

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ՍԱՐԳՍՅԱՆ ՀՈԿՅԱՆՆԵՍ ՀԱԿՈԲԻ

ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԼԵՈՆԱԳՐԱԿԱՆ ԵՎ ԿԱՌՈՒՑԱԾՔԱՅԻՆ ՁԵՎԵՐԻ
ՓՈԽՀԱՐԱՐԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ՍՈՂԵԼԸ

ԻԴ.00.01 – «Ուեգիոնալ երկրաբանություն, երկրատեկտոնիկա, հնէաբանություն և
շերտագրություն» մասնագիտությամբ երկրաբանական գիտությունների թեկնածուի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

h.m. Sargisyan
ՍԵՂՍԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2002

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

САРГСЯН ОГАННЕС АКОПОВИЧ

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ СООТНОШЕНИЙ ОРОГРАФИЧЕСКИХ И
СТРУКТУРНЫХ ФОРМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРМЕНИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геологических наук по специальности

04.00.01 – "Региональная геология, геотектоника, палеонтология и
стратиграфия"

ЕРЕВАН – 2002

Ստեղծագործության բովանդակությունը հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանի
երկրաբանական ֆակուլտետի գիտական խորհրդով

Գիտական ղեկավարներ
երկրաբ. — հանքբ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
երկրաբ. — հանքբ. գիտ. թեկնածու

Գ.Պ. Սիմոնյան
Ա.Ա. Ավագյան

Պատվոնական ընդդիմախոսներ
աշխարհագրական գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
երկրաբ. — հանքբ. գիտ. դոկտոր

Վ.Ռ. Բոյնագրյան
Ա.Ս. Կարախանյան

Ստաժավար կազմակերպություն
ՀՀ Բնապահպանության միջառարարության երկրաբանության վարչություն

Հաշտպանությունը կայանալու է «17» հոկտեմբերի 2002թ., ժամը 14⁰⁰ ՀՀ ԳԱԱ
Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի բ. 054
Մասնագիտական խորհրդի նիստում:
Կասցեն՝ 375019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է «16» սեպտեմբերի 2002թ.:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
երկրաբան — հանքբ. գիտ. թեկնածու

Հ.Վ. Շահինյան

Тема диссертации утверждена Ученым советом геологического факультета
Ереванского государственного университета

Научные руководители:
доктор геол. — мин. наук, профессор
кандидат геол. — мин. наук

Г.П. Симонян
А.А. Авакян

Официальные оппоненты:
доктор географических наук, профессор
доктор геол. — мин. наук

В.Р. Бойнагрян
А.С. Караханян

Ведущая организация:
Управление Геологии Министерства охраны природы РА.

Защита состоится «17» октября 2002г., в 14⁰⁰ часов на заседании
Специализированного совета 054 Института геологических наук НАН РА.
Адрес: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а.

Автореферат разослан «16» сентября 2002г.

Ученый секретарь Специализированного совета,
кандидат геол. — мин. наук

Г.В. Шагинян

Введение

Актуальность исследований. Район исследования охватывает центральную часть Армении, ограниченную озером Севан и р.р. Ахурян и Аракс. Геологическое и тектоническое строение Центральной Армении осложнено новейшими тектоническими дифференцированными сводово-блоковыми вертикальными и отчасти горизонтальными движениями. Основные структуры района забронированы мощным покровом плиоцен-четвертичных лав и вулканическими постройками, вследствие чего структурные особенности не могут быть выявлены при непосредственных геологических исследованиях. Актуальность работы состоит в выявлении особенностей внутренней структуры и их связи с морфоструктурами рельефа.

За долгие годы исследований геологического строения Армении накопился большой фактический материал, на основе анализа которого мы попытались путем построения структурно-геоморфологических профилей, цифровых, в том числе трехмерных моделей выявить особенности рельефа и тектонического строения района, а также создать информационную основу для обработки и анализа геологических данных.

Для этой цели нами применены методы Геоинформационных систем, которые адаптированы для целей данного исследования.

Построены электронные карты различного тематического содержания, что создает современную методическую и техническую основу дальнейших геологических исследований с использованием возможностей ГИС.

На основе анализа геологического материала с использованием методов Геоинформационных систем, а также разработанных нами методик созданы цифровые модели рельефа и геологического строения Центральной Армении.

Цель и задачи исследований

Основной целью исследований было построение пространственной модели рельефа и тектонического строения, выяснение их соотношений, а также изучение неотектонических движений Центральной Армении. Для достижения этой цели решены следующие задачи:

1. Составление неотектонической карты Центральной Армении м-ба 1:200.000.
2. Выявление соотношений структурных и орографических форм Центральной Армении.
3. Составление электронных топографической, геологической, тектонической и неотектонической карт м-ба 1:200.000.



