
**КАСПИЙ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ:
ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕК**

УДК 551.89/903(262.81)

**ПРИРОДНАЯ ОБСТАНОВКА ГИРКАНСКОЙ
ТРАНСГРЕССИВНОЙ ЭПОХИ КАСПИЯ (НА ОСНОВЕ
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ)[#]**

© 2025 г. Т. А. Янина^{1,*}, Н. С. Болиховская^{1,**}, В. М. Сорокин^{2,***}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
геологический факультет, Москва, Россия

*E-mail: didacna@mail.ru

** E-mail: natbolikh@mail.ru

*** E-mail: valmsor@gmail.com

Поступила в редакцию 12.08.2024 г.

После доработки 07.10.2024 г.

Принята к публикации 22.11.2024 г.

Природные условия гирканской трансгрессивной эпохи в позднеплейстоценовой истории Каспия реконструированы на основе результатов малакофаунистического и палинологического анализов отложений в керне скважин, пробуренных на площадях инженерно-геологических изысканий Ракушечная и Широтная в Северном Каспии. Гирканские отложения включают раковины 18 видов моллюсков, основная часть из которых каспийские эндемики, характерные виды *Didacna subcatillus* и *D. cristata*. Состав малакофауны свидетельствует о солёности бассейна 6–10‰ и его тепловодности. Последовательная смена фаунистических сообществ по разрезу гирканских осадков в скважине ИГС 4 месторождения Корчагина демонстрирует трансгрессивное развитие от мелководного до бассейна с его наивысшим уровнем. В последовательности спорово-пыльцевых спектров этих осадков выделены три палинозоны и семь субпалинозон, на основании которых реконструирована летопись климато-фитоценологических изменений и смены природных обстановок, отражающих развитие межледниковых лесостепных и лесных ландшафтов на прилегающей к гирканскому бассейну территории Северного “Припалеокаспия”. Судя по участию в составе дендропалинофлоры показательных видов микулинской флоры юга Русской равнины, а также высокому содержанию (на фоне господства пыльцы ольхи) пыльцы широколиственных пород и преобладанию в неморальном комплексе пыльцы *Carpinus betulus*, образование гирканских отложений происходило на протяжении длительного интервала термогигротической стадии микулинского межледниковья. В две оптимальные фазы этого теплого интервала на прилегающей территории Северного “Припалеокаспия” в составе лесных формаций доминировали широколиственные грабовые с примесью дуба, липы и вяза леса и черноольшаники (из *Alnus glutinosa*). В лесных сообществах интразональных и автоморфных ландшафтов времени внутри межледникового (эндотермального) похолодания доминировали ольховые древостои. Климатические условия гирканского теплого трансгрессивного этапа были более гумидными, чем во время существования позднечазарского бассейна, отличавшегося господством степных ландшафтов.

Ключевые слова: Северный Каспий; керн скважин; верхнечетвертичная осадочная толща; гирканские отложения; малакофаунистический анализ; палинологический анализ; палеогеографические реконструкции

DOI: 10.31857/S2949178925010045, **EDN:** DNYXIM

[#] Ссылка для цитирования: Янина Т.А., Болиховская Н.С., Сорокин В.М. (2025). Природная обстановка гирканской трансгрессивной эпохи Каспия (на основе палеонтологических данных). *Геоморфология и палеогеография*. Т. 56. № 1. С. 69–97. <https://doi.org/10.31857/S2949178925010045>; <https://elibrary.ru/DNYXIM>

1. ВВЕДЕНИЕ

Истории развития Каспия и эволюции его природной среды в позднем плейстоцене посвящено много работ (Андрусов, 1888, 1890; Православлев, 1908; Федоров, 1957, 1978; Васильев, 1961; Москвитин, 1962; Свиточ, Янина, 1997; Рычагов, 1997; Свиточ, 2014). Их основная часть опубликована по результатам изучения плейстоценовых отложений, вскрытых разрезами в береговой зоне моря. Большинство исследователей на основании геологических, палеонтологических и геоморфологических данных признается, что в начале позднего плейстоцена в Каспии развивалась позднехазарская трансгрессия, оценки уровня которой разнятся от –10 м (Рычагов, 1997; Янина, 2012) до +10 (Свиточ, Макшаев, 2017) и даже +25 м (Москвитин, 1962). Руководящим для ее малакофауны видом является каспийский эндемик *Didacna surachanica* (Федоров, 1957; Невеская, 1958, Свиточ, Янина, 1997; Янина, 2005; Nevesskaja, 2007). Г.И. Попов (1967, 1983) на основании анализа скважин, пробуренных в северо-западном Прикаспии, заключил, что в начале позднего плейстоцена в Каспии развивалась гирканская трансгрессия. Характерные особенности ее малакофауны – преобладание *Didacna cristata*, *D. subcatillus*, *D. hyrcana*, присутствие пресноводного вида *Corbicula fluminalis*. Позднехазарскую трансгрессию Г.И. Попов (1983) отнес к среднему плейстоцену.

С отрицанием гирканского бассейна в каспийской истории выступило большинство исследователей (Васильев, Федоров, 1965; Свиточ и др., 1997, 1998; Шкатова, 1975, 2005), поскольку в разрезах каспийских побережий отложений этого бассейна обнаружено не было. Одни из них (Васильев, Федоров, 1965) считали, что за гирканские Г.И. Поповым приняты верхнехазарские осадки с опресненной малакофауной; по мнению других (Свиточ и др., 1997, 1998), это разновозрастные (нижне- и верхнехазарские) отложения, включающие пресноводные и слабо солоноватоводные виды. Несмотря на многочисленные публикации Г.И. Попова (1967, 1983), доказывавшие существование гирканского горизонта, отвечающего одноименной трансгрессии, она не была включена в палеогеографическую схему Каспийского региона.

В последнее десятилетие на основе изучения материалов бурения в Северном Каспии вопрос о развитии гирканской трансгрессии был поднят вновь: анализ керн морских скважин привел нас к заключению о существовании гирканского бассейна (Янина и др., 2014; Sorokin et al., 2018; Yanina et al., 2018). Дискуссия по этому вопросу вновь развернулась в научной литературе (Лаврушин и др., 2014; Бадюкова, 2015; Рычагов, 2016; Свиточ, Макшаев,

2017). Не менее важным является вопрос о причинах и палеогеографических условиях существования и развития гирканского бассейна, о реакции Каспия на изменения климата в позднем плейстоцене. Важнейшие данные могут быть получены в результате малакологического и палинологического анализов отложений, отвечающих гирканскому бассейну. Если малакофаунистический материал в том или ином аспекте (преимущественно в биостратиграфическом) уже опубликован (Sorokin et al., 2018; Yanina et al., 2018), то палинологических данных в литературе практически нет. Очень редкие материалы опубликованы для хазарских отложений каспийских побережий, однако среди них либо не выделены гирканские осадки (Гричук, 1953, 1954; Тюрина, 1961; Вронский, 1965, 1966; Яхимович и др., 1986; Tudryn et al., 2013), либо гирканские отложения описаны, но в ином стратиграфическом интервале (Лаврушин и др., 2014). Для осадков морских скважин данные единичны (Безродных и др., 2004; Bolikhovskaya et al., 2024).

Задача нашей работы заключается в реконструкции природных условий в Северном Каспии в эпоху развития гирканского бассейна на основе результатов палеонтологического (малакофаунистический и палинологический анализы) изучения гирканских отложений, вскрытых скважинами морского бурения. Впервые получена относительно подробная палинологическая запись гирканских осадков, позволившая сделать заключение, что образование изученных отложений происходило на протяжении длительного интервала термогигротической стадии микулинского межледникового. Установлены три климато-фитоценотические фазы и семь подфаз трансформации растительных сообществ с господством на прилегающей к гирканскому бассейну территории Северного “Припалеокаспия” сначала лесостепных, а затем лесных ландшафтов.

2. РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Северный Каспий (площадь около 95 тыс. км², 25% площади моря) включает всего 1% общего объема воды бассейна. Причина этому – его мелководность (наиболее распространены глубины около 5 м). Это слабоволнистая аккумулятивная равнина, осложненная банками и островами, а также котловинами и бороздинами – ложбинами стока речных вод, привязанных к более низким уровням моря. В составе донных отложений преобладает крупный алеврит. Уральская и Мангышлакская бороздины характеризуются илистыми осадками. Средне- и мелководья банок, крупные банки сложены раковинным материалом. Обширное поле ракуши рас-

пространено в районе Мангышлакского порога. Северный Каспий находится в полосе континентального умеренного климата. Эта часть моря получает 88% всего стока пресных речных вод (Волга, Урал, Терек). В отличие от Мирового океана воды Каспийского моря обогащены сульфатами, карбонатом кальция и магния, содержат меньше хлоридов. При средней солености вод Каспийского моря 12.7–12.8‰ в Северном Каспии ее средние годовые величины колеблются от 6.4 до 11.7‰, а в наиболее опресненной приустьевой зоне Волги – в пределах 1–3‰. Значительные колебания испытывает температура воды, ее годовая амплитуда может достигать 25–26 °С. Ледообразование отмечается ежегодно, ледовый период продолжается с ноября по март (Электронный атлас..., 2015).

Фауна моллюсков Северного Каспия представлена солоноватоводными каспийскими видами: *Didacna trigonoides*, *D. barbotdemarnyi*, *D. longipes*, *Monodacna edentula*, *M. caspia*, *Adacna laeviuscula*, *A. vitrea*, *Hypanisplicata*, *Dreissena caspia*, *Dr. andrusovi*, *Micromelania caspia*, *Clessiniola variabilis*, *Theodoxus pallasii*, *Lithoglyphus caspius* и понто-азовскими вселенцами *Hydrobia ventrosa*, *Dreissena bugensis*, *Monodacna colorata*, *Cerastoderma glaucum*, *Mytilaster lineatus*, *Abra ovata*, а также пресноводными видами, заселяющими опресненные участки моря вблизи впадения рек.

Преустьевое пространство Волги заселено слабо солоноватоводными видами *Monodacna*, *Adacna*, *Hydrobia*, *Lithoglyphus*, *Dreissena*, наряду с которыми еще многочисленны пресноводные виды родов *Unio*, *Anodonta*, *Viviparus*, *Valvata*, *Sphaerium*, *Pisidium*, *Dreissena*, *Theodoxus*. При повышении солености до 2.5‰ ряд пресноводных видов перестает встречаться. В зоне солености до 6‰ живут *Adacna laeviuscula*, *Monodacna edentula*, *Hypanis plicata*, *Theodoxus pallasii*, *Dreissena polymorpha*. В условиях дальнейшего повышения солености *Dreissena polymorpha* исчезает из малакофаунистического сообщества. Здесь развиваются типичные каспийские виды: *Hypanis plicata*, *Monodacna edentula*, *Adacna laeviuscula*, *Dreissena caspia*, *Dr. andrusovi*, *Micromelania caspia*, *Clessiniola variabilis*, отмечено появление морских вселенцев и дидакн.

Нижнее Поволжье и вся Прикаспийская низменность представляют собой область с самым аридным и континентальным климатом не только на Восточно-Европейской равнине, но и на Европейском субконтиненте в целом. Сумма среднегодовых осадков – в пределах от 160 до 350 мм. Среднегодовые температуры воздуха – от +7.6 до +9 °С. Средняя температура января до –10 °С, абсолютные минимумы достигают –40 °С. Лето жаркое,

средние температуры июля в зоне пустыни колеблются от +24 до +27 °С.

В Северном Прикаспии зонально распространены пустынные и полупустынные ландшафты (Анучин и др., 1987; Николаев, 2007). На территории, непосредственно примыкающей к Северному Каспию, развиты фитоценозы зоны пустыни. В составе растительности зональных пустынных ландшафтов господствуют сообщества из полыни (*Artemisia* из подродов *Seriphidium* и *Dracunculus*). В растительном покрове приморской полосы Каспия преобладают травы и кустарнички из семейства *Chenopodiaceae* (согласно современной ботанической номенклатуре – подсемейства *Chenopodioideae* в системе APG IV) и рода *Artemisia*, слагающие солянковые и солянково-полынные сообщества (из сарсазана *Halocnemum strobilaceum*, полыни солончаковой *Artemisia halophila*, сведы *Suaeda altissima*, *S. confusa* и др.). Вдоль моря тянутся густые заросли тростника обыкновенного (*Phragmites communis*).

Севернее пустыню сменяет зона полупустынь, или пустынно-степных ландшафтов, в которой преобладают полынно-злаковые ценозы. В работах по геоботаническому районированию растительный покров ландшафтов полупустыни Прикаспийской низменности относится к подзоне южных опустыненных степей (Сафронова, 2002; Сафронова, Степанова, 2018). Лесная растительность рассматриваемой территории наиболее ярко представлена в интразональных ландшафтах долины нижнего течения р. Волги, которая протягивается с севера на юг более чем на 350 км и отличается постепенным обеднением в этом же направлении древесно-кустарниковой и травянистой флоры.

Густые пойменные леса из ивы и луговые злаково-разнотравные, злаковые, злаково-осоковые, полынно-разнотравные и др. сообщества занимают Волго-Ахтубинскую пойму. В лесах наряду с разными видами ивы (преимущественно *Salix alba*) растут тополь (*Populus nigra*, *P. alba*), клен (*Acer tataricum*), осина (*Populus tremula*), реже встречаются дуб (*Quercus robur*), ясень (*Fraxinus excelsior*), вяз (*Ulmus laevis*, *U. carpinifolia*), береза (*Betula pendula*, *B. pubescens*) и ольха черная (*Alnus glutinosa*). Дендрофлора дельты Волги чрезвычайно бедна – древостой здесь образован в основном ивой белой (*Salix alba*), реже в сообществе с ясенем обыкновенным или высоким (*Fraxinus excelsior*), и только в северной части дельты в ивовых лесах растет вяз. В числе кустарников доминируют ежевика сизая (*Rubus caesius*) и ива трехтычинковая (*Salix triandra*), нередко входящая и в состав древесного яруса. На делювиальных шлейфах бэровских бугров широко распространен лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*).

