

Отчет о выполнении проекта РФФИ № 20-55-56004  
«Неотектоника и сейсмоструктурная область тройного сочленения складчато-надвиговых поясов  
Эльбурса, Загроса и Малого Кавказа и ее соотношения с Южно-Каспийской впадиной»  
в 2021 году

**Аннотация, публикуемая на сайте РФФИ**

В рамках проекта проанализированы разрезы акчагыльских отложений Южного Каспия и его иранского побережья как часть более крупного исследования геологических и биотических аспектов акчагыльской трансгрессии, которая имела место в Каспийском регионе Евразии в пьаченции и гелазии. Результаты исследования сводятся к следующему. Трансгрессии предшествовала перестройка структурно-седиментационного плана региона в конце миоцена и раннем плиоцене. Перестройка заключалась в уменьшении роли продольной тектонической зональности Кавказско-Каспийского сегмента Паратетиса и его окружения и увеличении роли поперечной тектонической зональности. Это выразилось в тектоническом поднятии Большого Кавказа, его северных предгорий и Малого Кавказа и опускании западных частей впадин Южного и Среднего Каспия. Показано, что акчагыльское морское осадконакопление началось в Западной Туркмении раньше (~3.2 млн лет назад), чем в Куринской впадине (~3.0 млн лет назад). Сохраняется неопределенность в оценке верхней границы акчагыла – 2.1 или 1.8 млн лет назад. Проанализировано биотическое содержание Акчагыльского моря, включая малакофауну, микроорганизмы и млекопитающих, обнаруженных вдоль морских побережий. Отмечено, что наряду с доминированием эндемичных форм акчагыльской биоты, свидетельствующем о длительной изоляции бассейна, осадки самого конца плиоцена содержат элементы (преимущественно микроорганизмы), которые проникли из Мирового океана или связанных с ним морей. На основе палинологических данных оценивались климатические особенности акчагыла. Выявлено распределение мощностей акчагыльских морских отложений. Показано, что конфигурация и строение Акчагыльского солоновато-водного бассейна определялось сочетанием проявлений продольной и поперечной тектонической зональности. Максимальный уровень акчагыльской трансгрессии оценивается в 40–50 м над современным уровнем Мирового океана. Показана низкая вероятность связи Акчагыльского бассейна со Средиземным морем или Персидским заливом и высокая вероятность связи бассейна в конце плиоцена с Северным Ледовитым океаном через северные притоки р. Камы и Печорскую впадину. На основе современного положения кровли акчагыльских морских отложений определены величины и скорости четвертичных вертикальных движений в разных частях бассейна. Наибольшие величины поднятий установлены на Восточном Кавказе (до 1980 м на его северо-восточном склоне и ~2500 м в осевой части) и на западе Малого Кавказа в Восточной Турции (до 1750 м).

**Заявленные цели проекта на период, на который предоставлен грант**

Цель проекта – исследовать активные разломы, новейшую структуру и историю неоген-четвертичного развития области тройного сочленения складчато-надвиговых поясов Эльбурса, Загроса и Малого Кавказа, определить на этой основе геодинамические условия формирования структуры и сейсмогенерирующие зоны.

Скорректированный план работ по проекту на 2022 г. следующий.

Совместное с иранскими участниками проекта полевое изучение активных разломов, позднекайнозойских структур и новейших отложений в районах: (1) северного фланга Тальшского малого синтаксиса (южный борт Куринской впадины) и вулканического центра Сабалан в центре синтаксиса западнее г. Ардебиль; (2) восточного фланга Тальшского синтаксиса от г. Ардебиль на юг до с. Ахадсарад (восточнее г. Мияне), где восточный фланг Тальшского синтаксиса сочленяется с горным складчато-надвиговым поясом Эльбурса; (3)

зоны Северо-Тебризского разлома и связанных с ним активных нарушений; новейшей впадины на северном крыле разлома; вулкана Сахенд к югу от него, а также соотношений Северо-Тебризского разлома с разломами Хойской офиолитовой зоны, которая продолжает структуры Малого Кавказа и где произошло землетрясение 23.02.2020 с магнитудой 6. Продолжительность полевых работ в Иране – один месяц с 20.09 по 20.10.2022 г. Обработка полученных материалов. Определение соотношений новейших структур Эльбурса и Талыша, места Северо-Тебризского разлома в новейшей и активной тектонике Малого Кавказа и Талышского синтаксиса, уточнение соотношений неотектонического развития горно-складчатых поясов Эльбурса и Талыша и Южно-Каспийской впадины с учетом их глубинного строения. Подготовка и сдача в печать в журнал *Quaternary International* статьи Трифонова В.Г., Тесакова А.С., Симаковой А.Н., Гайдаленок О.В., Фролова П.Д., Былинской М.Е., Бачманова Д.М., Трихункова Я.И., Челика Х., Хессами Х. «Akchagylian transgression of the Caspian Sea and its position in the Pliocene–Quaternary evolution of the Caucasus–Caspian region: geological and biotic aspects».

### **Полученные за период, на который был предоставлен грант, результаты**

В 2022 г. от иранской стороны был получен отказ на проведение российскими участниками проекта полевых работ на территории Ирана. Возможно, причиной этого стали политические волнения в Иране. Поэтому работы по проекту были сосредоточены на обработке литературных данных и ранее полученных российскими и иранскими участниками проекта материалов и их комплексной интерпретации для решения важной задачи обобщения данных об акчагыльских отложениях Южно-Каспийской впадины и ее иранского обрамления как части обширного исследования тектонических, седиментологических и биотических аспектов акчагыльской трансгрессии Каспийского региона.

От более поздних трансгрессий Каспийского моря акчагыльская отличалась наибольшей площадью распространения, покрывая Куринскую впадину, части Туранской плиты и Предкавказья, Прикаспий и палеодолины рек Волги, Камы и Белой (рис.1 в Приложении). Характеризуя акчагыл, мы пользуемся современной международной стратиграфической шкалой. Впервые акчагыльские слои выделил А.Н. Андрусов (1902). И.М. Губкин (1913) сопоставил их с куяльником Азово-Черноморского бассейна и определил стратиграфическое положение акчагыла между апшероном (верхняя часть нижнего плейстоцена, в основном соответствующая калабрию) и продуктивной (балаханской) серией (нижняя часть плиоцена, в основном соответствующая занклию). Позднее акчагыл приобрел статус регионаруса (Андрусов 1928).

