

Сведения о проекте

1.1 Название проекта

Плиоцен-раннеплейстоценовая перестройка структурного плана Аравийско-Кавказского региона и её влияние на палеогеографические обстановки, динамику биоты и среду расселения древнего человека

1.2. Аннотация проекта

Проект продолжения работ по теме “Плиоцен-раннеплейстоценовая перестройка структурного плана Аравийско-Кавказского региона и её влияние на палеогеографические обстановки, динамику биоты и среду расселения древнего человека” направлен на подведение итогов конкретных исследований, материалы для которых и возможность их реализации стали доступными по итогам выполнения проекта 2022 года. Основной научной целью проекта является изучение особенностей неотектонического этапа развития Аравийско-Кавказского региона и выявление взаимосвязей новейшего орогенеза Кавказа и Восточной Турции с трансформацией ландшафтов, палеоклимата и биоты этой обширной области. Синтез большого количества новых данных о неотектонической, палеогеографической и биоклиматической истории Аравийско-Кавказского региона в плиоцене и раннем плейстоцене определяет новизну исследования и его актуальным для современного этапа международных исследований.

Эта цель определяет следующие конкретные задачи:

- Изучение Пшехско-Адлерской зоны разломов на границе высокогорий Центрального Кавказа и низко-среднегорий Северо-Западного Кавказа. Эта зона, имеющая ключевую роль в поперечной сегментации орогена, определяет распространение его новейших поднятий, и влияет на конфигурацию морских бассейнов Восточного Паратетиса в Предкавказье в позднем неогене и раннем квартере, а также на перестройки речной сети.
- Изучение Астара-Талышской зоны разломов, отделяющей горное сооружение Талыша, продолжающее ороген Малого Кавказа к юго-востоку, от Куринско-Южно-Каспийской впадины. Будут представлены детали новейшей структуры и истории развития Талышского орогена, а также обрамляющих его прогибов и впадин.
- Исследование лито-петрографических признаков разрезов верхних моласс Западного Предкавказья, и выявление их связи с основными этапами новейших горообразовательных движений различных сегментов Большого Кавказа, а также с этапами трансформации палеогеографических обстановок и палеоландшафтов.
- Изучение биостратиграфии морских отложений куяльницкого региона Черноморской области и их континентальных аналогов в Предкавказье и Восточной Турции. Основой этих работ станут новые палеонтологические материалы (позвоночные, остракоды, моллюски) из серии разрезов Западного и Центрального Предкавказья и Керченско-Таманской области.
- Обобщение данных по истории развития растительности, водных беспозвоночных и наземных млекопитающих Восточной Турции в плиоцене и раннем плейстоцене по материалам разрезов южного борта Хорасанской межгорной впадины.
- Палеонтологические описания важнейших в стратиграфическом аспекте групп древней биоты (диноцисты, моллюски, остракоды, млекопитающие), актуальных для решения поставленных стратиграфических задач.
- Итоговый синтез данных по неотектонике, тектоно-стратиграфии и биостратиграфии Западного Кавказа и Закавказья, а также сравнение геологической этапности развития этих районов с Восточной Турцией. Разработка стратиграфической схемы главных геологических событий плио-плейстоцена Аравийско-Кавказского региона.

Новизна проекта определяется комплексностью подходов с использованием современных методов неотектонического анализа горообразовательных процессов и данных о трансгрессивно-регрессивных циклах Восточного Паратетиса в тесном сопряжении с био- магнитостратиграфическим анализом на основе значительного научного задела коллектива проекта и корпуса оригинальных данных по опорным геологическим разрезам.

1.3. Ожидаемые результаты и их значимость

Неотектонические исследования

Концептуальным продолжением неотектонических исследований в рамках продления данного проекта будет изучение Пшехско-Адлерской зоны разломов на границе высокогорий Центрального- и низко-среднегорий Северо-Западного Кавказа, а также Астара-Талышской разломной зоны, отделяющей горное сооружение Талыша, продолжающее ороген Малого Кавказа к юго-востоку, от Куринско-Южно-Каспийской впадины. Эти зоны деформаций играют ключевую роль в морфоструктурной сегментации горных сооружений, определяя локализацию новейших поднятий, а также перестройки речной сети. Они контролируют области отложений морских бассейнов Восточного Паратетиса (понтического, киммерийского и куяльницкого) в Предкавказском прогибе. Будут представлены детали новейшей структуры Пшехско-Адлерской и Астара-Талышской разломных зон, обрамляющих их прогибов, впадин и складчатых сооружений. Эти работы важны для большего понимания истории развития орогенов и их дискретных новейших поднятий на фоне феномена опускания Южно-Каспийской и, отчасти, Восточно-Черноморской, впадин.

Тектоно-стратиграфического исследования

Лейтмотивом продолжения работ по изучению новейших отложений Аравийско-Кавказского региона (АКР) будет исследование палеогеографической летописи верхних моласс Западного и Центрального Предкавказья. Верхние молассы отражают основные этапы новейших горообразовательных движений различных сегментов Большого Кавказа, а также этапы трансформации палеогеографических обстановок. Будут собраны и проанализированы оригинальные данные о строении опорных разрезов мио-плиоценовых континентальных отложений Предкавказья. Благодаря применению комплекса традиционных методов, включая лито-стратиграфические и биостратиграфические, а также передовых методов (изучение источников сноса по результатам U-Pb датирования детритовых цирконов), будет разработана синтетическая модель неотектонического и палеогеографического развития Западного и Центрального Кавказа в позднем миоцене - плиоцене.

Биостратиграфические и палеогеографические исследования

Будет завершено исследование наиболее интересных палеонтологических находок, таких как двустворчатые моллюски *Arscheronia propinqua* в Азово-Черноморском бассейне, подтверждающие предположительное понижение границы Акчагыл/Апшерон, а также находках в плиоцене Турции раковин брюхоногих моллюсков с необычной морфологией, схожих с современными североамериканскими *Acella* (*Lymnaeidae*) и ископаемые евразийскими формами. Данное исследование позволит дать наиболее обоснованную интерпретацию возникновения такой необычной морфологии (трансконтинентальная миграция либо конвергентная эволюция в близких экологических условиях).

Планируется обобщение данных по биостратиграфии морских отложений куяльницкого региона, их континентальных аналогов и палеогеографии куяльницкого бассейна Черноморской области. Основой этих работ станут новые палеонтологические материалы (позвоночные, остракоды, моллюски) из серии разрезов Западного и Центрального Предкавказья и Керченско-Таманской области. По материалам разреза Кабакова балка (Зап. Кавказ) будет изучен переход в развитии наземной биоты от раннего к позднему плиоцену. Фауна этого разреза сочетает древнейшие хроновиды нескольких филологических линий миоценовых полевок. В сочетании с другими биостратиграфическими (остракоды) и геологическими данными (магнитостратиграфия) этот разрез позволяет зафиксировать точку прямой корреляции наземных и морских региональных стратиграфических схем с подразделениями МСШ.

Будет изучено развитие растительности плио-плейстоцена Восточной Турции по материалам Хорасанской впадины. Будут представлены результаты палинологического анализа осадочной последовательности позднего плиоцена - раннего плейстоцена у с. Пекеджик (бассейн верхнего течения р. Аракс, Восточная Турция). Не имеющий аналогов непрерывный осадочный архив Пекеджика позволяет впервые для региона проследить эволюцию растительности восточноанатолийско-закавказского региона на рубеже неогена и четвертичного периода.

Синтезом результатов трех направлений исследований станет итоговая работа, где будут обобщены данные о неотектонической и палеогеографической эволюции, а также биостратиграфии Большого Кавказа и Предкавказья и их сопоставление с полученными ранее аналогичными данными по Закавказью (Трифонов и др., 2024). В основу данной итоговой работы будет положено сопоставление сводных разрезов неоген-четвертичных отложений Западно- и Восточно-Кубанского, Терско-Кумского, а также Кусаро-Дивичинского прогибов, их био- и магнитостратиграфическая корреляция. Будут представлены результаты изучения литолого-петрографического состава верхних моласс, а также источников и путей их сноса. Будут применены классические седиментологические и литолого-петрографические методы, а также датирование детритовых цирконов и сопоставление последних с результатами исследований возраста цирконов из состава кристаллических массивов Большого Кавказа. Будут представлены и подготовлены к печати результаты исследования стратиграфии куяльницких и акчагыльских морских отложений - важнейших региональных стратиграфических и неотектонических реперов. География их распространения указывает на характер палеорельефа региона в плиоцене-квартере, а амплитуды и характер новейших деформаций демонстрируют абсолютные величины новейших поднятий и их тектонический тип. В рамках этого обобщения будет представлена стратиграфическая схема плио-плейстоцена изучаемых регионов АКР.

1.5. Планируемый состав научного коллектива

Тесаков Алексей Сергеевич, 59 лет, д.г.-м.н., завлаб, ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Трихунков Ярослав Игоревич, 43 года, к.г.н., с.н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Фролов Павел Дмитриевич, 37 лет, к.г.-м.н., в.н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Симакова Александра Николаевна, 64 года, к.г.-м.н., в.н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Трифонов Владимир Георгиевич, 88 лет, д.г.-м.н., г.н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Николаева Арина Дмитриевна, 25 лет, аспирант, лаборант-исследователь, ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Якимова Альбина Александровна, 29 лет, аспирант, лаборант-исследователь, ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Ломов Вячеслав Станиславович, 24 года, м.н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Ранджан Пранав Баншидхар, 29 года, к.г.-м.н., н.с., ФБГУН Геологический институт РАН, трудовой договор
Керпелева Анастасия Павловна, 23 года, студент, магистрант Геологического факультета МГУ, трудовой договор

Соответствие профессионального уровня членов научного коллектива задачам проекта

Тесаков Алексей Сергеевич, ведущий специалист в области биостратиграфии и палеонтологии мелких млекопитающих
Трихунков Ярослав Игоревич, ведущий специалист в области геоморфологии, структурной геологии, неотектоники, геодинамики, лито- и магнитостратиграфии
Фролов Павел Дмитриевич, ведущий специалист в области палеонтологии и биостратиграфии морских, пресноводных и наземных моллюсков
Симакова Александра Николаевна, ведущий специалист в области палинологии плио-плейстоцена
Трифонов Владимир Георгиевич, ведущий специалист в области геодинамики, геотектоники, неотектоники, сейсмоструктоники, активных разломов, исторической геоэкологии
Пранав Ранджан Баншидхар, молодой специалист в области палеонтологии и биостратиграфии неоген-четвертичных отложений по фауне крупных млекопитающих
Якимова Альбина Александровна, молодой специалист в области палеонтологии и биостратиграфии мелких млекопитающих
Ломов Вячеслав Станиславович, молодой исследователь в области неотектоники, лито- и магнитостратиграфии
Николаева Арина Дмитриевна, молодой исследователь в области микропалеонтологии и биостратиграфии неоген-четвертичных отложений
Керпелова Анастасия Павловна, начинающий специалист в области анализа и датирования детритовых цирконов

1.8. Планируемое участие научного коллектива в международных коллаборациях

Работы коллектива проекта в Восточной Турции и Азербайджане будут проводиться с коллегами из Евфратского университета (г. Элязиг, Турция) и АН Азербайджана.

В рамках договора о научном сотрудничестве между Геологическим институтом РАН и Евфратского Университетом (Fırat Üniversitesi, Elazığ, Turkey) планируется продолжение многолетнего сотрудничества с коллегами – профессорами Хасаном Чиликом (Hasan Çelik) и др. при участии аспиранта Юсуфа Каргиноглу (Yusuf Karginoğlu). Совместные работы с ними направлены на изучение позднекайнозойской стратиграфии, новейшей тектоники Восточной Турции, ее природной среды в эпоху горообразования и расселения древнейших предков человека.

В рамках договоров о научном сотрудничестве между Геологическим институтом РАН и Институтом Геологии и Геофизики НАН Азербайджана (академик Талят Кенгерли, и др.) планируется продолжение совместных работ по изучению позднекайнозойской стратиграфии, новейшей и активной тектоники Куринской и Кахетино-Аджиноурской впадин и их орогенного окружения.

Форма 4. Содержание проекта

4.1. Основные результаты выполнения Проекта 2022.