3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Общая характеристика использованных методов

В основе работы лежат материалы изучения осадочных комплексов верхней части четвертичной толщи в Северном Каспии. В этом районе в ходе инженерно-геологических изысканий выполнены сейсмоакустическое профилирование, статическое зондирование и бурение скважин глубиной до 80 м. В результате получены материалы, характеризующие строение разреза отложений. Эти работы проведены ООО “Моринжгеология” (Рига, Латвия) под руководством Ю. П. Безродных и Б. Ф. Романюка.

Гирканские отложения отмечены на сеймопрофилях (Янина и др., 2014; Sorokin et al., 2018) и вскрыты скважинами на площадях Ракушечная и Широтная (рис. 1). Площадь изысканий Ракушечная расположена на юго-западной окраине придельтовой равнины, прослеживаемой от отмелей и островов авандельты Волги до зоны глубин 6–9 м. Площадь Широтная занимает северо-восточную часть с глубинами 9–13 м одноименной обширной плоскodonной котловины, ограниченной на юге банками Кулалинская и Безымянная. Строение скважин частично опубликовано в работах (Безродных и др., 2004; Янина и др., 2014; Безродных и др., 2015; Sorokin et al., 2018; Bolikhovskaya et al., 2024).

Малакофаунистическим методом, включающим регистрирование тафономических особенностей раковинного материала, таксономический анализ фауны (идентификация видов), подсчет количества особей каждого вида и фиксирование степени их сохранности, изучены гирканские осадки, вскрытые скважинами на всех площадях. В тексте мы следуем таксономии гастропод по (Wesselingh et al., 2019). Для анализа двустворчатых моллюсков использованы работы Т. А. Яниной (2005) и Л. А. Невесской (Nevesskaja, 2007). В основе биостратиграфического подразделения осадочной толщи лежат особенности распространения в ней раковин моллюсков рода *Didacna* Eichwald, являющегося руководящим для каспийского неоплейстоцена (Федоров, 1953; Янина, 2005; Nevesskaja, 2007). Для реконструкции условий среды Северного Каспия в гирканскую эпоху использована опубликованная информация о предпочтительных условиях обитания видов (диапазоны солёности, температуры, грунты и глубина) и личные наблюдения за распространением современных каспийских моллюсков.

Палинологическим методом изучены гирканские отложения, вскрытые ИГС 4 (месторождение Корчагина) на площади изысканий Широтная. Глубина моря в месте бурения скважины 11.9 м. Бурение выполнено на глубину 56.4 м. Керн хранится в Лаборатории новейших отложений и палеогео-



Рис. 1. Местоположение площадей Ракушечная (1) и Широтная (2). Космический снимок северной части Каспийского моря.

Fig. 1. Location of Rakushechnaya (1) and Shirotnaya (2) Areas. Space image of the northern part of the Caspian Sea.

графии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Предварительные (неполные) результаты изучения хазарского этапа (интервал 56.0–26.6 м) опубликованы в материалах конференции (Болиховская, Янина, 2023) и статье (Bolikhovskaya et al., 2024). Материалы комплексного анализа керн в интервале 26.6–21.8 м, отражающего ательский регрессивный этап в истории Каспия, опубликованы нами ранее (Болиховская и др., 2017; Yanina et al., 2021).

Исходя из особенностей толщи, для реконструкции климато-фитоценологических особенностей ландшафтов Северного Прикаспия в гирканскую эпоху был проведен отбор серии образцов на палинологический анализ из отложений, подстилающих ательские осадки. В некоторых изученных концентрациях пыльцы и спор в заметных количествах присутствовали миоспоры мезозоя и разрушенные, минерализованные бурые палиноморфы кайнозоя. В связи с этим с целью дифференциации автохтонных и аллохтонных микрофоссилий при выполнении спорово-пыльцевого анализа для получения репрезентативных данных проводились тщательные палинотафономические и палиноморфологические исследования с использованием флуоресцентного микроскопа Axio Imager D1, а также документирование тафономических особенностей пыльцевых и споровых зерен с помощью высокоточной цифровой камеры AXIO Cam. Итоги этих исследований показали, что установить климато-фитоценологические обстановки гирканского трансгрессивного этапа Палеокаспия позволяют 8 репрезентативных спорово-пыльцевых спектров, полученных для содержащих специфическую гирканскую малакофауну коричневых и темно-коричневых глин на глубине 26.25–32.65 м, а также прослоя из смеси коричневого песка, алевроита и глины на гл. 26.25–26.3 м, отнесенного ранее к ательскому времени.

3.2. Некоторые методические приемы интерпретации гирканских палиноспектров

Выполнение климато-фитоценологических реконструкций по результатам палинологических исследований четвертичных отложений и решение вопросов о межледниковом, эндотермальном или межстадиальном рангах выделяемых палеоклиматических этапов в значительной степени базируется на материалах изучения проб субрецентных (субфоссильных) осадков разного генезиса, отобранных на пробных площадках с различными типами фитоценозов на изучаемой и соседних территориях, чтобы установить соответствие полученных субрецентных палиноспектров продуцирующим пыльцу и споры растительным сообществам для условий современного межледниковья. Для

идентификации палеофитоценозов наземной растительности периода формирования отложений, вскрытых скважиной ИГС 4, были привлечены обширные собственные и литературные материалы по субрецентным спектрам современных разнофациальных осадков, отобранных в зональных и интразональных растительных сообществах южной половины Восточно-Европейской равнины и Кавказа (Мальгина, 1952; Федорова, 1952; Абрамова, 1971, 1985; Арап, 1976; Болиховская, 1976, 1981, 1995а; Вронский, 1976; Болиховская, Касимов, 2008; и др.).

Критериями выделения по палинологическим данным палеоклиматических этапов межледникового ранга являются реконструированные на основании спорово-пыльцевых записей фитоценологические сукцессии, свидетельствующие, что на протяжении оптимальных фаз в развитии растительности изучаемого палеогеографического этапа климатические условия были аналогичными или более теплыми и более гумидными, чем современные климатические условия или климатические условия оптимума голоцена в этом районе.

В связи с преобладанием в подавляющем большинстве гирканских спорово-пыльцевых спектров пыльцы (далее — п.) древесных пород, высоким содержанием п. широколиственной дендрофлоры, доминированием пыльцевых зерен (далее — п.з.) ольхи и существенным участием спор (далее — сп.), за основу их климато-фитоценологической интерпретации были взяты собственные и литературные данные по субрецентным палиноспектрам современных отложений на участках зональных и интразональных фитоценозов пустынной, степной, лесостепной и лесной зон южной половины Восточно-Европейской равнины, а также наши новые данные по субрецентным палиноспектрам Северного Прикаспия. Для наиболее корректной палеогеографической интерпретации палинологических данных, полученных для гирканских отложений Северного Каспия, Н.С. Болиховской был выполнен отбор и спорово-пыльцевой анализ около 20 проб современных отложений на площадках характерных растительных сообществ Дамчикского участка Астраханского заповедника в нижней части дельты Волги, в култушной и островной зоне авандельты.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Строение разреза верхней части осадочной толщи на исследованных площадях Ракушечная и Широкая на основании изучения керн шести скважин показано на рис. 2. Возраст отложений определен на основании биостратиграфического анализа вскрытых керном осадков (Безродных и др., 2004; Янина и др., 2014; Безродных и др., 2015; Sorokin et al., 2018).

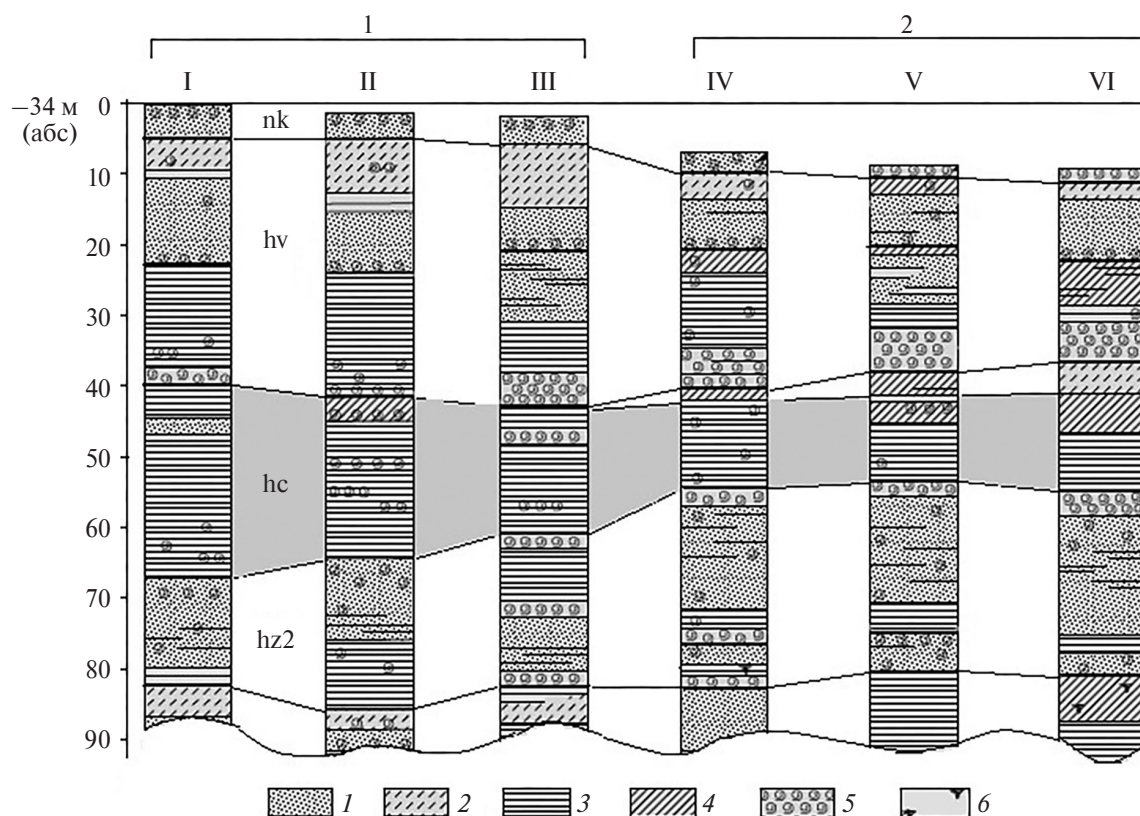


Рис. 2. Схематическое строение керна скважин на площадях Ракушечная (площадь 1, скважины I, II, III) и Широкая (площадь 2, скважины IV, V, VI).

1 – песок; 2 – супесь; 3 – глина; 4 – суглинок; 5 – раковинный материал; 6 – растительные остатки; отложения: nk – новокаспийские, hv – хвалынские, hc – гирканские, hz2 – верхнехазарские.

Fig. 2. Schematic structure of the borehole core in Rakushechnaya Area (area 1, boreholes I, II, III) and Shirotnaya (area 2, boreholes IV, V, VI).

1 – sand; 2 – sandy loam; 3 – clay; 4 – loam; 5 – mollusc shells and detritus; 6 – plant remnants; deposits: nk – Novocaspian, hv – Khvalynian, hc – Hyrcanian, hz2 – upper Khazarian.

На площади Ракушечная гирканские отложения залегают в интервале глубин 40–67 м [–74÷–101 м абс. БС (Балтийской системы)]. Они представлены преимущественно глинистыми осадками разных оттенков коричневого цвета, в разной степени опесчаненными, с тонкими прослоями песка разной зернистости и мощности, с включением раковин моллюсков, их обломков и детрита, расположенных по напластованию, реже – хаотично. На площади Широкая гирканские осадки распространены в интервале глубин от 42 до 55 м (–76÷–89 м абс. БС). Строение и состав отложений близки разрезу, вскрытому на площади Ракушечная. Состав малакофауны представлен на рис. 3.

Характерной чертой состава малакофауны на обеих площадях является преобладание представителей руководящего рода *Didacna* Eichwald – *D. subcatillus*, присутствие вида *D. cristata*, редких моллюсков позднехазарских видов (*D. pallasi* на Ра-

кушечной и *D. umbonata* на Широкой) и появление представителей более поздней (хвалынской) фауны *D. parallela* и *D. protracta* на площади Широкая (рис. 4). На обеих площадях гирканские осадки подстилаются верхнехазарскими отложениями с характерными видами *Didacna surachanica* и *D. nalivkini*. На границе двух толщ наблюдается размыв.

Гирканские отложения керна ИГС 4 изучены также палинологическим методом. Схема строения керна скважины нами опубликована при анализе его ательских осадков (Болиховская и др., 2017). Гирканские отложения залегают в интервале 34.65–26.25 м (рис. 5) с глубоким размывом на подстилающем их слое (35.70–34.65 м) песка разнотекстурного, с многочисленным детритом и обломками, реже – с целыми раковинами моллюсков, представителей позднехазарской фауны. В своей нижней части (34.65–32.50 м) гирканские осадки представлены глиной темно-серой и серой, иногда синевато-се-

Виды	Площади	
	Ракушечная	Широтная
<i>Didacna pallasii</i>		
<i>Didacna subcatillus</i>		
<i>Didacna cristata</i>		
<i>Didacna umbonata</i>		
<i>Didacna parallela</i>		
<i>Didacna protracta</i>		
<i>Monodacna caspia</i>		
<i>Dreissena caspia</i>		
<i>Dreissena rostriformis</i>		
<i>Dreissena polymorpha</i>		
<i>Theodoxus pallasii</i>		
<i>Laevicaspia caspia</i>		
<i>Clessiniola variabilis</i>		
<i>Turricaspia spica</i>		
<i>Turricaspia grimmi</i>		
<i>Ecribia grimmi</i>		
<i>Lithoglyphus caspius</i>		
<i>Corbicula fluminalis</i>		

1 2 3 4

Рис. 3. Малакофауна из гирканских отложений Северного Каспия.

