

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геологический институт Российской академии наук

На правах рукописи



ШАЛАЕВА ЕВГЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ШИРАКСКОЙ
ВПАДИНЫ**

Естественные науки: 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и
геодинамика.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН).

Научный руководитель:

Трифонов Владимир Георгиевич, д.г.-м.н., г.н.с. лаборатории Неотектоники и современной геодинамики ФГБУН ГИН РАН

Официальные оппоненты:

Макеев Владимир Михайлович, доктор геол.-мин. наук, главный научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией эндогенной геодинамики и неотектоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН, г. Москва)

Суханова Татьяна Владимировна, кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры динамической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва)

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН, г. Москва)

Защита состоится «23» мая 2024 г в 14:30 на заседании диссертационного совета 24.1.019.02 в ФГБУН Геологический институт Российской академии наук по адресу: 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д.7, стр.1, 4-й этаж, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ИГЕМ РАН по адресу: 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д.35 и на сайте www.ginras.ru

Автореферат разослан ____ _____ 2024 г.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью, в 2-х экземплярах просьба направлять по адресу: 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д.7, стр. 1, Геологический институт РАН, ученому секретарю диссертационного совета Латышевой Ирине Валерьевне, e-mail: loam@mail.ru

Ученый секретарь диссертационного совета
к.г.-м.н.



И.В. Латышева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В изучении межгорных впадин наибольший научный интерес представляют два аспекта: (i) выявление причин, приводящих к обособлению относительно погруженных участков коры с режимом развития принципиально иным в сравнении с окружающими их поднятиями, и (ii) комплексное изучение вещественного выполнения впадин, поскольку аккумулярованное во впадинах образования содержат информацию не только об эволюции самих отрицательных структур, но и о геологическом и тектоническом развитии смежных областей.

Ширакская межгорная впадина, будучи одной из самых крупных на Малом Кавказе и севере Армянского нагорья, не раз попадала в поле интересов ученых-геологов. В той или иной степени была изучена стратиграфия осадочных толщ впадины, а также выдвинуты предположения относительно ее генезиса и времени начала ее развития. Однако, поскольку основные исследования были проведены в 1960-е – 1970-е годы, а тектонические интерпретации были основаны на концепции геосинклиналей, некоторые представления о строении и геологической эволюции впадины сегодня можно считать устаревшими. В последнее десятилетие были получены результаты новых стратиграфических, палеонтологических, магнитостратиграфических и изотопно-геохронологических исследований осадочных толщ впадины, выполненных, в том числе и сотрудниками ГИН РАН (Трифонов и др., 2017; Trifonov et al., 2020; Shalaeva et al., 2019; Simakova et al., 2021), а также материалы, полученные в ходе активного изучения вулканизма в обрамлении впадины (Чернышев и др., 2002; Лебедев и др., 2003, 2004, 2008^{1,2}; Шалаева и др., 2020; Innocenti et al., 1982, Keskin et al., 1998, 2006). Необходимость синтеза, анализа и взаимной увязки новейших результатов с целью формирования современного понимания строения Ширакской впадины, причин, обусловивших ее многоэтапное формирование, природы впадины и истории ее развития в контексте плитотектонических представлений о геодинамической эволюции региона, включающего Малый Кавказ и Армянское нагорье, определяет актуальность проведенного исследования.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – расшифровать геологическое строение, определить генезис и реконструировать историю развития Ширакской впадины, учитывая все новые структурные, стратиграфические, палеонтологические, магнитостратиграфические и изотопно-геохронологические данные. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Получить магнитостратиграфические характеристики верхнеплиоцен-четвертичных осадочных (морских, озерных и озерно-аллювиальных) толщ впадины для проведения частных и региональных корреляций.
2. Уточнить возраст осадочных свит и толщ на основании их магнитостратиграфических характеристик, находок остатков фауны, а также

- спорово-пыльцевого анализа и находок археологических артефактов.
3. Проанализировать результаты предшествующих геохронологических исследований четвертичных вулканитов, развитых в обрамлении впадины; получить дополнительные датировки; реконструировать последовательность проявления вулканизма в обрамлении впадины; провести сопоставление этапов вулканизма со временем начала и завершения накопления четвертичных озерных и озерно-аллювиальных толщ во впадине.
 4. Определить изотопный возраст эффузивных и эксплозивных (игнимбриты Гюмри) образований, которые соответственно подстилают и перекрывают четвертичные озерные и озерно-аллювиальные толщи впадины.
 5. Изучить состав и петрографические характеристики игнимбритов Гюмри, а также галек из осадочной толщи впадины.
 6. Провести структурные наблюдения в зонах разломов, ограничивающих и/или пересекающих впадину: Капская флексурно-разломная зона, разломы Чамушлу и Ахурянский.
 7. Определить величины смещений плиоценовых и четвертичных образований по вышеуказанным разломам.
 8. Проанализировать тектоническое положение впадины относительно основных тектонических зон региона Малый Кавказ – Армянское нагорье.
 9. Разработать модель строения и тектонической эволюции впадины, показать динамику палеогеографических условий во впадине на основе ранее полученных и новых оригинальных материалов.

Фактический материал и методы исследования. В 2015–2018 гг. автор принимала участие в полевых исследованиях в Ширакской впадине (Армения, Турция). В ходе полевых работ были изучены плиоцен-четвертичные осадочные и вулканогенные образования, составлены литостратиграфические колонки обнажений. В 12-и ключевых разрезах отобраны образцы для палеомагнитных, изотопно-геохронологических, геохимических, петрографических, палеонтологических исследований, в 2-х из этих разрезов были найдены археологические артефакты. Выполнено геолого-структурное изучение зон разрывных нарушений.

Аналитические исследования были выполнены в лаборатории археомагнетизма и эволюции главного геомагнитного поля №106 ИФЗ РАН, в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН и ЛХАИ ГИН РАН. Исследования ископаемых остатков малакофауны, мелких млекопитающих, а также спорово-пыльцевые и диатомовые анализы образцов выполнены П.Д. Фроловым, А.С. Тесаковым, А.Н. Симаковой, Г.Н. Александровой (ГИН РАН), Г.В. Ковалевой (ЮНЦ РАН). Археологические артефакты изучены Е.В. Беляевой в ИИМК РАН.

Личный вклад автора. Автором составлены литостратиграфические колонки плиоцен-четвертичных образований Ширакской впадины (районы пос.

Джрадзор, Меграшат, Демиркент, Чамушлу, Вохджи, Айкаван, Айкадзор и гор. Гюмри), отобраны образцы осадочных пород для магнитостратиграфического исследования и вулканических пород для вещественного изучения и изотопного датирования. Автор принимала участие в пробоподготовке магнитостратиграфических, геохимических и геохронологических коллекций. Выполнен анализ петрохимических характеристик игнимбритов Гюмри и изучены их петрографические шлифы. Проведена комплексная интерпретация литологических, био- и магнитостратиграфических, изотопных, геохимических и археологических материалов; выполнена стратиграфическая корреляция разрезов в пределах впадины; построен геолого-геоморфологический профиль через впадину и блок-диаграмма, иллюстрирующая ее современное строение. На основании совокупности ранее полученных и новых материалов автором разработана модель развития Ширакской впадины в четвертичное время.

Научная новизна. В ходе выполнения исследований, получены оригинальные материалы и обоснован ряд новых положений относительно происхождения и развития впадины, а именно:

1. Впервые получены магнитостратиграфические характеристики для верхнеплиоцен-четвертичных разрезов осадочных толщ Ширакской впадины (районы пос. Джрадзор, Меграшат, Демиркент, Чамушлу, Вохджи, Айкаван, Айкадзор и гор. Гюмри).
2. Впервые обнаружен выход на дневной поверхности верхнеплиоценовых морских осадочных образований акчагыльской трансгрессии Каспийского моря в западной части Ширакской впадины. Показано, что впадина как обособленная структура начала развитие не ранее позднего плиоцена.
3. На основании комплекса палеонтологических, магнитостратиграфических и изотопно-геохронологических данных пересмотрен возраст четвертичных озерных и озерно-аллювиальных образований впадины, определены абсолютные временные границы этапов формирования четвертичных толщ и свит.
4. На основании корреляции времени проявления вулканической активности в обрамлении впадины и времени накопления четвертичных озерных толщ во впадине обоснован подрудный характер Ширакского палеоозера и установлены абсолютные временные границы его существования.
5. Проанализировано тектоническое положение впадины относительно основных тектонических элементов региона Малый Кавказ – Армянское нагорье и отмечена приуроченность впадины к крупнейшим разломным зонам Аравийского синтаксиса. Рассчитана величина смещений плиоценовых и четвертичных образований внутри впадины по разломным зонам.
6. Установлена величина поднятия впадины за четвертичное время в связи с общим подъемом региона Малый Кавказ – Армянское нагорье.