Проведенные исследования группируются в три связанных между собой направления, сумма которых работает на итоговые результаты проекта: 1) Неотектонические исследования новейших и активных разломов Аравийско-Кавказского региона (далее АКР); 2) Тектоно-стратиграфические исследования молодых (P1–Q) морских отложений и их новейших деформаций, а также – верхних моласс предгорных прогибов и впадин, как индикаторов новейших поднятий региона; 3) Биостратиграфические и палеогеографические исследования N-Q отложений региона.

1) Неотектонические исследования

В рамках данного направления определены кинематические особенности, амплитуды перемещений и этапы развития новейших и активных разломов АКР, предопределяющих его продольную и поперечную зональность. Данные исследования были существенно актуализированы катастрофическим двойным Восточно-Анатолийским землетрясением 06.02.2023 ($M_w = 7.8$ и 7.5). Было принято решение об организации экспедиций по изучению его структурных проявлений в рамках настоящего проекта. Полевые работы с перерывами продлились с марта по август 2023 года, и были продолжены в сентябре 2024 г. Их результаты обобщены в статьях:

Челик и др., 2023

<https://link.springer.com/article/10.1134/S1069351323060058>;

Трихунков и др., 2024

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0016852124700250>.

Было установлено: 1) При первом Пазарджикском землетрясении сейсмогенные разрывы возникли вдоль Восточно-Анатолийской зоны разломов на протяжении 361 км с максимальной амплитудой 8.5 м и имели левосдвиговую кинематику с поднятием юго-восточного Аравийского крыла зоны; 2) При втором Эльбистанском землетрясении активизировались смежные сегменты разломов Чардак и Улуова с левосдвиговыми смещениями общей протяженностью 148 км, с максимальной амплитудой 7.84 м и поднятием юго-восточного Таврского крыла; 3) Сейсмогенерирующие разломы Восточно-Анатолийской зоны, разломы Чардак и Улуова являются взресо-сдвигами с субвертикальным падением, заложенными на поздних стадиях региональной коллизии и секущими более древние продольные структуры пологого detachmentа; 4) Размеры очагов верхнекорковых (10 – 15 км) землетрясений 06.02.2023 г. и амплитуды сейсмогенных смещений вдвое превосходят средние значения для континентальных землетрясений сдвигового типа подобной магнитуды. Данную аномалию мы объясняем: а) Присутствием офиолитовых комплексов Таврской сутуры, облегчающих скольжение горных пород при сейсмических подвижках; б) Подъемом кровли пластичных, с пониженными скоростями Р-волн, пород, разогретых под воздействием Эфиопско-Афарского суперплюма; в результате хрупкие сейсмогенные деформации были сконцентрированы только в верхней коре.

В статье Трихунков и др, 2025 (подготовлена для журнала “Геоморфология и палеогеография”), указывается, что Пшехско-Адлерская зона деформаций играет ключевую роль в поперечной сегментации орогена, ограничивая распространение его новейших поднятий, отложений понтического, киммерийского и куяльницкого бассейнов в Предкавказье, проявляется в новейших перестройках речной сети.

Приводятся данные о внутреннем строении, кинематике и напряженно-деформированном состоянии Пшехско-Адлерской зоны.

В статье: Шалаева и др., 2023

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0016852123020073> представлены новые данные о тектоническом строении, стратиграфии плиоцен–четвертичных отложений и истории развития Севанской межгорной впадины Армении. Установлено, что впадина имеет гетерогенный генезис, обусловленный воздействием как региональной разломной, главным образом, сдвиговой тектоники, так и глубинными преобразованиями, выраженными плиоцен–четвертичным вулканизмом. Возникновение впадины в миоцене связано с развитием Севанской миндалевидной структуры, ограниченной правосдвиговой Памбак–Севан–Сюникской зоной разломов на северо-востоке, Гарнийской и Арпа–Зангезурской зонами на юго-западе. Развитие впадины продолжилось в плиоцен–квартере на фоне подъема Малого Кавказа и Армянского нагорья, а также активного вулканизма Варденисского и Гегамского нагорий. Показано, что акчагыльская трансгрессия Каспийского моря на рубеже плиоцена–плейстоцена во впадину не проникала.

2) Тектоно-стратиграфические исследования

В рамках данного направления изучен состав, источники и пути сноса неоген-четвертичных моласс Западно- и Восточно-Кубанского, а также Терско-Кумского предгорных прогибов: белореченской, гавердовской, армавирской и лысогорской свит сармата-меотиса.

В статьях: Трихунков и др., 2024а,

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0869593824700059>; Ломов и др., 2025 (в печати) были обобщены и дополнены данные о возрасте свит и установлено, что орогенные поднятия к концу сармата привели к вскрытию наиболее глубокими долинами рек кристаллического ядра Центрального и Западного Кавказа. Так, в составе полимиктовых галечников лысогорской свиты (бассейн Терека) этап вскрытия ядра отражен увеличением содержания гранитоидов, габброидов и гнейсов из осевой зоны орогена от 2 % до 60 %. При этом направление косых серий и черепичное залегание галек однозначно указывают на снос материала с Центрального Кавказа: на СЗ в бассейне палео-Кубани (то есть вдоль Восточно-Кубанского прогиба); на СВ в бассейне палео-Терека, аналогично современности. Это указывает на формирование Транскавказского поднятия, разделившего единый Предкавказский сарматский морской бассейн. При этом Центральный Кавказ испытал существенные (до высокогорных) поднятия, в то время, как Западный Кавказ явно отставал в скорости восходящих движений и, вероятно, представлял собой возвышенную равнину с низкогорными поднятиями в осевой зоне.

На западе Эрзурумской впадины Восточной Анатолии была изучена позднеплиоценовая дельта гильбертова типа и определено ее место в позднекайнозойском развитии впадины. Дельта состоит из 11 клиноформ. Каждая более молодая клиноформа отлагалась перед фронтом предыдущей, обозначая разные фазы развития дельты. Отложения дельты датированы поздним плиоценом на основе найденных остатков мелких млекопитающих, моллюсков, результатов палинологического и магнитостратиграфического анализа как позднеплиоценовые (пьяченций) в интервале между 2.6 и ~3.0 млн лет. Эрзурумская впадина является самым западным образованием в ряду межгорных впадин и продолжается на восток впадинами Пасинлерской, Хорасанской и Араратской, которые дренируются рекой Аракс и ее притоками. Вероятно, в позднем плиоцене долина

Палео-Аракса распространялась дальше на запад, и описываемая дельта возникла в том месте, где истоки Палео-Аракса впадали в бассейн Эрзурумской впадины (Челик и др., 2023а

<https://journals.rcsi.science/0869-592X/article/view/229428>).

Одним из основных итогов проекта, обобщающих неотектонические, палеогеографические и биотические данные о развитии АКР в плио-плейстоцене, стала статья: Trifonov et al., 2023 в журнале Quaternary International.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618223000964?via%3Dihub>.

В работе обсуждаются геологические и биотические аспекты обширной акчагыльской трансгрессии, которая произошла в Прикаспийском регионе Евразии на рубеже плио-плейстоцена, в пъяченции – гелазии. Показано, что начало акчагыльского морского осадконакопления в Западном Туркменистане (около 3,2 млн лет назад) предшествовало его началу в бассейне Куры (около 3,0 млн лет назад). Положение верхней границы акчагыльского яруса остается неопределенным (около 2,1 или 1,8 млн лет назад). Проанализированный биотический состав акчагыльского моря-озера включает моллюсков, микрофоссилии (пыльцу, диноцист, фораминиферы) и млекопитающих. Отмечается, что специфические формы водной биоты акчагыла сосуществуют с микрофоссилиями, которые явно указывают на связь с мировым океаном. Палинология акчагыльского периода свидетельствует о направленном похолодании в плиоцене и раннем плейстоцене, сопровождавшимся несколькими теплыми и влажными эпохами.

Акчагыльской трансгрессии в позднем миоцене и раннем плиоцене предшествовало изменение структурно-осадочного строения региона и смена ранее существовавшей продольной тектонической зональности четко выраженной поперечной. Последнее проявилось в тектоническом поднятии Большого Кавказа, его северных предгорий и Малого Кавказа, а также в опускании западных частей Южно- и Среднекаспийской впадин. Взаимодействие продольных и поперечных тектонических особенностей сформировало конфигурацию Акчагыльского бассейна с солончатой водой и определило мощность его отложений.

Величина и темпы четвертичного тектонического поднятия и деформаций акчагыльских отложений достигли 1980 м на Северном склоне, около 2500 м в осевой зоне Большого Кавказа и до 1750 м на западе Малого Кавказа. Максимальный уровень Акчагыльской трансгрессии оценивается на 40-50 м выше современного уровня Мирового океана. Мы показываем низкую вероятность соединения Акчагыльского бассейна со Средиземным морем или Персидским заливом и высокую вероятность его соединения с Северным Ледовитым океаном через северные притоки реки Кама и бассейн Печоры на северо-востоке Восточно-Европейской равнины.

3) Биостратиграфические и палеогеографические исследования

Основные биостратиграфические исследования проводились в двух регионах - Восточной Турции и Западном Предкавказье. В Восточной Турции упор был сделан на изучение осадочной последовательности местонахождения Пекеджик (Хорасанская впадина). Сводный разрез аллювиально-озерных отложений мощностью несколько сотен метров на основании палеонтологических и палеомагнитных данных коррелируется с интервалом времени, включающим терминальный поздний плиоцен (пъяченций), гелазий, и начало второй половины раннего плейстоцена (калabria), чему соответствуют фаунистические уровни Пекеджик А-В-С. На основании полученных пыльцевых спектров выделено 8 палинозон, характеризующих эволюцию растительного покрова и водного бассейна в позднеплиоцен-

раннеплейстоценовое время. Прослежен общий тренд от преимущественно хвойных лесов плиоцена к лесостепной растительности раннего плейстоцена. Комплекс диоцист указывает на то, что озерные бассейны испытывали влияние солоноватых вод акчагыльской трансгрессии. Наиболее молодые части разреза по материалам 2023 г. характеризуются палинофлорами прохладного климата и полностью пресноводными обстановками. Здесь начинают преобладать смешанные хвойно-мелколиственные леса в сочетании с лугово-степной растительностью. Богатая и разнообразная фауна преимущественно пресноводных моллюсков указывает на смену озерных условий озерно-аллювиальными (Trifonov et al., 2023; Трифонов и др., 2024). Синтез данных по микротериофаунам региона позволил создать биостратиграфическую схему континентального плиоцена–раннего плейстоцена Восточной Турции и сопредельных регионов с выделением более 10 фаунистических уровней, коррелированных с региональными и континентальными биохронологическими схемами (Tesakov et al., 2024 <https://www.mdpi.com/2571-550X/7/4/42>).

В нижней части местонахождения Пекеджик (предположительно гелазского возраста) впервые для Восточной Турции были обнаружены двустворчатые моллюски рода *Corbicula*, являющиеся четкими показателями теплых климатических условий. В четвертичном периоде Северной Евразии появление рода *Corbicula* происходило несколько раз в результате миграций с юга. Первое отмечается в раннем плейстоцене - позднем гелазии. В Западной Европе находки *Corbicula* известны в местонахождении Norwich Crag в Восточной Англии и в скважине Zuurland-2 (90-95 м.) (Нидерланды), относящихся к регионозоне MNR 2 (~2.44-2.26 Млн. л.). Чуть более молодые находки *C. fluminalis* отмечаются в местонахождениях Sidstrand и East Runton (Великобритания) и в скважине Zuurland-2 (63-67 м.) относящихся к регионозоне MNR 1 (~2.26-2.1 Ma). В Германии известна находка в скважине (182,5 м) около г. Фирнхайм, коррелирующаяся с поздним вилланием – ранним бихарием. На территории России находки рода известны из отложений второй половины гелазия (зона MN 17) местонахождений Ливенцовка и Псекупс (Западное Предкавказье) (Тесаков, 2004). На южном Урале из верхнеакчагыльских отложений Лагерного оврага (слой 10), относящегося к разрезам Домашкинских Вершин (Яхимович и др., 2000). На юге Западной Сибири в муккурских фаунах (Исаковка-4, Новоселовка и др.) в узком стратиграфическом диапазоне конца гелазия, на уровне около 2,1 млн лет (Зыкин, 2012; Тесаков и др., 2016). На Предалтайской равнине (троицкая пачка) и в Барнаульском Приобье (барнаульская пачка) *Corbicula* были обнаружены в отложениях кочковского горизонта, возраст которых также оценивается как верхи гелазия (Зыкин, 2012). В Прибайкалье *Corbicula* распространилась до верховьев р. Лена, местонахождение Малые Голы (конец зоны MN17). Эти находки позволяют проследить теплый климатический этап конца гелазия – начала калабрия в средних широтах от Западной Евразии до Прибайкалья и являются хорошим стратиграфическим и климатическим репером. Очень узкие и высокие раковины семейства *Lymnaeidae* из позднеплиоценовых (~3.6-4.2 млн.) отложений Западной Турции, напоминающие североамериканских *Asella* привели к ревизии этого рода моллюсков. На сегодняшний день к нему относятся 7 видов. Один современный из Северной Америки, обитающий на границе Канады и США – *A. haldemani* (Binney, 1867), а также 6 ископаемых из Евразии. Изучение морфологии ископаемых форм показало, что по характеру навивания раковинами заметно схожими с современным видом, является *A. gracillima* из олигоценовых отложений Словении и наша, неописанная форма из плиоцена Западной Турции. Хотя и была возможность межконтинентальных миграций для этих фаун (межконтинентальные мосты де Гир, Туле и Берингийский), всё же наиболее

вероятным объяснением сходства евразийских форм с американскими будет проявления эффектов конвергентной морфологической эволюции в этой группе моллюсков, а *Asella*-подобные формы из неогена Евразии следует выделить в отдельный род или же в подрод рода *Lymnaea*.