4. Создание непрерывных моделей рельефа на основе составленной нами цифровой модели абсолютных высот.
5. Проведение морфометрического анализа рельефа с целью выявления линейных морфологических структур и установления их связи с тектоническими структурами.
6. Построение трехмерной цифровой геологической модели Центральной Армении.

Фактический материал, методика исследований и объем работы

Основой работы служили фондовые, опубликованные материалы и лабораторные исследования, проведенные автором в течение 1997–2002 гг., а также полевые наблюдения.

Были использованы неотектоническая карта Центральной Армении, составленная Г.П. Симоняном и автором данной работы, тектоническая карта Армении (авторы—О.А. Саркисян, Г.П. Симонян, Э.В. Ананян, 1998г.), геологическая карта Армении (авторы—Э.Х. Харазян, Г.А. Чубарян, В.М. Амарян, 1987г.), а также пять топографических планшетов. Все карты имеют масштаб 1:200.000. Использовано также 12 схем фаций и мощностей структурных этажей (авторы—О.А. Саркисян и Г.П. Симонян) и данные буровых скважин. Для построения электронных карт, пространственных моделей и составления баз данных были использованы программные обеспечения ArcView GIS 3.2, с дополнительными модулями 3DAnalyst, Spatial Analyst, MapInfo 6.5, а также программные продукты Ground Water Modeling System и Surfer V7.0.

Обработка материалов проводилась в ЕГУ и ИГН НАН РА.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения, включая 13 таблиц, 45 рисунков, фотографий и гистограмм, 5 карт, а также списка использованной литературы, состоящего из 129 наименований. Общий объем работы составляет 137 страниц машинописного текста.

Научная новизна работы

1. Впервые Г.П. Симоняном и автором составлена карта новейшей тектоники Центральной Армении м—ба 1:200.000.
2. На основе анализа комплексных геоморфолого—структурных профилей выявлены соотношения структурных и орографических форм рельефа.
3. Разработана методика составления трехмерных цифровых геологических моделей, на основе чего и построена трехмерная цифровая геологическая модель Центральной Армении.

4. Морфометрическим анализом составленной нами трехмерной карты уклонов м-ба 1:200.000 получены новые данные о линейных морфологических элементах рельефа Центральной Армении и установлены их связи с известными разрывными структурами.
5. На основе трехмерной цифровой геологической модели Центральной Армении составлена схема изогипсов поверхности кристаллического фундамента.
6. Суммарным результатом работ создана информационная основа для дальнейших геологических, геофизических и географических исследований с применением автоматизированных и цифровых методов пространственного анализа.

Практическое значение работы

1. Неотектоническая карта Центральной Армении м-ба 1:200.000 может быть использована для изучения таких опасных геологических процессов, как землетрясения, оползни и т.д., а также при сейсморайонировании и строительстве крупных инженерных сооружений.
2. Составленная электронная цифровая топографическая карта района исследований м-ба 1:200.000 может быть использована в разных отраслях науки и хозяйства, далеко выходящих за рамки геологии.
3. Полученная трехмерная цифровая геологическая модель может быть использована в различных геологических исследованиях, а также в практических приложениях.
4. Построенные электронные топографическая, геологическая, тектоническая и неотектоническая карты м-ба 1:200.000 могут быть использованы для разработки геоинформационной системы геологической среды РА.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы освещены в четырех опубликованных статьях, а также в трех опубликованных тезисах международных конференций. Основные положения и результаты работы сообщены на третьем совещании Азиатской сейсмологической комиссии и симпозиуме по сейсмологии и сейсмоопасности землетрясений (Иран, Тегеран, 2000г.), на Международной Конференции о проблемах геоморфологии и неотектоники горных областей Альпийско-Гималайского пояса (Ереван, 2001г.), Научной Конференции Института геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА, посвященной 40-летию основания института (Гюмри, 2002г.).

Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям докт. геол.-мин. наук, профессору Г.П. Симоняну и канд. геол.-мин. наук А.А. Авакяну за постоянную и неоценимую помощь, внимание и поддержку в выполнении работы, докт. геол.-мин. наук, профессору О.А. Саркисяну, профессору К.М. Мурадяну, профессору А.А. Садомяну за консультацию и советы. Автор глубоко признателен канд. геол.-мин. наук Э.Х. Харазяну за ценные советы и любезно предоставленную ценную информацию (данные буровых скважин, геологическая карта м-ба 1:200.000 и др.), за ценные советы докт. геол.-мин. наук М.А. Сатияну, канд. геол.-мин. наук, доцента М.А. Григоряну, Л.С. Меликяну. Автор выражает особую благодарность коллективу ИГН НАН РА — Ш.Ф. Тадевосяну, К.А. Саакяну, Т.С. Агабабяну и др. за постоянную помощь при проведении работ, автор признателен также Л.С. Назаряну и коллективу Геологического факультета.