Акчагыл сложен солоновато-водными песчано-алеврито-глинистыми отложениями с линзами более грубых и карбонатных осадков вблизи побережий. Стратиграфическое положение нижней и верхней границ акчагыла является предметом дискуссии. Традиционная модель «длинного акчагыла» (Невесская, Трубихин, 1984; Невесская и др., 2004) определяет длительность акчагыла от 3.6 до 1.8 млн лет. Новая модель «короткого акчагыла», основанная на изучении разрезов Нижнекуруинской впадины, ограничивает акчагыл интервалом 2.7–2.13 млн лет (van Baak et al., 2013, 2019; Lazarev et al., 2019). Позднее С. Лазарев (Lazarev et al., 2021) на основе изучения разрезов юго-западного борта Куринской впадины понизил нижнюю границу акчагыла до  $2.95 \pm 0.02$  млн лет. Положение нижней границы в модели «длинного акчагыла» в значительной мере основано на изучении разрезов Западного Копетдага, где в ряде разрезов нормально намагнитченные акчагыльские отложения перекрывают обратно намагнитченные аналоги продуктивной свиты (Трубихин, 1977). По нашему мнению, в Копетдаге достоверно присутствуют нижнеакчагыльские (верхнеплиоценовые) отложения не древнее 3.2 млн лет. Они могут быть отделены стратиграфическим перерывом от аналогов продуктивной свиты. Таким образом, акчагыльская трансгрессия началась раньше в относительно пониженной Юго-Западной Туркмении, чем в Куринской впадине.

В оценке хроно-стратиграфического положения границы акчагыла и апшерона расхождение между сторонниками «длинного» и «короткого» акчагыла заключается не в биостратиграфической характеристике этой границы, а в ее корреляции с магнито-стратиграфической шкалой. Первые сопоставляют границу с субхроном Олдувай (1.95–1.77 млн лет), а вторые – с субхроном Реюньон (2.14–2.13 млн лет). Выбор между моделями требует дальнейших исследований.

Чтобы оценить место акчагыльской трансгрессии в тектонической эволюции Кавказско-Каспийского региона, рассмотрим ее предысторию. С конца триаса или начала юры развитие региона подчинялось продольной тектонической зональности (Трифонов и др., 2020). Севернее палеоокеана Мезотетис, закрывшегося в верхнем мелу, последовательно формировались: (1) его северная активная окраина, представленная образованиями Восточного Понта и Сомхето-Карабахской зоны, на месте которых позднее возник эоценовый коллизионный вулканический пояс; (2) Закавказская микроплита, вырождающаяся в Северном Иране, где представлена лишь отдельными фрагментами в тектонических чешуях Эльбурса; (3) Кавказско-Южнокаспийский прогиб; (4) южный край Скифской и Туранской эпипалеозойских плит, где происходило шельфовое осадконакопление. Отмечено сходство юрских фаций северного склона Эльбурса и южного склона Кавказского прогиба.

Особое место в эволюции региона занимают Западный и Центральный Кавказ, характеризующиеся повышенной мощностью кристаллической континентальной коры, что обусловлено пододвиганием фундамента Скифской плиты под континентальную кору Кавказа. Здесь проявились интенсивные киммерийские деформации, приведшие к выходу кристаллического фундамента на земную поверхность. Здесь же отмечены первые признаки появления равнинной или низкогорной суши в осевой части Большого Кавказа в раннем миоцене (Porov et al., 2004). Со среднего миоцена возрастают скорости погружения Азово-Кубанской и Терско-Дербентской впадин Предкавказского прогиба, разделенных относительным Ставропольским поднятием, расположенным севернее поднятия Центрального Кавказа. Тем не менее, продольная тектоническая зональность продолжает определять положение областей осадконакопления, связь Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов и их сообщение со Средиземноморьем и Месопотамским прогибом как частями Мирового океана. Особенно убедительно эта связь установлена для эпохи сарматской трансгрессии (~13–7.6 млн лет; конец сerratavia – тортон) (Porov et al., 2004; Попов и др., 2018).

Первые признаки нарушения продольной тектонической зональности наметились в понте (~6.1–5.3 млн лет; поздний мессиний), когда связь Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов прервалась. В раннем плиоцене на фоне деформации и поднятия структур Большого Кавказа и Закавказья происходит резкое погружение западной части Южного Каспия, где накопилось ~6 км осадков продуктивной свиты (Леонов и др., 1998). Ее накопление происходило при резкой регрессии Каспийского моря. Озерный бассейн сохранялся лишь в Южном Каспии и на крайнем юге Среднего Каспия, куда раскрывалась дельта Пра-Волги. Произошло глубокое врезание долин рек, впадавших в Каспийское море, достигавшее 700 м в Северном Каспии и Прикаспии (Антипов и др., 1996; Леонов и др., 2005, 2010; Попов и др., 2010). На этом фоне в позднем плиоцене началась акчагыльская трансгрессия.

Для характеристики структуры акчагыльского бассейна и последующих тектонических преобразований было проанализировано 82 разреза акчагыльских отложений (см. рис. 1 в Приложении). В рамках данного проекта РФФИ были интерпретированы сейсмические разрезы Южного Каспия и проанализированы акчагыльские разрезы на территории Ирана. Описаны распространение акчагыльских отложений и их литология в иранской части Западного Копетдага (Soltani et al., 2020a,b). В разрезе возле г. Гонбад-е Кявуз (14 на рис. 1 в Приложении) под лёссами с возрастом 2.4–1.8 Ма вскрыты известняки с акчагыльскими моллюсками (Wang et al., 2016). Западнее г. Горган, в разрезе возле с. Сурак (91 на рис. 1) 11-метровый разрез акчагыла показал нормальную намагниченность с тонкой зоной обратной полярности (Трифонов и др., 2022). Наиболее полный разрез акчагыла описан на южном берегу Каспия

южнее с. Аламде (93 на рис. 1). Разрез содержит фауну морских моллюсков, достигает мощности 300–350 м и перекрыт без видимого несогласия охарактеризованной фауной моллюсков апшеронской толщей мощностью 250–300 м с 50-метровым конгломератовым слоем в основании (Саидов, Кучапин, 1955). Слои с акчагыльской морской фауной обнаружены также юго-восточнее указанного разреза вплоть до с. Рейканде (92 на рис. 1). В Иранском Азербайджане деформированные и нарушенные надвигами акчагыльские отложения отмечены на севере Талышских гор (15 и 16 на рис. 1) (Geological Map of Iran, 1978).