По Западному Предкавказью дан краткий обзор фаунистически охарактеризованных верхнеплиоценовых континентальных отложений: киммерийского местонахождения Кабакова Балка (около 3.6 млн лет) близ пос. Саук-Дере. Куяльницких отложений, вскрывающихся на участке Суворов-Черкесский – Крымск – Абинск, а также приведены данные по фауне нового местонахождения этого возраста с Таманского полуострова - Плеваке. Приведена характеристика комплексов моллюсков, рыб, амфибий и рептилий, мелких млекопитающих, а также данных по палинологии (Фролов и др., 2024

<https://www.libnauka.ru/item.php?doi=10.7868/S0032874X24020014>).

Находки двустворчатых моллюсков *Apscheronia propinqua* (типичных для апшеронского региона) в местонахождении Тиздар/Кермек на севере Таманского полуострова подняли вопрос о до сих пор неясном происхождении этого рода. Местонахождение Тиздар хорошо датируется находками мелких млекопитающих *Allophaiomys deucalion* и *Lagurodon arankaе* и сопоставляется с региональной биозоной MQR10-11 (т.е. границей акчагыл/апшерон). В сочетании с прямонамагниченным интервалом в верхах разреза на фоне преобладающей обратной намагниченности пород (эпизод Олдувэй), костеносные горизонты с *Apscheronia* коррелируется с терминальным гелазием в интервале 1.9–1.8 млн лет, что предполагает более раннее появление этого рода в Азово-Черноморском регионе по сравнению с Каспием. Однако нет прямых доказательств проникновения черноморских видов в каспийскую область, и, вероятно, апшеронский бассейн, как и акчагылский имел односторонний сток по долине Маныча. В ОСШ граница Акчагыла/Апшерона проходит в верхней части эпизода Олдувай (1,8 млн л), однако в работах последних лет эта граница приурочена к эпизоду Режуньон (2,1 млн л) (Krijgsman et al., 2019; Lazarev et al., 2019; 2021). И если придерживаться такой трактовки, то можно считать появление *A. propinqua* в черноморском и каспийском районах практически одновременным под эпизодом Олдувэй (Frolov et al., 2024). Канал сообщения акчагылского и куяльницкого бассейнов в Предкавказье по сей день остается дискуссионным.

Одним из главных итогов работы по проекту, включающим в себя и обобщающим результаты трех вышеописанных направлений исследований АКР и решающим задачи 11, 12 и 13, стала статья: Трифионов и др., 2024

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0016852124700262>, где представлены результаты сравнительного анализа строения и истории N-Q развития 18-ти внутригорных впадин Северной Армении и Восточной Турции, изученных участниками проекта в 2012 – 2023 гг. Приведены палеонтологические, магнито-стратиграфические и радиоизотопные данные по стратиграфии впадин и выделены четыре стадии их развития, выраженные характером осадконакопления: морское осадконакопление (i); озерное накопление тонкообломочного материала, сносимого с невысоких поднятий (ii); озерно-аллювиальное осадконакопление со значительной долей грубообломочного материала, сносимого с соседних поднятий (iii); вовлечение впадин в общее поднятие региона, выраженное их эрозионным расчленением (iv). Выявлено последовательное омоложение (i)–(iii) стадий развития впадин в северном направлении, связанное с ростом и расширением к северу поднятия Таврского хребта в процессе его надвигания на Аравийскую плиту. Тектонические события раннего плиоцена в Среднем и Южном Каспии привели к возрастанию контраста вертикальных движений между Кавказским и

Каспийским регионами. Это выразилось несогласием и появлением грубообломочных пород, а в конце позднего плиоцена – проникновением в некоторые впадины вод акчагыльской трансгрессии.

Заключение

Кайнозойские коллизионные деформации Аравийско-Кавказского региона в миоцене привели к формированию деформационных орогенных поднятий. Анализ коррелятивных молассовых отложений предгорных прогибов и межгорных впадин региона свидетельствует о том, что данные поднятия были преимущественно низко-среднегорными, и лишь местами в зоне Транскавказского поднятия (осевой хребет Восточной Анатолии, Центральный Кавказ) достигли высокогорных значений в позднем миоцене. Длительная эрозионная компенсация восходящих движений орогенов в сармате привела к вскрытию кристаллических ядер хребтов Восточной Анатолии, а также Центрального и Западного Кавказа и заложению главной поперечной структуры региона – Транскавказского поднятия по линии: Армянское нагорье – Дзирульский выступ – Центральный Кавказ – Минераловодский выступ – Ставропольское плато. В позднем миоцене и раннем плиоцене ранее преобладавшая продольная тектоническая зональность кавказско-каспийского сегмента Паратетиса постепенно сменилась четко выраженной поперечной тектонической зональностью. Последнее проявилось в тектоническом поднятии Большого Кавказа, его северных предгорий и Малого Кавказа, а также в опускании западных частей Южно- и Среднекаспийской впадин. Взаимодействие продольных и поперечных тектонических структур сформировало конфигурацию Акчагыльского бассейна с солоноватой водой и определило мощность его отложений, в структуре толщи которых также присутствует поперечная зональность.

Возрастающая роль поперечной зональности в постакчагыльское время проявляется в величине и темпах четвертичного тектонического поднятия. Параметры поднятий были рассчитаны на основе текущих высот верхней части акчагыльских морских отложений в разных частях бассейна. Наибольшие их величины отмечены на Восточном Кавказе (до 1980 м на Северном склоне и около 2500 м в осевой части) и на западе Малого Кавказа в восточной Турции (до 1750 м) (Trikhunkov et al., 2021; Simakova et al., 2021; Trifonov et al., 2023). На активизацию некомпенсированных поднятий в регионе в четвертичное время указывает и резкое огрубление моласс (Трихунков и др., 2024а; Трифонов и др., 2024; Ломов и др., 2025 (в печати)). При этом поднятые до высокогорных высот акчагыльские отложения на Большом Кавказе и в Закавказье не претерпели складчато-надвиговых деформаций, что указывает на отсутствие прямой связи четвертичных поднятий региона с активными и по сей день коллизионными деформациями. Разломы, заложенные в плио-плейстоцене на фоне позднеколлизионных некомпенсированных поднятий, являются преимущественно субвертикальными сдвигами со взбросовой или сбросовой компонентами. Они несогласно и, чаще, диагонально пересекают более древние продольные структуры пологого детачмента. К ним относятся изученные нами в рамках данного проекта активные разломы: Восточно-Анатолийской, Чардак-Улуовской, Сарыкамышской зон; Астара-Талышской зоны (отделяют Талышский синтаксис от Южно-Каспийской впадины); Памбак–Севан–Сюникской, а также, Гарнийской и Арпа–Зангезурской зон; Пшехско-Адлерской и Самурской зон (ограничивают высокогорья Большого Кавказа с запада и востока) и многие другие.

Орогенные поднятия плиоцена-квартера могли послужить одним из главных факторов изменения климата и ландшафтов региона, осложнив адвекцию

тропических воздушных масс, а также расселение тропической флоры и фауны из Закавказья. О направленном похолодании плиоцена – раннего плейстоцена свидетельствуют полученные нами палинологические, а также фаунистические данные. Орогенические процессы способствовали образованию кавказского сухопутного коридора миграций животных палеотропического царства, а главное – ранних гоминид (Ozherelyev et al., 2019; Trifonov et al., 2019) из Африканской прародины в Евразию. При этом анализ массива данных по палеолиту Большого Кавказа и Закавказья показывает, что регион был проницаем для миграций ранних гоминид и мегафауны вплоть до ашельской эпохи (1,76 млн – 150 тыс. л.), что подтверждает выводы об отсутствии высокогорного рельефа вплоть до среднего плейстоцена. На отсутствие расчлененного горного рельефа указывают и многочисленные находки фауны крупных теплолюбивых млекопитающих саваннового типа – слонов, носорогов (Ranjan et al., 2023; Трихунков и др., 2024а) как в Закавказье, так и в Предкавказье. Их миграции в условиях расчлененного рельефа высокогорий исключены. Полученные данные по древним биотам АКР демонстрируют его высокий потенциал для биостратиграфии континентальных и морских отложений Северной Евразии. Таким образом, результаты выполнения проекта не только ввели в научный оборот большой корпус интегрированных данных по нео- и сейсмотектонике, палеогеографии, тектоно- и биостратиграфии, и палеонтологии АКР, но и создали обширный задел для дальнейшего прогресса современных исследований геологии позднего кайнозоя.

Обоснование сохранения актуальности изучаемой в рамках Проекта 2022 научной проблемы.

Для крупных опорных регионов Кавказа, Закавказья и Восточной Турции остается актуальным синтез данных о неотектонической, палеогеографической, гидрологической, био-климатической истории Аравийско-Кавказского региона в плиоцене и раннем плейстоцене.

Данные, полученные за время выполнения проекта 2022 позволяют решать новые задачи, которые являются логическим и концептуальным его продолжением. Сделанное обобщение о строении и истории развития Закавказских впадин (Трифонов и др., 2024), предполагает произвести аналогичную работу по основным бассейнам осадконакопления Предкавказья.

В свете новых данных о строении плиоцен-четвертичных верхних моласс Западно-Кубанского прогиба планируется продолжить данные работы, расширяя их географические и временные рамки. Таким образом, развитие этих исследований, с применением новых методов позволит произвести синтез данных, выявить наиболее детальную историю развития, как Кавказского региона, так и АКР в целом на протяжении позднего миоцена и плио-плейстоцена.

Продолжение тематики исследований разломных зон, их кинематических и пространственных параметров, а также морфоструктурного обрамления складчатых сооружений дополняют вышеупомянутые исследования. В частности, они могут объяснять распространение новейших отложений, причины дифференцированных поднятий Кавказа и др. Исследование Пшехско-Адлерской и Астара-Талышской разломных зон являются перспективным направлением исследований, т.к. уже на имеющихся данных, мы видим влияние этих зон на формирование современных морфоструктур и контролирование ими новейших морских осадков.

В рамках биостратиграфических и палеогеографических исследований проекта 2022 было проведено комплексное исследование великой акчагыльской трансгрессии распространенной в бассейне современного Каспийского моря, но соединяющейся проливами с Азово-Черноморским бассейном и даже Восточной Анатолией.

Накопление большого объема тектоно-стратиграфических и палеонтологических данных по Западному Предкавказью делают актуальными схожие исследования в области развития отложений синхронного акчагыльскому куяльницкого региояруса, т.е. в Западном предкавказье и Азово-Черноморском бассейне.

Достижением проекта 2022 стала разработка биостратиграфической схемы Восточной Турции и западного Закавказья (Tesakov et al., 2024). Важным продолжением этих работ станет разработка новой единой схемы корреляции неоген-четвертичных отложений АКР.

4.2. Новые задачи, которые предполагается решить в рамках Проекта 2025, их научная значимость, масштабность и новизна. Взаимосвязь Проекта 2025 с Проектом 2022, обоснование их научного единства.

Продолжение проекта 2022 года в концептуальном и географическом аспектах планируется на всем корпусе фактических данных и в том же обширном Аравийско-Кавказском регионе. Это делает придает планируемым исследованиям масштабность, значимость и актуальность для всего изучаемого региона. Новизна исследований определяется большим объемом новых материалов и данных, а также постановкой новых конкретных задач.