7. Показана связь развития Ширакской впадины как с разломами, так и с магматизмом; выполнено сопоставление Ширакской и Севанской впадин.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследования состоит в развитии представлений о времени возникновения горного сооружения Малого Кавказа и Армянского нагорья, а также в обосновании принципиальной возможности многофакторного обособления межгорных впадин. Практическая значимость исследования состоит в возможности использования представленного в работе обобщения материалов о верхнеплиоцен-четвертичных толщах впадины для проектирования работ по инженерным изысканиям для строительства. Результаты исследований также могут быть использованы для подготовки лекционных материалов в ВУЗах по курсу региональной геологии.

Защищаемые положения. В настоящей диссертации к защите представлены следующие положения:

1. Время начала обособления Ширакской впадины как самостоятельной межгорной структуры – не ранее позднего плиоцена. В позднем плиоцене, в той части Малого Кавказа и Армянского нагорья, где сейчас расположена Ширакская впадина, существовал узкий залив Акчагыльского морского бассейна (палео-Каспийского моря), в котором происходило мелководное осадконакопление. После ухода вод акчагыльской трансгрессии во впадине началось озерное и аллювиальное осадконакопление, и впадина была вовлечена в поднятие, связанное с поэтапным, дифференцированным воздыманием Малого Кавказа и Армянского нагорья. В четвертичное время область Ширакской впадины была поднята на 1.5 км.
2. В четвертичное время, в результате излияния лавовых потоков в пределах двух вулканических областей – Карс-Дигорского плато и Арагацкого вулканического центра, на южном обрамлении Ширакской впадины в долине р. Ахурян были образованы лавовые подпруды. Впадина развивалась к северу от подпруд между Карс-Дигорским плато и Арагацким вулканическим центром как отрицательная форма рельефа, в которой подпруженная река палео-Ахурян образовала палеозеро, просуществовавшее не менее 0.6 млн лет.
3. В четвертичное время северный борт Ширакской впадины был поэтапно вовлечён в поднятие, сопровождавшее формирование Ширакского хребта. Это обусловило южно-направленную миграцию палеобассейна в направлении от Ширакского хребта и соответствующее изменение депоцентров и ареалов накопления четвертичных толщ в пределах впадины.
4. Ширакская и Севанская впадины как тектоно-магматические структуры были сформированы в области динамического влияния разрывных нарушений, кинематически связанных с выдвиганием Армянского блока в северном направлении, и процессов, связанных с плиоцен-четвертичным магматизмом севера Армянского

нагорья. При этом, в развитии Ширакской впадины доминирующую роль играли процессы, связанные с магматизмом, а в развитии Севанской впадины – сдвиги и сопряженные с ними разрывные нарушения.

Апробация работы и публикации. По теме диссертации опубликовано 7 статей в рецензируемых журналах Quaternary International, «Геотектоника», «Вулканология и сейсмология» (Scopus, Web of Science), приравненные к журналам, входящим в группу К1 перечня ВАК РФ. Результаты исследований были представлены в виде устных докладов на 5 конференциях: 1) INQUA–SEQS Section on European Quaternary Stratigraphy Workshop. Bridging Europe and Asia: Quaternary stratigraphy and Paleolithic human occupation in Armenia and Southern Georgia. Ереван, Армения, 3–11 сентября 2016 г. 2) INQUA–SEQS Workshop. Quaternary stratigraphy and hominids around Europe: Tautavel (Eastern Pyrenees), Тутавель, Франция, 10–15 сентября 2017 г. 3) XIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле», МГРИ–РГГРУ, Москва, 5–7 апреля 2017. 4) Конференция «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ)». Москва, 4–6 апреля 2018. 5) Всероссийская конференция (с иностранным участием) Фундаментальные проблемы изучения вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных комплексов (ЛИТОЛ 2023), Москва, 18–21 апреля 2023 г.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Общий объем – 137 страниц, включая 45 рисунков, 3 таблицы и список литературы из 186 работ.

Благодарности. Автор благодарен научному руководителю В.Г. Трифонову за возможность совместной работы в экспедициях и тщательное руководство в ходе подготовки текста диссертации. Автор благодарен за совместную работу коллегам из ГИН РАН – Я.И. Трихункову, С.А. Соколову, О.А. Гайдаленку, В.В. Петровой, А.С. Тесакову, А.Н. Симаковой, П.Д. Фролову, Д.М. Бачманову, Е.А. Зеленину и ИИМК РАН – Е.В. Беляевой. Особую благодарность за совместную работу автор выражает коллективу геологов ИГН НАН РА (Ереван) – Л.Г. Саакян, А.В. Авагяну, Д.Г. Аракеляну, М.П. Мартиросяну, Г.М. Овакимяну, без которых работы не могли бы состояться. Автор также благодарен за организацию экспедиций и совместные работы на территории Турции профессору Евфратского университета г. Элязыг Х. Челику. Глубокую признательность автор выражает за профессиональные консультации Т.В. Романюк и С.Ю. Колодяжному.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Геологический очерк

История исследования региона. Геологические исследования на Малом Кавказе и Армянском нагорье насчитывают более 150 лет и отражены в трудах многих ученых. В диссертации приведен обзор истории исследований и

рассмотрены современные представления о тектонике региона.

Ширакская впадина не раз попадала в поле зрения исследователей. Первые геолого-геоморфологические описания в ее пределах были выполнены Г.В. Абигом. А.Т. Асланяну, А.А. Габриеляну, К.Н. Паффенгольцу, Э.Х. Харазяну и др. принадлежат работы по региональной геологии Армении, в которых в той или иной степени отражены сведения о четвертичных толщах впадины. О.А. Саркисян детально исследовал стратиграфию палеогеновых образований Севано-Ширакской области, а Ю.В. Саядян выделил четвертичные свиты в стратифицированных образованиях впадины. Е.Е. Милановский впервые намечил историю ее развития.

Тектоническое районирование и геологическое строение Малого Кавказа и Армянского нагорья. Область исследования приурочена к зоне сочленения Закавказского массива и севера Армянского блока, разделенных Севано-Акеринской сутурой (Hässig et al., 2013). Южной окраине Закавказского массива соответствуют Аджаро-Триалетская и Сомхето-Карабахская зоны Малого Кавказа, Армянскому блоку – Армянское нагорье. Офиолитовый комплекс сутурной зоны надвинут на южную окраину Армянского блока (Hässig et al., 2013) (рис. 1.1).

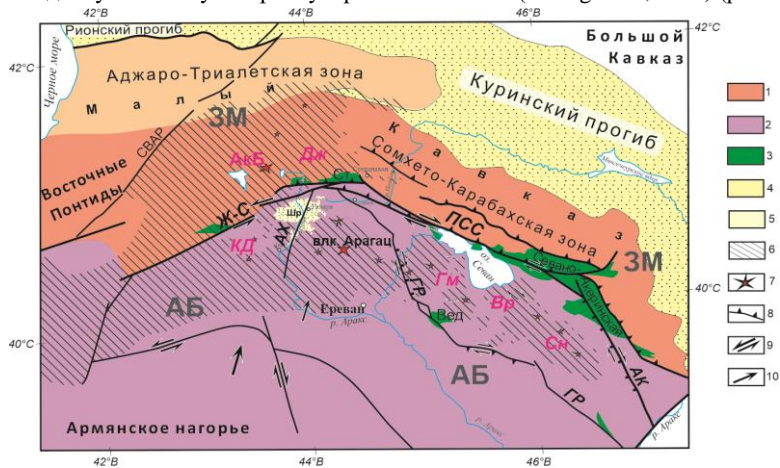


Рис. 1.1. Схема тектонического районирования и главных разломных зон Малого Кавказа и северной части Армянского нагорья (по Hässig et al., 2013; Karakhanian et al., 2004) с изм.)

