

Палиноклиматостратиграфия и условия формирования плиоцен-четвертичных отложений на севере Кавказско-Каспийского региона

О.Д. Найдина

Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 1
onaidina@gmail.com

По результатам спорово-пыльцевого анализа керн скважин и образцов из обнажений востока Северного Кавказа и Северного Прикаспия выполнены палиноклиматостратиграфические расчленения отложений плио-плейстоцена. Реконструированы смены ландшафтно-климатических условий, происходивших во время накопления изученных осадков.

В предыстории Каспийского моря выделяют несколько палеогеографических этапов, в том числе акчагыльский, для которого характерно направленное изменение климатических и природных условий. На рубеже неогена и квартера Каспийское море испытывало одну из величайших трансгрессий, названную акчагыльской [Андрусов, 1902]. В результате повышения уровня палео-Каспия и акчагыльской трансгрессии аккумуляровались мощные отложения акчагыльского регионаруса, относящегося к верхнему плиоцену (пьяченций) и палеоплейстоцену (гелазий). Морские отложения этой трансгрессии широко распространены по периферии Большого Каспия, включая обширные территории на севере Кавказско-Каспийского региона [Васильев, 1961; Свиточ, 2014; Яхимович и др., 1971; и др.].

Исследователи дискутируют по поводу деления акчагыла и пытаются распределить либо весь акчагыл, либо его части между плиоценом и плейстоценом [Данукалова, 1996; Невеская, Трубихин, 1984; Krijgsman et al., 2019; Naidina, Richards, 2016, 2020].

В Средиземноморье аналоги нижнего и верхнего акчагыла выделяются в отдельные регионарусы – пьяченций и гелазий. Причем пьяченций относится к верхнему плиоцену и характеризуется нормальной намагниченностью эпохи Гаусс (3,6–2,6 млн л.н.), а гелазий – к началу четвертичного периода и имеет обратную намагниченность, от начала эпохи Матуйа до палеомагнитного эпизода Олдувей (2,6–1,8 млн л.н.).

Отсюда следует, что нижняя граница четвертичного периода (2,6 млн л.н.) проходит внутри акчагыльского регионаруса, что подтверждается историей связей морских бассейнов Понто-Каспия и Средиземноморья [Чепалыга и др., 2018].

Акчагыл является важнейшей трансгрессивной эпохой в истории Каспийского моря [Erpelbaum, Katz, 2021; Naidina, Richards, 2016, 2020; Trifonov et al., 2024; и др.]. Во время максимума акчагыльской трансгрессии (около 2,6 млн л.н.) палео-Каспий значительно увеличился в размерах, распространившись до территории к северу от южного Предуралья и Прикаспийской низменности, на востоке – до южного Урала, а на западе – до предгорий Большого Кавказа, и по Манычу, вероятно, проникал в Азово-Черноморский бассейн. Морские акчагыльские осадки постепенно заполнили все понижения рельефа этой обширной территории. Четвертичные отложения Нижнего Поволжья описаны в многочисленных публикациях, однако их фациальная неоднородность и фрагментация приводят к разнообразию их стратиграфической интерпретации [Zastrozhnov et al., 2024].

Несмотря на обилие научных публикаций об этом регионе, многие вопросы его палеогеографии и стратиграфии мало освещены. К ним относятся палино-климатостратиграфия и условия формирования акчагыльских отложений на севере Предкавказья и Прикаспия, чему и посвящена настоящая статья.

Основным методом при расчленении и корреляции плио-плейстоценовых отложений является спорово-пыльцевой анализ, определяющий флористические изменения, вызванные переменной климата. Палино-климатостратиграфические реконструкции основаны на чередовании в начале квартера интервалов похолодания и потепления, что определило смену спорово-пыльцевых комплексов (СПК) и растительности.