1. В рамках неотектонического направления будут продолжены исследования основных зон конседиментационных разломов АКР, сыгравших ключевую роль в ограничениях его новейших поднятий, распространении новейших отложений и перестройках общего регионального структурного плана в плиocene-квартере. В ходе выполнения проекта 2022 г. и ранее нами изучены: Абраусская и Анапско-Джигинская зоны, отделяющие ороген Большого Кавказа от Керченско-Таманского прогиба (Трихунков и др. 2019); Самурская поперечная зона разломов, разграничивающая высокогорья Восточного- и среднегорья Юго-Восточного Кавказа (Trikhunkov et al., 2021); Памбак-Севанская зона разломов (Шалаева и др., 2023), Восточно-Анатолийская (Челик и др., 2023) и Улуова-Чардакская зоны разломов (Трихунков и др., 2024b). Концептуальным продолжением неотектонических исследований в рамках продления данного проекта будет изучение Пшехско-Адлерской зоны разломов на границе высокогорий Центрального- и низко-среднегорий Северо-Западного Кавказа, играющей ключевую роль в поперечной сегментации орогена, ограничивающей распространение его новейших поднятий и Астара-Талышской зоны разломов, отделяющей горное сооружение Талыша, продолжающее ороген Малого Кавказа к юго-востоку, от Куринско-Южно-Каспийской впадины.

2. В рамках тектоно-стратиграфического направления в основной части проекта 2022 г. исследовано молассовое выполнение крупных межгорных и внутригорных впадин Закавказья (Трифонов и др., 2024). Концептуальным продолжением этих работ будет обобщение данных о неотектонической и палеогеографической эволюции Большого Кавказа и Предкавказья в позднем миоцене - квартере на основе исследования палеогеографической летописи верхних моласс, а также морских отложений акчагыла-куяльника. Отложения верхних моласс Западно- и Восточно-Кубанского, Терско-Кумского, а также Кусаро-Дивичинского прогибов коррелируют основным этапам новейших горообразовательных движений различных сегментов Большого Кавказа, а также этапам трансформации палеогеографических обстановок и палеоландшафтов.

В основу данной итоговой работы будет положено составление и сопоставление сводных разрезов неоген-четвертичных отложений Предкавказья, их био- и магнитостратиграфическая корреляция. Будут представлены результаты изучения:

а) гранулометрического и литолого-петрографического состава верхних моласс, а также источников и путей их сноса классическими седиментологическими и литолого-петрографическими методами, а также методом датирования детритовых цирконов и сопоставления последних с результатами исследований возраста цирконов из состава кристаллических массивов Большого Кавказа; б) стратиграфии куяльницких и акчагыльских морских отложений - важнейших региональных неотектонических реперов. География их распространения указывает на характер палеорельефа региона в плиоцене-квартере, а амплитуды и характер новейших деформаций демонстрируют абсолютные величины новейших поднятий и их тектонический тип.

3. В рамках биостратиграфических и палеогеографических исследований проекта 2022 года решалась задача определения влияния неотектонической перестройки структурного плана Аравийско-Кавказского региона в плиоцене и раннем плейстоцене на эволюцию палеогеографической обстановки, природной среды и биоты. В частности, проведено комплексное изучение великой акчагыльской трансгрессии в свете современных данных (проблема происхождения акчагыльской трансгрессии, реконструкция южных границ акчагыльского бассейна и реконструкция путей проникновения трансгрессии Акчагыльского моря в Восточную Анатолию (Trifonov et al., 2024). Накопление большого объема тектоно-стратиграфических и палеонтологических данных по Западному Предкавказью делают актуальными схожие исследования в области развития отложений куяльницкого региона в этом регионе. Отложения куяльника распространены от Одессы на западе до рионской и кубанской впадин на востоке. Куяльник - региональный ярус Черноморской шкалы отвечает позднему плиоцену и первой половине раннего плейстоцена и синхронен акчагылу Каспийской области. Важным достижением проекта 2022 стала разработка биостратиграфической схемы Восточной Турции и западного Закавказья (Tesakov et al., 2024). В программе продолжения этих работ естественной новой и масштабной задачей станет разработка единой схемы корреляции неоген-четвертичных отложений АКР.

4.3. Предлагаемые методы и подходы, общий план работы на весь срок выполнения Проекта 2025 и ожидаемые результаты

Тема проекта “Плиоцен-раннеплейстоценовая перестройка структурного плана Аравийско-Кавказского региона (далее АКР) и её влияние на палеогеографические обстановки, динамику биоты и среду расселения древнего человека” является комплексной и предполагает исследования по трём взаимосвязанным направлениям, сумма результатов которых работает на успешное решение поставленных в проекте задач: 1) Неотектонические исследования новейших и активных разломов АКР; 2) Тектоно-стратиграфические исследования молодых (P1-Q) морских отложений и их новейших деформаций, а также – верхних моласс предгорных прогибов и впадин, как индикаторов новейших поднятий региона; 3) Биостратиграфические и палеогеографические исследования N-Q отложений региона.

В связи с комплексностью поставленных задач, применяется серия методов, которые в целом соответствуют методам первоначальной заявки проекта 2022 г.

1. Неотектонические методы включают: а) Дистанционное зондирование на основе космических снимков Google Earth, LandSat-8; б) Изучение цифровых моделей рельефа высокого разрешения (радарные данные SRTM), а также анализ фрагментов

базы данных активных разломов (Бачманов и др., 2017; (База данных..., 2019); в) Структурно-геологический и морфоструктурный анализ ключевых участков горных систем и крупнейших внутригорных впадин, изучение формы залегания и особенностей деформации неоген-четвертичных осадочных пород; г) Изучение кинематических параметров разрывных нарушений и амплитуд смещения по новейшим и активным рельефообразующим разломам АКР.

2. Лито-фациальный и седиментологический анализ неоген-четвертичных морских и континентальных отложений предгорных прогибов и межгорных впадин.

Из морских отложений наибольший интерес для выбранного региона работ представляют осадки акчагыльского/куяльницкого и, реже, апшеронского/гурийского региона русов Понто-Каспийской шкалы, как репер для оценки новейших поднятий. Изучение их распространения, стратиграфии, геохронологии, фаций, а также структурно-геологического положения является источником данных о времени палеотектонических и палеогеографических событий. Определение литолого-петрографического состава песчано-галечных и галечно-валунных фракций верхних моласс является ключевой задачей для установления источников их сноса и установления стадий активизации орогенических процессов, позволяет сопоставить кореллятные отложения с магматическими и метаморфическими комплексами потенциальных источников сноса и определить таким образом время эксгумации кристаллических ядер горных систем. Особую актуальность приобретает седиментологический анализ грубых моласс. Изучение особенностей напластования, элементов залегания косых серий песчаного или гравийного аллювия, черепитчатой структуры галечных серий, ориентации галечных осей и др. позволяет восстановить направления сноса материала. Многолетнее сотрудничество с одним из ведущих региональных специалистов в данной области - проф. Хасаном Челиком (Firat University, Turkey) существенно повысило успешность применения седиментологических методов при изучении грубых моласс.

Таким образом, при убедительном датировании грубой молассы предгорных прогибов и внутригорных впадин АКР, привязанных к Понто-Каспийскому базису эрозии, мы приобретаем важный инструмент для датирования новейших поднятий региона, определения их скоростей и динамики.

3. Новым в работах коллектива проекта станет анализ и датирование детритовых цирконов для восстановления источников сноса моласс и определения времени эксгумации кристаллических ядер горных систем. U-Pb изотопное датирование урансодержащих минералов, в частности, цирконов является одним из современных методов геохронологии.

4. Методы абсолютной и относительной геохронологии: а) Широкое распространение вулканогенных пород на территории АКР и опыт предыдущих работ показали, что наиболее актуальными для оценки абсолютного возраста отложений являются K-Ar и Ar/Ar методы. Датирование вулканических пород предполагается осуществить на базе масс-спектрометра MI-1201 IG в ИГЕМ РАН и в Институте геологии и минералогии СО РАН; б) Палеомагнитные методы. Восстанавливаемая лабораторными методами первичная намагниченность позволяет установить в разрезах зоны прямой и обратной полярности и сопоставить их со стандартной магнитостратиграфической шкалой, используя палеонтологические и геохронологические калибровочные данные.

5. Биостратиграфические методы: Палеонтологические методы включают изучение ископаемых мелких и крупных млекопитающих, мелких позвоночных (рыбы, герпетофауна), наземных, пресноводных и солоноватоводных моллюсков, остракод, семенных флор и палинофлор. В ходе исследования будет применяться

биохронологический метод, т.е. ранжирование событий морфологической эволюции и таксономического состава древних организмов во времени с последующей калибровкой полученных последовательностей методами абсолютной и относительной геохронологии. Важной датирующей основой для этого метода служат необратимые стадии увеличения гипсодонтии корнезубых мимомисных молевок и увеличение сложности морфотипов некорнезубых полевок. Разрешающая способность этого метода позволяет выделять биохроны продолжительностью до 100 тыс. лет (Тесаков, 2004; Tesakov et al., 2020). В дополнение метода определения гипсодонтии используются исследования микроструктуры эмали коренных зубов грызунов, которая также позволяет фиксировать быстрые эволюционные перестройки и использовать их для целей биохронологии (Тесаков, 2004; Якимова, 2020) Палеонтологические методы включают изучение ископаемых мелких и крупных млекопитающих, мелких позвоночных (рыбы, герпетофауна), наземных, пресноводных и солоноватоводных моллюсков, семенных флор и палинофлор. Именно палинологические данные важны для диагностики акчагыльских отложений в озерных бассейнах Армянского нагорья (Simakova et al., 2021).

6. Важнейшим инструментом для изучения динамики и индикации состояния экосистем Акчагыльского и более поздних морских бассейнов, являются остракоды, как тончайшие биоиндикаторы, быстро реагирующие изменением своего состава на незначительные изменения среды (Шорников, Зенина, 2014). По остракодам очень хорошо выявляется изменение палеоэкологических условий, которые могут быть связаны с трансгрессивно-регрессивными циклами, с появлением или закрытием речного стока и т.д., а из-за сохранности раковин в грунте, после гибели животного, появляется возможность реконструировать облик изначально существовавших сообществ. Широкая распространенность в пространстве и времени, а также микроскопический размер позволяют изучать обильные и статистически достоверные комплексы, проследить закономерности распределения остракод по разрезам с последующей калибровкой полученных последовательностей методами абсолютной и относительной геохронологии. Исследования будут проводиться на базе лаборатории стратиграфии четвертичного периода ГИН РАН, где возможно центрифугирование и выделение палинофлоры и детальное изучение фаунистических остатков с помощью рентгеновского томографа, препарирование и выделение остракод и детальное изучение их раковин с помощью электронного сканирующего микроскопа.

7. Методы палеолитической археологии. Установлено, что интервал конца позднего плиоцена и раннего плейстоцена является временем первого проникновения древнего человека из Африканской прародины в Евразию. В регионе исследования коллективом проекта изучается разрез Тиздар-Кермек с древнейшими раннепалеолитическими артефактами (Schelinsky et al., 2010, 2016; Tesakov et al., 2019). Первые указания на присутствия каменных предметов раннепалеолитического возраста получены в нижнеплейстоценовых отложениях белореченской свиты в Западном Предкавказье.

План работ с разбивкой по годам

2025 год.

Обобщение и сбор новых данных о молассах Предкавказского прогиба: а) доизучение разрезов Западного и Центрального Предкавказья (бассейн р. Белая, Кубань, Баксан); б) изучение N-Q молассовых разрезов Восточного Предкавказья в бассейнах рек Аргунь (Чеченская республика) и Сулак (республика Дагестан).

Окончательная обработка и подготовка к печати наиболее важных неотектонических данных, полученных в рамках основного этапа выполнения проекта.

Окончательная обработка и подготовка к печати наиболее важных палеонтологических данных с основного этапа выполнения проекта: а) ревизия стратиграфического распространения моллюсков *Arscheronia* Черноморско-Азовском бассейне; б) палеонтологическое описание плиоценовой фауны местонахождения Кабакова Балка в Западном Предкавказье.

Полевые работы: Азербайджан, Западное Предкавказье, Турция.

Научные командировки участников гранта на всероссийские и международные конференции.

2026 год.

1. Обобщение палинологических и других биостратиграфических данных по уникальной осадочной последовательности Пекеджик (Хорасанская впадина, Восточная Турция) и подготовка статьи к печати.

