований, основанных на моделировании различных по природе пространственных процессов и других задач с использованием геоинформации. Иначе говоря, ВГС может служить многопрофильной исследовательской лабораторией, оснащенной обширной пространственной информацией и Интернет-сервисом.

ВГС-Армения способна обмениваться геоданными, методами их обработки и моделирования с рассмотренными в данной статье другими типами веб-ГИС. Такая функция ВГС будет важна при появлении в дальнейшем в Армении подобных ей веб-систем. В настоящее время авторы будут ра-

ботать в новом важном направлении, цель которой, установление связи ВГС с системами мониторинга природных процессов.

Авторы заинтересованы в дальнейшем развитии и расширении ВГС, что будет возможно при условии ее многотематического и многопрофильного использования, при участии специалистов разных профилей.

Авторы надеются, что данная статья также послужит расширению ВГС, как информационного продукта, и развитию инициативы формирования организованного и ответственного научного сообщества пользователей веб-ГИС.

Литература

- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Карапетян С.Г., Ширинян К.Г.** Электронный каталог и цифровая карта верхнеплиоцен-четвертичных вулканов Армении. 2004, N 1, с.55-57.
- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Пилюян А.С.** Опыт исследования продольного профиля рек бассейна оз. Севан как индикаторов новейших процессов рельефообразования. Сб. "Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты", М., Геогр. Фак. МГУ, 2010¹, с.27-28.
- Авакян А.А., Аракелян А.А.** О методе кодирования рек, водосборных бассейнов Республики Армения и их характеристик. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2011, N 1, с.57-66.
- Авакян А.А., Григорян С.В., Манандян А.М.** ГИС приложение для решения геохимических задач. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, N 3, с.34-37.
- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Пилюян А.С.** О высотных характеристиках рельефа территории Армении и методах их вычисления на основе цифровой модели рельефа масштаба 1:200000. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2010, N 3, с.48-58.
- Андрианов В.Ю.,** Инфраструктура пространственных данных. Журнал ArcReview, 2006, 37, N 2.
- Аракелян А.А., Пилюян А.С.** Выделение и определение водных тел, подверженных экологическим рискам по качественным и количественным характеристикам, на примере бассейна реки Агстев, Изв. НАН РА, Науки о Земле, Ереван, Изд. «Гитутюн» НАН РА, 2011, 64, N 2, с.54-64.
- Берлянт А. М.** Виртуальные геоизображения, М. Научный мир, 2001, 56с.
- Берлянт А. М.** Картография, М., Аспект Пресс, 2002, 336 с.
- Директива 2007/2/ЕС** Европейского парламента и Совета Европы от 14 марта 2007г. по созданию инфраструктуры пространственной информации ЕС (INSPIRE).
- Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С., Заварзин А.В., Лурье И.К., Рыльский И.А., Трофимов А.М., Флейс М.Э., Яровых В.Б.** Основы геоинформатики. В 2-х книгах. Кн. 1: Учебное пособие для студентов вузов, М., Издательский центр «Академия», 2004, 352с.
- Кириллин В.В.** Использование ГИС в муниципальном управлении. Министерство образования и науки РФ. ГОУ ВПО "Якутский государственный университет Имени М.К. Амосова", Якутск, 2008, с.1-25.
- Кошкарев А.В.** Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами. Пространственные данные, 2008, N 2, с.6-14.
- Лисицкий Д.В.,** Геоинформатика, Министерсво образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная геодезическая академия", Новосибирск, СГГА, 2012, с.1-108.
- Лобанов А.А.** Инфраструктура пространственных данных как ресурс управления. Государственный Советник, 2014, с.76-81.
- Манандян А.М.** Структура полей концентраций меди и молибдена Агаракского месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, N 2, с.58-63.
- Матчин В.Т.** Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных. Журнал "Образовательные ресурсы и технологии", 2015, 9, N 1, с.137-144.
- Мнацаканян Б.П., Авакян А.А., Аракелян А.А., Ерицян А.Г.** Методика построения карты среднегодового модуля стока и вычисления нормы стока в произвольном створе реки на примере Армении. Известия НАН РА, Науки о Земле, 2010, N 2, с.48-56.