1 – Окраина Евразии в мезозое (ЗМ – Закавказский микроконтинент); 2 – террейн гондванского происхождения (АБ – Армянский блок); 3 – Севано-Акеринская сутура; 4 – Предгорные прогибы; 5 – Ширакская впадина (Шр); 6 – область развития плиоцен-четвертичного вулканизма; 7 – вулканы; 8 – надвиги; 9 – сдвиги; 10 – направление перемещения Армянского блока. Нагорья и хребты: АкБ – хр. Акбаба; Вр – Вардениское; Дж – Джавахетское; Гм – Гегамское; КД – Карс-Дигорское вулканическое плато; Сн – Сюникское. Разломы и разломные зоны: АК – Акеринский (продолжение ПСС); АХ – Ахурянский; ГР – Гарнийская; Ж-С – Желтореченско – Сарыкамьйская; ПСС – Памбак-Севан-Сюникская; СВАР – Северо-Восточная Анатолийская. Офиолитовые зоны: Вед – Вединская; Ст – Степанаванская.

Аджаро-Триалетская зона сложена интенсивно дислоцированными палеоцен-эоценовыми преимущественно вулканогенными толщами (Адамия и др., 1974). *Сомхето-Карабахская зона* представляет собой фрагмент мезозойской Малокавказской палеоостровной дуги, сложена слабодислоцированными преимущественно средне-верхнеюрскими и меловыми вулканогенными, вулканогенно-осадочными и терригенно-карбонатными толщами (Геология..., 2005_{1,2}). *Севано-Акеринская сутура* является восточным продолжением сутуры Измир-Анкара-Эрзинджан (Турция). Представлена Севано-Акеринским и Степанаванским сегментами, а также Вединской зоной, останцом офиолитового покрова (Книппер, Соколов 1976; Sosson et al., 2010).

Армянский блок сложен докембрийскими метаморфическими комплексами с возрастом 620 млн лет (Агамалян, 1998), перекрытыми палеозойскими и мезозойскими субплатформенными преимущественно морскими толщами (Габриелян, 1967; Геология..., 1970). Кайнозой представлен вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями. В миоцен-плиоценовых разрезах севера блока присутствуют пачки осадочных пород, накопленных в результате трансгрессий Паратетиса, в плиоцен-четвертичных разрезах значительную роль играют вулканогенные пачки.

Глава 2. Вулканогенно-осадочные образования Ширакской впадины и ее обрамления

Палеогеновая система. Представлена осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными образованиями, которые слагают большую часть Ширакского, Базумского и Памбакского хребтов (северное и северо-восточное обрамление впадины). Среднеэоценовые образования вскрыты бурением в восточной и северной частях впадины на глубинах 450 м (Харазян, 2012) и 3000 м (Саядян, 2009) соответственно.

Неогеновая система. Нижний – средний миоцен представлены красноцветно-пестроцветной и соленосно-гипсоносной толщами, которые вскрыты скважинами к югу от Ширакской впадины (Геология..., 1970).

Верхи среднего миоцена – верхний миоцен представлены морскими глинами и известняками *сарматского региояруса* (вскрыты во впадине на глубине 1237–1330 м), вулканогенно-осадочной толщей *мэотического-понтийского региоярусов* (вскрыты во впадине на глубине 114–1420 м) (Саядян, 2009). Аналогом этой толщи Ю.В. Саядяном (2009) предложено считать выход грубообломочных образований в овраге Магаридзор Барцрашенского плато в южном обрамлении впадины. Согласно результатам наших исследований К-Аг возраст андезитовых обломков этой толщи из оврага Магаридзор ($N40^{\circ}37.282' E43^{\circ}46.644'$) составляет $24.4 \pm 0.6 - 24.8 \pm 0.7$ млн лет.

Плиоцен представлен морскими осадочными образованиями *акчагыльского региояруса* с малоомощными валунными конгломератами

кimmerийского региона в основании (Саядян, 2009). Акчагыльские глинистые толщи вскрыты скважиной в Ширакской впадине и идентифицированы как «отложения озерного облика» (Саядян, 2009). В 122-метровом интервале в верхней части толщи Н.А. Акрамовским была определена ископаемая акчагыльская малакофауна, при этом в верхних 4-х метрах указанного интервала определены верхнеакчагыльские формы, а в нижних 83-х метрах – нижнеакчагыльские. Информация о фауне промежуточного интервала отсутствует, в связи с этим он может быть отнесен как в нижнему акчагылу (верхнему плиоцену), так и к верхнему акчагылу (низам нижнего плейстоцена).

В р-не пос. *Демиркент* (западная часть Ширакской впадины, Турция) в ходе проведения настоящего диссертационного исследования впервые обнаружен выход морских акчагыльских стратифицированных образований. Обнажение сложено глинами и алевролитами мощностью 70 м, перекрытыми четвертичным аллювием (рис. 2.1). В нижней и средней частях разреза выявлены солонатоводные диноцисты, в средней и верхней – пресноводные водоросли. В обнажении был отобран 91 образец для палеомагнитных исследований. Все образцы показали нормальную намагниченность. С учетом того, что некоторые из вышеуказанных видов диноцист были характерны для самого верхнего плиоцена (нижнеакчагыльского подъяруса), исследованный интервал толщи соответствует хрону Гаусс и имеет позднеплиоценовый возраст.

Четвертичная система. Морские осадочные образования частично перекрыты вулканическими толщами («долеритами»), которые проникли во впадину с севера. Верхние потоки имеют трахиандезибазальтовый состав, их возраст 2.1 ± 0.2 млн лет (р-н пос. Капс) и 2.25 ± 10 млн лет (I НПТ р. Ахурян, р-н храмового комплекса «Мармашен») (Shalaeva et al., 2019).

Стратиграфически выше «долеритов» залегают континентальные осадочные образования, которые в большинстве обнажений северо-восточной части впадины перекрыты игнимбридами Гюмри с К-Аг возрастом по трем образцам 0.65 ± 0.06 , 0.68 ± 0.10 млн лет и 0.70 ± 0.03 (Шалаева и др., 2020). Далее рассмотрены континентальные осадочные образования, стратиграфически расположенные между указанными вулканогенными горизонтами (рис. 2.2, 2.3, 2.4).

Карахачская толща (25м). Залегает в северной части впадины и на склонах Ширакского хребта. Толща вскрыта в обнажениях *Джрадзор* ($N40^{\circ}54'26.85'' E43^{\circ}46'15.32''$) и *Меграшат* ($N40^{\circ}52'04.42'' E43^{\circ}40'34.57''$), которые исследованы автором (рис.2.2). Обнажение Джрадзор сложено пролювиально-аллювиальными образованиями, обнажение Меграшат – озерно-аллювиальными. В нижней части обнажения Джрадзор нами были найдены палеолитические (раннеашельские) орудия (~1.9-1.8 млн лет, определение Е.В. Беляевой, ИИМК РАН). В обоих обнажениях отобраны магнитостратиграфические коллекции.

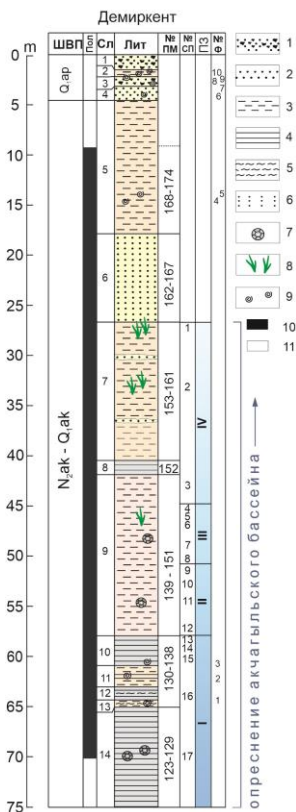


Рис. 2.1. Литолого-стратиграфическая колонка обнажения Демиркент
 1 – песчано-гравийно-галечные образования; 2 – пески; 3 – алевриты; 4 – глины; 5 – глины диатомовые, диатомиты; 6 – песчаники; 7 – диноцисты солонатоводные; 8 – водоросли пресноводные; 9 – малакофауна. Полярность: 10 – прямая; 11 – обратная. ПЗ – палинозоны; ШВП – Шкала Восточного Паратетиса; № ПМ – № образца для палеомагнитного исследования; № СП – № образца для спорово-пыльцевого исследования; № Ф – № образца для фаунистических исследований.