2. Обобщение данных о стратиграфии куяльницких отложений и их континентальных аналогов в Западном и Центральном Предкавказье по материалам из новых местонахождений этого возраста.

3. Обобщение данных о плиоцен-четвертичных морских и континентальных отложениях крупнейших прогибов и впадин в составе Предкавказского краевого прогиба, создание палеогеографической карты Северного Кавказа на рубеже плиоцена-квартера.

4. Полевые работы: Закавказье, Краснодарский и Ставропольский края, республика Адыгея, Ростовская область.

5. Научные командировки участников гранта на всероссийские и международные конференции.

Ожидаемые конкретные результаты по годам

2025

В рамках неотектонического направления будут продолжены исследования не изученных нами ранее зон конседиментационных разломов АКР, сыгравших ключевую роль в ограничениях его новейших поднятий, распространении новейших отложений и перестройках общего регионального структурного плана в плиоцене-квартере. Концептуальным продолжением неотектонических исследований в рамках продления данного проекта будет изучение:

1) Пшехско-Адлерской зоны разломов на границе высокогорий Центрального- и низко-среднегорий Северо-Западного Кавказа, играющей ключевую роль в поперечной сегментации орогена, ограничивающей распространение его новейших поднятий, отложений понтического, киммерийского и куяльницкого бассейнов в Предкавказье, проявленной в новейших перестройках речной сети. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus (Трихунков и др., 2025а).

2) Астара-Талышской зоны разломов, отделяющей горное сооружение Талыша, продолжающее ороген Малого Кавказа к юго-востоку, от Куринско-Южно-Каспийской впадины. Будут представлены детали новейшей структуры Талышского орогена, а также обрамляющих его прогибов и впадин. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus (Трихунков и др., 2025б)

В рамках тектоно-стратиграфического направления в основной части проекта (2022 - 2024 г.г.) исследовано молассовое выполнение крупных межгорных и внутригорных впадин Закавказья (Трифонов и др., 2024).

3) Концептуальным продолжением данных работ будет исследование палеогеографической летописи верхних моласс Западного Предкавказья, коррелятных основным этапам новейших горообразовательных движений различных сегментов Большого Кавказа, а также этапам трансформации палеогеографических обстановок и палеоландшафтов (Ломов и др., статья 2025).

В рамках биостратиграфического и палеогеографического направлений:

4) Будут доведены до публикации данные, полученные в ходе выполнения основного проекта по распространению двустворчатых моллюсков *Arschegonia goripinqua* в Азово-Черноморском бассейне, которые подтверждают предположительное понижение границы Акчагыл/Апшерон. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus (Фролов и др., 2025).

5) Будет проведена таксономическая ревизия микротериофауны опорного местонахождения Кабакова Балка (Зап. Кавказ, Крымский р-н). Фауна этого местонахождения, сочетающая древнейшие хроновиды нескольких филетических линий миоценовых полевок, документирует переход наземных фаун от раннего к позднему плиоцену. Этот уровень, датированный по эволюционно-морфологическим (мелкие млекопитающие), биостратиграфическим (остракоды) и геологическим данным (магнитостратиграфия) представляет собой ранее неизвестный стратиграфический репер, позволяющий зафиксировать точку прямой корреляции наземных и морских региональных стратиграфических схем с подразделениями МСШ (Тесаков и др., статья 2025).

2026

6) Будут доведены до публикации данные, полученные в ходе выполнения основного проекта по ревизии брюхоногих моллюсков рода *Acella* (Lymnaeidae) - очень узкие и высокие раковины, современные представители которых живут в Северной Америке, а ископаемые описаны из Евразии и подразумевают либо трансконтинентальные миграции, либо конвергентную эволюцию при схожести экологических условий. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus (Фролов и др., 2026).

7) Во второй год выполнения проекта будут обобщены данные по биостратиграфии морских отложений куяльницкого региона Черноморской области и их континентальных аналогов, в том числе и в области развития осадков акчагылского бассейна. Основой этих работ станут новые палеонтологические материалы (позвоночные, остракоды, моллюски) из серии разрезов Западного и Центрального Предкавказья и Керченско-Таманской области (Фролов и др., 2026; Николаева, 2026).

8) Будет изучено развитие растительности плио-плейстоцена Восточной Турции по материалам Хорасанской впадины. Будут представлены результаты палинологического анализа осадочной последовательности позднего плиоцена - раннего плейстоцена у с. Пекеджик (бассейн верхнего течения р. Аракс, Восточная Турция). Не имеющий аналогов непрерывный осадочный архив Пекеджика

позволяет впервые для региона проследить эволюцию растительности восточноанатолийско-закавказского региона на рубеже неогена и четвертичного периода. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus (Симакова и др.).

9) Будут обобщены данные о неотектонической и палеогеографической эволюции Большого Кавказа и Предкавказья в позднем миоцене - четвертичном периоде. В основу данной итоговой работы будет положено составление и сопоставление сводных разрезов неоген-четвертичных отложений Западно- и Восточно-Кубанского, Терско-Кумского, а также Кусаро-Дивичинского прогибов, их био- и магнитостратиграфическая корреляция. Будет подготовлена к печати статья в журнале из списка WoS или Scopus. Будут представлены результаты изучения гранулометрического и литолого-петрографического состава верхних моласс, а также источников и путей их сноса классическими седиментологическими и литолого-петрографическими методами, а также методом датирования детритовых цирконов и сопоставления последних с результатами исследований возраста цирконов из состава кристаллических массивов Большого Кавказа. Будут представлены и подготовлены к печати результаты исследования стратиграфии куяльницких и акчагыльских морских отложений - важнейших региональных неотектонических реперов. География их распространения указывает на характер палеорельефа региона в плиоцене-четвертичном периоде, а амплитуды и характер новейших деформаций демонстрируют абсолютные величины новейших поднятий и их тектонический тип. В рамках этого обобщения будет представлена стратиграфическая схема плио-плейстоцена изучаемых регионов АКР. (статья 2026)

4.4. Обоснование достижимости решения поставленной задачи (задач) и возможности получения запланированных результатов.

Поставленные задачи достижимы, т.к. коллектив обладает профессиональными компетенциями и обширным научным заданием, полученным при выполнении Проекта 2022 года (см. 4.1). Достичь поставленные задачи позволит комплексность планируемых работ с использованием набора классических и инновационных методов исследования биоклиматической и неотектонической истории аравийско-кавказского региона.

1. Комплексное изучение куяльницкого бассейна в свете современных данных поможет в решении вопроса о его трансгрессивно-регрессивных событиях и реконструкции восточных границ куяльницкого бассейна с подробным изучением изменения климатических и палеогеографических (ландшафтных) условий. Достижимость этой задачи обусловлена существенным объемом уже имеющихся у участников проекта результатов в обозначенных областях и опытом комплексных тектонико-палеогеографических исследований, в частности, примененных при решении одной из задач основного проекта связанной с изучением акчагыльской трансгрессии (Trifonov et al., 2024).

2. В разделе палеонтологии и стратиграфии были получены в значительном объеме уникальные новые материалы (позвоночные, остракоды, моллюски и палинофлоры), собранные в результате выполнения основного проекта и ожидающих обработки и публикации в рамках его продолжения. Наибольшей биостратиграфической ценностью в этом плане обладают ассоциации корнезубых полевок плиоцена и

раннего плейстоцена, характеризующие разные временные срезы плиоцена и раннего квартера (Tesakov et al., 2024). На этих же уровнях встречены комплексы пресноводных и наземных моллюсков, которые обычно сложно сопоставить между собой, но по наличию высокостратиграфических мелких млекопитающих их можно точно скоррелировать со стратиграфической шкалой и получить четкий палеоэкологический и климатический сигнал для изучаемого региона. В ряде ассоциаций присутствуют новые виды как мелких млекопитающих, так и моллюсков.

3. Будет продолжено изучение и датирование отложений континентальной грубой молассы Предкавказского и Закавказского прогибов (Западно-Кубанской, Куринской и другим впадин), установление корреляций с морскими регионами плиоцена и раннего плейстоцена. Коллектив имеет опыт в изучении молассовых отложений как в стратиграфическом аспекте (Трихунков и др., 2024), так и литологическом (Ломов и др., 2025). Комплексный подход с использованием как биостратиграфических, так и магнитостратиграфических данных (Трихунков и др., 2024) позволяет с недостижимой ранее точностью датировать отложения в узком временном интервале, что, с учетом седиментологических и литологических исследований, позволяет делать выводы о палеогеографии и палеоэкологии региона, а также о палеогипсометрии древнего поднятия Большого Кавказа.

4. Решение вышеупомянутых взаимодополняющих задач позволяет приобрести надежную основу для сравнительного анализа данных о времени начала и скоростях орогенеза на Западном Кавказе с данными по Центральному и Восточному Кавказу и другим частям Аравийско-Кавказского региона, а также биоклиматической этапности региона. В свою очередь это делает возможным исследование вероятных причин постколлизийных новейших поднятий региона, кинематических особенностей и амплитуд новейших складчатых и разрывных деформаций, а также этапов развития основных поперечных структур АКР.

4.5. Перечень оборудования, материалов, информационных и других ресурсов, имеющихся у научного коллектива для выполнения проекта

Научный коллектив имеет в своём распоряжении хорошо оснащённые лаборатории, в которых есть всё необходимое аналитическое и компьютерное оборудование для проведения работ по проекту. У нашего коллектива есть всё нужное снаряжение для проведения полевых работ, отбора палеомагнитных штурфов, палеонтологических проб на мелких и крупных позвоночных, моллюсков и других беспозвоночных, для спорово-пыльцевого анализа, а также для их последующей камеральной обработки.

На базе ГИН РАН возможна пробоподготовка образцов для магнитостратиграфического анализа (камеральная подготовка палеомагнитных штурфов), споро-пыльцевого анализа (мацерирование, центрифугирование и т.д.), изготовление прозрачно-полированных шлифов (группа технологической обработки пород), как для изучения фаунистических образцов (микроструктуры эмали и линий Шрегера в дентине ископаемых зубов млекопитающих), так и для литологических и петрографических исследований.

Участники проекта имеют доступ к лабораторно-техническому оборудованию ГИН РАН и ИФЗ РАН. Наиболее важное для наших работ оборудование:

1. Сканирующие электронные микроскопы PHENOM XL, CamScan MV-2300 с микрозондовой приставкой INCA-200, TESCAN VEGA3 LMN с системой энергодисперсионного микроанализа AztecLive Lite Ultim Max 40 (ЦКП ИФЗ и ГИН РАН) для изучения вещественного состава осадочных отложений и микроструктуры

фаунистических остатков;

2. Центр оптической микроскопии <http://www.ginras.ru/struct/6/index.php>);
3. ИСП масс- спектрометр «E1-ement2» с блоком лазерной подготовки NWR-213 для U-Pb датирования детритовых цирконов и анализа источников сноса позднемиоценовых отложений (ЦКП ГИН РАН);
4. Рентгено-флуоресцентный спектрометр S4 PIONEER (ГИН РАН) для изучения валового состава осадочных отложений;
5. Оптический микроскоп производства Motic с анализатором для проведение петрографических и литологических описаний;
6. Палеомагнитный комплекс "Храмов" на базе криогенного (SQUID) магнитометра, производства фирмы 2G Enterprises (ЦКП ИФЗ РАН) для измерения палеомагнитных свойств и проведения электромагнитной чистки;
7. Томограф NanoVoxel-1000 для детального изучения палеонтологических остатков (ГИН РАН).

И другое оборудование в центрах коллективного пользования ГИН РАН и ИФЗ РАН (<http://www.ginras.ru/ckp/index.php> ; <https://ifz.ru/nauka/ckp>)

Информационное обеспечение проекта осуществляет научная библиотека ГИН РАН и геологическая библиотека ИГЕМ РАН, в которой имеется подписка на электронные версии многих необходимых научных журналов, а также богатый архив изданной литературы.