Основные защищаемые положения

1. Соотношения структурных и орографических форм на основе составленных комплексных структурно-геоморфологических профилей.
2. Количественный метод и результаты выделения линейных морфологических структур рельефа на основе карты уклонов и экспозиций м-ба 1:200.000.
3. Методика составления трехмерных цифровых геологических моделей.
4. Применение трехмерной цифровой геологической модели Центральной Армении составленной нами на основе разработанной методики.
5. Схема изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении. *Ули отлитасца от издасцасца и*
6. Эффективность анализа и представления геологической информации методами Геоинформационных систем.

ГЛАВА 1 — Общий обзор тектоники Армении

Вопросы тектоники и неотектоники территории Армении освещены в работах Ф.Д. Освальда, Л.А. Варданяца, В.П. Ренгартена, К.Н. Паффенгольца, Л.Н. Леонтьева, В.Е. Хаина, Е.Е. Милановского, А.Т. Асланяна, А.А. Габриеляна, О.А. Саркисяна, Г.П. Симоняна, С.П. Бальяна, Э.В. Ананяна, А.С. Караханяна, С.Н. Назаретяна и др. Вопросами тектоники и неотектоники отдельных районов РА занимались А.Т. Вегуни, М.А. Сатян, Э.Х. Харазян, С.К. Арзуманян, П.Г. Алоян, В.А. Агамалян, А.Г. Бабаджанян, К.А. Мкртчян, Г.А. Чубарян, Дж.А. Оганесян, А.В. Варданян, Г.А. Туманян, Г.Р. Мкртчян, А.Р. Арутюнян, А.С. Аванесян, и др.

В данной главе на основании литературных данных рассмотрены основные вопросы тектоники Армении как с точки зрения геодинамики литосферных плит, так и исходя из "возраста главной складчатости", а также методы и схемы тектонического районирования территории Армении. В ходе наших исследований за основу тектонического районирования мы приняли схему, составленную А.А. Габриеляном, исходя из "возраста главной складчатости". В работе приведена часть тектонической карты м-ба 1:200.000, охватывающая территорию Центральной Армении, составленной О.А. Саркисяном, Г.П. Симоняном и Э.В. Ананяном (1998г.).

ГЛАВА 2 — Неотектонические структуры и соотношение орографических и структурных форм рельефа

2.1 Методика составления неотектонической карты Центральной Армении

В ходе наших исследований Г.П. Симоняном и автором впервые была составлена неотектоническая карта Центральной Армении м-ба 1:200.000. Исходя из методического подхода, на карте значение амплитуд новейших вертикальных дифференцированных движений (поднятия и опускания) были определены на основе анализа поверхности кровли сарматских морских отложений, подошвы Вохчабердской вулканогенно-обломочной свиты меотис-понта, останцев высотных положений поверхностей выравнивания и данных буровых скважин.

Важнейшим геоморфологическим показателем новейших движений является также строение речных долин, в частности, характер как поперечных, так и продольных профилей террас, а также история развития речной сети, облик которой менялся в зависимости от ^{развития} роста неотектонических структур. Важное значение имеет также анализ распространения фаций, мощностей, условий залегания верхнеплиоценовых — четвертичных озерных отложений и т.д.

На составленной неотектонической карте амплитуды постсарматских вертикальных движений показаны изобазам с интервалом в 100м. Карта имеет научное и практическое значение. На ней условными обозначениями показаны неотектонические структуры, которые подробно описаны в диссертационной работе, и их выражение в рельефе в виде прямых или обратных соотношений, активные разломы, вулканические аппараты и др. Неотектоническая карта м — ба 1:200.000 может быть использована при сейсмрайонировании, изучении опасных геологических процессов — землетрясений, оползней и др., при поиске некоторых россыпных минералов, а также при строительстве крупных инженерных сооружений.

2.2. Описание Неотектонических структур Центральной Армении и анализ суммарных вертикальных движений в позднеорогенной (постсарматской) стадии

В этом разделе работы подробно описываются неотектонические структуры, показанные на составленной нами неотектонической карте Центральной Армении м — ба 1:200.000. Описанные неотектонические структуры входят в состав следующих, выделенных Г.П. Симоняном неотектонических зон:

- I) Зона Центральноармянских интенсивно дифференцированных сводово — блоковых поднятий и впадин с резко контрастным характером новейших движений (Центрально — Армянское поднятие).
- II) Приараксинская зона умеренно дифференцированных поднятий и впадин.
- III) Среднеараксинский межгорный прогиб.