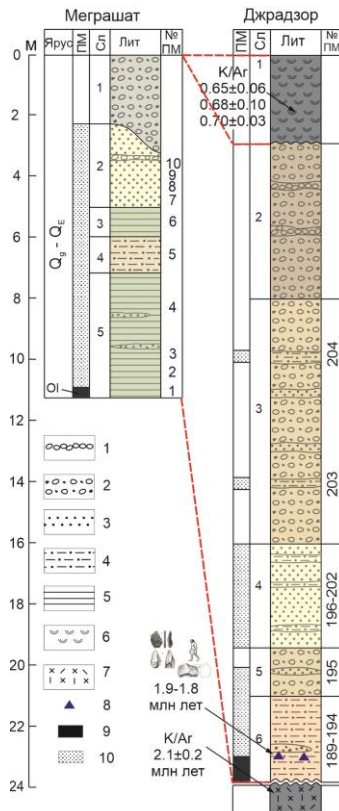


Рис. 2.2. Литолого-стратиграфические колонки обнажений Дждарзор и Меграшат. Карахачская толща
 1 – галечники; 2 – гравийно-галечные образования; 3 – пески; 4 – супеси; 5 – глины ленточные; 6 – игнимбриты; 7 – трахиандезибазальты; 8 – местонахождения палеолитических артефактов. Полярность: 9 – прямая; 10 – обратная.

Нижний интервал разреза с прямой намагниченностью с учетом находок орудий может быть отнесен к субхрону Олдувай, вышележащий нормально намагниченный интервал – к хрону Магуяма.

Образования, вскрытые в этих обнажениях, на основании

стратиграфического положения, литологических и палеомагнитных характеристик, а также находок палеолитических орудий можно считать возрастными аналогами аллювиальных образований Карахачского карьера Лорийской впадины (Трифонов и др., 2017), возраст которых определен как 1.9–1.75 млн лет (Presnyakov et al., 2012). Возраст карахачской толщи Ширакской впадины, таким образом, принят нами ~1.9–1.75 млн лет. Верхняя возрастная граница может быть моложе. Карахачская толща на склонах Ширакского хребта с размывом перекрыта игнимбритами Гюмри, а в северной части Ширакской впадины – анийской свитой.

Анийская свита (150м). Впервые выделена Ю.В. Саядяном и др. (Заикина и др., 1969_{1,2}; Саядян, 2009). В качестве стратотипа можно рассматривать разрез скв. №6 в р-не пос. Мармашен (Заикина и др., 1969₁). Свита сложена озерными глинами и диатомитами, а также аллювиальными песчано-галечными образованиями. Автором исследованы обнажения (рис. 2.3):

Канс (9м) (N40°52'30.10"; E43°45'10.03"). Представлено песчано-галечными образованиями, которые залегают на трахиандезибазах (2.1±0.2 млн лет) и перекрыты игнимбритами Гюмри (Шалаева и др., 2019). В осадочных образованиях отобрано 10 образцов для палеомагнитных исследований. Два нижних образца показали обратную намагниченность, восемь верхних – прямую.

Вохджи (55м) (N40°49'35.11"; E43°44'41.16"). Представлено преимущественно глинами и диатомитами, в верхней части – песчано-галечными образованиями, которые перекрыты игнимбритами Гюмри (Шалаева и др., 2019). В осадочных образованиях отобрано 77 образцов для палеомагнитных исследований, 26 образцов для спорово-пыльцевого анализа и образцы для малакологических исследований.

Айкаван-1 (43м) (N40°48.845'; E43°44.808'). Представлено в нижней части разреза озерными глинами, в средней – верхней части – преимущественно аллювиальными супесями и песчано-галечными горизонтами, перекрытыми игнимбритами Гюмри (Шалаева и др., 2019). В осадочных образованиях отобрано 39 образцов для палеомагнитных исследований, образцы для спорово-пыльцевого анализа и малакологических исследований.

Ископаемая малакофауна Вохджи и Айкаван-1 по определениям П.Д. Фролова (ГИН РАН) за редким исключением представлена вымершими пресноводными видами позднего калабрия – раннего среднего плейстоцена. Согласно определениям А.Н. Симаковой (ГИН РАН) палиноспектры свидетельствуют о доминировании лесостепных и степных ландшафтов с небольшими климатическими вариациями. Они сходны с палиноспектрами апшеронского региояруса (калабрий) и гурийско – раннечаудинскими горизонтами Грузии (верхний калабрий – низы среднего плейстоцена). С учетом результатов палеонтологических исследований, интервалы прямой намагниченности в нижней части разрезов Вохджи и Айкаван-1 могут быть отнесены к субхронам Кобб

Маунтин (1.208–1.187 млн лет) и Харамильо (1.071–0.990), а интервалы обратной намагниченности – к хрону Магуяма. Верхняя нормально намагниченная часть разреза Вохджи может быть отнесена к низам хрона Брюнес. Возраст анинской свиты ~1.2–0.78 млн лет.

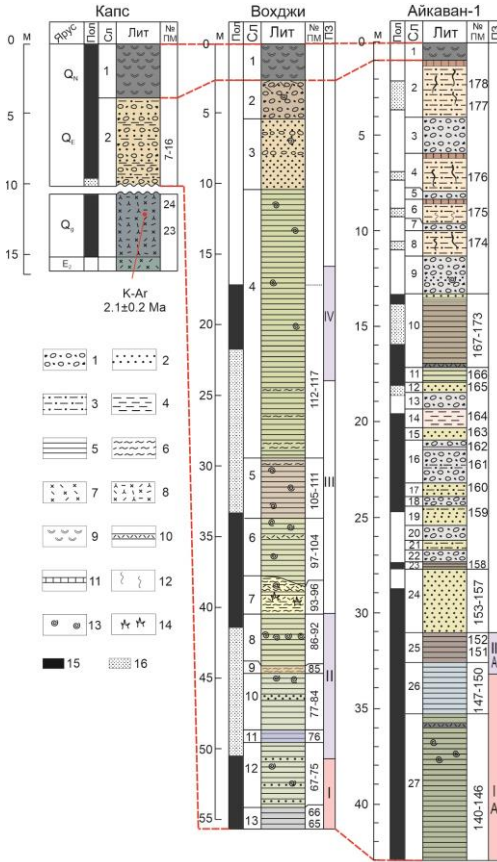


Рис. 2.3. Литолого-стратиграфические колонки обнажений Капс, Вохджи, Айкаван-1. Анинская свита

1 – песчано-гравийно-галечные образования; 2 – пески; 3 – супеси; 4 – алевриты; 5 – глины; 6 – диатомиты; 7 – вулканические породы; 8 – трахиандезитобазальты; 9 – игнимбриты; 10 – прослои пеплов; 11 – палеопочвы; 12 – карбонатизация; 13 – включения малакофауны; 14 – сейсмиты. Полярность: 15 – прямая; 16 – обратная. ПЗ – пализоны; № ПМ – № образцов для палеомагнитных исследований.

Арапийская свита (~80м). Впервые выделена Ю.В. Саядяном и др. (Зайкина и др., 1969_{1,2}; Саядян, 2009). В качестве стратотипа можно рассматривать разрез в р-не пос. Арапи (Агаджанян, Мелик-Адамян, 1985). Автором исследованы обнажения (рис. 2.4):

Айкаван-2 (12м) (N40°48.604'; E43°45.145'). Представлено преимущественно озерными песками, супесями и алевритами с тонкими мелкогалечно-гравийными прослоями. Отобрано 15 образцов для палеомагнитных исследований, все образцы показали нормальную намагниченность.