Раковины вида: 1 — преобладают, 2 — многочисленные, 3 — редкие, 4 — единичные.

Fig. 3. Malacofauna from Hyrcanian deposits of the Northern Caspian Sea.

The shells of the species: 1 — prevail, 2 — many, 3 — rare, 4 — single.

рой, с тонкими прослойками алевроита светло-серого, в основании толщи встречаются в размягченном состоянии остатки раковин моллюсков. Серая глинистая пачка (32.50–26.20 м) сменяется глиной темно-коричневой (иногда коричнево-зеленоватой) с редкими тонкими прослойками алевроита, с ракушечным детритом, иногда целыми раковинами моллюсков в тонких алевроитовых прослоях. Выше с глубоким размывом залегает песчано-глинистая толща с растительными остатками, раковинами пресноводной и наземной фауны.

Малакофаунистический материал представлен многочисленным детритом, обломками разной величины, реже — целыми раковинами. Среди двустворчатых преобладают обломки, гастроподы чаще представлены целыми экземплярами. Интервалы керны, состав фаунистического сообщества в каждом из них, а также их тафономические особенности показаны в табл. 1.

Таксономический состав малакофаунистических образцов в целом образует единый комплекс, характеризующий гирканскую фауну Каспия (Попов, 1983). В нем отмечается преимущественное развитие представителей рода *Didacna* в основании гирканской толщи, а раковин моллюсков вида *Dreissena rostriformis distincta* — в ее верхней части. Отличием малакофауны нижних интервалов является также присутствие в ней вида *Theodoxus pallasii*.

На основании детального палинотафономического и палиноморфологического анализов растительных микроостатков, выделенных из гирканских



Рис. 4. Характерные виды рода *Didacna* Eichwald гирканской фауны.

1 — *D. hyrcana*, 2 — *D. subcatillus*, 3 — *D. parallela*, 4 — *D. umbonata*, 5 — *D. cristata*.

Fig. 4. Characteristic species of *Didacna* Eichwald genus in the Hyrcanian fauna.

1 — *D. D. hyrcana*, 2 — *D. D. subcatillus*, 3 — *D. D. parallela*, 4 — *D. D. umbonata*, 5 — *D. D. cristata*.

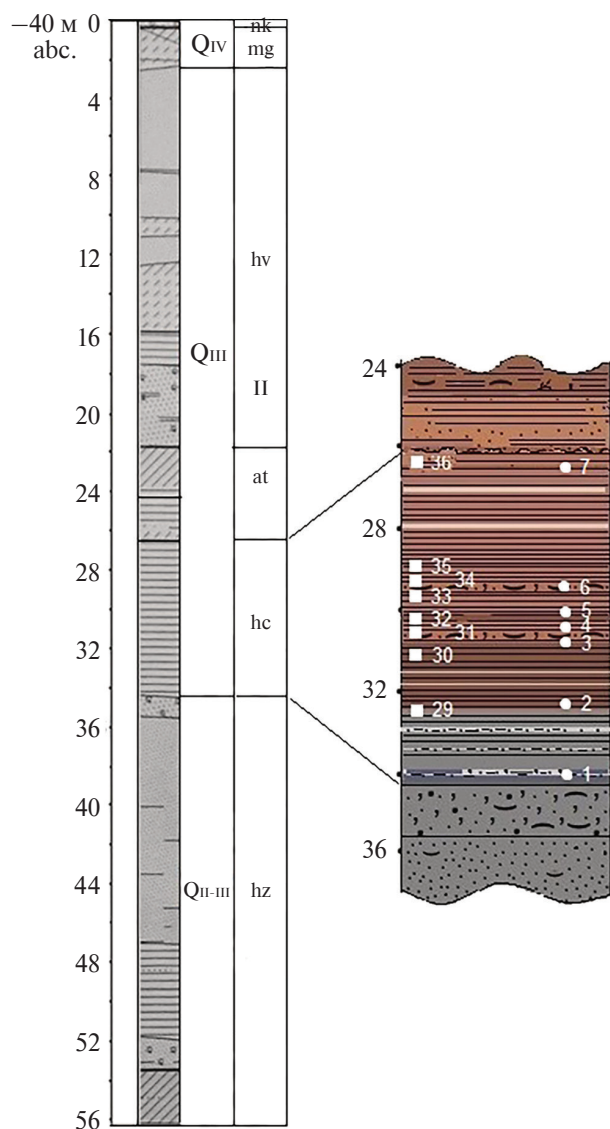


Рис. 5. Схема строения ядра ИГС 4 (месторождение Корчагина) и местоположение отбора образцов на палинологический (квадратные значки) и малакологический (круглые значки) анализы.

Отложения: nk — новокаспийские, mg — мангышлакские, hv — хвалынские, at — ательские, hc — гирканские, hz — хазарские. Остальные усл. обозначения — на рис. 2. Цвета на схеме соответствуют цвету осадков в ядре.

Fig. 5. IGS 4 Korchagin core structure and sampling location for palynological (squared) and malacological (circle) analysis.

Deposits: nk — Novocaspian, mg — Mangyshlakian, hv — Khvalynian, hc — Hyrcanian, hz — Khazarian. Symbols in the fig. 2. The colors in the schematic drawing correspond to the color of the sediments in the core.

отложений, в список автохтонной палинофлоры вошли более 60 таксонов разного ранга.

Группа деревьев и кустарников (AP — Arboreal pollen) содержит пыльцу 24 родов и видов: *Picea*

sect. *Picea*, *Picea abies*, *Pinus* subgenus (далее — s.g.) *Haploxylon*, *Pinus* s.g. *Diploxylon*, *Pinus sylvestris*, *Larix* sp., *L. cf. polonica*, *Betula* sect. *Albae*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* / *B. alba*, *Betula* cf. sect. *Nanae*, *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*, *T. cf. caucasica*, *T. sp.*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus* sp., *Fraxinus* cf. *excelsior*, *Salix* spp., *Elaeagnus angustifolia*, *Juniperus*.

Группу недревесных растений (NAP — Non-Arboreal pollen) представляют пыльцевые зерна 27 таксонов трав и кустарничков: *Ephedra* spp., Poaceae, Cyperaceae, *Artemisia* subgen. *Euartemisia*, *A. subgen. Seriphidium*, Chenopodiaceae/Chenopodiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Ranunculaceae (в том числе, *Thalictrum*), Brassicaceae, Caryophyllaceae, Plumbaginaceae (*Limonium caspicum*), Fabaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Liliaceae, Alliaceae, Cichoriaceae, Asteraceae (среди них — п.з. *Ambrosia*). В составе пыльцы травянистых растений заметную роль играют п.з. таких водных и прибрежно-водных растений (Aquatica) как частуховые (Alismataceae, *Alisma*), рдест (*Potamogeton*), ежеголовник (*Sparganium*), рогоз (*Typha*), уруть (*Myriophyllum*), ряска (*Lemna*).

В группе спор (SP — Spores) высших споровых растений представлены: зеленые мхи (Bryales), сфагновый мох (*Sphagnum*), папоротники сем. Многоножковые (Polypodiaceae, в их числе *Athyrium filix-femina*, *Polypodium vulgare*) и гроздовник (*Botrychium* sp.), баранец (*Huperzia* sp.; относится к плауновидным Lycopodiopsida), хвощ (*Equisetum* sp.), водный папоротник сальвиния плавающая (*Salvinia natans*), а также *Riccia* (наземное и водное растение из класса печеночных мхов Marchantiopsida).

Состав и процентные содержания палиноморф в репрезентативных спорово-пыльцевых спектрах аллохтонного комплекса толщи гирканских отложений, залегающих на глубине 26.25–32.6 м, представлены в табл. 2.

Соотношения между группами спектра (AP — деревья и кустарники, NAP — травы и кустарнички, SP — споры) подсчитаны в процентах от общей суммы пыльцы и спор. Процент каждого таксона внутри группы был рассчитан следующим образом: таксоны деревьев и кустарников в процентах от суммы пыльцы деревьев и кустарников; таксоны трав и кустарничков в процентах от суммы пыльцы трав и кустарничков; таксоны спор в процентах от суммы спор.

Исходя из изменений (снизу вверх по колонке ядра) состава и процентного содержания пыльцы и спор таксонов высших растений в палиноспектрах изученной толщи гирканских отложений

Таблица 1. Малакофауна из гирканских отложений керна скважины ИГС 4**Table 1.** Malacofauna from the Hircanian deposits of the IGS 4 core

№ образца Интервал, м	Видовой состав	Тафономические особенности
7 26.25–26.35	<i>Dreissena rostriformis distincta</i>	Редкие створки раковин, залегающие по напластованию в тонких алевроитовых прослоях
6 29.55–29.65	<i>Monodacna caspia</i> <i>Micromelania caspia</i>	<i>Monodacna</i> – редкие створки, залегающие по напластованию, <i>Micromelania</i> – более многочисленные мелкие раковины, залегающие хаотично
5 30.20–30.30	<i>Dreissena rostriformis distincta</i> <i>Didacna cf. subcatillus</i>	<i>Dreissena</i> – единичные мелкие раковины <i>Didacna</i> sp. – обломки очень тонкостворчатых раковин
4 30.48–30.52	<i>Didacna</i> sp. <i>Monodacna caspia</i> <i>Micromelania caspia</i> <i>Dreissena rostriformis distincta</i>	Мелкие обломки дидакн не определимы до вида. В составе целых – редкие мелкие <i>Micromelania</i>
3 30.77–30.84	<i>Dreissena rostriformis distincta</i> <i>Dreissena caspia</i> <i>Micromelania caspia</i> <i>Didacna subcatillus</i> <i>Didacna umbonata</i>	<i>Dreissena</i> – преобладают <i>Micromelania</i> – многочисленные, раковины остальных видов встречаются редко
2 32.43–32.5	<i>Monodacna caspia</i> <i>Didacna subcatillus</i> <i>Didacna cristata</i> <i>Dreissena caspia</i> <i>Theodoxus pallasi</i> <i>Micromelania caspia</i>	Двустворчатые – преимущественно обломки, целые створки редки, гастроподы – мелкие целые раковины
1 34.10–34.65	<i>Didacna subcatillus</i> <i>Didacna cristata</i> <i>Dreissena rostriformis distincta</i> <i>Theodoxus pallasi</i>	Двустворчатые – преимущественно обломки, целые створки редки <i>Theodoxus</i> – целые раковины

(см. табл. 2), выделяются три палинозоны (PZ 1, PZ 2, PZ 3). Согласно анализу общего состава (AP/NAP/SP) и внутри групп (AP, NAP, SP), полученные спорово-пыльцевые спектры являются межледниковыми спектрами лесостепного (PZ 1, PZ 2) и лесного (PZ 3) типов. Отличия процентного содержания таксонов в палиносpectрах внутри выделенных палинозон свидетельствуют, что каждая из них может быть подразделена на несколько субпалинозон (SPZ): (PZ 1 – SPZ 1a, SPZ 1b; PZ 2 – SPZ 2a, SPZ 2b; PZ 3 – SPZ 3a, SPZ 3b, SPZ 3c). Эта палиностратиграфическая дифференциация позволяет предполагать, что климато-фитоценотические изменения в гирканский этап происходили не только на зональном уровне, но и внутри зональных и интразональных сообществ.

В процессе палинологического анализа осадков, вскрытых скважиной ИГС 4, составлена обширная цифровая коллекция снимков содержащихся в них растительных микроостатков и, в том числе, гирканских палиноморф. Различия тафономических признаков автохтонных и аллохтонных пыльцевых и споровых зерен, присутствующих в образцах гир-

канских отложений, наглядно иллюстрируют их фотоснимки, представленные на рис. 6.

Важнейшим палиноиндикационным показателем межледниковых палеоклиматических условий времени формирования гирканских отложений является значительное участие в изученных мацератах этих образцов пыльцы широколиственных пород (*Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*, *T. cf. caucasica*, *T. sp.*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*) хорошей сохранности.