4.6. План работы на первый год выполнения проекта (в том числе указываются запланированные командировки (экспедиции) по проекту)

1. Будут опубликованы данные по изучению Пшехско-Адлесркой зоны поперечных разломов на Западном Кавказе и её роли в структуре новейших поднятий.
2. Будут завершено исследование Астара-Тальшской зоны разломов и представлены детали новейшей структуры Тальшского орогена, а также обрамляющих его прогибов и впадин.
3. Завершение исследований по распространению в Азово-Черноморском бассейне двустворчатого моллюска *Arscheronia* - типичной формы для апшеронского региона Каспия.
4. Завершение исследований по палеонтологической характеристике плиоценовой биоты местонахождения Кабакова балка (Крымск), Западное Предкавказье.
5. Обобщение накопленных данных по куюльницким отложениям и их аналогам из местонахождений Западного Предкавказья и подготовка статьи к публикации (Тесаков А.С., Фролов П.Д., Симакова А.Н., Якимова А.А.).
6. Участие в сессии Всероссийского палеонтологического общества (Тесаков А.С., Фролов П.Д., Якимова А.А., Николаева А.Д.), во Всероссийской палинологической конференции (Симакова А.Н.)
7. Экспедиция в Азербайджан. Работа на опорном разрезе акчагыла-апшерона "Дуздаг" (Тесаков А.С., Фролов П.Д.).
8. Экспедиция в Западное Предкавказье. Работа на опорных разрезах куюльника и его стратиграфических аналогов (Тесаков А.С., Фролов П.Д., Симакова А.Н., Якимова А.А.). Отбор микрофаунистических проб на остракод (Николаева А.Д.)
9. Экспедиция в Восточную Турцию. Работа на опорных разрезах озерных и вулканогенно-осадочных отложений плио-плейстоцена Пекеджик.

4.7. Планируемое на первый год содержание работы каждого основного исполнителя проекта (включая руководителя проекта)

Руководитель проекта Тесаков А.С. - Сбор и изучение остатков мелких

позвоночных из плио-плейстоценовых разрезов Предкавказья, Нижнего Дона, Азербайджана и Турции (экспедиции 2025 г). Разработка интегрированной биостратиграфической схемы плиоцен-четвертичных отложений Аравийско-Кавказского региона. Палеонтологическое описание фауны мелких млекопитающих плиоцена - раннего плейстоцена Северного Кавказа и прилегающих территорий. Координация работ по проекту. Командировка в Санкт-Петербург на сессию Всероссийского палеонтологического общества (апрель 2025 г.)

Основной исполнитель Трихунков Я.И. - Изучение неотектоники Аравийско-Кавказского региона; Центрального и Северо-Западного Кавказа, разделенных Пшехско-Адлерской зоной нарушений. Полевое изучение неотектонической структуры и плио-плейстоценовых отложений Северного Кавказа, Закавказья и Восточной Турции. Изучение развития Талышского орогена и Южно-Каспийской впадины. Обобщение данных по верхним молассам Предкавказья и Закавказья. Подготовка к печати рукописей научных работ, участие в конференциях, участие в подготовке научного отчета по первому этапу выполнения проекта. Научная командировка для участия в конференции.

Основной исполнитель Фролов П.Д. - сбор и изучение ископаемых пресноводных и наземных моллюсков в Аравийско-Кавказском регионе, реконструкции палеообстановок, климата и ландшафтов на основе исследования ископаемых малакоценозов и фитических линий моллюсков. Подготовка к печати рукописей научных работ, участие в конференциях, участие в подготовке научного отчета по первому этапу выполнения проекта. Командировка в Санкт-Петербург на Всероссийское палеонтологическое общество (апрель 2025 г.)

Основной исполнитель Симакова А.Н. – Проведение палинологического анализа новых материалов из неоген-четвертичных отложений Восточной Турции и Западного Предкавказья и сопоставление полученных данных с уже имеющимися и реконструкции палеообстановок, климата и ландшафтов на основе палинологических данных. Полевые работы в Восточной Турции. Представление результатов по эволюции растительности и природной среды Восточной Турции на Всероссийской палинологической конференции (сентябрь 2025 г.).

4.8. Ожидаемые в конце первого года конкретные научные результаты

К концу первого года проекта будут завершены исследования:

1. Пшехско-Адлерской зоны разломов на границе высокогорий Центрального- и низко-среднегорий Северо-Западного Кавказа, играющей ключевую роль в поперечной сегментации орогена, ограничивающей распространение его новейших поднятий, отложений понтического, киммерийского и кюяльницкого бассейнов в Предкавказье, проявленной в новейших перестройках речной сети. Будут приведены данные о внутреннем строении, кинематике и напряженно-деформированном состоянии Пшехско-Адлерской зоны. Будет подготовлена к печати статья: Трихунков и др. "Новейшее горообразование Центрального и Северо-Западного Кавказа, разделенных Пшехско-Адлерской зоной нарушений" в журнале Геоморфология и палеогеография. 2025. (Трихунков и др.).

2. Будут представлены детали геолого-тектонического строения Талышского орогена и обрамляющих его прогибов и впадин; изучено структурное положение и параметры активных разломов Астара-Талышской зоны, разделяющих блоки с различным режимом новейшего осадконакопления; приведены химико-аналитические

и петрографические данные изучения приразломных магматических образований и их последующих катакластических преобразований. В опущенном крыле Астара-Талышской зоны будет документирован разрез акчагыла, охарактеризованные типичной для этого региона морская малакофауна. Будет подготовлена к печати статья: Трихунков и др. "Неоген-четвертичное развитие Талышского орогена и Южно-Каспийской впадины, разделенных Астара-Талышской зоной разломов" // Геотектоника. 2025. (Трихунков и др.)

3. Будут подведены итоги исследования, начатого в ходе выполнения основного проекта, по стратиграфическому распространению двустворчатых моллюсков *Arscheronia propinqua* в Азово-Черноморском бассейне, что позволит уточнить и верифицировать положение границы Акчагыл/Апшерон в позднем гелазии, альтернативное традиционным представлением о ее прохождении в верхней части калабрия. Результаты будут подготовлены к печати в журнале ДАН. (Фролов П.Д. и др.)

4. Будет завершено сравнительное литолого-петрографическое изучение армавирской и гавердовской свит Западного Предкавказья с использованием предварительных результатов, полученных в ходе выполнения проекта 2022 и дополнительных материалов, собранных в ходе экспедиции 2024 года. Будет подготовлена к печати статья: Ломов и др. Верхние молассы Западного Предкавказья, как отражение начала горообразования Большого Кавказа. Геотектоника. 2025. (Ломов и др.)

5. Будет выполнено палеонтологическое описание микротериофауны опорного местонахождения Кабакова Балка (Зап.Кавказ, Крымский р-н), материалы по которому были собраны во время выполнения проекта 2022. Ранее неизвестная на Кавказе фауна этого местонахождения, сочетающая древнейшие хроновиды нескольких филетических линий миоценовых полевок, документирует переход наземных фаун от раннего к позднему плиоцену. Этот уровень, датированный по эволюционно-морфологическим (мелкие млекопитающие), микропалеонтологическим (остракоды) и геологическим данным (магнитостратиграфия) представляет собой ранее неизвестный стратиграфический репер, позволяющий зафиксировать точку прямой корреляции наземных и морских региональных стратиграфических схем с подразделениями МСШ. Результаты исследования будут подготовлены к печати в журнале *Russian Journal of Theriology* (Тесаков А.С., Якимова А.А., Николаева А.Д. и др.).

Дополнительные материалы к заявке на продление проекта 2022 РФФ № 22-17-00249

“Плиоцен-раннеплейстоценовая перестройка структурного плана Аравийско-Кавказского региона и её влияние на палеогеографические обстановки, динамику биоты и среду расселения древнего человека”

Приложение 1.

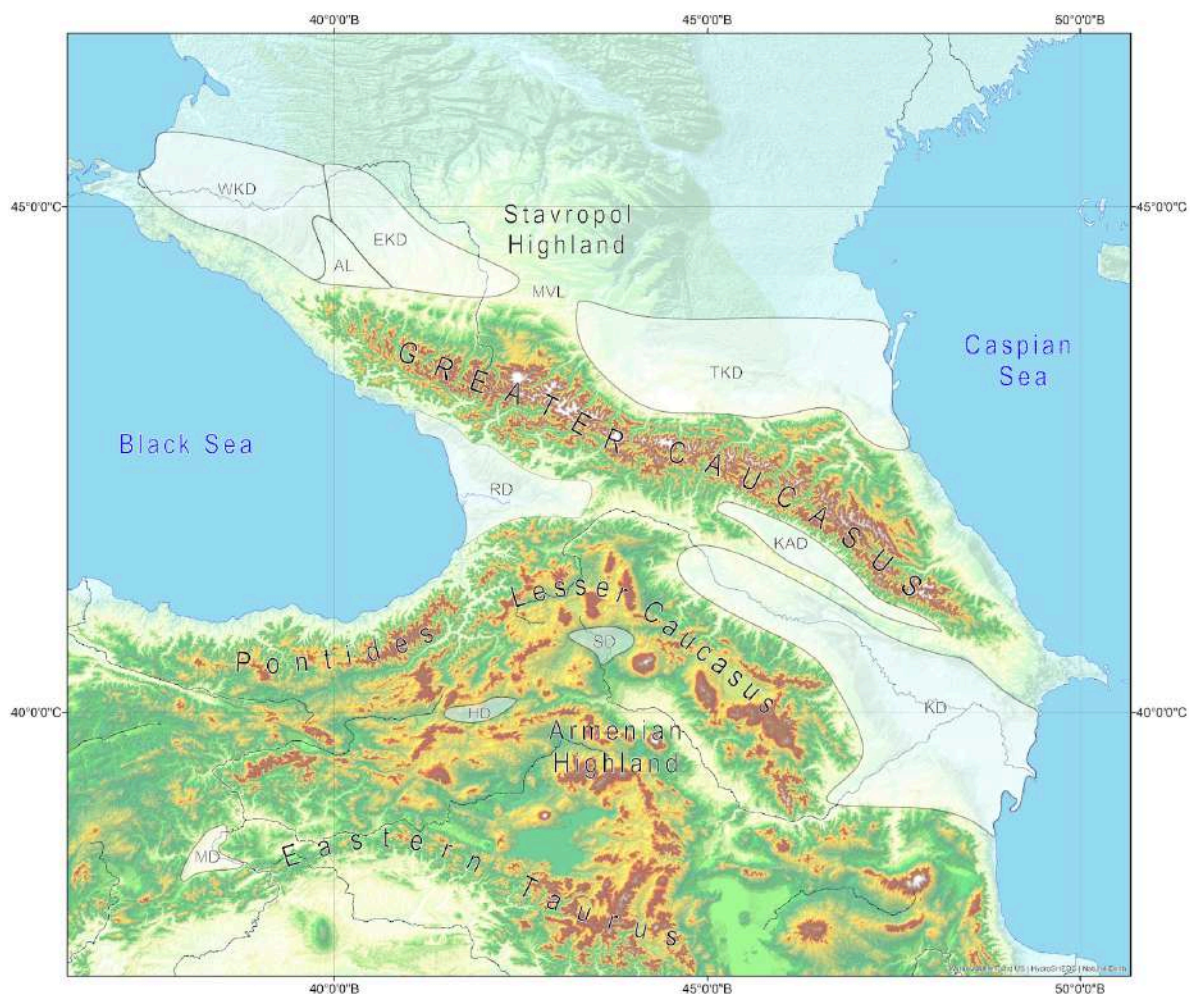
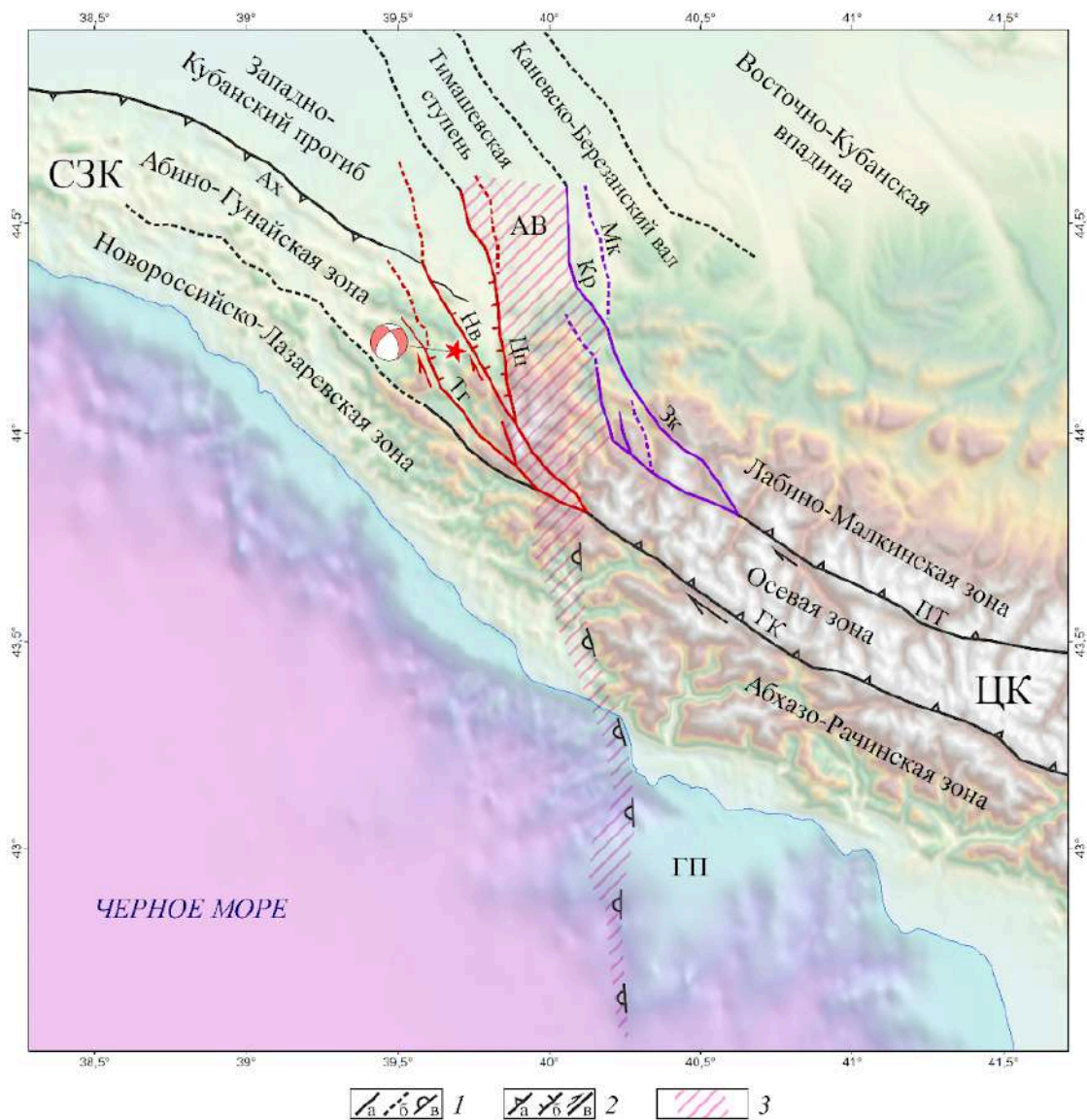