Методом спорово-пыльцевого анализа изучены разрезы обнажений и скважин района Кавказ-

ских Минеральных Вод (КМВ), Терско-Сунженской области и Дагестана [Naidina, Richards, 2016; и др.]. На Северном Прикаспии изучен скважинный материал Прикаспийской низменности [Naidina, Richards, 2020; Найдина, 2025]. Спорово-пыльцевой анализ позволил выделить пыльцу и споры из образцов отложений и получить палинологические записи, которые служат основой для климатостратиграфического расчленения. Впервые для этих регионов выделены СПК и палинозоны в акчагыльских отложениях, позволяющие реконструировать флору, растительность и климатические условия для диапазона времени 3,6–1,8 млн л.н.

Систематический состав СПК характеризует формации степей и широколиственных лесов в равнинном Дагестане и смешанных хвойных лесов с тсугой в районе КМВ, что связано с влиянием вертикальной поясности в предгорьях Большого Кавказа. Одна из первых спорово-пыльцевых диаграмм получена для Александрийской скважины в Дагестане, где мощность неоген-четвертичных отложений достигает 1700 м [Naidina, Richards, 2016]. На спорово-пыльцевой диаграмме этой скважины, которая является опорной для Северного Кавказа, хорошо диагностируется «пыльцевой квартет» в акчагыле – пыльца индикаторов потепления *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus*.

Примечательно, что до сих пор четвертичные спорово-пыльцевые спектры, представленные названиями только родов или семейств, остаются пригодными для стратиграфических целей и используются для ландшафтно-климатических реконструкций.

Состав СПК свидетельствует о развитии ландшафтов степей и широколиственных лесов на равнинах востока Северного Кавказа. Смешанные хвойные леса с тсугой развивались в районе КМВ и в предгорьях Большого Кавказа. В терское время формирования подакчагыльской континентальной толщи произрастали лесостепи с обедненным флористическим составом в условиях умеренного климата (см. рисунок на вклейке).

В раннем акчагыле, около 3,6 млн л.н., преобладали ландшафты степей. Позднее в конце раннего акчагыла, около 3,2 млн л.н., распространилась растительность лесного типа.

Анализ дендрофлоры показал, что преобладание пыльцы панголарктической (*Picea*, *Pinus*, *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Juniperus*, *Cornus*, *Myrica*, *Rhamnus*) и американо-евроазиатской (*Cory-*

lus, *Fagus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer*, *Ilex*) групп, а также участие пыльцы субтропических деревьев свидетельствуют об умеренно-теплом и влажном климате. Леса раннего акчагыла отличались богатым разнообразием древесных пород. Присутствовали представители американо-средиземноморско-азиатской (*Castanea*, *Juglans*, *Pterocarya*), американо-восточноазиатской (*Tsuga*, *Carya*, *Liriodendron*, *Magnolia*), восточноазиатской (*Keteleeria*) географических групп. Анализ древесной флоры показывает, что после 2,5–2,3 млн л.н. началось последовательное сокращение доли теплолюбивых деревьев, совпадающее с похолоданием глобального ранга.

Развитие растительности происходило в зависимости от климатических флуктуаций. Методом спорово-пыльцевого анализа выявлено, что на Северном Кавказе климатические флуктуации в акчагыле вызывали пятикратную смену растительных зон степей и лесов. На востоке Северного Прикаспия, в том числе на севере Прикаспийской низменности, смена ландшафтов происходила менее часто.

По результатам спорово-пыльцевого анализа керны скважины Аралсор, вскрывшей на севере Прикаспийской низменности отложения акчагыла и апшерона мощностью более 640 м, выделены девять палинозон, реконструированы флора, растительность и климатические условия, необходимые для климатостратиграфии [Найдина, 2025]. В самом начале акчагыла установлены сухие и холодные климатические условия, сменившиеся постепенным увлажнением и потеплением со сменой растительности на прилегающих к акчагыльскому морю территориях. Граница между акчагылом и апшероном проводится по смене лесных СПК степными. В течение апшерона отмечена тенденция к иссушению и похолоданию, выраженная в развитии безлесных степных фитоценозов.