5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Фаунистический состав гирканских отложений

В строении разреза, фациально-литологическом и фаунистическом составе его осадков отражено развитие Северного Каспия в эпоху их формирования. На площадях исследования Ракушечная и Широтная состав гирканской малакофауны представлен 18 видами, основная часть

Таблица 2. Спорово-пыльцевые спектры гирканских отложений керна скважины ИГС 4, %**Table 2.** Spore-pollen assemblages of Hyrcanian sediments of the borehole core IGS 4, %

Палинозоны (PZ)	PZ 3				PZ 2		PZ 1	
Субпалинозоны (SPZ)	3с	3b		3a	2b	2a	1b	1a
№ образца	36	35	34	33	32	31	30	29
Глубина, м	26.3	29.0	29.25	29.6	30.2	30.4	31.3	32.5
Общий состав пыльцы и спор (AP/NAP/SP)								
Пыльца деревьев и кустарников (AP)	83	50	66	65	55	50	48	34
Пыльца трав и кустарничков (NAP)	14	22	24	15	28	30	43	57
Споры (SP)	3	28	10	20	17	20	9	9
Пыльца деревьев и кустарников (AP)								
<i>Picea</i> sect. <i>Picea</i>	2	0	5	0	8	3	1	1
<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxylon</i>	0	0	0	1	0	7	1	4
<i>Larix</i> sp	0	0	0	0	1	0	1	4
<i>Pinus</i> s.g. <i>Diploxylon</i> , <i>P. sylvestris</i>	8	3	5	2	1	10	9	2
<i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> , <i>B. pendula</i> , <i>B. pubescens</i>	>1	3	4	<1	3	7	2	6
<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , <i>A. sp.</i>	81	80	76	74	86	58	73	49
<i>Corylus avellana</i>	2	3.5	3	6	1	0	0	4
<i>Carpinus betulus</i>	5	6	6	12	1	0	1	4
<i>Carpinus orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Tilia cordata</i> , <i>T. cf. caucasica</i> , <i>T. sp.</i>	0	0	0	1.5	0	0	0	1
<i>Quercus robur</i>	0	0.5	0	0	0	0	0	1
<i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Ulmus</i> sp.	0	0	0.25	0.5	0	0	1	1
Сумма пыльцы широколиственных пород*	7	10	9.25	20	2	0	3	12
<i>Salix</i>	0	4	0	<1	0	0	9	12
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Juniperus</i>	1	0	>1	<2	0	14	0	8
Пыльца трав и кустарничков (NAP)								
Росaceae	26	26	21	4	9	17	1	5
Сyperaceae	0	3	5	0	1	10	7	15
<i>Ephedra</i> spp.	0	1	1	4	0	0	5	2
<i>Artemisia</i> s.g. <i>Euartemisia</i> , <i>A. s.g. Seriphidium</i>	9	9	21	8	31	13	21	22
Chenopodioideae	4	24	32	25	40	27	53	40
Herbetum mixtum	18	32	12	25	5	22	8	12
Aquatica	43	5	8	36	14	10	5	3
Споры (SP)								
Bryales	2 ^x	35	23	15	19	16	47	31
<i>Sphagnum</i>	0	21	14	4	15	57	38	33
Polypodiaceae	8 ^x	31	50	46	47	22	13	19
<i>Polypodium vulgare</i>	0	0	0	3	0	0	0	3

Таблица 2. Окончание

Table 2. End

Палинозоны (PZ)	PZ 3				PZ 2		PZ 1	
<i>Athyrium filix-femina</i>	0	4	0	0	0	0	3	3
<i>Botrychium</i> spp.	0	4	0	0	14	2	0	0
<i>Huperzia</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Equisetum</i>	0	5	0	0	0	0	0	6
<i>Salvinia natans</i>	4*	1	13	31	0	0	0	3
<i>Riccia</i>	0	0	0	0	5	3	0	0
Общая сумма пыльцы и спор	479	512	609	351	347	292	351	413
Количество ⁺ и процентное содержания переотложенных палиноморф	58 ⁺ /11	58 ⁺ /10	60 ⁺ /9	23 ⁺ /6	58 ⁺ /14	53 ⁺ /15	55 ⁺ /13	35 ⁺ /8

Примечание. * — сумма пыльцы *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Corylus avellana*; ^x — количество спор.

из которых каспийские эндемики. Характерными видами для гирканской фауны являются *Didacna subcatillus* и *D. cristata*. В составе дидакн преобладают тригоноидные и катиллоидные формы, что свидетельствует о более низкой по сравнению с позднехазарским бассейном, в составе фауны которого господствуют крассоидные формы (*Didacna nalivkini*, *D. surachanica*) солёности. Многочисленные слабо солоноватоводные виды родов *Monodacna*, *Dreissena*, *Theodoxus* подтверждают это. Находки раковин *Corbicula fluminalis* указывают на тепловодность бассейна.

Согласно материалам бурения в северо-западном Прикаспии, проанализированным Г.И. Поповым (1983), в гирканских отложениях, залегающих с перерывом на верхнехазарских, руководящий позднехазарский вид *Didacna surachanica* отсутствует, среди дидакн преобладают *D. cristata*, реже встречаются *D. zhukovi*, *D. aff. parallela* и *D. subcatillus*, в предустьевых участках появляется много пресноводных раковин. Г.И. Поповым (1983) выделяется как гирканская и фауна, вскрытая скважинами в Терско-Кумской низменности в слоях, означенных автором как переходные от хазарского яруса к хвалынскому (Ильинский, 1946), содержащая в своем составе *Didacna praetrigonoides*, *D. aff. parallela*, *Dreissensia*, *Corbicula fluminalis*.

Этим же исследователем (Попов, 1967, 1983) гирканская фауна описана в обнажениях по правому берегу Волги (Владимировка, Енотаевка, Копановка, Цаган-Аман, Ветлянка). В ее составе преобладают монодакны и дрейссены, среди дидакн встречаются *Didacna praetrigonoides abescunica*, *D. cristata*, *D. subcatillus*, *D. zhukovi*, *D. hyrcana*. Эти разрезы описаны многими

исследователями долины Волги (Федоров, 1957; Васильев, 1961; Москвитин, 1962; Васильев, Федоров, 1965; Шкатова, 1973; Седайкин, 1988), однако, никто из них не выделял здесь гирканских отложений; возраст осадков определялся либо как раннехазарский, либо как позднехазарский. Нами также изучена малакофауна из перечисленных местонахождений. В разрезах Енотаевка, Цаган-Аман, Ветлянка, Селитренное выделяются фаунистические сообщества, по таксономическому составу близкие гирканской малакофауне. Особенностью ее распространения является встречаемость за пределами развития позднехазарской фауны с руководящим видом *Didacna surachanica*; ни в одном разрезе нами не встречены в совместном залегании эти две фаунистические группировки. Предварительно можно сделать заключение о гирканском возрасте отмеченной фауны, хотя для твердого вывода требуются дополнительные биостратиграфические исследования.

Обилие катиллоидных и тригоноидных дидакн, а также первое появление видов (*Didacna parallela*, *D. protracta*), получивших широкое распространение на следующем (хвалынском) этапе развития Каспия, в целом создающее хвалыноподобный облик малакофауны, послужило основанием Л.А. Невеской (Nevesskaja, 2007) описать гирканскую фауну как хвалынскую. Отнесение описанной малакофауны к хвалынской мы считаем некорректным, ибо этому противоречит стратиграфическое положение содержащих ее осадков: отложения с “настоящей” хвалынской фауной отделены от гирканских осадков мощной толщей преимущественно субаэральных ательских образований, свидетельствующих

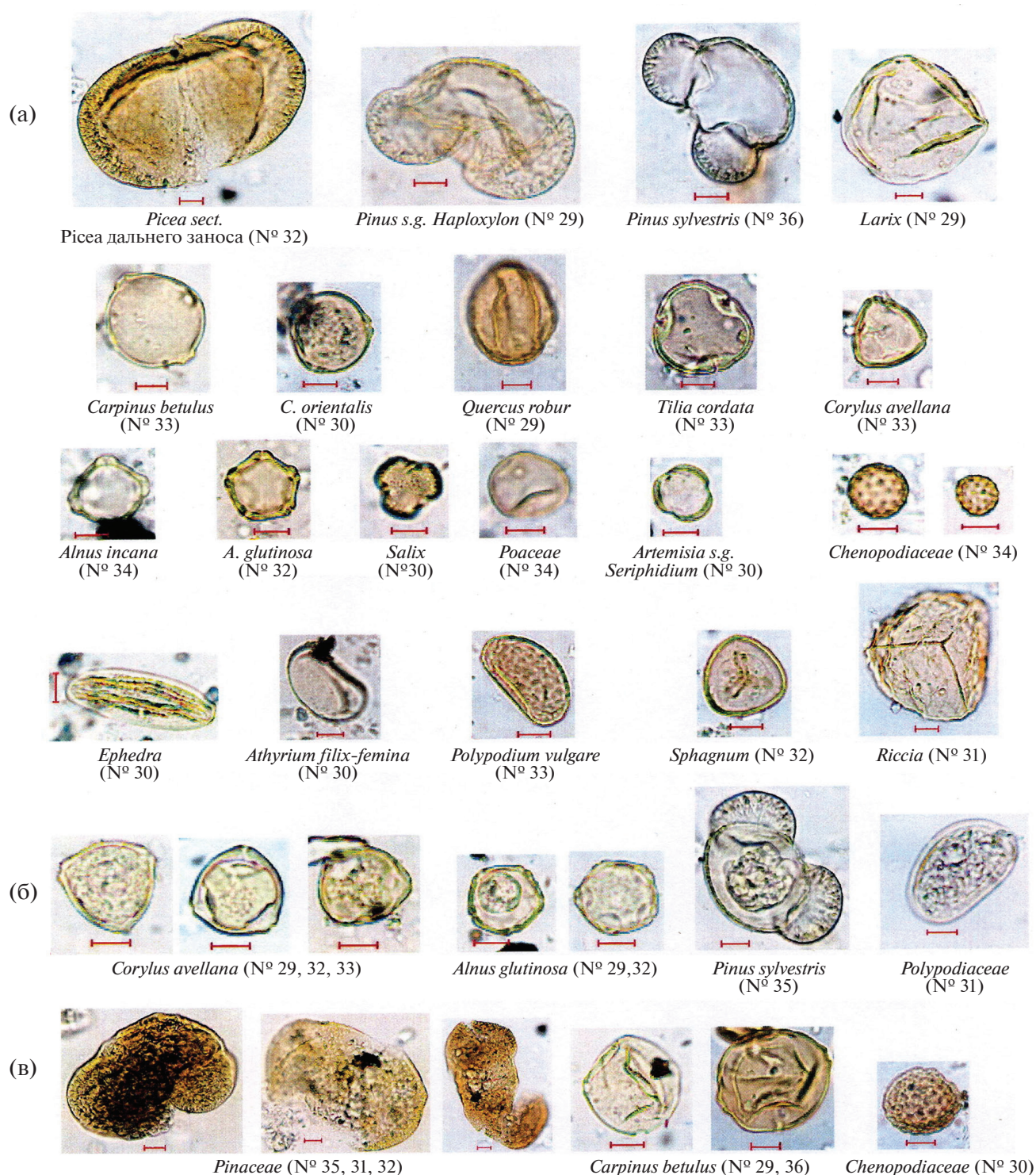


Рис. 6. Примеры пыльцы и спор, выделенных из гирканских отложений керна скважины ИГС 4 в Северном Каспии: (а) – пыльца и споры *in situ* (без частиц аморфного кремнезема); (б) – пыльца и споры *in situ* (с аморфным кремнеземом внутри или на поверхности экзины); (в) – переотложенная пыльца. Увеличение $\times 400$. Шкала на каждом фото пыльцы и спор – 10 микрон. В скобках показаны номера образцов.

Fig. 6. Images of the pollen and spores are detected in the Hyrcanian sediments of the Northern Caspian Sea core IGS 4: (a) – pollen and spores *in situ* (without amorphous silica); (б) – pollen *in situ* (with amorphous silica inside or on the surface of the exina); (в) – redeposited pollen. Zoom $\times 400$. The scale shown on each photo of pollen and spores is 10 microns. Sample numbers are shown in parentheses.

о продолжительной регрессии Каспия в промежутке времени между существованием этих двух бассейнов (Yanina et al., 2021). Между позднехазарским и гирканским трансгрессивными бассейнами также реконструируется регрессивная стадия, отраженная в строении осадочной толщи в Северном Каспии — гирканские отложения залегают на верхнехазарских с глубоким размывом (Янина и др., 2014; Sorokin et al., 2018; Yanina et al., 2018). В настоящее время нет материалов, по которым можно было бы судить о масштабе этой регрессии.

Результаты малакологического анализа керна ИГС 4 позволяют проследить ход развития гирканской трансгрессии в районе котловины Широкой. Песчаная пачка (35.70–34.65 м) серого цвета, подстилающая гирканские отложения, свидетельствует о развитии бассейна на низких отметках. В ней заключены многочисленный детрит, обломки и целые раковины моллюсков, в составе которых среди дидакн (руководящего рода) присутствуют характерные позднехазарские виды *Didacna nalivkini* и *D. surachanica*. С глубоким размывом выше залегают глины, причем глины разных оттенков серого цвета (34.65–32.50 м) с тонкими прослойками хемогенного карбоната алевритовой размерности, с разложившимися остатками раковин моллюсков в основании глин. Раковинный материал представлен *Didacna subcatillus*, *Didacna cristata*, *Monodacna caspia*, *Theodoxus pallasi*, *Micromelania caspia*, а также дрейссенами. В составе целых экземпляров — *Theodoxus pallasi* и *Micromelania caspia*. Присутствие в основании толщи вида *Theodoxus pallasi*, обитателя слабо солоноватых и даже почти пресных вод дельты, свидетельствует о низком стоянии уровня бассейна с влиянием на него пресных вод Волги.

В интервале 32.50–26.60 м серая глинистая толща сменяется глиной темно-коричневой, так же с тонкими прослойками хемогенного карбоната, с детритом, иногда целыми раковинами *Dreissena rostriformis distincta* (преобладают), *Dreissena caspia*, *Monodacna caspia*, *Micromelania caspia*, *Theodoxus pallasi*, *Didacna subcatillus*, *Didacna umbonata*, *Didacna cristata*. Причем раковины залегают в тонких алевритовых прослоях, что свидетельствует о требовательности моллюсков к содержанию кислорода в бассейне. Накопление умеренно глубоководных глин этого слоя связано с условиями развития трансгрессии, с постепенным повышением уровня бассейна. Характерно обилие слабо солоноватоводных каспийских видов родов *Monodacna*, *Dreissena*, что свидетельствует об опресненных условиях. Господство *Dreissena rostriformis distincta* в верхней части толщи свидетельствует о наиболее высоком уровне моря (отраженном в керне

скважины) — дрейссены указанного вида обитают в более глубоководной (до 80–100 м) обстановке, нежели дидакны. На основании состава малакофауны можно сделать предположение об уровне бассейна, на 40–45 м превышающем современный, что не противоречит данным Г.И. Попова (1983) о положении береговой линии гирканского бассейна на восточном склоне Ергеней на уровне +20÷+25 м БС.