Приведенные в выше указанных зонах соотношения неотектонических структур и рельефа изучены на основе составленных нами продольных и поперечных району исследования комплексных геоморфолого — структурных профилей. Профили составлены по методике, предложенной Н.П. Костенко.

Профили состоят из двух частей: верхней—геоморфологической и нижней—структурно—геологической. Вертикальный масштаб геоморфологической части профилей увеличен в пять раз с целью ясного выражения сводово—блокового строения, их границ, часть которых не проявлены непосредственно в рельефе района исследований. Эти границы часто выражены в виде зон сильно раздробленных пород, повышенной влажности, селективным выветриванием, выходом минеральных источников и др., которые соответствуют зонам разломов. Вертикальный масштаб структурно—геологической части профилей не изменен с целью избежания искажений структур. При рассмотрении профилей вначале дается анализ продольных, а затем поперечных комплексных геолого—геоморфологических профилей. ?

Сравнительный анализ орографических и структурных форм показывает, что эти соотношения являются достаточно сложными. Как правило, складчатые структуры в толщах мезо—кайнозойских пород не всегда находят прямое отражение в рельефе. Наряду с прямыми соотношениями (Цахкуняцкий, Урцский антиклинории), часто встречается обращенная форма рельефа, в частности, Памбакский хребет в современной структуре соответствует горст—синклиналиям, Шорахбюрская антиклиналь—Шорахбюрской долине и т.д. При этом прямое отражение на рельеф имеют не складчатые, а блоковые деформации.

ГЛАВА 3 — Использование методов геоинформационных систем для изучения геологической среды Центральной Армении

Для решения данной задачи были использованы методы Геоинформационных систем, позволяющие строить, анализировать цифровые модели рельефа и геологического строения района исследований. Приводятся примеры использования ГИС—технологий для создания ГИС—проектов и систем в сфере геологии разных стран. Подобные технологии внедрены также в Армении—в ИГН НАН РА, на базе которых коллективом авторов (руководитель А.А. Авакян) разработаны специализированные ГИС—системы геологического пространства Армении и Еревана. В этой главе кратко приводятся также структура Геоинформационных систем.

ГЛАВА 4 — Электронные карты топографического и геологического содержания Центральной Армении

Основой для составления электронных топографических карт Центральной Армении автором были выбраны 5 планшетов: Карс (К-38-XXVI), Ереван (К-38-XXVII), Севан (К-38-XXVIII), Арташат (К-38-XXXIII) и Ехегнадзор (К-38-XXXIV) м-ба 1:200.000.

Для ввода и цифрования карт мы воспользовались способом сканирования и последующего цифрования исходных изображений карт. На основе бумажных карт созданы также тектоническая, неотектоническая и геологическая электронные карты м-ба 1:200.000.

Использованные в ходе наших исследований электронные карты и схемы хранятся в виде баз данных, которые могут быть использованы для построения Геоинформационной системы Центральной Армении.

ГЛАВА 5 — Создание трехмерных (3D) моделей с применением ГИС-технологий

5.1 Цифровая модель рельефа Центральной Армении

Цифровая модель рельефа представляет собой совокупность особым образом организованных дискретных данных, определенных географическими (или условными) координатами и значениями абсолютных высот в этих точках.

Цифровая модель подразумевает обязательную особую организацию данных, применяемую для современных программных продуктов и вычислительной техники. Качество цифровой модели определяется той точностью, какой модель описывает свойство моделируемого объекта, в данном случае — рельефа района исследований. По определению, цифровая модель является дискретным представлением (моделью) рельефа, так как число точек не может быть бесконечным. Точечная информация для создания цифровой модели рельефа может быть получена различными способами, в том числе цифрованием топографических карт. Указанный способ представляет собой трансформацию топографической модели в цифровую.

Создание цифровой модели Центральной Армении было связано с большим

объемом работ. Автором были отцифрованы топографические карты м — ба 1:200.000.

Этот большой труд вполне оправдывается возможностью многократного и разностороннего использования, в том числе выходящего за пределы геологии. В данной работе цифровая модель рельефа используется для построения трехмерной модели рельефа, представленной непрерывными поверхностями абсолютных высот, уклонов, экспозиций.

Использована также важная особенность модели — возможность построения профилей в любом направлении и с любым вертикальным масштабом.

Построение трехмерных непрерывных моделей осуществляется методом регуляризации точек наблюдения (Grid — процедура) или представлением поверхности в виде совокупности элементарных треугольных составляющих (TIN — процедура).