Схема модельных бассейнов осадконакопления новейших континентальных и морских отложений АКР

WKD - Западно-Кубанский прогиб; AL - Адыгейский выступ; EKD - Восточно-Кубанская впадина; TKD - Терско-Кумский прогиб; RD - Рионская впадина; KAD - Кахетино-Аджинаурская впадина ; KD - Куринская впадина; SD - Ширакская впадина; HD - Хорасанская впадина; MD - Малатгинская впадина

Приложение 2.

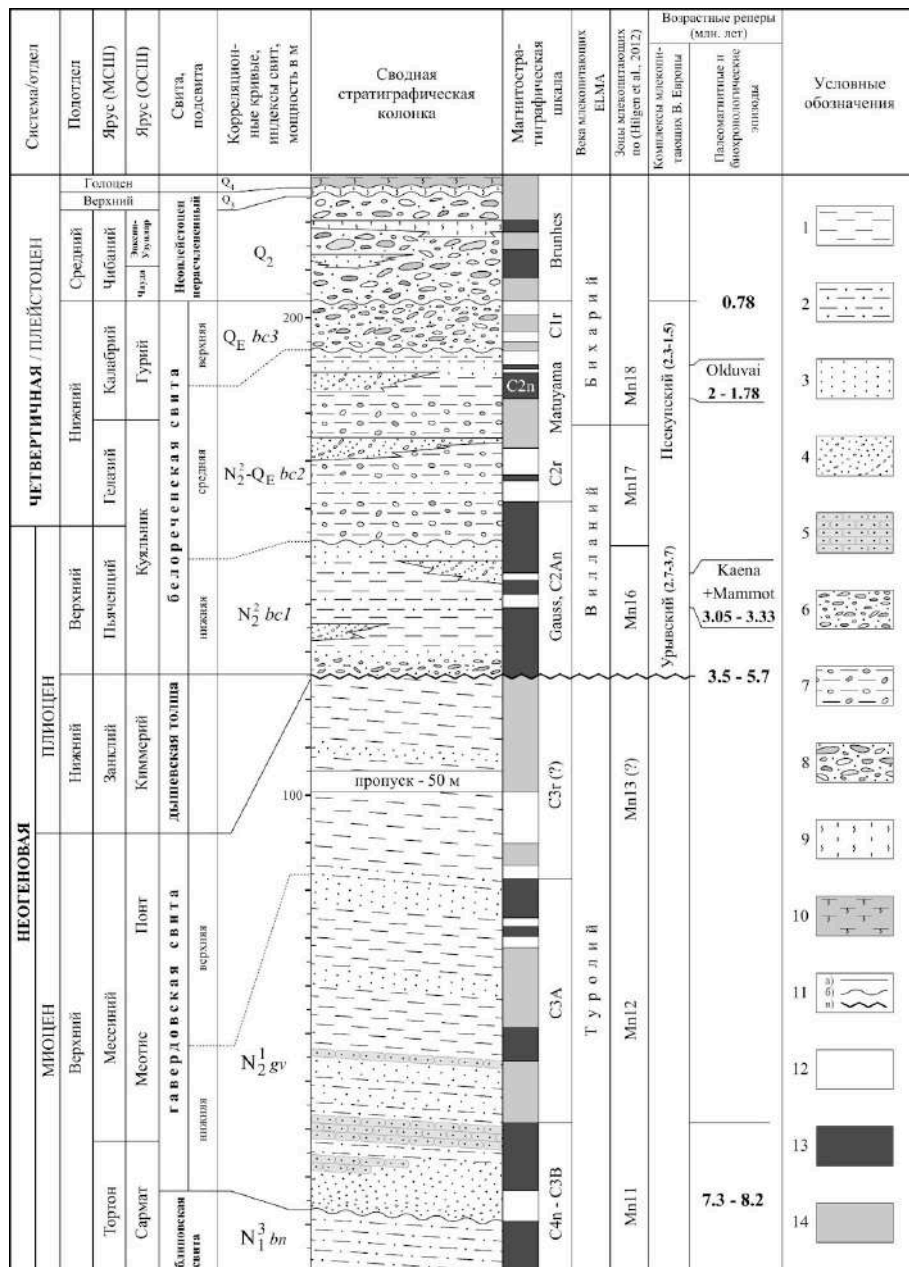


Структурно-кинематическая модель Пшехско-Адлерской зоны.

1 – тектонические нарушения, обуславливающие формирование Пшехско-Адлерской зоны: разломы достоверные (а) и предполагаемые (б) и флексуры (в); 2 – типы разломов: взбросы и надвиги (а), сбросы (б), сдвиги (в); 3 – осевая часть Пшехско-Адлерской зоны.

Цветными линиями показаны системы разломов, образующие западное и восточное ограничения осевой части Пшехско-Адлерской зоны. Красным цветом показаны разломы западной (Пшехской) системы нарушений: Тг – Тугупсинский, Нв – Навагинский, Цц – Цицинский. Фиолетовым цветом показаны разломы восточной (Белореченской) системы: Зк – Заканский, Кр – Курджипский, Мк – Майкопский. Другие разломы, обуславливающие формирование Пшехско-Адлерской зоны: Гк – Главный Кавказский, Пт – Пшекиш-Тырныаузский, Ах – Ахтырский. ГП – подводное Гутаутское поднятие. Красной звездочкой обозначен эпицентр Пшехского землетрясения 2004.11.15 Mw=4.5, и приведен его фокальный механизм показывающий правосдвиго-сбросовый тип смещения.

Приложение 3



Сводная стратиграфическая колонка верхнемолассовых отложений Западного Предкавказья (бассейн р. Белая) и схема их соотношений с международной стратиграфической (МСШ), общей стратиграфической (ОСШ), магнито- и биостратиграфическими шкалами.

1 – глины; 2 – алевриты; 3 – пески; 4 – пески и гравийники косослоистые; 5 – песчаники; 6 – галечники; 7 – галечные конгломераты; 8 – галечники-валунники; 9 – лессовидные суглинки; 10 – современные почвы на галечниках и лессовидных суглинках; 11 – границы слоев: а) согласные; б) эрозионное несогласие; в) угловое несогласие; 12 – обратная полярность; 13 – прямая полярность; 14 – пропуски в отборе.

Приложение 4.

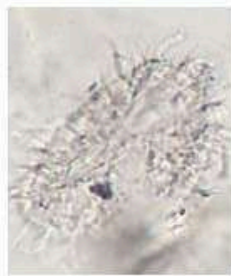
Ma	Geological Time Scale 2016			Региорусы Восточного Паратетиса	Века Млекопи- тающих ELMA	MN-зоны (Nilgen et al., 2012) с изменениями	Комплексы млекопитающих Восточной Европы
	Магнито- стратиграфи- ческая шкала	Отдел / Эпоха	Ярус / Век				
0,5	C1n	Плейстоцен	Чибаний	Чауда	Торингий	MQ2	Мамонтовый Хазарский Тираспольский
1	C1r		Калабрий	Гурий	Бихарий	MQ1	Таманский
1,5	C2n		Гелазий	Куяльник	Апшерон	MN17	Псекупский
2	C2r	Плиоцен	Гелазий	Акчагыл	Виланий	MN16	Хапровский
2,5	C2An		Пьяченца	Киммерий	Русциний	MN15	Урывский
3	C2Ar	Миоцен	Занклий	Понт	Туролой	MN14	Молдавский
3,5	C3n		Мессиний	Мэотис		MN13	Кучурганский
4	C3r		Тортон	Херсоний		MN12	Таврический
4,5	C3An	Туролой	Херсоний	Мэотис	Понт	MN11	Черевичанский
5	C3Ar						Белкинский
5,5	C3B	Туролой	Херсоний	Мэотис	Понт	MN10	Бериславский
6	C4n						
6,5	C4r						
7	C4An						
7,5							
8							
8,5							
9							

Стратиграфическая схема позднего миоцена-квартера, используемая в работе.

Приложение 5.