Выше с глубоким размывом залегает песчано-глинистая толща с растительными остатками, с прослоями черного торфоподобного материала, отвечающая ательской регрессии Каспия. Она описана нами ранее (Безродных и др., 2015; Болиховская и др., 2017; Yanina et al., 2021). С этим периодом связано формирование на территории нынешнего Северного Каспия наземноводных ландшафтов.

Датирование раковинного материала из керна УМС радиоуглеродным методом показало (что и предполагалось) запредельный для метода возраст (Sorokin et al., 2018). Радиоуглеродные даты верхней части залегающей выше ательской толщи отнесли интервал ее накопления к первой половине MIS 3 (Безродных и др., 2015).

5.2. Палинологическая летопись: климатические и фитоценотические реконструкции

5.2.1. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры как основа для палеофитоценотических реконструкций

Палиноиндикация фитоценотических сукцессий и климатических особенностей гирканского палеогеографического этапа Палеокаспия проводилась, в первую очередь, путем сопоставления полученных ископаемых палиноспектров со спорово-пыльцевыми спектрами разнофациальных субрецентных проб современных субаквальных и субаэральных отложений, отобранных нами в доминирующих фитоценозах пустынной и пустынно-степной зон Северного Прикаспия. Примеры характерных растительных сообществ и их субрецентных спорово-пыльцевых спектров приведены в табл. 3 и 4. Результаты спорово-пыльцевого анализа наглядно свидетельствуют, что субрецентные палиноспектры изученных проб адекватно отражают зональную и интразональную принадлежности растительных сообществ пробных площадок, а также основной состав продуцирующих пыльцу и споры растений. Их формирование в межледниковом климате подчеркивает присутствие пыльцы дуба и вяза (*Quercus robur*, *Ulmus laevis*).

Таблица 3. Местоположение площадок отбора проб современных отложений в пустынно-степных сообществах долины Волго-Ахтубы и пустынных фитоценозах западного сектора Прикаспийской низменности

Table 3. Location of sampling sites of modern sediments in the desert-steppe associations of the Volga-Akhtuba Valley and desert phytocenoses of the western sector of the Caspian Lowland

№ пробы	Место отбора, генезис осадка	Растительность
1	Почва на поверхности поймы Волго-Ахтубы (севернее с. Селитренное, ~47°14' с.ш., 47°46' в.д.)	Луговое разнотравно-злаковое сообщество (Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Liliaceae, Cichoriaceae, <i>Artemisia</i> , Chenopodioideae и др.)
2	Почва на поверхности бэровского бугра (левый борт долины Волго-Ахтубы севернее с. Селитренное, ~47°19' с.ш., 47°44' в.д.)	Разреженное сообщество <i>Artemisia</i> – Chenopodioideae с осыпавшимися остатками неопределимых представителей разнотравья
3	Наилот с осушки озера-старицы на высокой пойме Ахтубы (~ 3 км северо-западнее с. Селитренное, ~47°19' с.ш., 47°43' в.д.)	Вдоль берега старицы – заросли тростника <i>Phragmites australis</i> и камыша <i>Scirpus lacustris</i> ; на пойме вблизи старицы – злаковые и разнотравно-злаковые сообщества, далее – ивовые древостои с примесью ясеня
4	Почва на участке высокой поймы, расположенном вблизи русла Ахтубы (~3 км северо-западнее с. Селитренное, ~47°18' с.ш., 47°43' в.д.)	На пробной площадке – разреженная пустынная растительность: синузии полыни белой (<i>Artemisia lercheana</i>) и п. черной (<i>A. pauciflora</i>), маревых и редких представителей разнотравья
5	Почва на высокой пойме р. Ахтуба (~2 км северо-западнее с. Селитренное; ~47°18' с.ш., 47°41' в.д.)	На залесенной пойме – участок ясенево-ивового леса, в травяно-кустарничковом покрове пробной площадки преобладают полынь подрода <i>Euartemisia</i> и злаки (Poaceae), присутствуют Asteraceae (<i>Xanthium</i> и др.), Liliaceae; отмечены высохшие остатки неопределимого разнотравья
6	Русловой аллювий на песчаной отмели правого берега р. Волги в окрестностях с. Сероглазовка (~47°00' с.ш., 47°29' в.д.)	Примыкающая к отмели низкая пойма покрыта злаками (Poaceae) с редкими представителями разнотравья: Boraginaceae, <i>Taraxacum</i> , <i>Rumex</i> , Lamiaceae и др. Напротив, на левом берегу Волги – крупный сегмент низкой поймы, заросшей лесом из <i>Salix alba</i> и <i>Populus</i>
7	Почва на поверхности террасы на правом берегу р. Волги (в 1 км выше по течению от с. Сероглазовка; ~47°00' с.ш., 47°29' в.д.)	Злаково-полынная ассоциация (<i>Artemisia lercheana</i> 50%, Poaceae более 45%) с единичными видами разнотравья (Asteraceae, Boraginaceae и др.)
8	Наилот с днища высохшей лагуны (~1 км к юго-западу от г. Астрахань)	Разреженное сообщество солянок (<i>Salsola</i>) и других представителей Chenopodioideae
9	Лиманные отложения с поверхности высохшего лимана (восточнее пос. Лиман Астраханской обл., ~45°79' с.ш., 47°30' в.д.)	Разреженное сообщество из представителей Chenopodioideae, преимущественно солянок; примерно в 30 м – заросли тростника и камыша; в окрестностях – редкие деревца тамариска
10	Почва (опесчаненная) с поверхности бугра Бэра в районе окрестности (~45°47' с.ш., 46°85' в.д.) пос. Улан-Хол	Злаково-марено-полынное сообщество из полыни (<i>Artemisia lercheana</i>), Chenopodioideae и Poaceae
11	Опесчаненный наилот на участке низкой поймы левого берега р. Кумы (в 4 км к югу от пос. Артезиан – ~44°57' с.ш., 46°40' в.д.)	Злаково-полынная ассоциация с участием Chenopodioideae
12	Почва на участке приводораздельного склона на левом борту долины р. Кумы (~ в 4 км к югу от пос. Артезиан)	Марено-полынное сообщество с участием эфедры, злаков и редких представителей разнотравья

Характерные черты пустынных спектров: низкие содержания п. деревьев и кустарников (AP — 0–5%), а также спор (SP — 0–1.5%), при преобладании в доминирующей группе трав и кустарничков (NAP — 93.5–100%) п. *Chenopodioideae* (30–94%) и полыни (до 36% — преимущественно *Artemisia* s.g. *Seriphidium*, A. s.g. *Dracunculus*). В субрецентных спектрах пустынно-степных фитоценозов содержание п. AP также весьма незначительное (2–7%); кроме пробы № 5 (почвы, отобранной на пойме внутри ясенево-ивового леса), в спектре которой п. AP — 21% за счет пыльцы *Salix alba* (67%) и *Fraxinus excelsior* (28%) внутри этой группы. Содержание спор в этих спектрах, как и в пустынных палиноспектрах, весьма низкое (0–2%).

Все спорово-пыльцевые спектры изученных по керну скважины ИГС 4 гирканских отложений характеризуются значительно более высокими содержаниями п. деревьев и кустарников (34–83%) и спор (3–28%), при значительно более низких содержаниях п. трав и кустарничков (14–57%). В связи с этим для идентификации зональных палеофитоценозов были привлечены обширные собственные и литературные материалы по субрецентным спектрам проб современных разнофациальных осадков из степной, лесостепной и лесной зон южной половины Восточно-Европейской равнины (Мальгина, 1952; Федорова, 1952; Арап, 1976; Болиховская, 1976, 1981, 1995а; Болиховская, Касимов, 2008; и мн. др.). При палеогеографических реконструкциях использовались также материалы о составе пыльцы и спор в поверхностном слое осадков всего Каспийского моря (Абрамова, 1971, 1985), а также Северного Каспия и “пыльцевого дождя”, собранного над его акваторией (Вронский, 1976). Эти палинологические материалы свидетельствуют о несомненном соответствии как субрецентных, так и рецентных спектров составу зональной растительности прибрежной зоны. Так, в рецентных палиноспектрах Северного Каспия от 92 до 100% приходится на пыльцу травяно-кустарничковых растений, среди которой преобладают п.з. маревых (*Chenopodioideae* — 47–81%) и полыни (*Artemisia*, преимущественно s.g. *Seriphidium* — 5–26%). В воздушной взвеси над Каспием пыльца деревьев представлена главным образом п. сосны (*Pinus sylvestris*) и единичными п.з. березы, ивы и дуба. В палиноспектрах донных осадков Северного Каспия абсолютно доминирует пыльца NAP (90–97%). В группе AP преобладает п. *Pinus sylvestris*, в меньших количествах присутствуют п.з. березы и ольхи, встречаются единичные экземпляры пыльцы ивы, лещины, дуба, граба, липы и вяза.

В качестве примеров субрецентных палиноспектров степных, пустынно-степных и пустынных фи-

тоценозов Северного Прикаспия приведем 9 субрецентных спектров, полученных для разных фаций современных осадков, отобранных на площадках типичных растительных ассоциаций нижней (или приморской) части дельты Волги, култушной и островной зоны авандельты (табл. 5 и 6). Полученные субрецентные спорово-пыльцевые спектры адекватно отражают не только состав доминантов и содоминантов древесно-кустарниковой и травяно-кустарничковой растительности продуцирующих их интразональных (дельтовых) фитоценозов, но и их произрастание в относительно близком соседстве с зональными пустынными сообществами. В первую очередь об этом свидетельствует преобладание в спектрах всех проб (кроме № 12-д) п. трав и кустарничков (NAP) (55–77%), доминирование в этой группе п. полыни, маревых и злаков, ничтожное участие спор наземных растений. В группе AP всех спектров главная роль принадлежит п. ивы (*Salix alba*) и/или ясеня (*Fraxinus excelsior*), образующих ныне леса дельты Волги.

В спектре пробы ила со дна култука (№ 12-д) превалирует группа SP, но она представлена спорами водного папоротника *Salvinia natans*. Экологически сальвиния предпочитает дельтовые неглубокие (0.1–2 м) водоемы со стоячей или медленно текущей водой и илистым дном. В спектрах проб № 7-д и 11-д завышенное (для интразональных фитоценозов пустынной зоны — см. табл. 4) участие палиноморф группы SP также обусловлено высоким содержанием сп. сальвинии плавающей. Отметим заметную роль во всех спектрах п. водных и прибрежно-водных растений (до 18%), произрастающих в местах отбора проб — рдеста, кувшинки, кубышки, ежеголовника, рогоза и др., а в некоторых водоемах култушной и островной зоны также лотоса (*Nelumbo caspicum*) и водного ореха (чилима, *Trapa natans*), растущего по слабопроточным ерикам и ильменям. Формирование субрецентных палиноспектров дельты Волги в условиях межледникового климата выражено также присутствием в пробах аллювиальных осадков единичных п.з. *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *U. pumila* (интродуцент) и *Tilia cordata*, принесенных речными водами из районов Средней Волги и Волго-Ахтубы.

5.2.2. Климатические и фитоценотические реконструкции

Палинологическая запись, характеризующая изученную осадочную толщу (см. табл. 2), однозначно свидетельствует, что гирканские отложения керна скважины ИГС 4 формировались на протяжении теплого этапа межледникового ранга. Сопоставление ископаемых спорово-пыльцевых

Таблица 4. Примеры субрецентных спорово-пыльцевых спектров растительных сообществ долины Волго-Ахтубы и западной части Прикаспийской низменности, % (* – количество)

Table 4. Examples of subrecent spore-pollen spectra of plant communities of the Volga-Akhuba Valley and western part of the Caspian Lowland, % (* – quantity)

Показатель, название		Фитоценоз											
Тип фитоценоза		Пустынно-степной						Пустынный					
Номера проб		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Генезис отложений		Почва	Почва	Озерно-старичный	Почва	Почва	Аллювий	Почва	Лагунный	Лиманный	Почва	Аллювий	Почва
Общий состав пыльцы и спор (AP/NAP/SP)													
Пыльца деревьев и кустарников (AP)													
Пыльца деревьев и кустарников (AP)	4	4	7	2	21	5	2	0	1	4.4	3	5	
Пыльца трав и кустарничков (NAP)	94	96	92	98	79	95	98	100	99	95.2	96	93.5	
Спores (SP)	2		1	0.07	0	0	0	0	0	0.4	1	1.5	
Picea sect. Picea	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	0	1*	
Pinus subgenus Haploxylon	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	1*	
Pinus sylvestris	2*	0	12	7*	2	2*	11*	0	1*	4*	2*	16*	
Betula pendula, B. pubescens	0	2*	0	0	0	1*	1*	0	0	2*	2*	2*	
Alnus glutinosa, A. incana	0	0	6	0	<1	3*	1*	0	0	2*	2*	0	
Corylus avellana	0	0	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	
Quercus robur	0	0	1.5	0	<1	1*	1*	0	0	0	0	1*	
Ulmus laevis, U. pumila	1*	0	0	2*	<1	0	0	0	0	0	0	0	
Populus sp.	1*	0	0	0	0	1*	0	0	0	1*	0	0	
Fraxinus excelsior	4*	0	6	2*	28	0	1*	0	0	0	0	0	
Salix alba, S. triandra	5*	11*	68	13*	67	21*	3*	0	4*	0	0	0	
Elaeagnus angustifolia	0	0	1.5	0	0	0	0	0	3*	0	0	1*	
Tamarix	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	0	1*	
Euonymus	1*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
cf. Rubus caesius	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	0	
cf. Calligonum aphyllum	10*	0	5	0	1	0	0	0	0	1*	0	0	