5.2 Построение и анализ геологических поверхностей

В задачи данного исследования входило построение трехмерной модели рельефа, поверхностей 12 структурных этажей, а также поверхности кристаллического фундамента. Указанные геологические поверхности, представляя собой пространственное явление, определяются значениями соответствующего признака — абсолютных высот, мощностей и др. В представленном смысле эти явления можно рассматривать как поле геологического переменного. Представление интересующих нас объектов исследования в виде геологических полей дает возможность их количественного (цифрового) описания, позволяет применить широкий круг алгоритмов и вычислительных инструментов для их наглядного представления в виде трехмерных поверхностей и количественного анализа явлений.

Для решения этого вопроса в пределах данной работы — выбора оптимального метода интерполяции наших данных для построения непрерывных поверхностей рельефа, структурных этажей и поверхности кристаллического фундамента на основе дискретных данных топографической карты и схем фаций и мощностей, нами апробованы ниже представленные методы интерполяции. Использован также опыт применения другими авторами методов интерполяции в аналогичных работах.

5.3 Основные методы интерполяции

Одной из важных возможностей современных ГИС, примененных нами в ходе исследований, являются методы интерполяции — от не очень сложных, (метод линейной интерполяции), до очень сложных, использующих сложный математический аппарат (полигоны Тиссена). Для выбора оптимального метода интерполяции при построении непрерывных геологических поверхностей на основе дискретных данных нами апробированы распространенные методы интерполяции в геоинформационных системах: тренд — анализ, метод обратных взвешенных расстояний (ОВР), сплайн — анализ и кригинг.

Далее в работе дается краткое описание этих методов.

На основе данных интерполяции выбранной заранее определенной части электронной топографической карты (Цахкуняцкий хребет) мы получили непрерывные поверхности. Для выбора наиболее оптимального метода интерполяции мы составили профили по вычисленным поверхностям и сопоставили их с профилем, составленным по трехмерной модели рельефа (назовем его опорным).

При визуальном сопоставлении между профилями существенного различия с опорным профилем не наблюдается. Наибольшее совпадение с опорным профилем соответствует профилю, составленному на основе непрерывной поверхности, полученной методом сплайн — анализа.

Из этого можно сделать вывод, что при построении непрерывных поверхностей, подобных рельефу, можно успешно использовать такие методы, как сплайн — анализ, ОВР и кригинг.

Однако здесь надо учитывать еще и тот факт, что при интерполяции большего числа точек наиболее оптимальным, с точки зрения вычислительных ресурсов, а также времени, необходимого для выполнения этой процедуры, является сплайн — анализ, который мы использовали в качестве метода интерполяции в ходе наших исследований. В частности, с использованием этого метода интерполяции нами были построены непрерывные поверхности подошв структурных этажей.

Исходя из результатов, полученных при сопоставлении непрерывных поверхностей с помощью вышеописанных методов интерполяции, а также профилей, составленных на основе этих поверхностей, мы рекомендуем использовать сплайн — анализ в качестве метода интерполяции плавно изменяющихся поверхностей в ходе геологических исследований.

5.4 Выделение и морфометрический анализ линейных морфоструктур рельефа Центральной Армении

Данная глава посвящена описанию методики и результатов количественного изучения линейных морфологических элементов, обнаруживаемых на составленных нами морфометрических картах исследуемой территории.

Целью такого исследования является выделение и обоснование существования линейных морфологических форм рельефа и при возможности сопоставление их пространственного положения с тектоническими структурами.

Для выделения линейных морфологических структур рельефа мы использовали неопубликованную методику, предложенную А.А. Авакяном, учитывающую комплекс морфометрических признаков, получаемых статистической обработкой величин уклонов, экспозиций, размеров плоскостей, составляющих описываемые структуры.

Использование составленных автором трехмерных карт уклонов и экспозиций м-ба 1:200.000, представляющих собой непрерывные модели рельефа, имеет очевидное преимущество перед топографической моделью, являющейся дискретной, т.е. представляющей информацию только в ограниченном числе точек изучаемой территории.

Использованный метод по сравнению с другими непрерывными моделями рельефа, такими как различные фотометоды, имеет преимущество в том, что результаты выражают количественные объективные данные. Результаты же фотометодов иногда представляют собой достаточно субъективную интерпретацию цветовой гаммы снимков.

Для анализа рельефа на карте уклонов района исследования м-ба 1:200.000 визуально выделены линейные морфоструктуры (рис.1). Затем проведен количественный анализ выделенных морфоструктур для выяснения их морфологических свойств и морфометрических параметров. Тем самым совершается переход от визуальной фиксации к количественному описанию и объективному обоснованию их существования.

По данным измерений и статистической обработки построены круговые диаграммы, показывающие соотношения уклонов, экспозиций плоскостей, слагающих линейные морфоструктуры рельефа, а также простираание последних.