- Петрова Е.С., Курдюшкина Н.А. Геоинформационные системы в деятельности органов муниципального управления. Системное управление-электр. науч. периодич. изд., 4, N2, 2009.
- Саргсян О.А. Тектоническая карта Армении, м-б 1: 200 000, Ереван, 2012.
- Харазян Э.Х. Геологическая карта Армении, м-б 1: 500 000, Ереван, 2005.
- Batty M., Lin H. *Virtual Geographic Environments*, Redland, CA: ESRI Press, 2011.
- Batty M. Virtual Reality in Geographic Information Systems, The Handbook of Geographic Information Science, Oxford: Blackwell, 2008, p.317-334.
- Development of a hazard map/GIS layer for Armenia** "Prevention, Preparedness and Response to natural and man-made disasters in the ENPI East Region" (PPRD East) Programme, funded by EU. Prepared by Georisk Ltd., 2014.
- Jordan G., Meijninger B.M.L., Hinsbergen D.J.J., Meulenkamp J.E., Dijk P.M. Extraction of Morphotectonic Features from DEMs: Development and Applications for Study Areas in Hungary and NW Greece. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2005, N 7, p.163-182.
- Kenan Li*, Nina S. N. Lam, Yi Qiang, Lei Zou and Heng Cai A Cyberinfrastructure for Community Resilience Assessment and Visualization. Cartography and Geographic Information Science, 2015, 42, N1, p.34-39.
- Lin H., Batty M. *Virtual Geographic Environments as Collective Constructions*, Geographic Environments, Beijing: Science Press, 2009, p.15-24.
- Lin H., Chen M., Lu G.N. Virtual Geographic Environment: A Workspace for Computer-aided Geographic Experiments. Annals of the Association of American Geographers, 2013, 3, N 103, p.465-482.
- Piloyan A.S., Avagyan A.A. The Circular Structures of the Republic of Armenia based on a Digital Elevation Model. European Journal of Geography, ©Association of European Geographers, 2016, 7, N 3, p.57-69.

Рецензент С.Напетян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՎԵՐՏՈՒԱԼ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐ. ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Ա.Ա. Ավագյան, Ա.Ա. Առաքելյան, Հ.Մ. Մանանդյան, Ա.Հ. Ներսիսյան

Ամփոփում

Հոդվածը նպատակ ունի ընթերցողին ծանոթացնել Հայաստանի տարածական տվյալների բովանդակության, կազմակերպման ձևի և դրանց մշակման ու օգտագործման վեբ-համակարգի ֆունկցիոնալ հնարավորությունների հետ: Աշխարհագրական տվյալների հենքը (geodatabase) ստեղծվել է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ Գեոինֆորմատիկայի լաբորատորիայի բազմամյա աշխատանքի արդյունքում, իսկ համակարգը, որը հեղինակները բնութագրում են որպես վիրտուալ աշխարհագրական միջավայր (ՎԱՄ), ամփոփվել է վեբ-տարիներին: Հոդվածում նաև տրված է արդի վեբ-ԱՏՀ-ների համեմատական նկարագրությունը և հեղինակների կազմած համակարգի տեղը դրանց շարքում:

Աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը սկսած 2000-ական թվականներից սկսեցին զարգանալ որպես առցանց համակարգեր (online-GIS), և կախված դրանց նպատակից ու թեմատիկ ուղղվածությունից առաջ եկան դրանց որոշակի տարբերակներ՝ «աշխար-

հագրական տեղեկատվական տարածություն» (USS), «տարածական տվյալների ենթակառուցվածք» (այդ թվում՝ ազգային մակարդակով), «վիրտուալ աշխարհագրական միջավայր» (ՎԱՄ), «առցանց վեբ-ատլասներ», «մունիցիպալ ՄՏՀ»։ Հոդվածում տրված է դրանց գործառնությունների և տեղեկատվական հնարավորությունների համեմատական նկարագիրը։ Ցույց է տրվում, որ Երկրի մասին և հարակից ոլորտների գիտական հետազոտությունների համար առավել հարմար տեղեկատվական աղբյուր և գործառնություններ տրամադրում են USS-ն ու ՎԱՄ համակարգերը։

Հոդվածում մանրամասն ներկայացված են ՎԱՄ-Հայաստան համակարգի բաղադրիչները, որոնք են՝ 1. տարածական տվյալների հենք (geodatabase), 2. տարածական և ժամանակային պրոցեսների մոդելներ, 3. թվային քարտեզների և տարածական տվյալների հենքեր, լրամշակման (update) ինտերֆեյս, 4. մետատվյալների հենք, 5. համակարգը առցանց օգտագործելու գործառնություններ։

VIRTUAL GEOGRAPHIC ENVIRONMENT OF ARMENIA: CONTENT, CAPABILITIES AND APPLICATION

A.A. Avagyan, A.A. Arakelyan, H.M. Manandyan, A. H. Nersisyan

Abstract

The aim of the article is to present the content of the spatial data of Armenia, the form of their organization, processing and application as a web-GIS. The geodatabase was created in the Laboratory of Geoinformatics of the IGS NAS during many years. The system has recently been summed up as a Virtual Geographic Environment (VGE). The article also provides a comparative description of existing web-GISs and defines the place of the system compiled by the authors.

Since 2000s GIS have been developed as online systems and several versions in respect to their goal and thematic had been formed: Geographical Information Space (GIS), the Spatial Data Infrastructure (SDI) – at a national level (NSDI), Virtual Geographic Environment (VGE), online web-Atlases, Municipal GIS etc. The article also provides comparative description of the functions and the information capabilities of the above mentioned systems.

It is stated that SGIS and VGE provide sources of relevant information and functions for Earth science research and exploration respectively. The typical components of this systems are as follows: 1. geodatabase, 2. spatial and temporal process models, 3. geodatabase, updating interface, 4. metadata repository, 5. online application of the system. In the article, the mentioned components of the VGE-Armenia are presented in detail.