Таблица 4. Окончание
Table 4. End

Показатель, название	Фитоценоз											
	Пустынно-степной						Пустынный					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номера проб												
Генезис отложений	Почва	Почва	Озерно-старичный	Почва	Почва	Аллювий	Почва	Лагунный	Лиманный	Почва	Аллювий	Почва
Пыльца трав и кустарничков (NAP):												
Cerealia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Poaceae	9.5	>1	6	6	6.5	6	0.9	0	5.4	12	15	11
Cyperaceae	<0.5	4	6	0	4	65.8	0.4	0	<1	1	1	0.2
Cannabaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
Ephedra spp.	0	0.25	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	12
Artemisia subgenera Euartemisia, Seriphidium, Dracunculus	42	28	29	68	48	21	93	3	4.2	30	29	36
Chenopodioideae	18	64	21	22.5	23	4	1.7	94	85	49	50	30
Herbetum mixtum	30	2.5	18	3.2	18.5	3	3.4	3	3	3	5	10
Aquatica	<0.5	0.25	19	0.3	0.2	0.2	0	0	2	1.5	0	0
Спores (SP):												
Bryales	14*	0	7*	0	0	0	0	0	0	0	1*	0
Sphagnum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0
Polypodiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	5*
Equisetum	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	0	1*
Riccia	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	0
Сумма пыльцы и спор	647	371	970	1287	634	576	1080	371	1293	229	977	445

Таблица 5. Местоположение площадок отбора проб современных отложений в фитоценозах дельты Волги**Table 5.** Location of sampling sites of modern sediments in the phytocenoses of the Volga Delta

№ пробы	Место отбора, генезис осадка	Растительность
3-д	Левый берег протоки Средняя Быстрая (45°50'8" с.ш., 47°53'24" в.д.). Наилот на отмели вблизи русла	На берегу протоки — лес из ивы (<i>Salix alba</i>) и ясеня (<i>Fraxinus excelsior</i>), кустарниковый ярус из ежевики сизой (<i>Rubus caesius</i>), в травяном покрове — злаки, осоки и разнотравье; вдоль берега заросли тростника
4-д	Правый берег протоки Средняя Быстрая (45°50'8.20" с.ш., 47°53'25.8" в.д.). Почва на поверхности прируслового вала	На побережье — ивово-ясеневый лес (<i>Fraxinus</i> 8, <i>Salix</i> 2) с примесью <i>Morus nigra</i> , во втором ярусе — подрост ясеня и аморфа (<i>Amorpha fruticosa</i>); кустарниковый ярус из ежевики сизой (<i>Rubus caesius</i>), в травяном покрове преобладают осоки, кендырь (<i>Trachomitum sarmatiense</i>) и астровые
5-д	Там же. Наилот со дна старичного понижения	В составе ближайшего древостоя — ясень обыкновенный <i>Fraxinus excelsior</i> , ива <i>Salix alba</i> , единично шелковица (<i>Morus nigra</i>); в травяном покрове — злаки и осоки
6-д	Правый берег протоки Дубная (45°43'39.4" с.ш., 47°54'01" в.д.). Пойменный наилот вблизи русла протоки	На побережье: лесное сообщество из ивы (ветляник из <i>Salix alba</i>), в кустарниковом ярусе — ежевика сизая (<i>Rubus caesius</i>), единично <i>Amorpha fruticosa</i> (Fabaceae), в травяном покрове — осока береговая (<i>Carex</i>), злаки (канареечник тростниковый <i>Phalaris</i>), молочай (<i>Euphorbia</i>), <i>Ranunculus</i> , шавель курчавый (<i>Rumex crispus</i>); вдоль берега заросли тростника южного (<i>Phragmites australis</i>)
7-д	Там же. Аллювий из русла, в 30 см от уреза воды	Состав растительности — см. в точке отбора пробы № 6-д
11-д	Левый берег протоки Кулькова (45°50'02" с.ш., 47°49'46.7" в.д.). Аллювий из русла в 20 см от уреза воды	Вдоль побережья единичные <i>Salix alba</i> и тростниково-ежевичные заросли, травяно-кустарниковый покров из Convolvulaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Asteraceae и др. Прибрежно-водные растения представлены ежеголовником (<i>Sparganium</i>); в воде у берега — много плодов чилима (водяного ореха <i>Trapa natans</i>), встречаются листья кувшинки (<i>Nymphaea</i>)
12-д	Зона авандельты (45°41'25.0" с.ш., 47°52'15.1" в.д.). Ил со дна култука, с глубины 1.3 м	На ближайших островах — заросли осоки и тростника <i>Phragmites australis</i> . Водная растительность вблизи отбора пробы — валлиснерия спиральная (<i>Vallisneria spiralis</i>), лотос каспийский (<i>Nelumbo caspica</i>), папоротник сальвиния (<i>Salvinia natans</i>), ежеголовник (<i>Sparganium</i>)
13-д	Протока Ракушечная (45°42'37.7" с.ш., 47°54'34.3" в.д.). Аллювий из русла вблизи острова, в 30 см от уреза воды	На левом берегу — молодой (~50 лет) остров. Остров покрыт ивовым лесом (S20 на площадке 10×10 м). В травяном покрове осоки, злаки (преимущественно тростник) и редкое разнотравье (Polygonaceae, Convolvulaceae, Asteraceae и др.); в воде вдоль берега — рогоз (<i>Typha</i>), ежеголовник (<i>Sparganium</i>) и др.
15-д	Южная часть култушной зоны. Вытечка Тургановского прокоса (45°41'48.2" с.ш., 47°51'57.9" в.д.) Аллювий из русла вытечки, в 10–20 см от уреза воды	Вокруг вытечки прокоса — острова, заросшие кустарниковым ивняком (<i>Salix triandra</i>), ежевикой и травяным покровом из Caryophyllaceae, Polygonaceae, Liliaceae, Ranunculaceae, Lamiaceae и др. Вдоль берега — рогоз <i>Typha latifolia</i> , <i>Sparganium</i> и другие прибрежно-водные и водные растения

спектров, полученных для гирканских отложений, с субрецентными палиноспектрами Северного Прикаспия и других районов свидетельствует о значительно более гумидном, чем современный, палеоклимате времени их накопления.

Судя по участию в составе дендропалинофлоры п. *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Fraxinus* sp., *Ulmus* sp., *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *A. incana* и др., входящих в число показательных видов микулинской флоры Русской

равнины, а также высокому содержанию (на фоне господства п. ольхи) пыльцы широколиственных пород и преобладанию в неморальном комплексе п. *Carpinus betulus*, образование отложений на гл. 26.25–32.65 м происходило на протяжении длительного интервала термогигротической стадии микулинского межледниковья, характеризовавшегося на северо-западе, юго-западе и в центре Русской равнины развитием в оптимальные фазы формаций *Carpinetum mixtum* (Гричук, 1989 и др.; Болиховская, 1980, 1982, 1995б; Болиховская, Молодков, 2024; Molodkov, Bolikhovskaya, 2022; и др.).

Как указывалось выше, палинологическая запись, полученная для гирканских осадков, отражает три фазы (PZ 1–PZ 3) и семь подфаз (SPZ 1a, SPZ 1b; SPZ 2a, SPZ 2b; SPZ 3a, SPZ 3b, SPZ 3c) трансформаций, происходивших в растительных сообществах сначала господствовавших лесостепных, а затем лесных ландшафтов. В лесных ценозах всего изученного периода гирканского времени значительное распространение имели ольховые древостои – в спорово-пыльцевых спектрах сумма п. *Alnus glutinosa* (доминант) и *A. incana* изменяется в интервале 49–86%. В современном растительном покрове европейской части России ольха черная (*Alnus glutinosa*) – типичный вид смешанных и широколиственных лесов лесной и лесостепной зон. Она образует небольшие по площади леса, растущие на хорошо увлажненных или с близким уровнем грунтовых вод почвах, в поймах рек, по днищам оврагов и балок, а на избыточно увлажненных почвах встречается в виде чистых насаждений (черноольшаников). В спорово-пыльцевых спектрах болотных, озерных и аллювиальных отложений микулинского межледниковья в центральных и северо-западных районах Русской равнины содержание п. ольхи не уступает или намного превышает сумму п. широколиственных пород. В микулинских межледниковых осадках южной половины Русской равнины, представленных только аллювиальными или палеопочвенными образованиями, содержание п. ольхи в палиноспектрах также часто не уступает или превышает сумму п. широколиственных деревьев.

В первую фазу (PZ 1) накопления изученных осадков гирканского палеобассейна на прилегающей территории преобладали лесостепи (AP – 34–48%, NAP – 43–57%, SP – 9%), в которых наиболее благоприятные для неморальных древесных пород местообитания занимали широколиственные с преобладанием граба обыкновенного (*Carpinus betulus*) леса с грабинником (*Carpinus orientalis*) и лещиной (*Corylus avellana*) в подлеске (сумма п. широколиственных пород в спектрах – 3–12%). Ольхо-

вые леса с участием ивы (*Salix*) заселяли долинные, заболоченные и низинные экотопы с высоким уровнем грунтовых вод. Высокое содержание спор *Sphagnum* (33–38%) указывает на существование заболоченных экотопов. В травяном покрове лесов превалировали злаки, представители разнотравья (*Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae* и др.), осоки и папоротники (*Polypodiaceae*, в том числе, *Polypodium vulgare* и *Athyrium filix-femina*). Открытые степные ландшафты были ареной расселения полынно-маревых с эфедрой, злаково-осоковых и злаково-разнотравных сообществ. В первую подфазу (SPZ 1a) на залесенных участках, вероятно, преобладали ясенево-дубово-липово-грабовые формации и ольшаники. Во вторую подфазу (SPZ 1b), по-видимому, при относительном похолодании климата площади широколиственных лесов значительно сократились, и доминировали ольшаники. Об этом свидетельствует снижение в спектре образца № 30 (31.3 м) суммы п. широколиственных пород до 3%, сп. *Polypodiaceae* (вкуче с *Athyrium filix-femina*) до 16% на фоне увеличения количества сп. сфагновых и зеленых мхов (в сумме до 85%).

Вторая фаза (PZ 2) отражает фитоценозы лесостепных ландшафтов (AP – 50–55%, NAP – 28–30%, SP – 17–20%) внутримежледникового (эндотермального) похолодания, во время которого в лесах почти полностью исчезли широколиственные деревья, возросла роль бореальных элементов дендрофлоры (*Picea* sect. *Picea*, *Pinus* s.g. *Haploxylon*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus* и др.), заметно увеличилось участие можжевельника (п. до 14%). Доминировали ольховые древостои. В травяно-кустарничковом покрове существенно снизилось разнообразие представителей разнотравья, возросла роль злаков, а среди высших споровых растений – сначала зеленых и сфагновых мхов, а затем папоротников *Polypodiaceae* и *Botrychium*. Различия в спектрах двух выделенных субпалинозон позволяют предположить, что в первую подфазу (SPZ 2a) климат был относительно холоднее, чем в следующую подфазу (SPZ 2b). Отметим также, что содержание переоотложенных четвертичных палиноморф и мезозойских миоспор в палинозоне эндотермала (PZ 2) больше (14–15%), чем в палинозонах (PZ 1 и PZ 3) оптимальных фаз (6–13%) (см. табл. 2). Это может указывать на большую активность эрозионных процессов в эту климато-фитоценотическую фазу.

В третью фазу (PZ 3) на прилегающей территории Северного Прикаспия преобладали лесные ландшафты (AP – 50–83%, NAP – 14–24%, SP – 3–28%) с широколиственными и ольховыми лесами. В палиноспектрах сумма п. широколиственных пород – 7–20%, а п. *Alnus glutinosa*,

Таблица 6. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры современных отложений дельты Волги, % (* – количество)
Table 6. Subrecent spore-pollen spectra of modern deposits of the Volga Delta, % (* – quantity)

Показатель, название	Номер пробы								
	3-д	4-д	5-д	6-д	7-д	11-д	12-д	13-д	15-д
Генезис отложений	Русловой аллювий	Почва	Старичный наилок	Пойменный аллювий	Русловой аллювий	Русловой аллювий	Донный ил кутлука	Русловой аллювий	Русловой аллювий
Общий состав пыльцы и спор									
Пыльца деревьев и кустарников (AP)	26.5	43	32	24	19.5	8	2	33	16
Пыльца трав и кустарничков (NAP)	71.5	55	65	69	63.5	74	10	63	73
Споры (SP)	2	2	3	7	17	18	88	4	11
Пыльца деревьев и кустарников (AP)									
<i>Picea</i> sect. <i>Picea</i>	3	0	1.5	0.5	2	1*	3*	3	4
<i>Pinus</i> s.g. <i>Haploxylon</i>	0	0.4	0.7	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	<9	<1	>7	14	12	6*	1*	8	10
<i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i>	>6	0	0.7	0.5	7	0	0	3	10
<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i>	7	<1	5	4	2	0	0	1	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0.4	0.7	0	1	0	0	0	0
<i>Quercus robur</i>	<1	0	0	0	0	1*	0	1	0
<i>Tilia cordata</i>	<1	0	0.7	0	<1	0	0	0.5	1
<i>Ulmus laevis</i> , <i>U. pumila</i>	3	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Morus nigra</i>	0	1.3	5	0.5	0	0	0	0	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	27	14	29	1.5	15	0	0	0	0
<i>Salix alba</i> , <i>S. triandra</i>	36	69	42.6	71.5	56	8*	0	82	60