Рис. 1 Схема расположения линейных морфологических структур рельефа, выделенных по трехмерной карте уклонов и экспозиций Центральной Армении масштаба 1:200.000. Они соответствуют активным зонам?

Распределение частот встречаемости уклонов показано на гистограммах, свидетельствующих об отличии уклонов в пределах линейных элементов от уклонов остальной территории. При наличии достаточных количественных доказательств реальности визуально выделенной линейной морфоструктуры рельефа, она принимается как объективная морфологическая структура. После этого сравнивается пространственное положение зафиксированных морфологических и описанных в литературе тектонических структур.

Далее в работе приводится количественное описание отдельных выделенных линейных морфоструктур рельефа. Результаты морфометрических измерений обобщены в таблицах в виде приложения в конце работы.

На основании результатов морфометрического анализа трехмерной модели рельефа, построенной на основе ее цифровой модели, позволяет сделать следующие выводы:

1. На карте уклонов и экспозиций исследуемой территории визуально выделяются линейные морфологические структуры.
2. Количественный анализ уклонов и экспозиций показывает отличия морфометрических параметров выделенных морфологических структур от окружающего рельефа. По распределению величин уклонов и соотношению экспозиций с простиранием морфоструктур можно

выделить по крайней мере два типа морфоструктур. Первый тип характеризуется сочетанием преобладающих близгоризонтальных уклонов и экспозицией, совпадающей с простираемостью структуры. Второй тип структур характеризуется большим разбросом уклонов с преобладанием средних величин и экспозицией, преимущественно направленной вкрест простираемости.

3. Большинство описанных структур пространственно совпадают с известными тектоническими структурами, что позволяет нам считать их проявлением тектонических структур в современном рельефе. ||| ✓
4. Полученные данные говорят о том, что использованная в данной главе методика морфометрических исследований позволяет выявить морфологические структуры рельефа и установить их связь с тектоническими структурами и, возможно, с характером тектонических движений. ???

Для развития данной методики и получения более достоверных выводов необходимо распространить исследования на всю территорию Армении, а также развить статистический аппарат обработки морфометрических данных.

5.5 Методика регулярной цифровой модели Центральной Армении

Практически все геологические поверхности могут быть представлены только дискретными данными. К их числу относятся инструментальные измерения, взятие проб и другие способы документации геологических явлений. При этом, как правило, информация отбирается по нерегулярной сети точек.

При построении трехмерных моделей, интерпретирующих геологические поверхности, мы также столкнулись с необходимостью решения этой задачи, и ниже описанный метод может быть использован в аналогичных задачах.

Так, для построения трехмерных поверхностей структурных этажей мы использовали данные, опубликованные в литературе, и особенно схемы фаций и мощностей структурных этажей Армении, цифрованием которых можно получить множество нерегулярно расположенных точек, представленных условными координатами и значением мощностей в этих точках. Для построения поверхностей структурных этажей необходимо иметь данные по всем структурным этажам в одних и тех же точках наблюдений. ??

С этой целью выбрана сеть регулярных точек, которую мы назвали точечной матрицей, на всей исследуемой территории с расстоянием между точками равным 2,5 км. Такое расстояние выбрано путем сравнения сеток с различными размерами ячеек.

Следующим шагом данные цифрования по изогипсам мощностей для всех 12 структурных этажей интерполированы методом сплайн-анализа и получены значения мощностей в узлах выбранной сети.

Разработанный автором метод регулярной цифровой модели (точечная матрица) Центральной Армении, исходя из результатов данных исследований, может быть использован для построения трехмерных цифровых геологических моделей, служить удобным методом вычисления значений высотных отметок для непрерывных поверхностей на основе схем мощностей, а также для решения обратной задачи, то есть для построения карт мощностей, исходя из значений высотных отметок.

Преимущество метода состоит еще и в том, что он является универсальным, так как, меняя размер ячейки, можно использовать его в более крупномасштабном или мелкомасштабном моделировании геологических явлений.

надо не завысить, а уплотнить шток и наплыв!!!

5.6 Трехмерная модель структурных форм Центральной Армении

Для наглядного представления пространственных взаимоотношений структурных форм Центральной Армении построена трехмерная цифровая геологическая модель этого района. Работа подобного рода выполнялась впервые, поэтому были испытаны различные способы построения поверхностей по опубликованным в литературе данным о мощностях структурных этажей.

На основе вышеописанной методики построена трехмерная блок-диаграмма геологического строения Центральной Армении, в которой представлены структурные этажи в виде непрерывных поверхностей.

При моделировании в качестве инструмента использовалось программное обеспечение ГИС, с некоторым программным дополнением последнего (макрокоманды написаны нами) для решения этой задачи. Методы интерполяции, которые мы применили, также входят в состав программного обеспечения ГИС.