Комплексный анализ данных об акчагыльской трансгрессии, предшествовавших и последующих геологических событиях показал следующее. Трансгрессия началась в разное время в зависимости от контуров остаточного бассейна эпохи накопления продуктивной свиты и высотного положения его обрамлений – ранее всего в Южном Каспии, а по соседству с ним в Западной Туркмении раньше, чем в Куринской впадине. Об интенсивности прогибания разных частей акчагыльского бассейна можно судить по мощностям акчагыльских морских отложений, хотя между этими параметрами нет полного соответствия, особенно в глубоководных частях бассейна, где мощности накопившихся осадков в значительной мере зависят от близости береговой линии, т.е. источников сноса обломочного материала.

Области наиболее мощных акчагыльских морских отложений группируются в ряд впадин, поперечный к предшествовавшей тектонической зональности региона. Это впадины Южного и Среднего Каспия и запад Северо-Каспийской–Прикаспийской впадины (рис. 2 в Приложении). Сейсмическое профилирование выявило максимальные мощности акчагыла, до 800 м и более, в Южно-Каспийской впадине (Леонов и др., 1998). Севернее Апшеронского порога, ограничивающего Южно-Каспийскую впадину, в узком широтном трого на юге Среднего Каспия, мощность акчагыла превышает 600 м (Попов и др., 2010). Трог продолжается на северо-запад Дербентским сегментом Терско-Дербентского прогиба, где мощность акчагыла достигает 550 м. В Северном Прикаспии мощность акчагыла переменна: области распространения маломощных отложений чередуются с мощными осадками в переуглубленных долинах раннего плиоцена. Наибольшая мощность 366 м выявлена в эрозионно-тектонической долине Пра-Волги (Данукалова, 1996).

От впадин поперечного ряда отходят прогибы, простирающиеся вдоль продольных структурных элементов Кавказско-Каспийского региона. Одним из таких прогибов является Куринская впадина, в которой мощность акчагыла возрастает к северу и превышает 1000 м на северном борту впадины, где верхнеплиоценовая часть морского акчагыла в значительной мере замещается дельтовыми отложениями, сходными с продуктивной свитой (30–32 на рис. 1) (Van Baak, 2016; Van Baak et al., 2019; Lazarev et al., 2019). В озерные бассейны акчагыльского возраста Ширакской и Хорасанской впадин Армянского нагорья (77, 78, 80 на рис. 1) акчагыльская морская биота кратковременно проникла в самом конце плиоцена в эпоху максимальной акчагыльской трансгрессии. Короткий западный залив Среднего Каспия выявлен в районе г. Куба в Северном Азербайджане. Здесь мощность акчагыла оценена в 800 м вблизи побережья (56 на рис. 1) (Колесников, 1940) и сокращается до 200–300 м к западу (57 на рис. 1), где состав отложений указывает на близость береговой линии (Trikhunkov et al., 2021). В Терском сегменте Терско-Дербентского прогиба мощность акчагыла составляет 200 м в северных предгорьях Известнякового Дагестана (60 на рис. 1) и 300–400 м в Терском хребте (61 и 62 на рис. 1) (Муратов, Невеская, 1986а).

В Западно-Туркменской низменности и Западном Копетдаге мощность акчагыла варьирует от 100–120 м в разрезе 2 до 350–370 м в разрезах 6 и 10 (см. рис. 1) в зависимости от проявлений конседиментационной складчатости (Али-Заде, 1961; Трубихин, 1977). Севернее Главного Копетдагского разлома в Малом Балхане мощность акчагыла возрастает до 600 м. Далее на юго-восток в зоне Главного Копетдагского разлома и примыкающем к нему Предкопетдагском прогибе мощность акчагыла составляет 300 м в разрезе 38 и 435 м в разрезе 39 (см. рис. 1) и постепенно убывает к юго-востоку, где морские акчагыльские отложения сначала частично, а затем полностью замещаются континентальными.

Таким образом, в пределах Кавказско-Копетдагского орогена распределение мощностей акчагыльских морских отложений контролировалось отчасти интенсивным погружением поперечного к орогену меридионального пояса каспийских впадин, а отчасти элементами ранее существовавшей продольной тектонической зональности.

В платформенных областях окружения Каспия мощность акчагыла существенно уменьшается. На Краснодарском п-ве и к востоку от него (47, 49–51 на рис. 1) мощность акчагыльских отложений близка к 100 м (Али-Заде, 1961; Данукалова, 1996). Восточнее, в южной части Туранской плиты, включая Узбой и современную дельту р. Амударьи (52 и 53 на рис. 1), мощность акчагыла исчисляется десятками метров (Али-Заде, 1961; Эберзин, 1956). Обширные районы более северной части Туранской плиты не покрывались акчагыльским морем. На восточном склоне Ставропольского поднятия отложения акчагыльского возраста с морскими слоями имеют мощность 20–30 м (Тесаков, Письменная, 2005). С приближением к современному берегу Каспия общая мощность и содержание морских отложений возрастают, а на самом поднятии они замещаются фрагментарно распространенными флювиальными отложениями (Муратов, Невеская, 1986а). В Среднем Поволжье, Приуралье и Прикамье акчагыльское море ингрессировало по глубоко врезынным в раннем плиоцене долинам Пра-Волги, Пра-Урала, Пра-Камы и Пра-Белой (Сиднев, 1987; Яхимович и др., 1981, 1984, 1992, 2000а,б; Данукалова, 1996). Мощность осадков не превысила 50 м. В самом начале плейстоцена воды акчагыльского моря проникли в Азово-Кубанский прогиб (Губкин, 1931; Семенов, 1987; Тесаков, 2004).

По нашим расчетам максимальный уровень акчагыльской трансгрессии не превысил 40–50 м над современным уровнем Мирового океана. С учетом этого, современное положение кровли акчагыльских морских отложений является надежным репером для оценки последующих четвертичных вертикальных движений. Такая оценка наименее точна для величин опускания глубоких впадин, занятых водой, поскольку там оценка требует знания акчагыльской и последующей глубины бассейна и изменения условий осадконакопления, и более точна при оценке величин движений мелководных частей бассейна, где величина послеакчагыльского погружения близка к мощности осадков, а величина поднятия определяется по современной высоте акчагыльских осадков (рис. 3 в Приложении).