Таблица 6. Окончание
Table 6. End

Показатель, название	Номер пробы									
	3-д	4-д	5-д	6-д	7-д	11-д	12-д	13-д	15-д	
Генезис отложений	Русловой аллювий	Почва	Старичный наилок	Пойменный аллювий	Русловой аллювий	Русловой аллювий	Донный ил кулука	Русловой аллювий	Русловой аллювий	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<1	0.4	3.7	0	<1	2*	0	0.5	0	
<i>Tamarix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Rubus caesius</i>	6	<12	1.5	0.5	0	3*	0	0	12	
cf. <i>Amorpha fruticosa</i>	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	
Пыльца трав и кустарничков (NAP)										
Рoaceae	20	26	18.7	21.5	35	29	6*	28	45	
Cyperaceae	3.5	16.5	4	4	5.5	6	1*	8	1	
<i>Ephedra</i> spp.	0.2	0.3	1.5	0	0	0	0	0	1	
<i>Artemisia</i> subgenera <i>Euaemisia</i> , <i>Seriphidium</i> , <i>Dracunculus</i>	30	11.7	18	12	16	9	0	19	10	
Chenopodioidaeae	20	26	40	24.5	34	18	0	19	12	
Herbetum mixtum	>20	18	11	20	4	22	5*	15	22	
Aquatica	6	1.5	6.7	18	5.5	16	6*	11	9	
Споры (SP)										
Bryales	7*	8*	3*	20	0	0	0	10*	0	
<i>Sphagnum</i>	0	0	1*	0	1	0	0	0	0	
Polypodiaceae	1*	0	5*	0	6	4	0	0	2	
<i>Equisetum</i>	1*	0	1*	0	8	0	0	3*	26	
<i>Riccia</i>	0	0	1*	5	0	0	0	1*	0	
<i>Salvinia natans</i>	1*	3*	0	75	85	96	100	5*	72	
Сумма пыльцы и спор	600	529	415	573	835	273	181	461	605	

A. incana — 74–81%. Наряду с ольшаниками доминировали грабовые леса с примесью дуба, липы (*Tilia cordata*) и обильным подлеском из лещины. В травяно-кустарничковом ярусе преобладали злаково-разнотравные, разнотравно-злаковые, полынно-маревые сообщества, а также папоротники (сумма сп. Polypodiaceae, *Polypodium vulgare*, *Athyrium filix-femina*, *Botrychium* — в интервале 39–50%). Наибольшей гумидностью климата отличалась первая подфаза, выраженная SPZ 3a, характеризующаяся самым высоким в изученном разрезе содержанием п. широколиственных пород (20%), в том числе п. граба (*Carpinus betulus* — 12%) и лещины (*Corylus avellana* — 6%), а также спор Polypodiaceae, *Polypodium vulgare* (в сумме 49%) и водного папоротника *Salvinia natans* (31%). В этой субпалинозоне гирканской толщи — наименьшее количество переотложенных палиноморф, почти целиком представленных мезозойскими миоспорами. Две другие субпалинозоны отражают, по-видимому, происходившие в следующие подфазы направленное ухудшение климата и сокращение площади широколиственных лесов: сумма п. широколиственных пород уменьшается (SPZ 3b — 9–10%, SPZ 3c — 7%), возрастает роль п. бореальных элементов дендрофлоры (ели, сосны и березы и др.). В группе спор субпалинозоны SPZ 3b, как и в спектрах эндотермального похолодания, увеличивается сумма сп. зеленых и сфагновых мхов (37–56%), что позволяет предположить относительное расширение в эту подфазу площади заболоченных ценозов. Заметной особенностью SPZ 3c и, соответственно, последней реконструированной подфазы в развитии гирканской растительности, является самое высокое в изученной толще гирканских отложений содержание п. деревьев и кустарников (83%) и низкое участие п. трав и кустарничков (14%) при преобладании в этой группе п. прибрежно-водных и водных трав (рогоза *Typha*, ежеголовника *Sparganium* и рдеста *Potamogeton* — 43%). Почти полностью исчезают споры наземных растений, которые вместе с несколькими сп. *Salvinia natans* составляют группу SP в количестве лишь 3%. Не исключено, что эта подфаза в ныне самом аридном районе Европы отражает переход к заключительному интервалу развития климато-фитоценоотических сукцессий микулинского межледникового, характеризовавшегося в восточно-европейских страторайонах экспансией широколиственно-хвойных, хвойных с примесью широколиственных пород, хвойно-мелколиственных и других сообществ в составе господствовавших лесных формаций.

Результаты климато-фитоценоотических реконструкций дают возможность сделать заключение о климатических условиях, в которых развивалась

гирканская трансгрессия в Северном Каспии. В работе (Bolikhovskaya et al., 2024) показано, что позднехазарский трансгрессивный бассейн в районе расположения скважины характеризовался мелководностью, в условиях межстадиального потепления (очевидно, завершающем московскую стадию ледниковой эпохи) в нем появились *Didacna naliivkini*. Глубокий размыв между верхнехазарскими и гирканскими осадками, а также палинологические данные, свидетельствуют о неполноте геологической летописи событий, отраженных в изученном разрезе, что не позволяет судить о климатической эпохе полного цикла развития и завершения позднехазарской трансгрессии.

Согласно устоявшимся представлениям, именно позднехазарская трансгрессивная эпоха “открывает” поздний плейстоцен в Каспийском регионе и отвечает межледниковой эпохе. Исходя из результатов палинологического анализа и климатостратиграфических реконструкций, в изученном разрезе присутствуют отложения, отвечающие термогигротической стадии микулинского межледникового, и в это время развивалась гирканская трансгрессия. Климатические условия термогигротической фазы не были однородны: по палинологическим материалам в ней установлены три фазы, характеризовавшиеся разным соотношением теплообеспеченности и увлажненности. Наиболее гумидной из них была третья фаза, что нашло отражение в самом высоком, реконструированном по малакофауне, уровне гирканского бассейна.

Высказать предположение об абсолютном возрасте изученных гирканских отложений позволяют результаты изучения позднеплейстоценовой толщи опорного разреза Вока на юго-восточном побережье Финского залива — их детальные палинологические записи и представительная серия датировок, полученных методом оптически инфракрасно-стимулированной люминесценции (IRSL) (Molodkov, Bolikhovskaya, 2022; Болиховская, Молодьков, 2024). Они убедительно свидетельствуют, что период термогигротической стадии микулинского межледникового, отвечающий стандартным микулинским палинозонам M6, M7, M8, датируется интервалом примерно 100–70 тыс. л. н., соответствующим второй половине MIS 5. Исследования последних лет показали, что возраст гирканских отложений в Маньчжской депрессии, полученный методом оптически стимулированной люминесценции (OSL), около 100 тыс. л. н. (Курбанов и др., 2018; Семиколенных и др., 2023). В условиях калининской (ранневалдайской) стадии последнего оледенения Каспий находился в состоянии регрессии (ательский бассейн) (Yanina et al., 2021).

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Палеонтологическое (малакофаунистический и палинологический анализы) изучение гирканских отложений в керне скважин, пробуренных на площадях инженерно-геологических изысканий Ракушечная и Широтная в Северном Каспии, позволило реконструировать природные условия эпохи их накопления и развития гирканского трансгрессивного бассейна.

Гирканские отложения на изученных площадях залегают на отметках в интервале от –101 до –66 м абс. Они представлены преимущественно глинистыми осадками разных оттенков коричневого цвета, в разной степени опесчаненными. Отложения включают раковинный материал, представленный 18 видами моллюсков, основная часть из которых каспийские эндемики. Характерными видами являются *Didacna subcatillus* и *D. cristata*. В составе дидакн преобладают тригоноидные и катиллоидные формы, многочисленны слабо солонатоводные виды родов *Monodacna*, *Dreissena*, *Theodoxus*, характерно присутствие пресноводного теплолюбивого вида *Corbicula fluminalis*. Состав малакофауны свидетельствует о солености бассейна в районах современного положения площадей Ракушечная и Широтная 6–10‰ и его тепловодности. Последовательная смена фаунистических сообществ по разрезу гирканских осадков в скважине ИГС 4 Корчагина демонстрирует трансгрессивное развитие от мелководного до бассейна с его наивысшим уровнем (отраженном в керне скважины).

Анализ палинологической записи толщи осадков в керне ИГС 4 Корчагина приводит к заключению, что в нем отсутствуют отложения продолжительного периода, отвечающего термочеротической стадии микулинского межледниковья, которая соответствует, скорее всего, MIS 5e. Последовательность спорово-пыльцевых спектров изученных гирканских осадков, в которой выделены три палинозоны и семь субпалинозон, позволила реконструировать летопись климато-фитоценотических изменений и смены природных обстановок, отражающих развитие межледниковых лесостепных и лесных ландшафтов на прилегающей к гирканскому бассейну территории Северного “Припалеокаспия”.

Судя по участию в составе изученной гирканской дендропалинофлоры показательных видов микулинской флоры юга Русской равнины (*Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Fraxinus* sp., *Ulmus* sp., *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *A. incana* и др.), а также высокому содержанию (на фоне господства пыльцы ольхи) пыльцы широколиственных пород и преобладанию в неморальном комплексе пыльцы *Carpinus betulus*,

образование отложений на гл. 26.25–32.65 м происходило на протяжении длительного интервала термогигротической стадии микулинского межледниковья, вероятно, примерно 100–70 тыс. л. н. В две оптимальные фазы этой теплой и относительно гумидной стадии на прилегающей территории Северного “Припалеокаспия” в составе лесных формаций доминировали широколиственные грабовые с примесью дуба, липы и вяза леса и черноольшаники (из *Alnus glutinosa*). В лесных сообществах интразональных и автоморфных ландшафтов времени внутримежледникового (эндотермального) похолодания доминировали ольховые древостои.

Климатические условия гирканского теплого трансгрессивного этапа, несомненно, были более гумидными, чем во время существования позднехазарского бассейна, отличавшимися господством степных ландшафтов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Проведенные исследования являются частью исследовательских федеральных тем географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова “Палеогеографические реконструкции природных геосистем и прогнозирование их изменений” (№ 121051100135-0) и “Эволюция природной среды в кайнозой, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования” (№ 121040100323-5). Авторы выражают благодарность в.н.с. Астраханского биосферного заповедника к.с.н. И.В. Жужневой за помощь при проведении полевых работ в дельте Волги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова Т.А. (1985). Палинологические исследования донных осадков Каспийского моря. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 5. С. 77–83.
- Абрамова Т.А. (1971). Результаты спорово-пыльцевого анализа современных отложений Каспийского моря и Дагестанского побережья. В сб.: *Спорово-пыльцевой анализ при геоморфологических исследованиях*. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 106–115.
- Андрусов Н.И. (1988). Очерк истории развития Каспийского моря и его обитателей. *Известия Русского географического общества*. Т. 24. Вып. 1–2. С. 91–114.
- Андрусов Н.И. (1900). О древних береговых линиях Каспийского моря. *Ежегодник по геологии и минералогии России*. Т. 4. № 1–2. С. 3–16.
- Анучин М.С., Балмусова И.С., Велецкая С.В. и др. (1987). Легенда к ландшафтной карте СССР масштаба 1:2500 000. М.: Мин-во геологии СССР. С. 339.
- Арап Р.Я. (1976). Спорово-пыльцевые исследования поверхностных проб почвы растительных зон рав-