Для этих построений рельеф местности был принят за исходную поверхность, и путем вычитания из значений высотных отметок местности значений мощностей первого структурного этажа получена поверхность ее подошвы. Аналогичным образом вычислены значения всех структурных этажей, по которым построены вторая и остальные разделяющие поверхности, представляющие гипсометрическое положение кровли и подошвы этих этажей, а смоделированные подошвы тех структурных этажей, которые располагаются непосредственно на кристаллическом фундаменте, отражают ее поверхность.

На основе созданной трехмерной цифровой геологической модели Центральной Армении дается возможность построения разрезов в любом направлении, под любым углом и с любым вертикальным масштабом.

На следующем этапе исследований на основе этого материала и разработанного метода намечается построение подобной модели для всей территории Армении, более глубокая детализация, моделирование разломов, а также интрузивных и экструзивных образований.

5.7 Схема изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении

Основой создания схемы изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении стал метод точечной матрицы, разработанный автором, и построенная на ее основе трехмерная цифровая геологическая модель района исследований.

Поверхность кристаллического фундамента (рис.2) в данных построениях отождествляется с суммарной поверхностью, составленной подошвами нижних в разрезе структурных этажей. Поверхность представлена изогипсами, построенными по значениям высотных отметок, вычисленным на основе регулярной сети с шагом 2.5 X 2.5 км.

На наш взгляд, основное отличие данной схемы от опубликованных другими авторами аналогичных схем состоит в методике ее получения. Для составления схемы поверхности фундамента были использованы только геологические данные, в то время как схемы поверхности кристаллического фундамента других авторов в основном построены по данным геофизических исследований.





Составил О.А. Сагоян

Рис. 2 Схема изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении.

При сравнении построенной нами схемы изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении со схемами и схематической картой других авторов выявляется большая схожесть, но отмечаются также некоторые различия (Анийское поднятие, Нижне-ахурянская впадина).

После анализа данных сопоставления составленной нами схемы изогипсов поверхности кристаллического фундамента с данными, приведенными выше, мы пришли к выводу, что разработанный нами метод регулярной сети (точечной матрицы) является корректным и может быть применен при моделировании подобного рода.

Заключение

Проведенные геологические исследования территории Центральной Армении и построение моделей на этой основе с использованием Геоинформационных систем позволяют сделать следующее заключение.

1. Построенная Г.П. Симоняном и автором данной работы неотектоническая карта Центральной Армении м – ба 1:200.000 выясняет амплитуду вертикаль

ных движений в орогенном подэтапе развития Центральной Армении, а также его сводово-блоковое строение.

2. На основе сравнительного анализа структурных и орографических форм рельефа следует, что эти соотношения являются достаточно сложными. Наряду с прямыми соотношениями часто встречается обращенный рельеф. Прямое отражение на рельефе в основном имеют не складчатые, а сводово-блоковые деформации.
3. Построенная на основе цифровой модели рельефа Центральной Армении трехмерная карта уклонов и экспозиций $M=1:200.000$ позволяет визуально выделить линейные морфологические структуры. Анализ уклонов и экспозиций подтверждает существование линейных морфологических структур, большинство из которых пространственно совпадает с описанными в литературе разломами различного порядка и другими геологическими данными.
4. Из данной работы следует, что разработанный автором метод регулярной цифровой модели (точечной матрицы) является корректным и может быть использован для построения трехмерных цифровых геологических моделей, вычисления высотных отметок, исходя из значений мощностей структурных этажей, а также для решения обратной задачи, то есть для построения схем, иллюстрирующих мощности на основе данных высотных отметок. Основным преимуществом метода является его универсальность, так как, меняя размер ячеек, его можно использовать в разномасштабных исследованиях.
5. Наши исследования показали возможность цифрового трехмерного представления геологического строения изучаемой территории на основании опубликованных количественных данных — схем фаций и мощностей территории Армении и данных буровых скважин.
6. Составленная автором на основании опубликованных геологических данных схема изогипсов поверхности кристаллического фундамента Центральной Армении сходна с аналогичными схемами других авторов. В то же время обнаружены некоторые различия (Анийское поднятие, Нижнеахурянская впадина), на основании которых мы пришли к заключению, что необходимо уточнить опубликованные схемы фаций и мощностей территории Армении, которые использованы в построениях.
7. Как показали наши исследования, методы Геоинформационных систем позволяют получить новые результаты путем обработки и анализа

большого количества существующей геологической информации. Особенно важная специфика ГИС — методов заключается в возможности построения и анализа непрерывных поверхностей по дискретным геологическим данным. Важным свойством ГИС — методов является также возможность послойной организации электронных карт, широко использованной нами в ходе наших геологических исследований.