На западе Ширакской впадины Малого Кавказа кровля верхнеплиоценовых отложений находится на высоте 1570 м, а залегающие в них слои с акчагыльскими морскими диноцистами – на высоте 1510–1530 м (77 на рис. 1). Поднятие началось не позднее 2.6 млн лет назад. Отсюда скорость поднятия оценивается в пределах  $0.6 \pm 0.1$  мм/год с учетом тектонических деформаций (Trifonov et al., 2020; Simakova et al., 2021). В Хорасанской впадине (80 на рис. 1) морские акчагыльские отложения находятся на высоте до 1753 м, что определяет скорость поднятия в  $\sim 0.7$  мм/год. На южном побережье Каспия морской акчагыл поднят на  $\sim 100$  м, в предгорьях Копетдага – на 200–400 м и в Куринской впадине – на 600–700 м в отдельных антиклиналях и вблизи надвигов южного склона Большого Кавказа. На горе Большой Сувал северо-восточного склона Восточного Кавказа (57 на рис. 1) кровля акчагыльских отложений находится на высоте до 1980 м, что указывает на скорость поднятия  $\sim 1.0$  мм/год (Trikhunkov et al., 2021), а предполагаемый акчагыльский пляж на склоне Бокового хребта находится на высоте 2500 м, что соответствует скорости поднятия  $\sim 1.25$  мм/год. Севернее, в Дагестане, на археологическом памятнике Мухкай-II (58 на рис. 1) слои, отлагавшиеся в позднеакчагыльское время ненамного выше уровня моря (Амирханов, 1915; Саблин и др., 2013; Тесаков, Ожерельев, 2017), сейчас находятся на высоте 1600 м, что дает скорость поднятия 0.8 мм/год. В Терском хребте морской акчагыл поднят на 500 м.

Области послеакчагыльского опускания наследовали таковые акчагыльского времени. Судя по мощности послеакчагыльских осадков, наибольшее прогибание испытала впадина Южного Каспия. В среднем Каспии максимальные мощности пост-акчагыла (более 500 м) отмечены в юго-западной половине впадины. В Северном Каспии и Прикаспии наибольшее опускание (более 300 м) произошло на западе впадины. Небольшие области

послеакчагыльского опускания с мощностями осадков до 200 м зафиксированы на востоке Куринской впадины и на юге Предкопетдагского прогиба. Сравнение областей акчагыльского и последующего опускания показывает, что область морского осадконакопления уменьшалась со временем до пределов современного Каспийского моря. Таким образом, завершилась структурная перестройка от продольной тектонической зональности к доминированию элементов поперечной зональности.

Биота акчагыльского бассейна эндемична, что указывает на изоляцию бассейна от Мирового океана или связанных с ним морей на большей стадии его существования. Однако в самом конце плиоцена в бассейн проникли формы (преимущественно микроорганизмы), характерные для Мирового океана. Предполагается, что проникновение было кратковременным и одноразовым. Вопрос о месте проникновения остается дискуссионным. Мы показали, что связь акчагыльского бассейна со Средиземным морем или Персидским заливом маловероятна. Более вероятным представляется северный путь через Печорскую впадину и верховья Камы. Возможным аналогом нижнего акчагыла может быть морская колвинская свита Печорской впадины, прослеженная в долине р. Камы до г. Перми на юге.

Статья, представляющая изложенные данные, принята к печати в журнале *Quaternary International*.

В связи с тем, что два года существования данного российско-иранского проекта РФФИ не дали возможности выполнить запланированные проектом экспедиционные работы в Иране и пока нет оснований полагать, что эти работы будут осуществлены в 2023 г., планируется провести экспедиционные работы в соседних с Ираном районах Азербайджана, куда продолжают структурные элементы, подлежащие изучению в Иране, и где задачи проекта могут быть частично решены. Были проведены переговоры и достигнуто соглашение с заинтересованным азербайджанским институтом и его специалистами о совместном проведении таких работ в 2023 г. Согласованы их программа, организация, сроки проведения и состав участников.

### **Адреса ресурсов в Интернете, подготовленных проекту**

Новые данные об активных разломах Эльбурса и прибрежной области между Эльбурсом и Южно-Каспийской впадиной включены в Базу данных активных разломов Евразии. Содержание ее обновленной и дополненной версии (AFEAD v.2021) опубликовано на ресурсе <https://www.researchgate.net/>: Bachmanov D., Trifonov V., Kozhurin A., Zelenin E. The Active Faults of Eurasia Database AFEAD v.2021. - <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10333.74726>. База данных доступна для скачивания в виде единого шейп-слоя объемом 48.2 Мб, лицензированного свободной лицензией CC-BY 4.0. Содержание и некоторые общие характеристики базы данных изложены в статье: Zelenin E., Bachmanov D., Garipova S., Trifonov V., Kozhurin A. The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): the ontology and design behind the continental-scale dataset // *Earth System Science Data*. 2022. V. 14. №. 10. P. 4489-4503. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4489-2022>

### **Библиографический список всех публикаций по проекту**

Трифонов В.Г., Хессами Х., Попов С.В., Зеленин Е.А., Трихунков Я.И., Фролов П.Д., Головина Л.А., Симакова А.Н., Рашиди А., Латышев А.В. Развитие южной прибрежной области Каспия в плиоцен-четвертичное время по биостратиграфическим и магнито-стратиграфическим данным // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2022. Том 30, № 4. С. 100–120. (Trifonov V.G., Hessami K., Popov S.V., Zelenin E.A., Trikhunkov Ya.I., Frolov P.D., Golovina L.A., Simakova A.N., Rashidi A., Latyshev A.V. Development of the Southern Coastal Area of the Caspian Sea during the Pliocene–Quaternary According to Biostratigraphic and Magnetostratigraphic Data // *Stratigraphy*

and Geological Correlation. 2022. V. 30. №. 4. P. 273-291.

<https://doi.org/10.1134/S0869593822040074>) Scopus и Web of Science. ID=0.855. Q1

Trifonov, V.G., Tesakov, A.S., Simakova, A.N., Gaydalenok, O.V., Frolov, P.D., Bylinskaya, M.E., Trikhunkov, Ya.I., Dmitry M. Bachmanov, D.M., Çelik, H., Hessami, Kh. Geological and biotic context of the Plio-Pleistocene evolution of the Caucasus-Caspian Region (Akchagylian transgression) // Quaternary International. 2023 (in press) (справка прилагается). Scopus and Web of Science. ID=2.454. Q1.