Интенсивное иссушение и похолодание климата вызывало расширение ландшафтов степей и опустыненных степей в начале акчагыла. Потепление и увлажнение климата приводило к возобновлению лесов с субтропическими элементами. На границе квартера в акчагыле произошло похолодание, о чем свидетельствует появление хвойных лесов с тсугой. В интервале времени 2,5–2,3 млн л.н. началось последовательное сокращение доли теплолюбивых элементов дендрофлоры, совпадающее с похолоданием и началом оледенения Северного полушария. Позднеакчагыльское время и начало апшерона характе-

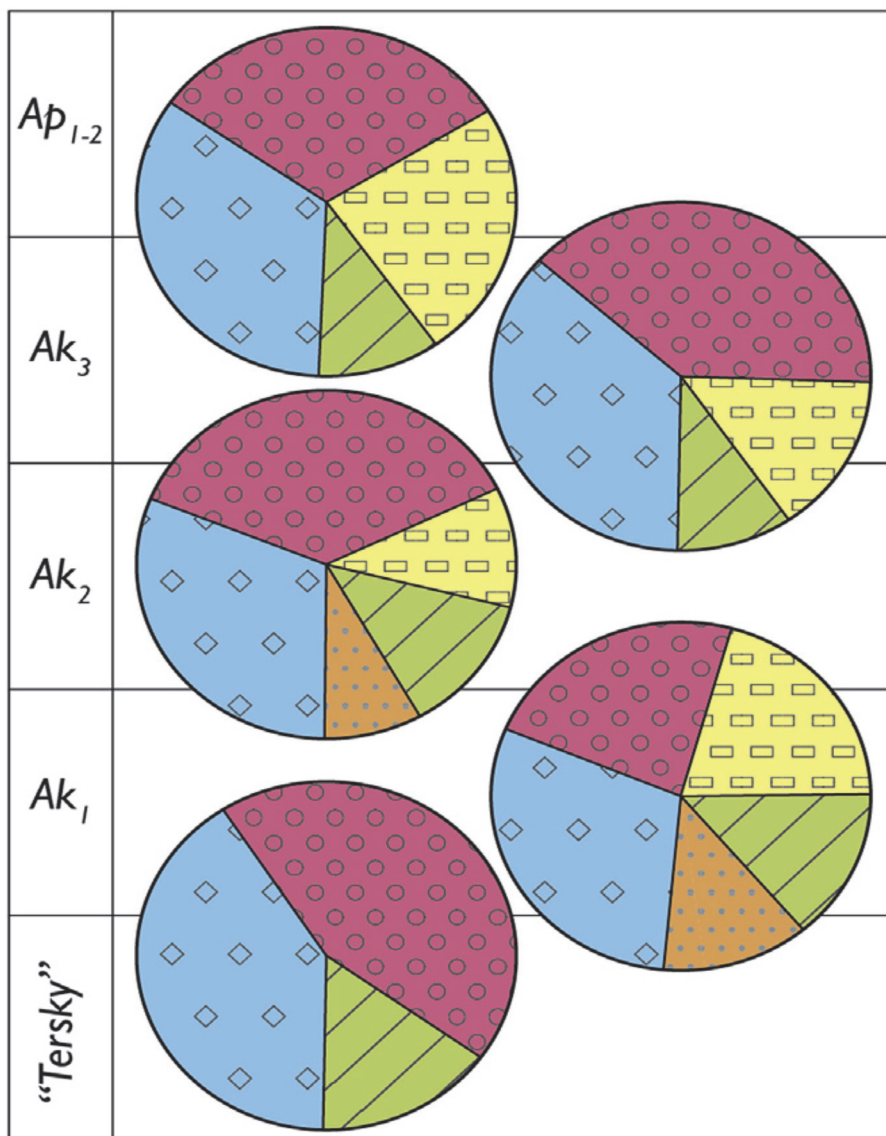


Рисунок. Соотношение фитогеографических групп в плио-плейстоценовой дендрофлоре Северного Кавказа

“Tersky” – терская подакчагильская толща; Ak_1 – нижний акчагыл; Ak_2 – средний акчагыл; Ak_3 – верхний акчагыл; Ap_{1-2} – нижний и средний апшерон; географические группы дендрофлоры отображены цветом: синий – панголарктическая; фиолетовый – американо-евроазиатская; желтый – американо-средиземноморско-азиатская; зеленый – американо-восточноазиатская; бежевый – восточно-азиатская

ризуются постепенным иссушением климата и расширением степных и полупустынных ландшафтов.