Ամփոփում

Կենտրոնական Հայաստանի տարածքում կատարված երկրաբանական ուսումնասիրությունների և ստացված նյութի համակարգչային վերլուծության արդյունքների հիման վրա ստացվել են հետևյալ արդյունքները՝

- Կազմված Կենտրոնական Հայաստանի նորագույն տեկտոնիկայի 1:200.000 մ-ի քարտեզն արտահայտում է հետսարմատյան ժամանակաշրջանում տեղի ունեցած ուղղաձիգ շարժումների ամպլիտուդը և տարածքի կամարա-բեկորային կառուցվածքը:

- Կառուցվածքային և լեռնագրական ձևերի համեմատման արդյունքներից երևում է, որ նրանց միջև գոյություն ունեն բարդ փոխհարաբերություններ: Ռելիեֆի և տեկտոնական կառույցների միջև գոյություն ունեցող ուղիղ հարաբերության հետ մեկտեղ հանդիպում են նաև ռելիեֆի շրջված ձևեր:

- Կենտրոնական Հայաստանի ռելիեֆի թվային մոդելի հիման վրա կառուցած 1:200.000 մ-ի թեքությունների եռաչափ քարտեզը թույլ է տալիս վիզուալ անջատել գծային մորֆոլոգիական ստրուկտուրաներ: Թեքությունների և էքսպոզիցիաների վերլուծությունը ապացուցում է ռելիեֆի գծային մորֆոլոգիական ստրուկտուրաների գոյությունը, որոնց մեծ մասը տարածականորեն համընկնում են տարբեր կարգի խզումնային խախտումների հետ:

- Հեղինակի կողմից նշակված կետային մատրիցայի մեթոդը կարող է օգտագործվել երկրաբանական եռաչափ թվային մոդելների կառուցման, ինչպես նաև բարձրությունների պրոժեքների հաշվման համար ելնելով հզորությունների տվյալներից, ինչպես նաև լուծելու հակադարձ խնդիր: Մեթոդի հիմնական առավելություններից է նրա ունիվերսալությունը, քանի որ փոփոխելով կետերի միջև եղած հեռավորությունները, այն կարելի է կիրառել տարբեր մասշտաբի երկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ:

- Հեղինակի կողմից կազմած Կենտրոնական Հայաստանի բյուրեղային հիմքի մակերեսի իզոհիպսերի սխեման նման է տարբեր հեղինակների կողմից կազմված նմանատիպ սխեմաներին և սխեմատիկ քարտեզին:

- Մեր կողմից կատարված հետազոտությունները ցույց են տալիս գեոինֆորմացիոն համակարգերի մեթոդների կիրառելիությունը երկրաբանական և գեոմորֆոլոգիական նոր տվյալների ստացման համար:

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. О.А. Саргсян. Соотношение орографических и структурных форм и блоковое строение Центральной Армении. Международная тематическая конференция посвященная 1700-летию принятия Христианства в Армении как государственной религии. Тезисы докладов, 14-21 октября, Ереван, 2001, с. 49.
2. О.А. Саргсян. Моделирование рельефа с помощью ГИС-технологий в геологии. Международная тематическая конференция посвященная 1700-летию принятия Христианства в Армении как государственной религии. Тезисы докладов, 14-21 октября, Ереван, 2001, с. 90.
3. О.А. Саргсян. Соотношение структурных и орографических форм Центральной Армении. Ученые записки ЕГУ, №2, 2002, с. 128-134.
4. Г.Л. Симонян, Л.С. Назарян, О.А. Саргсян. Новейшая тектоника Юго-Восточной Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, I, III, 2000, №1-2, с. 39-43.
5. Г.П. Симонян, Л.С. Назарян, О.А. Саргсян. Сейсмогенные зоны территории Армении и их сейсмоактивность. Ученые записки ЕГУ, №2, 2001, с. 107-115.
6. Г.П. Симонян, Л.С. Назарян, О.А. Саргсян. Сейсмотектонические предпосылки сейсмичности территории Армении. Тезисы докладов Научной Конференции посвященной 40-летию основания Института геофизики и инженерной сейсмологии имени А. Назарова, 1-5 октября, Гюмри, изд. "Гитутюн", НАН РА, 2002, с. 226-231.
7. G.Simonyan, L.Nazaryan, H. Sarkisyan. Seismogenious Zones of The Territories of Armenia And Their Seismoactivity (South Caucasus). Third Meeting of Asian Seismological Commision And Symposium on Seismology, Earthquake Hazard Assesment And Earth's Interior Related Topics. Abstracts, S301, october 10-12, 2000, Tehran, I.R. Iran, p. 60.



2011