#### **Полный список членов коллектива, реализующего проект в следующем периоде**

Трифонов Владимир Георгиевич, Главный научный сотрудник

Гарипова Софья Тимуровна, Младший научный сотрудник

Ломов Вячеслав Станиславович, -

Осколкова Светлана Викторовна, Ведущий специалист

Симакова Александра Николаевна, Ведущий научный сотрудник

Соколов Сергей Александрович, Старший научный сотрудник

Тесаков Алексей Сергеевич, Руководитель (заведующий, начальник) лаборатории

Трихунков Ярослав Игоревич, Старший научный сотрудник

Фролов Павел Дмитриевич, Старший научный сотрудник

Юшин Кирилл Игоревич, Младший научный сотрудник

Приложение 1.

Рисунки

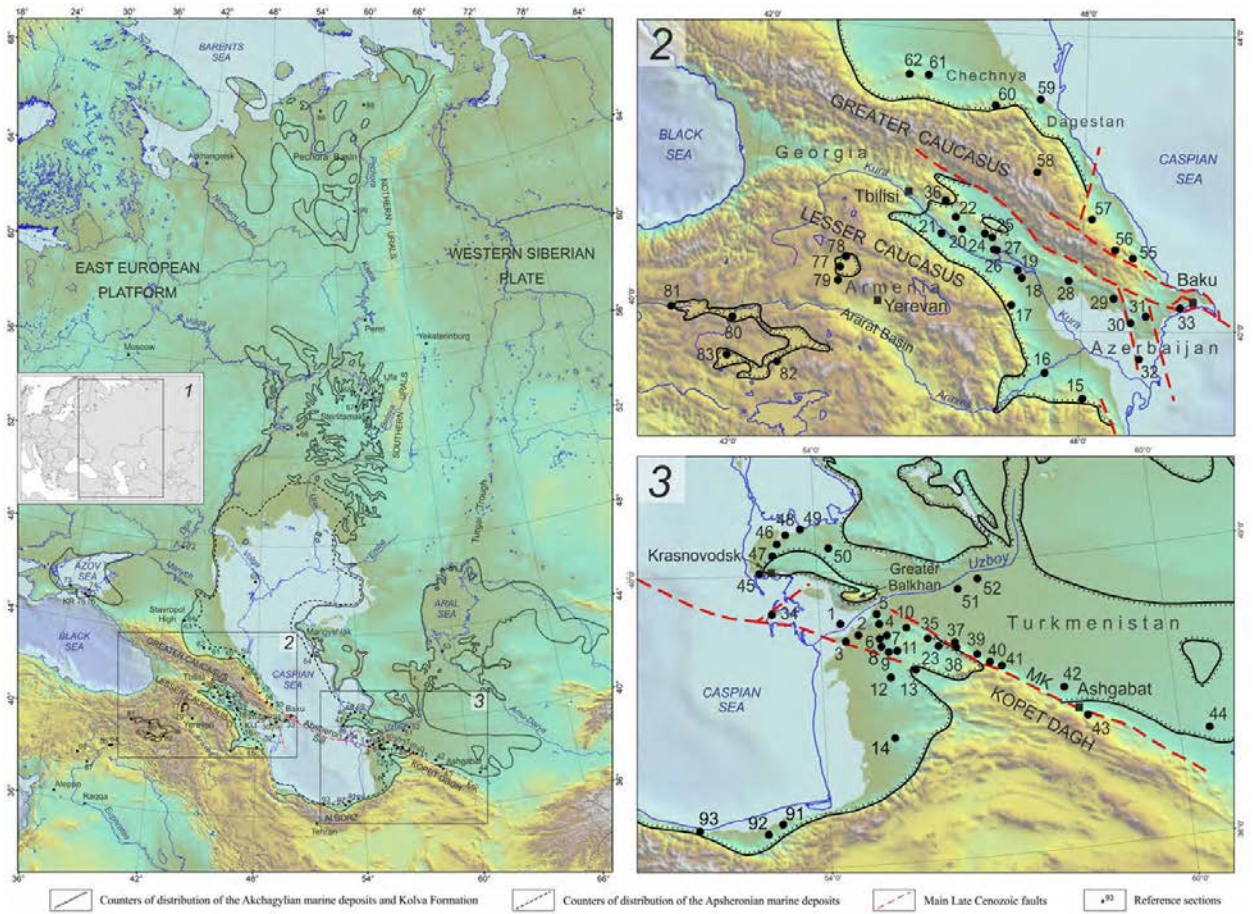


Рис. 1. Распространение акчагыльских отложений в Каспийском и Волго-Камском регионах и верхнеплиоценовых отложений в Печорской впадине.

Использованы данные (Али-Заде, 1961; Муратов, Невеская, 1986; Данукалова, 1996; Krijgsman et al., 2019) с дополнениями. Показаны важнейшие разрезы. На врезке 1 показано положение региона в Западной Евразии. На врезках 2 и 3 представлены в увеличенном масштабе разрезы Кавказского региона и Южной Туркмении. KR – Керченский п-ов, KU – Куринская впадина.