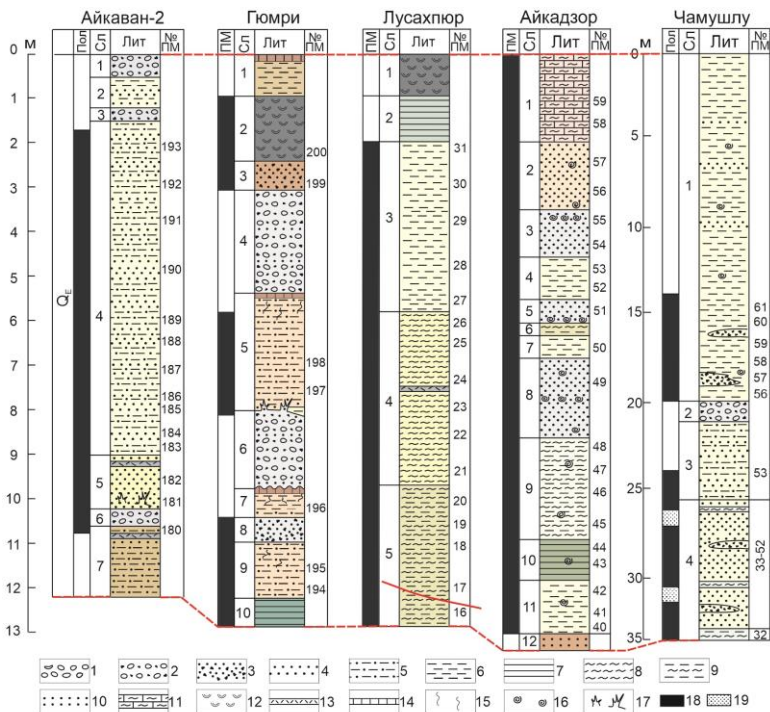


Рис. 2.4. Литолого-стратиграфические колонки обнажений Арапийской свиты
 1 – галечники; 2 – песчано-гравийно-галечные образования; 3 – песчано-гравийные образования; 4 – пески; 5 – супеси; 6 – алевриты; 7 – глины; 8 – диатомиты; 9 – глинистые диатомиты; 10 – песчаники; 11 – травертины; 12 – изнибриды; 13 – прослои вулканических пеплов; 14 – палеопочвы; 15 – карбонатизация; 16 – малакофауна; 17 – сейсмиты. Полярность: 18 – прямая, 19 – обратная. № ПМ – номера образцов для палеомагнитного исследования.

Гюмри (13м) (N40°44.939'; E43°50.282'). Представлено преимущественно переслаиванием косослоистых аллювиальных гравийно-галечных образований, супесей и алевритов, в основании обнажения вскрыты глины. Осадочная толща перекрыта игнимбридами Гюмри. Отобрано 7 образцов для палеомагнитных исследований, все образцы показали нормальную намагнитченность.

Лусахпюр (13м) (N40°38.637'; E43°44.507'). Представлено озерными алевритами, диатомитами, глинистыми диатомитами, глинами. Осадочная толща перекрыта игнимбридами Гюмри. Отобрано 16 образцов для палеомагнитных исследований, все образцы показали нормальную намагнитченность.

Айкадзор (13м) (N40°32.267'; E43°39.335'). Представлено озерными песками, алевритами, глинами, диатомитами. Осадочная толща перекрыта травертинами. Отобрано 20 образцов для палеомагнитных исследований. Все

образцы показали нормальную намагниченность. В слоях 11 и 8 обнаружены пресноводные формы диатомовых, в верхней части слоя 8 – пресноводные и солоноватоводные (определения Г.В. Ковалевой, ЮНЦ РАН). В верхней части разреза найдено множество зубов мелких млекопитающих.

Чамушлу (13м) (N40°44.600'; E43°33.351'). Представлено в основном песками и алевритами, песчаниками начальной стадии литификации. В разрезе найдены многочисленные остатки малакофауны и орудия ашельской культуры. Из разреза отобрано 30 образца для палеомагнитных исследований: 26 образцов показали нормальную намагниченность, 4 – обратную.

По определениям П.Д. Фролова и А.С. Тесакова (ГИН РАН) палеонтологические остатки малакофауны и млекопитающих в этих разрезах – неоплейстоценовые, не моложе 0.6 млн лет. Осадочные образования во всех разрезах за исключением двух небольших интервалов в Чамушлу имеют прямую намагниченность, т.е. могут быть отнесены к хрону Брюнес. Возраст арапийской свиты – 0.78–0.6 млн лет.

Карахачская толща была выделена нами впервые, для анийской и арапийской свит нами показан возраст более древний, чем предполагалось ранее в работе (Саядян, 2009).

Глава 3. Строение Ширакской впадины и ее обрамления

Ширакская впадина в плане асимметрична, ее ширина в центральной части ~35 км, в южной ~2 км, длина ~40 км. Северная граница впадины образована Ширакским хребтом, северо-восточная – западным окончанием Памбакского хребта, которые сложены интенсивно дислоцированными палеогеновыми вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями (Геология..., 1970). Западная, южная и юго-восточная границы образованы вулканическими массивами севера Армянского нагорья, что обусловило ее асимметрию и извилистость границ. Поверхность впадины понижается к югу на 150 м.

Вулканизм в обрамлении впадины. Относительное опускание Ширакской впадины было синхронным активному вулканизму на обрамляющих территориях. Определив в значительной степени контуры впадины, вулканические потоки стали одним из факторов изменения палеогеографических условий в ее пределах (рис.3.1).

Джавахетская вулканическая область. Площадь ~70×70 км. Вулканическая активность была здесь проявлена в позднемиоценовое и плиоцен-четвертичное время (Лебедев и др., 2003, 2004, 2008_{1,2}). Плиоцен-четвертичная вулканическая активность продолжалась в период 3.75–1.75 (1.55) (Лебедев и др., 2008_{1,2}). Трахиандезитбазальты этой области проникли с севера в Ширакскую впадину, их К-Аг возраст составляет 2.1±0.2 и 2.25±0.10 млн лет (Shalaeva et al., 2019) или 2.09±0.05 млн лет (Ritz et al., 2016).

Карс-Дигорское вулканическое плато. Площадь ~70×130 км.

Вулканическая активность была проявлена в миоценовое и плиоцен-четвертичное время (Innocenti et al., 1982; Keskin et al., 2006). На восточной окраине плато залегают самые молодые из известных вулканических образований области – оливиновые базальты окрестностей города Дигор с возрастом 1.6 ± 0.2 и 1.3 ± 0.3 млн лет. В районе обнажения Демиркент нами были выявлены молодые базальты Карс-Дигорского плато с возрастом 1.27 ± 0.05 млн. лет.

Арагацкая вулканическая область. Площадь области составляет $\sim 75 \times 70$ км. Область включает вулканические центры Артени, Араилер, собственно вулкан Арагац, серию паразитических конусов и периферических плато. Возраст риолитовых обсидианов Артени составляет 1.26 ± 0.05 млн лет, андезитов и дацитов центра Араилер – 1.23 ± 0.03 – 1.37 ± 0.04 млн лет (Лебедев и др., 2011). В истории активности собственно вулкана Арагац выделяют четыре этапа: (I–II) 0.97–0.89, (III) 0.74–0.68 млн лет, (IV) 0.56–0.45 млн лет (Гукасян, 1985; Чернышев и др., 2002).

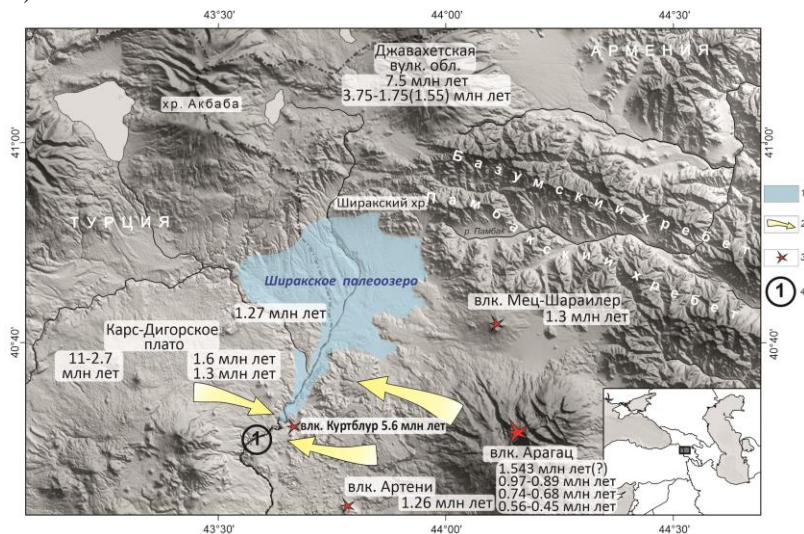


Рис. 3.1. Вулканизм в обрамлении Ширакской впадины и предполагаемая область распространения Ширакского палеозера. Составлено с использованием материалов из (Гукасян, 1985; Чернышев и др., 2002; Лебедев и др., 2004, 2008_{1,2}, 2011; Меликсетян, 2012; Шалаева и др., 2020; Innocenti et al., 1982; Keskin et al., 1998, 2006)

1 – предполагаемая область распространения Ширакского палеозера; 2 – направление вулканических потоков; 3 – вулканы; 4 – вулканиты южного обрамления впадины (см. текст). ЦМР SRTM 1' (источник <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

В строении южного борта Ширакской впадины принимают участие миоцен-плиоценовые вулканические образования, которые вскрыты в долине р. Ахурян. На основании К-Аг датирования нами выделены (снизу вверх) ($N40^{\circ}30'40.02''$; $E43^{\circ}34.19.48''$, ① на рис.3.1): слабощелочные андезибазальты

(возраст верхних потоков 4.26 ± 0.12 – 5.6 ± 0.2 млн лет), риолитовые игнимбриты, туфы и пемзы (2.8 ± 0.15 – 3.3 ± 0.5 млн лет), базальты (2.64 ± 0.10 млн лет) (Shalaeva et al., 2019) (рис. 3.2). К югу от пос. Айкадзор андезибазальты с возрастом 5.60 ± 0.15 млн лет слагают конус вулкана Куртблур ($N 40^{\circ}30.698'$; $E 43^{\circ}39.543'$) (рис.3.1).