Bitectatodinium



Operculodinium
cf. *eiricanum*



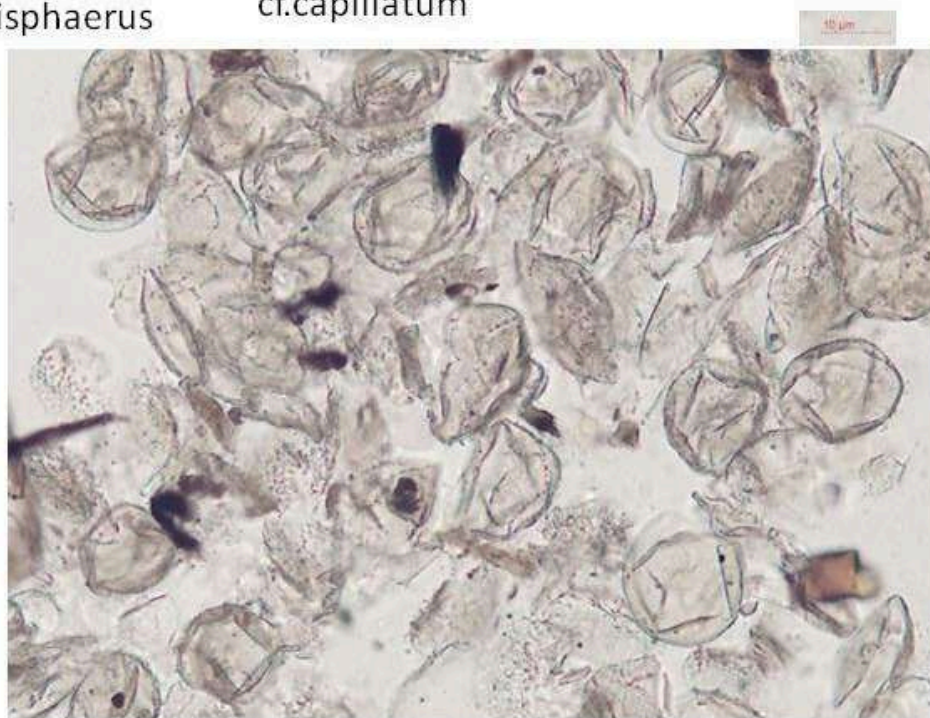
Caspidinium rugosum



Spiniferites
cf. *multisphaerus*

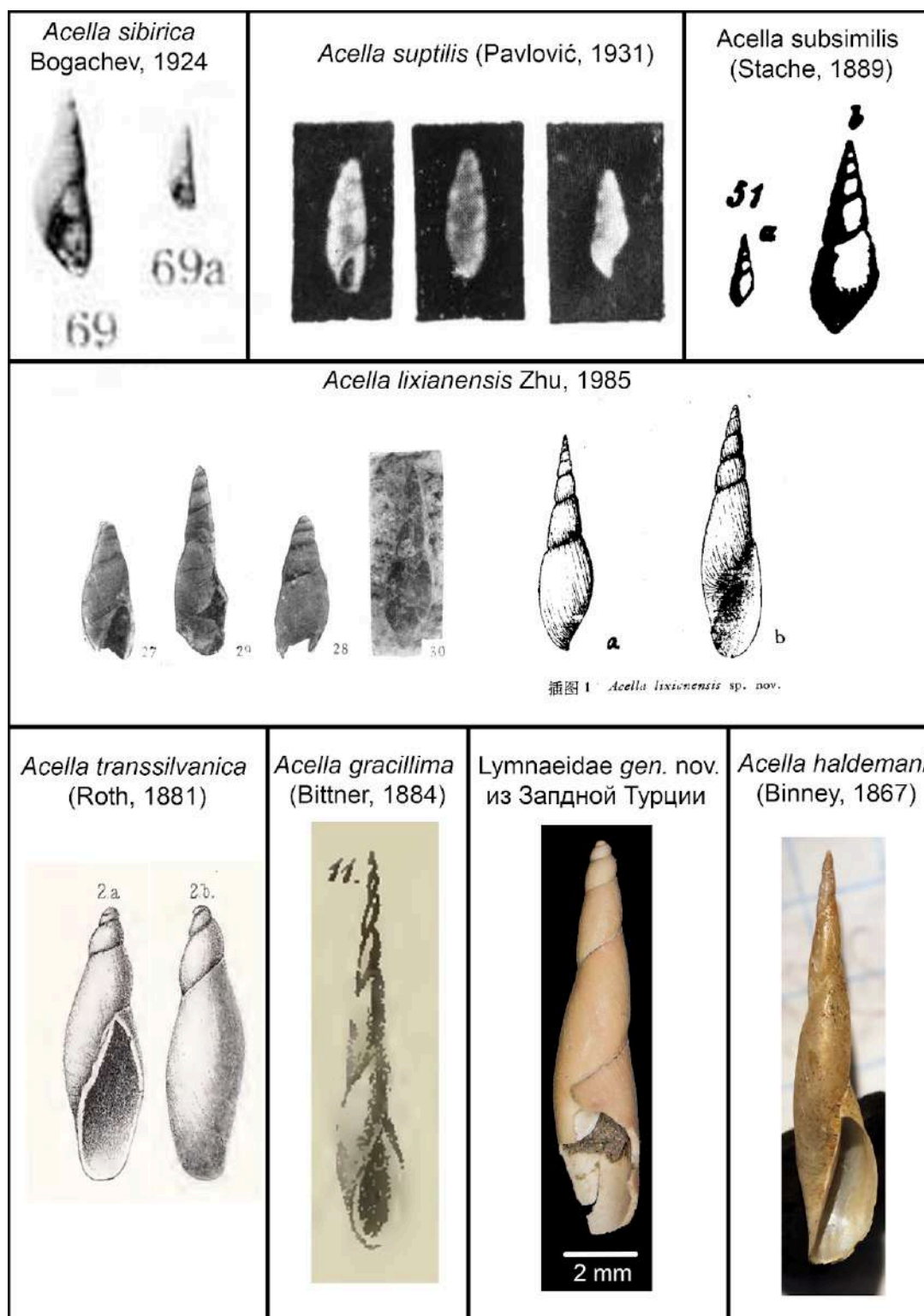


Algidasphaeridium
cf. *capillatum*



Основные представители акчагыльских морских диноцист в разрезе Дерebaши. Микрофотография (световая микроскопия) палинологической ассоциации с массовым материалом морских диноцист *Caspidinium* и *Operculodinium* в основании осадочной последовательности Пекеджик (Восточная Турция).

Приложение 6.



Изображение всех валидных видов рода *Acella* из ранее опубликованных описаний, а также новая находка *Acella*-подобной формы из плиоцена Западной Турции и типовой вид рода - *Acella haldemani* (Binney, 1867)

Список литературы

1. Бачманов Д.М., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. База данных активных разломов Евразии // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 4. С. 711-736.
2. Бачманов Д.М., Трифонов В.Г., Кожурин А.И., Зеленин Е.А. База данных «База данных активных разломов Евразии» // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621553 "База данных активных разломов Евразии" выдано 2019.09.03
3. Ломов В.С., Трихунков Я.И., Юшин К.И., Бачманов Д.М., Тесаков А.С., Лыков Н.А. Верхние молассы Предкавказского прогиба как индикатор новейшего горообразования Западного Кавказа (на примере бассейна р. Белая)// Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2025. No 1. Вып. 65 (в печати)
4. Тесаков А.С. 2004. Биостратиграфия среднего плиоцена - эоплейстоцена Восточной Европы (по мелким млекопитающим). Москва: Наука, 247 с.
5. Трифонов В.Г., Тесаков А.С., Симакова А.Н., Çelik Н., Фролов П.Д., Бачманов Д.М., Трихунков Я.И. Сопоставление новейших внутриворонных впадин Северной Армении и Восточной Турции // Геотектоника. - 2024. - №3. - С. 80-107. doi: 10.31857/S0016853X24030049
6. Трихунков Я.И., Бачманов Д.М., Гайдаленок О.В., Маринин А.В., Соколов С.А. Новейшее горообразование в зоне сочленения структур Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области // Геотектоника. 2019. № 4. С. 78-99
7. Трихунков Я.И., Бачманов Д.М., Тесаков А.С., Титов В.В., Ломов В.С., Соколов С.А., Латышев А.В., Симакова А.Н., Сыромятникова Е.В., Челик Х., Щелинский В.Е., Фролов П.Д., Шалаева Е.А., Никольская П.П. Верхнемолассовая белореченская свита Западного Предкавказья (верхний плиоцен–нижний плейстоцен) в контексте новейшей тектоники и палеогеографии региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. - 2024. - Т. 32. - №4. - С. 21-49. doi: 10.31857/S0869592X24040024 (a)
8. Трихунков Я.И., Çelik Н., Ломов В.С., Трифонов В.Г., Бачманов Д.М., Karginoglu Y., Соколов С.Ю. Геологическая позиция, структурные проявления Эльбистанского землетрясения и тектоническое сравнение двух сильнейших сейсмических событий 06.02.2023 г. в Восточной Турции // Геотектоника. - 2024. - №3. - С. 108-126. doi: 10.31857/S0016853X24030054 (b)
9. Фролов П.Д., Тесаков А.С., Иванова А.В., Куршаков С.В., Сыромятникова Е.В. Меж двух морей: поздний плиоцен Тамани. Природа, 2024, 2, С.1–14. doi: 10.7868/S0032874X24020014
10. Челик Х, Трифонов В.Г., Тесаков А.С., Соколов С.А., Фролов П.Д., Симакова А.Н., Шалаева Е.А., Беляева Е.В., Якимова А.А., Зеленин Е.А., Латышев А.В., Бачманов Д.М. Позднеплиоценовая дельта гильбертового типа и раннеплейстоценовая перестройка системы речного стока в Эрзурумской впадине, Северо-Восточная Турция. Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2023, том 31, № 6, с. 161–182. DOI: 10.31857/S0869592X23060029 (a)
11. Челик Х., Трихунков Я.И., Соколов С.А., Трифонов В.Г., Зеленин Е.А., Каргиноглу Ю., Юшин К.И., Ломов В.С., Бачманов Д.М. Тектонические аспекты восточно-анатолийского землетрясения 06.02.2023 г. в Турции* // Физика земли. - 2023. - №6. - С. 5-23. doi: 10.31857/S0002333723060054 (b)

12. Шалаева Е.А., Бачманов Д.М., Васильева М.А., Соколов С.А., Фролов П.Д., Симакова А.Н., Саакян Л.Г., Авагян А.В., Титов В.В., Трихунков Я.И., Трифонов В.Г., Овакимян Г.М. Неотектоника и геологическое строение Севанской межгорной впадины (Армения): новые структурные и палеонтологические данные // Геотектоника. - 2023. - №4. - С. 103-117. doi: 10.31857/S0016853X23020078
13. Щелинский В.Е., Трихунков Я.И., Симакова А.Н. // Пути эволюционной географии. Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. Институт географии РАН. 2021. С. 743-747
14. Шорников Е.И., Зенина М.А. ОСТРАКОДЫ КАК ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ (на примере залива Петра Великого Японского моря). - Владивосток: Дальнаука, 2014. - 334 с.
15. Якимова А.А. Особенности микроструктуры эмали плио-плейстоценовых полевок рода *Borsodia* местонахождения звериноголовское (Южное Зауралье). Труды палеонтологического общества. Том III. Отв. ред. С.В. Рожнов. М.: ПИН РАН, сс., 2020 - С. 80-89.
16. Zelenin E.A, Bachmanov D.M., Garipova S.T., Trifonov V.G., Kozhurin A.I. The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): the ontology and design behind the continental-scale dataset // Earth System Science Data. 2022. vol. 14. p. 4489-4503
17. Shchelinsky V.E., Dodonov A.E., Baigusheva V.S., Kulakov S.A., Simakova A.N., Tesakov A.S., Titov V.V. 2010. Early Palaeolithic sites on the Taman Peninsula (Southern Azov Sea region, Russia): Bogatyri/Sinyaya Balka and Rodniki. Quaternary International. V. 223-224, pp. 28-35.
18. Shchelinsky V.E., Gurova M., Tesakov A.S., Titov V.V., Frolov P.D., Simakova A.N. 2016. The Early Pleistocene site of Kermek in western Ciscaucasia (southern Russia): Stratigraphy, biotic record and lithic industry (preliminary results). Quaternary International, 393, P.51-69.
19. 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. vol. 605-606. p. 329-348.
20. Tesakov A.S., Guydalenok O.V., Sokolov S.A., Frolov P.D., Trifonov V.G., Simakova A.N., Latyshev A.V., Titov V.V., Shchelinskii V.E. 2019. Tectonics of Pleistocene Deposits in the Northeast of Taman Peninsula, South Azov Sea Region. Geotectonics, 2019, Vol. 53, No. 5, pp. 548–568. doi: 10.31857/S0016-853X2019512-35
21. Tesakov, A.S.; Frolov, P.; Simakova, A.; Yakimova, A.; Titov, V.; Ranjan, P.; Çelik, H.; Trifonov, V. Plio-Pleistocene Small Mammal-Based Biochronology of Eastern Anatolia and Transcaucasus. Quaternary 2024, 7, 42. <https://doi.org/10.3390/quat7040042>
22. Tesakov A.S., Frolov P.D., Titov V.V., Dickinson M., Meijer T., Parfitt S.A., Preece R.C., Penkman K.E.H. 2020. Aminostratigraphical test of the East European Mammal Zonation for the late Neogene and Quaternary. Quaternary Science Reviews, 243, 106434, 1-20. doi:10.1016/j.quascirev.2020.106434.
23. Trifonov V.G, Tesakov A.S., Simakova A.N., Gaydalenok O.V., Frolov P.D., Bylinskaya M.E., Trikhunkov Ya.I., Bachmanov D.M., Çelik H., Hessami K. Geological and biotic context of the Plio-Pleistocene evolution of the Caucasus-Caspian Region (Akchagylian transgression) // Quaternary Intern. 2023. vol. 686-687. p. 120-141.
24. Trikhunkov Ya.I., Kengerli T.N., Bachmanov D.M., Frolov P.D., Shalaeva E.A., Latyshev A.V., Simakova A.N., Popov S.V., Bylinskaya M.E., Aliyev F.A. Evaluation of Plio-Quaternary

uplift of the South-Eastern Caucasus based on the study of the Akchagylian marine deposits and continental molasses // *Quaternary International*. 2021. vol. 605-606. p. 349-363