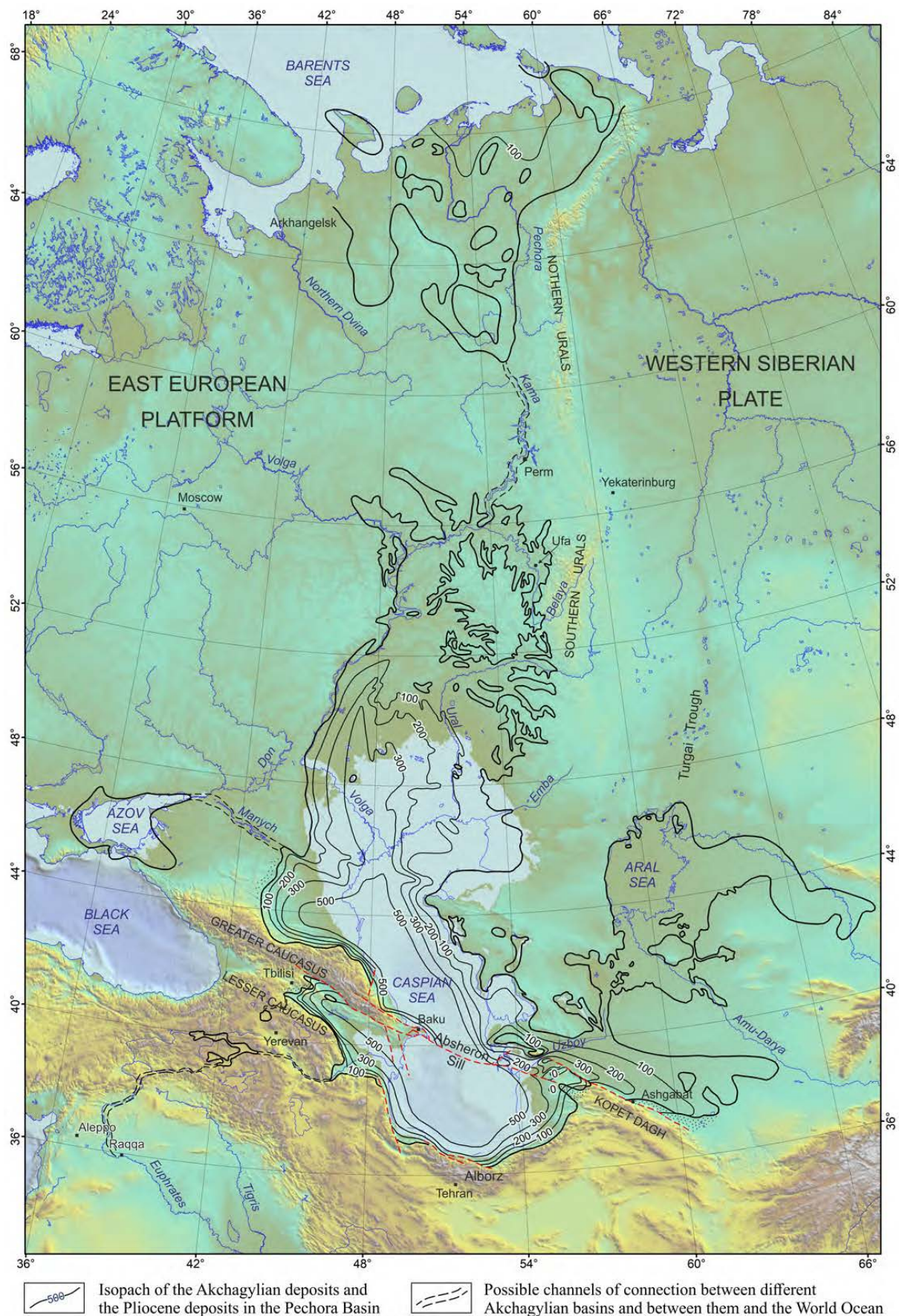


Рис. 2. Мощности акчагыльских морских отложений

Области распространения акчагыльских пресноводных флювиальных и озерных отложений показано точками. Возможные каналы связи между морскими бассейнами обозначены двойным пунктиром.

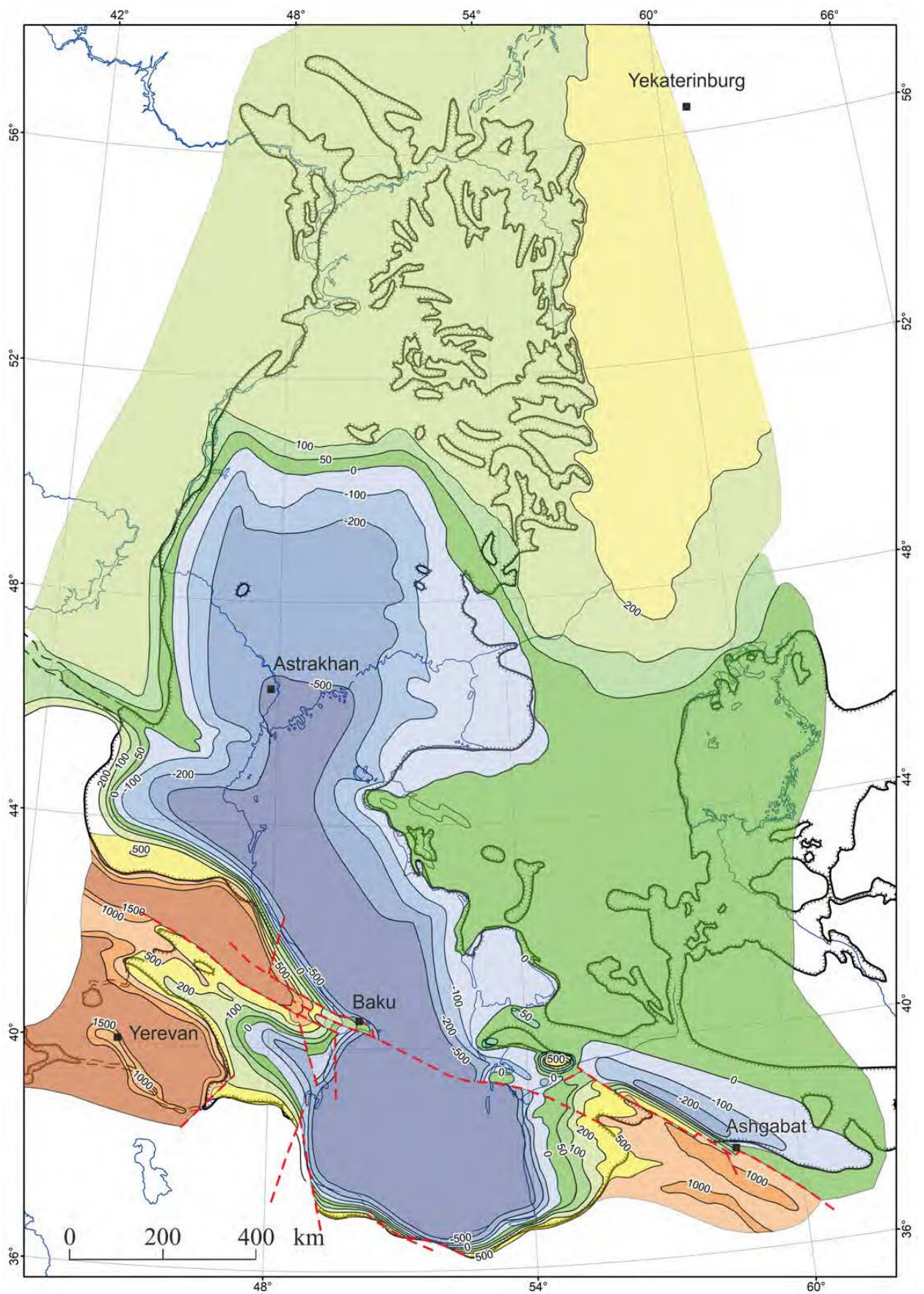


Рис. 3. Амплитуды пост-акчагыльских вертикальных тектонических движений, определенные по современному гипсометрическому положению кровли акчагыльских морских отложений.