Площадь каждого из вулканических массивов, окружающих Ширакскую впадину, не менее чем в два раза превышает площадь самой впадины, а мощности плиоцен-четвертичных вулканических варьировать от нескольких сотен до тысячи метров и более. Столь масштабная магматическая активность и связанное с ней перемещение глубинного вещества могло, с одной стороны, инициировать опускание впадины как кальдероподобной структуры между крупными вулканическими массивами, а, с другой, – послужила источником лавовых подпруд долины р. Ахурян на южной границе впадины, что обеспечило длительное существование Ширакского палеозера во впадине.

Разломные зоны. Ширакская впадина расположена на северной окраине Армянского блока, в области его максимального выдвигания к северу, и к юго-западу от узла схождения четырех крупнейших разломных зон региона – левосдвиговой Желтореченско-Сарыкамьшской, правосдвиговой Памбак-Севан-Сюникской, Ахурянского левого сдвига и Гарнийской правосдвиговой зоны (Трифонов и др., 2002) (рис. 1.1, 3.2). Ахурянский разлом пересекает Ширакскую впадину с юго-юго-запада на северо-северо-восток. Кроме того, в пределах Ширакской впадины, преимущественно вдоль ее границ, развиты разломы меньшего порядка – флексурно-разломные зоны Капская и Чарчиолу, а также разлом Чамушлу. По ряду разломов были определены величины вертикальных смещений.

Капская флексурно-разломная зона (КФЗ). Ограничивает Ширакскую впадину с севера, выражена в изгибе террасы р. Ахурян, сложенной четвертичными образованиями анийской свиты. Абсолютные отметки кровли свиты в зоне флексуры снижаются к югу с ~ 1700 м до ~ 1615 м (Трифонов et al., 2020). С учетом возраста анийской свиты ~ 1.2 – 0.78 млн лет, величина вертикального смещения по КФЗ в неоплейстоцене-голоцене составила около 100 м.

Величина вертикального смещения по КФЗ может быть также определена по разнице абсолютных высот кровли толщи трахиандезибазальтов с возрастом 2.1 ± 0.2 и 2.25 ± 0.10 млн лет, вскрытых в долине р. Ахурян, висячем и лежащем крыле КФЗ (к северу и к югу от Ширакского хребта соответственно). Абсолютная высота кровли толщи андезибазальтов уменьшается с ~ 1735 – 1740 м (под обн. Джрадзор) до ~ 1530 м в р-не храмового комплекса «Мармашен». Таким образом, величина вертикального смещения по КФЗ за 2.1 – 2.25 млн лет могла достигнуть 210 м.

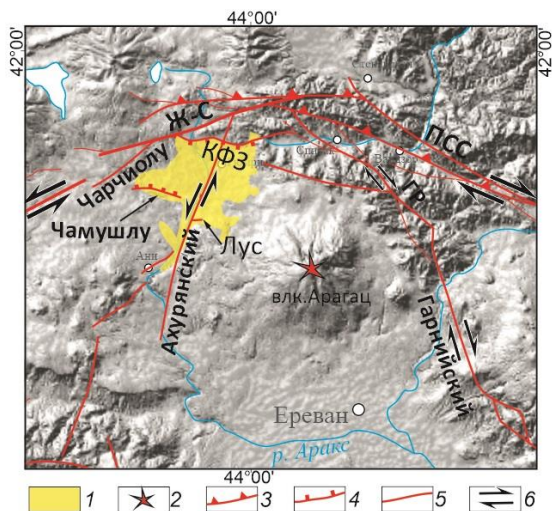


Рис. 3.2. Разломные зоны Ширакской впадины и ее обрамления

Разломы и разломные зоны: ЖС – Желтореченско-Сарыкамьшская; ПСС – Памбак-Севан-Сюникская; Флексурно-разломные зоны: КФЗ – Каспская; Лус – Лусахтурский надвиг. 1 – Ширакская впадина; 2 – вулканы; 3 – надвиги; 4 – сбросы; 5 – разломы невыявленной кинематики; 6 – сдвиги. ЦМР SRTM 3' (источник <https://srtm.csi.cgiar.org>).

Ахурянский разлом. Разлом слабо выражен на местности, но установлен по геофизическим материалам, а также по локальным смещениям речных долин на территории Турции, имеет левосдвиговую кинематику (Назаретян и др., 2015; Трифонов, 2017).

В ходе полевых работ 2015 г. в р-не пос. Лусахпур был исследован некрупный надвиг ($N40^{\circ}38.637'$; $E43^{\circ}44.507'$) (рис. 3.2, 3.3), ориентированный под углом $\sim 70^{\circ}$ к линии простираения Ахурянского разлома. Всячий блок надвига сложен озерными образованиями арапийской свиты, перекрытыми игнимбритами Гюмри. В лежащем блоке надвига обнажены только игнимбриты Гюмри. С учетом возраста игнимбритов 0.65-0.70 млн лет, надвиг был активен в неоплейстоцене – голоцене.

Разлом Чамушлу (РЧ) проходит по юго-западному борту впадины и маркирован уступом (поднятое крыло) высотой ~ 90 м. Поднятое крыло сложено нижнеакчагыльскими (верхнеплиоценовыми) морскими осадочными толщами (обн. Демиркент), перекрытыми аллювиальными образованиями анийской свиты. Абсолютная высота кровли нижнеакчагыльских образований составляет 1565 м. Абсолютная высота кровли этих же образований в северной части впадины – от 1400 до 1435 м. Вертикальное смещение морских акчагыльских образований в плейстоцене по разломам Ахурянскому и Чамушлу составляет 130–165 м.

На основании материалов, изложенных в гл. 2–3 построены геолого-геоморфологический профиль и блок-диаграмма строения впадины (рис. 3.3, 3.4).

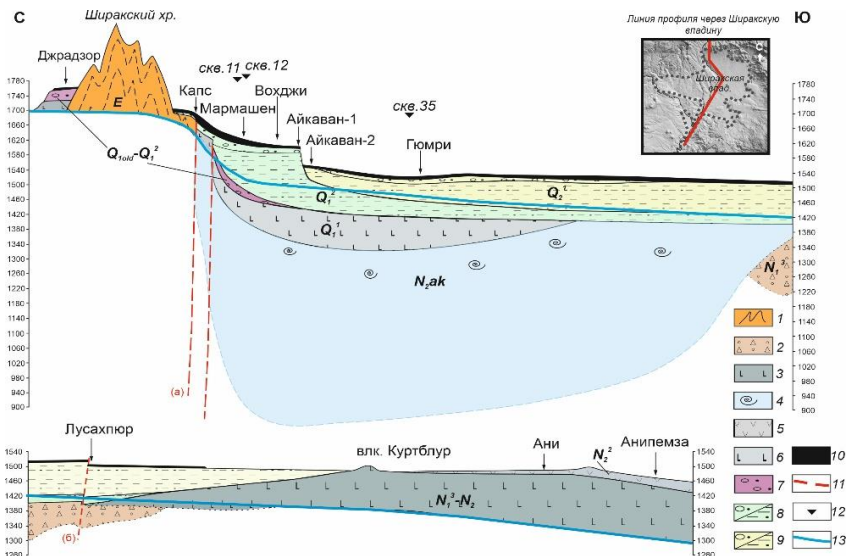


Рис. 3.3. Геолого-геоморфологический профиль через Ширакскую впадину

1 – эоценовые вулканогенно-осадочные и вулканогенные толщи, слагающие Ширакский хребет; 2 – верхнемиоценовые (мэотические-понтийские) вулканогенно-осадочные образования, условно относимые к возрастным аналогам вохчабердской свиты Приереванского района; 3 – миоцен-плиоценовые вулканические образования южного борта Ширакской впадины; 4 – верхнеплиоценовые (акчагыльские) морские образования; 5 – верхнеплиоценовые туфы; 6 – нижнеплейстоценовые «долериты»; 7–9 – озерно-аллювиальные образования: 7 – карахачская толща; 8 – анийская свита; 9 – аранийская свита; 10 – игнимбриты Гюмри; 11 – разломные зоны: (а) Капская флексурно-разломная зона; (б) Лусахтюрский надвиг; 12 – скважины по (Саядян, 2009); 13 – современный базис эрозии р. Ахурян. Местоположение разреза показано на врезке: ЦМР SRTM 1' (источник <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Глава 4. Модель формирования Ширакской впадины