Таким образом, установлены два похолодания и потепления климата, включая кратковременное интенсивное потепление около 3,2 млн л.н., когда в Терско-Сунженской и Урало-Эмбенской нефтегазоносных областях развивались обширные широколиственные леса. На основе СПК это

потепление впервые регистрируется на севере Кавказско-Каспийского региона и сопоставляется с позднеплиоценовым потеплением климата в Средиземноморье [Naidina, Richards, 2020; Suc, 1984].

Проведенные исследования важны для дальнейшего обоснования и совершенствования новых временных границ подразделений четвертичной системы.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Геологического института РАН.

Литература

- Андрусов Н.И. Материалы к познанию прикаспийского неогена. Акчагыльские пласты // Тр. Геол. ком. – 1902. – Т. 5. – № 4. – С. 1–153.
- Васильев Ю.М. Антропоген южного Заволжья // Тр. ГИН АН СССР. – 1961. – Т. 49. – С. 1–128.
- Данукалова Г.А. Двустворчатые моллюски и стратиграфия акчагыла // Тр. ПИН РАН. – 1996. – Т. 265. – 132 с.
- Найдина О.Д. Спорово-пыльцевые спектры и условия формирования плио-плейстоценовых отложений близ озера Аралсор в Прикаспийской низменности // Геоморфология и палеогеография. – 2025. – Т. 56. – № 1. – С. 30–40.
- Невесская Л.А., Трубихин В.М. История Каспийского бассейна и его фауны моллюсков в позднем плиоцене и раннем плейстоцене // Антропоген Евразии. – М.: Наука, 1984. – С. 19–27.
- Свиточ А.А. Большой Каспий: строение и история развития. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. – 272 с.
- Чепалыга А.Л., Садчикова Т.А., Адаева Д.О., Идрисов И.А. Понто-Каспий на рубеже неогена и четвертичного периодов // Изв. ДГПУ. Естест. и точные науки. – 2018. – Т. 12. – № 3. – С. 81–88.
- Яхимович В.Л., Немкова В.К., Сулейманова Ф.И., Камалетдинов М.А. Плиоцен и плейстоцен Волго-Уральской области. – М.: Наука, 1981. – 175 с.
- Eppelbaum L.V., Katz Y.I. Akchagylian hydrospheric phenomenon in the aspects of deep geodynamics // Stratigr. Sedimentol. Oil-gas-basins. – 2021. – № 2. – P. 9–26.
- Krijgsman W., Tesakov A., Yanina T. Quaternary time scales for the Pontocaspian domain: interbasinal connectivity and faunal evolution // Earth Sci. Rev. – 2019. – Vol. 188. – P. 1–40.
- Naidina O.D., Richards K. Pollen evidence for Plio-Pleistocene vegetation and climate change in the North Caucasus, North-Western Caspian Region // Quaternary Int. – 2016. – Vol. 409. – Part A. – P. 50–60.
- Naidina O.D., Richards K. The Akchagylian stage (late Pliocene – early Pleistocene) in the North Caspian Region: pollen evidence for vegetation and climate change in the Urals-Emba region // Quaternary Int. – 2020. – Vol. 540. – P. 22–37.
- Suc J.-P. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe // Nature. – 1984. – Vol. 307. – P. 429–432.
- Trifonov V.G., Tesakov A.S., Simakova A.S., Gaydale-nok O.V., Frolov P.D., Bylinskaya M.E., Trikhunkov Y.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 Int. – 2024. – Vol. 686–687. – P. 120–141.
- Zastrozhnov A., Danukalova G., Osipova E., Kurmanov R., Lazarev S., Zastrozhnov D. Caspian transgressive-regressive cycles across the Lower Volga region during the Quaternary reconstructed from the borehole at Ulan-Khol (Kalmykia, Russia) // Quaternary Int. – 2024. – Vol. 686–687. – P. 99–119.