## Приложение 2.

### Цитируемая литература

- Али-Заде А.А. Акчагыл Туркменистана. М.: Гос. Науч.-тех. Изд-во, 1961. 300 с.
- Амирханов Х.А. Северный Кавказ: Начало предистории. Махачкала: Изд-во Мавраева, 2015. 352 с.
- Андрусов Н.И. Вклад в изучение Каспийского неогена. Акчагылские слои. (Andrussov N.I. Beiträge zur Kenntniss des Kaspischen Neogens. Die Aktschagylschichten) // [Труды Геологического комитета. 1902. Т. XV, № 4, 174 с.
- Андрусов Н.И. Южнорусский плиоцен по новейшим исследованиям (с примечанием и дополнениями В.В. Богачева // Нефтяное хозяйство Азербайджана. 1928. № 6–7. С. 11–19 (перевод статьи: Andrusoff, N., 1927. Le pliocene de la Russie meridionale d'apres les recherches recentes. Extrait des memoires de la Societe royale des sciences de Boheme a Prague).
- Антипов М.П., Волож Ю.А., Лаврушин Ю.А., Леонов Ю.Г. Геологические события и колебания уровня Каспийского моря // Геоэкология. 1996. № 3. С. 38–50.
- Данукалова Г.А. Двустворчатые моллюски и стратиграфия акчагыла. М.: Наука, 1996. 132 с.
- Губкин И.М. Обзор геологических образований Таманского полуострова // Известия Геологического комитета. 1913. № 8.
- Губкин И.М. Проблема акчагыла в свете новых данных. Л.: Изд-во АН СССР, 1931. 39 с.
- Леонов Ю.Г., Антипов М.П., Бобылова Е.Е., Волож Ю.А., Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Карта четвертичных (неоплейстоценовых) отложений Каспийского региона с элементами палеогеографии, 1:2500000, и геологическая история четвертичных осадочных бассейнов в течение последних 700000 лет. М.: Научный мир, 2005. 34 с.
- Леонов Ю.Г., Антипов М.П., Волож Ю.А., Зверев В.П., Копп М.Л., Костикова Л.А., Лаврушин Ю.А. Геологические аспекты проблем колебаний уровня Каспийского моря // Глобальные изменения природной среды. Под ред. Н.Л. Добрецова, И.И. Коваленко и В.Т. Балабаева. Новосибирск: СО РАН, 1998. С. 30–57.
- Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. М.: ГЕОС, 2010. 64 с.
- Муратов М.В., Невеская Л.А. (ред.) Стратиграфия СССР, Неогеновая система М.: Недра, 1986. Т. 1. 420 с.
- Невеская Л.А., Коваленко Е.И., Белуженко Е.В., Попов С.В., Гончарова И.А., Донукалова Г.А., Жидовинов И.Я., Зайцев А.В., Застрожных А.С., Ильина Л.Б., Парамонова Н.П., Пинчук Т.Н., Письменская Н.С., Агаджанян А.К., Лопатин А.В., Трубихин В.М. Объяснительная записка к унифицированной региональной стратиграфической схеме неогеновых отложений южных регионов Европейской части России. М.: ПИН РАН, 2004. 90 с.
- Невеская Л.А., Трубихин В.М. История Каспийского бассейна и его фауны моллюсков в позднем плиоцене и раннем плейстоцене // Антропоген Евразии. Под ред. Камалетдинова М.А. и Яхимович В.Л. М.: Наука, 1984. С. 19–27.
- Саблин М.В., Амирханов Х.А., Ожерельев Д.В. Стоянка эпохи олдована Мухкай-II: палеонтологические данные к датировке и реконструкции природного окружения // Российская археология. 2013. № 4. С. 7–19.
- Саидов М.Н., Кучапин А.В. Геологическое строение области развития третичных отложений Мазандерана (Северный Иран). Л.: Гос. науч.-тех. изд-во нефтяной и топливной индустрии, 1955. 96 с.