Время начала обособления впадины. Обнаружение в западной части впадины морских акчагыльских толщ (*Демиркент*) позволяет считать, по меньшей мере, верхнюю 122-метровую фаунистически охарактеризованную часть толщи «озерного облика» (550 м) в северной части впадины, описанную в работе (Саядян, 2009), образованиями сформированными также в результате морской акчагыльской трансгрессии Восточного Паратетиса (палео-Каспия). Повышение уровня вод в период акчагыльской трансгрессии составляло от +50 до +150 м (Попов и др., 2010; Trifonov et al. 2020, 2023). Следовательно, в позднем плиоцене область, в пределах которой сейчас расположена Ширакская впадина, имела абсолютные отметки не выше +150 м относительно современного уровня Каспийского моря, была затоплена водами палео-Каспия и испытывала прогибание.

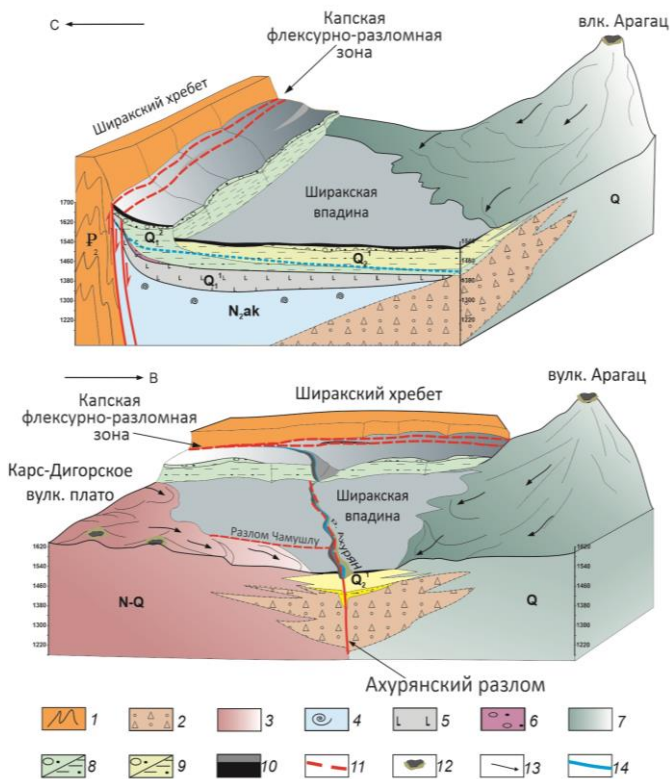


Рис. 3.4. Блок-диаграмма современного геологического строения Ширакской впадины

1 – эоценовые вулканогенно-осадочные и вулканогенные толщи, слагающие Ширакский хребет; 2 – верхнемиоценовые (мэотические-понтийские) вулканогенно-осадочные образования, условно относимые к возрастным аналогам вохчабердской свиты Приереванского района; 3 – плиоцен-четвертичные вулканические образования Карс-Дигорского плато; 4 – верхнеплиоценовые (акчагыльские) морские образования; 5 – трахиандезитбазальты («долериты»); 6 – карахачская толща; 7 – четвертичные вулканические образования Арагацкого вулканического центра; 8 – озерно-аллювиальные образования анийской свиты; 9 – озерно-аллювиальные образования арайской свиты; 10 – игнимбриты Гюмри; 11 – разломные зоны; 12 – вулканические центры; 13 – направление движения вулканического потока; 14 – русло р. Ахурян.

Этапы и особенности развития впадины и ее обрамления в четвертичное время. 1) К началу четвертичного времени западное и северо-западное обрамления впадины (вулканические Карс-Дигорское плато, хр. Акбаба) уже были сформированы. Остаточная вулканическая активность в восточной части Карс-Дигорского плато – не моложе ~1.27 млн лет. 2) После ухода вод акчагыльской трансгрессии и завершения морского осадконакопления в пределах впадины, по Ахурянскому разлому и разлому Чамушлу происходит вертикальное

смещение (опускание) северной части ареала развития акчагыльской толщи относительно его юго-западной части на величину до 130–165 м. Смещение произошло до накопления анийской свиты, т.е. в интервале ~2.5–1.2 млн лет. **3)** Проникновение во впадину с севера, из Джавахетской вулканической области, трахиандезиобазальтов («долеритов», платобазальтов), возраст которых составил ~2.25–2.1 млн лет. **4)** Продолжение воздымания Ширакского и Базумского хребтов Малого Кавказа в северном обрамлении впадины в конце гелазия – первой половине эоплейстоцена. Отражением воздымания стали флексуры в толщах «долеритов» (платобазальтов) у подножий или на склонах хребтов, а также фрагменты разорванных субширотных палеодолин (аллювиальных галечников) на склонах хребтов (Милановский, 1962; Харазян, 1971; Трифонов и др., 2017). Возраст галечников палеодолин соответствует возрасту карахачской толщи. Галечники Карахачского перевала перекрыты андезитами с возрастом 1.70 ± 0.07 млн лет, т.е. разрыв гидросети произошел ~1.75–1.7 млн лет назад. **5)** Вследствие разрыва субширотной гидросети основной объем водостока, изначально ориентированный с запада на восток, был перенаправлен на юг, через центр Ширакской впадины, по долине р. Ахурян. **6)** Начало активности Арагацкого вулканического центра обусловило формирование лавовых подпруд в долине р. Ахурян и Ширакского палеоозера, просуществовавшего в интервале ~1.2–0.6 млн лет. **7)** Завершение существования Ширакского палеоозера (соответствует завершению III фазы активности влк. Арагац) и перекрытие северо-восточной части впадины игнимбридами Гюмри. Это могло произойти либо в конечную стадию существования палеоозера, когда его площадь была существенно сокращена, либо после полного спуска палеоозера. **8)** Опускание северного борта впадины по Капской флексурно-разломной зоне после накопления анийской свиты, что выражено в изгибе террасы р. Ахурян. Величина вертикального смещения по КФЗ в неоплейстоцене-голоцене составила ~85 м. После накопления арапийской свиты и извержения игнимбридов Гюмри, т.е. после 0.65–0.7 млн лет, произошло нарушение залегания этих образований по Лусахпюрскому надвигу. **9)** В современном разрезе карахачская толща (1.9–1.75 млн лет) имеет самое северное и гипсометрически самое высокое положение. Южнее, частично перекрывая карахачскую толщу в пределах впадины, развита анийская свита. Еще южнее, на анийской свите частично с размывом залегает арапийская свита. Южная граница арапийской свиты залегает южнее южной границы поля распространения анийской свиты. Таким образом, в четвертичное время происходила миграция ареалов осадконакопления с севера на юг, связанная с вовлечением северного борта впадины в воздымание Ширакского хребта. По-видимому, после завершения озерного этапа развития впадины и в связи с продолжением в эоплейстоцене поднятия Ширакского хребта, дно впадины было наклонено к югу, понижение составило ~150 м. **10)** С учетом современного положения кровли морских

акчагыльских толщ на высоте 1565 м (Демиркент), воздымание Ширакской впадины в четвертичное время составило ~1.5 км.

На основании материалов, изложенных в главах 2–4, сформулированы защищаемые положения 1, 2 и 3.

Глава 5. Сравнительный анализ геологического строения и истории развития Ширакской и Севанской впадин

В диссертации приведены разрезы плиоцен-четвертичных аллювиально-озерных толщ, выведенных на дневную поверхность в области Норатус-Канагехской разломной зоны вдоль западного берега оз. Большой Севан (Норатус-1, Норатус-2). Эти разрезы исследованы автором в ходе полевых работ 2017 г. На основании результатов магнитостратиграфических и спорово-пыльцевых исследований, а также изотопного датирования пемз в верхней части разреза Норатус-1 был установлен возраст этих толщ как ~2.3–3.1 млн (Шалаева и др., 2023). В исследованных разрезах отсутствуют морские образования акчагыльской трансгрессии, нет их и в скважинах, пробуренных на южном берегу Большого Севана (Багдасарян, Гукасян, 1985; Саядян, 2009). Это позволяет предположить изолированное, начиная с сарматского времени, от влияния палео-Каспия развитие области, в пределах которой расположена Севанская впадина.