- Семененко В.Н. Стратиграфическая корреляция верхнего миоцена и плиоцена Восточного Паратетиса и Тетиса. Киев: Наукова думка, 1987. 240 с.
- Сиднев А.В. история развития гидрографической сети плиоцена в Предуралье. М.: Наука, 1985. 224 с.
- Тесаков А.С. Биостратиграфия среднего плиоцена – эоплейстоцена Восточной Европы (по мелким млекопитающим. М.: Наука, 2004. 247 с.
- Тесаков А.С., Ожерельев Д.В. Мелкие млекопитающие раннепалеолитического памятника Мухкай-Па (Дагестан, Россия) и их стратиграфическое значение // *Фундаментальные проблемы четвертичного периода: результаты и главные направления дальнейших исследований*. Тр. X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. 2017. С. 420–422.
- Тесаков А.С., Письменная Г.А. Новые данные по ископаемым млекопитающим из верхнеплиоценовых отложений Восточного Ставрополя // *Эволюция жизни на Земле*. Под ред. В.М. Подобной. Тр. III Интерн. Симпоз. 1–3 ноября 2005 г. Томск: Изд-во Тоского гос. унив., 2005. С. 309–314.
- Трифонов В.Г., Соколов С.Ю., Соколов С.А., Хессами Х. Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско–Кавказско–Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии // *Геотектоника*. 2020. № 3. С. 55–81.
- Трифонов В.Г., Хессами Х., Попов С.В., Зеленин Е.А., Трихунков Я.И., Фролов П.Д., Головина Л.А., Симакова А.Н., Рашиди А., Латышев А.В. Развитие южной прибрежной области Каспия в плиоцен-четвертичное время по биостратиграфическим и магнито-стратиграфическим данным // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2022. Том 30, № 4. С. 100–120.
- Трубихин В.М. Палеомагнетизм и стратиграфия акчагыльских отложений Западной Туркмении. М.: Наука, 1977. 79 с. (Труды ГИН АН СССР, № 301).
- Эберзин А.Г. О плиоценовых отложениях Туременской ССР // Тр. Ин-та геологии АН Туркменской ССР, № 1. С. 92–127.
- Яхимович В.Л., Данукалова Г.А., Попова-Львова М.Г., Алимбекова Л.И., Яковлев А.Г. Плиоценовые и плейстоценовые опорных стратиграфические разрезы верхнего плиоцена и плейстоцена в Башкирском Приуралье. Уфа: Гилем, 2000а. 72 с.
- Яхимович В.Л., Коноваленко В.Л., Немкова В.К. и др. Разрез поозднеплиоценовых отложений у Домашкинских Вершин. Уфа: Башкирское отд. АН СССР, 1981. 34 р.
- Яхимович В.Л., Немкова В.К., Латыпова Е.К., Попова-Львова М.Г., Яковлев А.Г., Исмагилова Г.М., Сулейманова Ф.И. Флора и фауна кайнозоя Предуралья и некоторые аспекты магнито-стратиграфии. Уфа: Башкирский научный центр Уральского отд. РАН, 1992. 132 с.
- Яхимович В.Л., Немкова В.К., Сулейманова Ф.И. и др. Геохронологическая корреляция геологических событий плиоцена и плейстоцена Волго-Уральской области // 27-й МКГ. Доклады советских геологов. Секции 01–03, т. 1. М.: Наука, 1984. С. 428–430.
- Яхимович В.Л., Сулейманова Ф.И., Данукалова Г.А., Попова-Львова М.Г., Яковлев А.Г., Ахлесстина Е.Ф., Алимбекова Л.И. Опорный разрез плиоцена и плейстоцена Домашкинские Вершины. Уфа: Гилем, 2000б. 96 с.
- Geological Map of Iran. Sheet No. 1. Scale 1:1000000. Nation. Iranian Oil Comp., Tehran, 1978.
- Lazarev, S., Jorissen, E.L., van de Velde, S., Rausch, L., Stoica, M., Wesselingh, F.P., van Baak, C.G., Yanina, T.A., Aliyeva, E., Krijgsman, W., 2019. Magneto-biostratigraphic age constraints on the palaeoenvironmental evolution of the South Caspian basin during the Early-Middle Pleistocene (Kura basin, Azerbaijan). *Quat. Sci. Rev.* 222, 105895.
- Lazarev, S., Kuiper, K.F., Oms, O., Bukhsianidze, M., Vasilyan, D., Jorissen, E.L., Bouwmeester, M. J., Aghayeva, V., van Amerongen, A.J., Agustí, J., Lordkipanidze, D., Krijgsman, W., 2021. Five-fold expansion of the Caspian Sea in the late Pliocene: New and revised magnetostratigraphic and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age constraints on the Akchagylian Stage. *Global and Planetary Change* 206, 103624. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103624>.

- Popov, S.V., Antipov, M.P., Zastrozhnov, A.S., Kurina, E.E. and Pinchuk, T.N., 2010, Sea-level fluctuations on the northern shelf of the Eastern Paratethys in the Oligocene-Neogene. *Stratigraphy and Geological Correlation* 18 (2), 200–224.
- Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G., Kovac, M. (Eds.), 2004. *Lithological-Paleogeographic Maps of Paratethys*. CFS Cour. Forschungsinstitut Senckenberg, Bd. 250, 46 p.
- 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., Anton V. Latyshev, A.V., Ranjan, P.B., Gaydalenok, O.V., Syromyatnikova, E.V., Kovaleva, G.V., and Vasilieva, M.A., 2021. Caspian-type dinocysts in NE Turkey mark deep inland invasion of the Akchagylian brackish-water basin during the terminal Late Pliocene. *Quat. Int.* 605-606, 329–348.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.01.020>.
- Soltani, B., Beiranvand, B., Moussavi-Harami, R., Honarmand, J., Taati, F., 2020a. Facies analysis and depositional setting of the upper pliocene Akchagyl Formation in southeastern Caspian Basin, NE Iran. *Carbonates and Evaporites* 35: 8. DOI:[10.1007/s13146-019-00537-9](https://doi.org/10.1007/s13146-019-00537-9).
- Soltani, B., Beiranvand, B., Moussavi Harami, S.R., Honarmand, J., Taati, F., 2020b. Regional Factors Controlling the Type of Pliocene Deposits in the Southeastern Caspian Basin, NE Iran: Implication for Tectono-stratigraphic Analysis. *Journal of Petroleum Science and Technology* 10, 46–53. DOI:[10.22078/jpst.2020.4059.1648](https://doi.org/10.22078/jpst.2020.4059.1648)
- 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., 2020a. The Upper Pliocene – Quaternary geological history of the Shirak Basin (NE Turkey and NW Armenia) and estimation of the Quaternary uplift of Lesser Caucasus. *Quat. Int.* 546, 229–244.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.11.004>.
- 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., and Aliyev, F.A., 2021. Evaluation of Plio-Quaternary uplift of the South-Eastern Caucasus based on the study of the Akchagylian marine deposits and continental molasses. *Quat. Int.* 605-606, 349–363.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.04.043>.
- Van Baak, C.G.C., 2016. Mediterranean-Paratethys connectivity during the late Miocene to Recent. *Glob. Planet. Change* 141, 63–81.
- Van Baak, C.G.C., Grothe, A., Richards, K., Stoica, M., Aliyeva, E., Davies, G. R., Kuiper, K.F., Krijgsman, W., 2019. Flooding of the Caspian Sea at the intensification of Northern Hemisphere Glaciations. *Glob. Planet. Change* 174, 153–163.
- Van Baak, C.G.C., Vasiliev, I., Stoica, M., Kuiper, K.F., Forte, A.M., Aliyeva, E., Krijgsman, W., 2013. A magnetostratigraphic time frame for Plio-Pleistocene transgressions in the South Caspian Basin, Azerbaijan. *Glob. Planet. Change* 103, 119–134.
- Wang, X., Wei, H., Taheri, M., Khormali, F., Danukalova, G., Chen, F. 2016. Early Pleistocene climate in western arid central Asia inferred from loess-palaeosol sequences. *Sci. Rep.* 6. 20560.