Формирование Севанской впадины связано с развитием крупных, преимущественно правосдвиговых, разломных зон. Впадину Малого Севана интерпретируют как присдвиговую впадину типа пулл-апарт, связанную с режимом трансенсии между сегментами Памбак-Севан-Сюникской зоны разломов (Karakhian et al., 2002, 2004). Впадина Большого Севана сформирована в локальных условиях растяжения (Davtyan et al., 2006), возникших в пределах Севанского сдвигового дуплекса. Вместе с тем, обособление впадины синхронно интенсивному вулканизму Гегамского и Варденисского нагорий, расположенных в западном и южном обрамлении впадины. Это позволяет предположить связь развития впадины не только с разломными зонами, но и с магматизмом в пределах сдвигового дуплекса и связанным с этим магматизмом оттоком вещества.

Как Ширакскую, так и Севанскую впадины можно отнести к типу тектоно-магматических структур. При этом, в развитии Ширакской впадины доминирующую роль играли процессы, связанные с магматизмом, а в развитии Севанской впадины – сдвиги и сопряженные с ними структуры.

На основании материалов, изложенных в главе 5, сформулировано защищаемое положение 4.

Заключение

Проведенные исследования показали, что временем начала развития Ширакской впадины можно считать поздний плиоцен. В позднеплиоценовое время впадина развивалась как узкий залив Акчагыльского морского бассейна (палео-Каспийского моря), в котором происходило морское осадконакопление. На рубеже плиоцена и четвертичного времени, после ухода вод акчагыльской трансгрессии, область, в пределах которой сейчас расположена Ширакская впадина, перешла в режим континентального осадконакопления, а в четвертичное время была поднята на 1.5 км в связи с общим воздыманием Малого Кавказа и Армянского нагорья.

Впадина расположена в зоне динамического влияния узла схождения крупнейших сдвиговых нарушений региона, вдоль которых установлены разнонаправленные смещения, обусловленные выдвиганием Армянского блока к северу (рис. 1.1). Часть северной границы впадины сформирована одним из второстепенных разломов (*КФЗ*) этого узла, и сама впадина пересечена *Ахурянским* разломом. Вместе с тем, большая часть границ впадины образована вулканическими массивами или отдельными лавовыми потоками, формирование которых было синхронным обособлению впадины. Мощности вулканических образований в обрамлении впадины сопоставимы с мощностью осадочной толщи внутри впадины.

Вулканическая активность на южном обрамлении впадины привела к подпруживанию р. Ахурян и возникновению Ширакского палеозера, которое просуществовало не менее 0.6 млн лет. Время начала и завершения озерного осадконакопления во впадине (время формирования анийской и арапийской свит) имеет хорошую корреляцию со временем проявления вулканизма: начало накопления анийской свиты (~1.2 млн лет) соответствует времени последних извержений на Карс-Дигорском плато и начала активности в Арагацком вулканическом центре (~1.3–1.2 млн лет); завершение накопления арапийской свиты соответствует времени завершения III фазы активности влк. Арагац. Извержения IV фазы активности влк. Арагац не создавали подпруд в долине р. Ахурян.

Поэтапное воздымание Ширакского хребта привело, с одной стороны, к вовлечению в поднятие северной части впадины и смещению ареалов накопления четвертичных толщ к югу, а с другой стороны, – к перекосу впадины в том же, южном, направлении.

Сопоставление двух крупнейших впадин севера Армянского нагорья – Севанской и Ширакской позволяет сделать вывод о том, что обе впадины представляют собой тектоно-магматические структуры, формирование которых было предопределено двумя главными факторами: 1) активностью крупнейших разломных зон региона; 2) глубинными магматическими процессами и наземным вулканизмом. Однако, если в обособлении Ширакской впадины преобладающим фактором можно считать магматизм, то в обособлении Севанской впадины главную роль играют сдвиги и сопряженные с ними структуры.

Основные публикации по теме диссертации:

- 1) Шалаева Е.А., Трифонов В.Г., Трихунков Я.И., Титов В.В., Авагян А.В., Саакян Л.Г., Симакова А.Н., Фролов П.Д., Соколов С.А., Васильева М.А., Бачманов Д.М., Овакимян Г.М. Неотектоника и геологическое строение Севанской межгорной впадины (Армения): новые структурные и палеонтологические данные. **Геотектоника**. 2023. №4. С. 103-117.
- 2) Simakova A.N., Tesakov A.S., Çelik H., Frolov P.D., **Shalaeva E.A.**, Sokolov S.A., Trikhunkov Ya.I., Trifonov V.G., Bachmanov D.M., Latyshev A.V., Ranjan P.B., Gaydalenok O.V., Syromyatnikova E.V., Kovaleva G.V., Vasilieva M.A. Caspian-type dinocysts in NE Turkey mark deep inland invasion of the Akchagylian brackish-water basin during the terminal Late Pliocene // **Quaternary International**. 2021. V.605-606. P.329-348.
- 3) **Шалаева Е.А.**, Соколов С.А., Хисамутдинова А.И. Лениканский игнибрит как продукт извержения вулкана Арагац, Армения // **Вулканология и сейсмология**. 2020. №2. С.32-42.
- 4) Trifonov V.G., Simakova A.N., Çelik H., Tesakov A.S., **Shalaeva E.A.**, Frolov P.D., Trikhunkov Ya.I., Zelenin E.A., Aleksandrova G.N., Bachmanov D.M., Latyshev A.V., Ozherelyev D.V., Sokolov S.A., Belyaeva E.V. The Upper Pliocene – Quaternary geological history of the Shirak Basin (NE Turkey and NW Armenia) and estimation of the Quaternary uplift of Lesser Caucasus // **Quaternary International**. 2020. V.546. P.229-244.
- 5) Tesakov A.S., Simakova A.N., Frolov P.D., Sytchevskaya E.K., Syromyatnikova E.V., Foronova I.V., **Shalaeva E.A.**, Trifonov V.G. Early-Middle Pleistocene environmental and biotic transition in north-western Armenia, southern Caucasus // **Palaeontologia electronica**. 2019. V.22. No2. P.1-39.
- 6) **Shalaeva E.A.**, Trifonov V.G., Lebedev V.A., Simakova A.N., Avagyan A.V., Sahakyan L.H., Arakelyan D.G., Sokolov S.A., Bachmanov D.M., Kolesnichenko A.A., Latyshev A.V., Belyaeva E.V., Lyubin V.P., Frolov P.D., Tesakov A.S., Sychevskaya E.K., Kovalyova G.V., Martirosyan M., Khisamutdinova A.I. Quaternary geology and origin of the Shirak Basin, NW Armenia // **Quaternary International**. 2019. V.509. P.41-61.
- 7) Трифонов В.Г., **Шалаева Е.А.**, Саакян Л.Х., Бачманов Д.М., Лебедев В.А., Трихунков Я.И., Симакова А.Н., Авагян А.В., Тесаков А.С., Фролов П.Д., Любин В.П., Беляева Е.В., Латышев А.В., Ожерельев Д.В., Колесниченко А.А. Четвертичная тектоника новейших впадин Северо-Западной Армении // **Геотектоника**. 2017. №5. С.42–64.

ОБРАЗЕЦ ОТЗЫВА

на автореферат диссертации Шалаевой Евгении Александровны
«Геологическое строение и история развития Ширакской впадины»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и
геодинамика.

Т Е К С Т О Т З Ы В А

Фамилия Имя Отчество

Ученая степень

Ученое звание

Должность, структурное подразделение

Полное наименование организации (**как в Уставе**)

Адрес: 000 000, г. _____, ул. _____, д. _____

Интернет-сайт организации

e-mail: _____

раб.тел.: (111) 111-11-11

Я, *Иванов Иван Иванович* (**ФИО полностью**), даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«__» _____ 2024 г.

Место печати

Подпись

Подпись *Иванова И.И.* (**ФИО**) заверяю (**подпись заверяется заведующим канцелярией, с указанием его должности и фамилии, и скрепляется печатью организации**).