- нинной части Украины. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев: Ботанический ин-т НАНУ. 25 с.
- Бадюкова Е.Н. (2015). История колебаний уровня Каспия в плейстоцене (была ли Великая хвалынская трансгрессия?). *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода*. Т. 74. С. 111–120.
- Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Делия С.В. и др. (2004). Биостратиграфия, строение верхнечетвертичных отложений и некоторые черты палеогеографии Северного Каспия. *Стратиграфия. Геол. корреляция*. Т. 12. № 1. С. 114–124.
- Безродных Ю.П., Сорокин В.М., Янина Т.А. (2015). Об ательской регрессии Каспийского моря. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 2. С. 77–85.
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф. и др. (2015). Новые данные по стратиграфии верхнечетвертичных отложений Северного Каспия. *Доклады академии наук*. Т. 462. № 1. С. 95–99.
- Болиховская Н.С. (1976). Палинология лёссов и погребенных почв Русской равнины. В сб.: *Проблемы общей физической географии и палеогеографии*. М.: Изд-во МГУ. С. 257–277.
- Болиховская Н.С. (1995а). Перигляциальные и межледниковые ландшафты плейстоцена Восточно-Предкавказской лёссовой области. М.: ВИНТИ. (№ 52-В95). 125 с.
- Болиховская Н.С. (1981). Растительность и климат Среднего Приднестровья в позднем плейстоцене. Результаты палинологического изучения отложений Кишлянского Яра. В сб.: *Кетросы. Мустьерская стоянка на Среднем Днестре*. М.: Наука. С. 103–124.
- Болиховская Н.С. (1982). Растительность микулинского межледниковья по данным палинологического анализа полигенетической ископаемой почвы близ стоянки Молодова I. В сб.: *Молодова I. Уникальное мустьерское поселение на Среднем Днестре*. М.: Наука. С. 145–154.
- Болиховская Н.С. (1980). Растительность центральных и южных районов Русской равнины в эпоху формирования мезинской ископаемой почвы. В сб.: *Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек*. М.: Изд-во МГУ. № 7. С. 119–126.
- Болиховская Н.С. (1995б). Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ. 270 с.
- Болиховская Н.С., Касимов Н.С. (2008). Ландшафтно-климатические изменения на территории Нижней Волги в последние 10 тысяч лет. В сб.: *Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена*. Вып. 2. М.: Географический ф-т МГУ. С. 99–117.
- Болиховская Н.С., Молодьков А.Н. (2024). Развитие и хронология климато-фитоценологических событий позднего неоплейстоцена (МИС 5 – МИС 3) на юго-восточном побережье Финского залива. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. Т. 79. № 3. С. 89–108.
<https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.79.3.8>
- Болиховская Н.С., Янина Т.А. (2023). Первые репрезентативные палинологические свидетельства перигляциальных климато-фитоценологических обстановок времени хазарской *sensu lato* эпохи Палеокаспия. В сб.: *Материалы Всероссийской научной конференции “Каспий в плейстоцене и голоцене: эволюция природной среды и человек”*. М.: Перо. С. 30–34.
- Болиховская Н.С., Янина Т.А., Сорокин В.М. (2017). Природная обстановка ательской эпохи (по данным палинологического анализа). *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 6. С. 96–101.
- Болиховская Н.С., Янина Т.А., Сорокин В.М. (2023). Природная обстановка гирканской трансгрессивной эпохи Каспия (по материалам бурения). В сб.: *Геология морей и океанов: Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии*. Т. IV. М.: ИО РАН. С. 20–23.
- Васильев Ю.М. (1961). Антропоген Южного Заволжья. М.: Изд-во АН СССР. 128 с.
- Васильев Ю.М., Федоров П.В. (1965). О стратиграфическом положении верхнехазарских отложений Нижнего Поволжья в единой шкале Каспийской области. *Известия АН СССР. Серия геологическая*. № 12. С. 1843–1851.
- Вронский В.А. (1966). К характеристике верхнеплиоценовых и плейстоценовых ландшафтов юго-запада Прикаспийской низменности. В сб.: *Значение палинологического анализа для стратиграфии и палеофлористики*. М.: Наука. С. 205–209.
- Вронский В.А. (1976). Маринопалинология южный морей. Ростов-н/Д: Изд-во Рост. ун-та. 200 с.
- Вронский В.А. (1965). Палинологические комплексы верхнеплиоценовых и четвертичных отложений Прикаспийской низменности и их стратиграфическое значение. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-н/Д: Рост. гос. ун-т. 22 с.
- Гричук В.П. (1989). История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. М.: Наука. 183 с.
- Гричук В.П. (1954). Материалы к палеоботанической характеристике четвертичных и плиоценовых отложений северо-западной части Прикаспийской низменности. *Труды ИГАН СССР*. Т. 61. № 11. С. 5–79.
- Гричук В.П. (1953). Результаты палеоботанического изучения четвертичных отложений Прикаспийской низменности. В сб.: *Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая тектоника Прикаспийской низменности*. М.: Изд-во АН СССР. С. 41–56.
- Ильинский С.М. (1947). Каспийские отложения восточной части Северо-Кавказской низменности. В кн.: *Геология СССР*. Т. IX. Ч. 1. М.: Недра. С. 320–335.
- Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей А., Борисова О.К. (2018). Гирканский этап в позднеплейстоценовой истории Маньчжурской депрессии. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 3. С. 77–88.
- Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Тудрин А. и др. (2014). Каспий: гидрологические события позднего квартала. *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода*. Вып. 73. С. 19–51.
- Мальгина Е.А. (1952). Споры-пыльцевые спектры поверхностных проб из различных географических зон Поволжья. *Труды ИГАН СССР*. Вып. 52. С. 73–90.

- Москвитин А.И. (1962). Плейстоцен Нижнего Поволжья. *Труды Геолог. ин-та АН СССР*. Вып. 64. 263 с.
- Невесская Л.А. (1958). Четвертичные морские моллюски Туркмении. М.: Изд-во АН СССР. 82 с.
- Николаев В.А. (2007). Евразийская полупустыня (к 100-летию открытия полупустынной природной зоны). *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 6. С. 3–9.
- Попов Г.И. (1967). Гирканская трансгрессия в Северном Прикаспии. *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода*. № 33. С. 77–86.
- Попов Г.И. (1983). Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука. 216 с.
- Православлев П.А. (1908). Материалы к познанию нижеволжских каспийских отложений. *Известия Варшавского университета*. № 2. С. 159–254.
- Рычагов Г.И. (1997). Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. 267 с.
- Рычагов Г.И. (2016). Гирканский этап в истории Каспийского моря. *Геоморфология*. № 1. С. 3–17. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2016-1-3-17>
- Сафронова И.Н. (2002). Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия. В сб.: *Геоботаническое картографирование 2001–2002*. СПб: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН. С. 44–65.
- Сафронова И.Н., Степанова Н.Ю. (2018). Современный растительный покров Прикаспийской низменности на юго-востоке Европейской части России. *Поволжский экологический журнал*. № 1. С. 76–86.
- Свиточ А.А. (2014). Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2014. 272 с.
- Свиточ А.А., Макшаев Р.Р. (2017). Взаимосвязи палеогеографических событий в Понт-Маньч-Каспийской системе в позднем плейстоцене — голоцене. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2017. № 2. С. 24–32.
- Свиточ А.А., Селиванов А.О., Янина Т.А. (1998). Палеогеографические события плейстоцена Понто-Каспия и Средиземноморья (материалы по реконструкции и корреляции). М.: Россельхозакадемия. 288 с.
- Свиточ А.А., Янина Т.А. (1997). Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН. 267 с.
- Седайкин В.М. (1988). Опорные разрезы четвертичных отложений Северо-Западного Прикаспия. Деп. ВИНТИ. № 1594-В-88. 190 с.
- Семиколенных Д.В., Курбанов Р.Н., Янина Т.А. (2023). Ингрессия карангатского моря в Маньчскую депрессию (поздний плейстоцен). *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. Т. 78. № 6. С. 96–106.
- Тюрина Л.С. (1961). Спорово-пыльцевые характеристики четвертичных и верхнеплиоценовых отложений низового Поволжья. В сб.: *Мат-лы Всесоюз. совещ. по изуч. четвертич. периода*. М.—Л.: Изд-во АН СССР. Т. 1. С. 288–295.
- Федоров П.В. (1953). Каспийские четвертичные моллюски рода *Didacna* Eichwald и их стратиграфическое значение. В сб. *Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая тектоника Прикаспийской низменности*. М.: Изд-во АН СССР. С. 112–150.
- Федоров П.В. (1978). Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука. 165 с.
- Федоров П.В. (1957). Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. *Труды Геол. ин-та АН СССР*. Вып. 10. 308 с.
- Федорова Р.В. (1952). Распространение пыльцы и спор текущими водами. *Труды ИГАН СССР*. Вып. 52. С. 46–72.
- Шкатова В.К. (1975). Стратиграфия плейстоценовых отложений низовьев рек Волги и Урала и их корреляция. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л.: ВСЕГЕИ. 25 с.
- Шкатова В.К. (2005). Палеогеографическая реконструкция и хронология позднелейстоценовых бассейнов Каспия. В сб.: *Квартер-2005*. Сыктывкар: Геопринт. С. 463–466.
- Янина Т.А. (2005). Дидакны Понто-Каспия. М.— Смоленск: Маджента. 300 с.
- Янина Т.А. (2012). Неоплейстоцен Понто-Каспия: био-стратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Моск. ун-та. 264 с.
- Янина Т.А. (2013). Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата в позднем плейстоцене. *Вестник Московского Университета. Серия 5. География*. № 1. С. 3–16.
- Янина Т.А., Сорокин В.М., Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф. (2014). Гирканский этап в плейстоценовой истории Каспийского моря. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 3. С. 3–9.
- Янина Т.А., Болиховская Н.С., Сорокин В.М. (2018). Ательская регрессия Каспия как отражение изменений климата в позднем плейстоцене. В сб.: *XXXVI пленум Геоморфологической комиссии РАН: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием “Геоморфология — наука XXI века”*. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 421–425.
- Янина Т.А., Болиховская Н.С., Сорокин В.М. и др. (2021). Корреляция и связь трансгрессивно-регрессивных событий в Понто-Каспии с ледниково-межледниковой ритмикой на Русской равнине в позднем плейстоцене. В сб.: *Пути эволюционной географии*. Вып. 2. *Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А. А. Величко*. М.: Институт географии РАН. С. 471–475.
- Яхимович В.Л., Немкова В.К., Дорофеев П.И. и др. (1986). Плейстоцен нижнего течения реки Урал. Уфа.: БФ АН СССР. 136 с.
- Bolikhovskaya N., Yanina T., Sorokin V. (2024). Environmental Variability of the Northern Caspian Sea during Khazarian Epoch (Based on Drilling Data). *Quaternary*. Vol. 7. No. 5. P. 1–26. <https://doi.org/10.3390/quat7010005>
- Molodkov A.N., Bolikhovskaya N.S. (2022). Palaeoenvironmental changes and their chronology during the latter half of MIS5 on the south-eastern coast of the Gulf of Finland. *Quat. Int.* Vol. 616. P. 40–54. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.10.016>
- Nevesskaja L.A. (2007). History of Genus *Didacna* (Bivalvia: Cardiidae). *Paleontol. J.* Vol. 41. No. 9. P. 861–949. <https://doi.org/10.1134/S0031030107090018>

- Sorokin V.M., Yanina T.A., Bezrodnykh Y.P., Romanyuk B.F. (2018). Identification and age of submarine Girkanian sediment beds (upper Pleistocene) in the Caspian Sea. *Quat. Int.* Vol. 465. Part A. P. 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.08.044>
- Tudryn A., Chalie F., Lavrushin Yu.A. et al. (2013). Late Quaternary Caspian Sea environment: Late Khazarian and Early Khvalynian transgressions from the lower reaches of the Volga River. *Quat. Int.* Vol. 292. P. 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.10.032>
- Wesselingh F.P., Neubauer T.A., Anistratenko V.V. et al. (2019). Mollusc species from the Pontocaspian region – An expert opinion list. *ZooKeys*. Vol. 827. P. 31–124. <https://doi.org/10.3897/zookeys.827.31365>
- Yanina T., Bolikhovskaya N., Kurbanov R., Sorokin V. (2018). Caspian Sea paleogeography during the Late Pleistocene. New data. In: *Abstracts of the Int. conference “Loessfest 2018 Diversity of loess: properties, stratigraphy, origin and regional features”*. Volgograd: Volgograd. State University. P. 14–17.
- Yanina T., Bolikhovskaya N., Sorokin V. et al. (2021). Paleogeography of the Atelian regression in the Caspian Sea (based on drilling data). *Quat. Int.* Vol. 590. P. 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.07.023>
- Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B. (2018). Late Pleistocene climatic events reflected in the Caspian Sea geological history (based on drilling data). *Quat. Int.* Vol. 465. P. 130–141. <https://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.003>

THE ENVIRONMENT OF THE HYRCANIAN EPOCH IN THE CASPIAN SEA (BASED ON PALEONTOLOGICAL DATA)¹

T. A. Yanina^{a,#}, N. S. Bolikhovskaya^{a,##}, and V. M. Sorokin^{b,###}

^a Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

^b Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, Russia

[#] E-mail: didacna@mail.ru

^{##} E-mail: natbolikh@mail.ru

^{###} E-mail: valmsor@gmail.com

Environment of the Hyrcanian transgressive epoch in the late Pleistocene history of the Caspian Sea is reconstructed on the basis of the results of malacofaunistic and palinological analyses of sediments in the core of boreholes drilled in the areas of engineering-geological research Rakushechnaya and Shirot'naya in the North Caspian. Hyrcanian sediments include 18 species of molluscs, principal part of which are the Caspian endemic; *Didacna subcatillus* and *D. cristata* are characteristic species. The malacofaunal composition indicates the salinity of the basin 6–10‰ and its warm water. The consistent change of faunal communities from the Hyrcanian thickness in the borehole IGS 4 of the Korchagin field demonstrates the transgressive development of the basin from shallow water to the basin with its highest level. In the sequence of spore-pollen spectra in these sediments three palinozones and seven subpalinozones are distinguished. They were the basis for reconstruction of the chronicle of climatic and phytocenotic changes and changes in natural conditions, reflecting the development of interglacial forest-steppe and forest landscapes on the territory of the Northern “Pre-Caspian” adjacent to the Hyrcanian basin. Judging by the participation in the composition of the dendropalinoflora of representative species of the Mikulino flora of the south of the Russian Plain, as well as the high content (against the backdrop of the alder pollen domination) of broad-leaved pollen and the predominance of pollen *Carpinus betulus* in the widely complex, the accumulation of the Hyrcanian sediments occurred during a long interval of the thermo-hygrotic stage of the Mikulino interglacial. In the two optimal phases of this warm interval in the adjacent territory of the Northern PreCaspian, broadleaf hornbeams forests with an admixture of oak, lipa and elm and black alder (*Alnus glutinosa*) trees dominated. In forest communities of intrazonally and automorphic landscapes of interglacial (endothermal) cooling time, alder stands dominated. The climatic conditions of the Hyrcanian warm transgressive stage were more humid, than during the existence of the Late Khazarian Basin, distinguished by the dominance of steppe landscapes.

Keywords: Northern Caspian; boreholes; upper Quaternary sediments; Hyrcanian deposits; malacofaunistic analysis; palinological analysis; paleogeographic reconstruction

¹ For citation: Yanina T.A., Bolikhovskaya N.S., and Sorokin V.M. (2025). The environment of the hyrcanian epoch in the Caspian Sea (based on paleontological data). *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 56. No. 1. P. 69–97. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2949178925010045>; <https://elibrary.ru/DNYXIM>

ACKNOWLEDGMENTS

The conducted studies and the prepared paper are part of the research themes of the MSU Faculty of Geography “Paleogeographical reconstructions of natural geosystems and forecast of their future changes” (No. 121051100135-0) and “Cenozoic evolution of the environment, dynamics of the relief, geomorphologic hazards and risks of land-use” (No. 121040100323-5). The authors are grateful to Leading researcher of the Astrakhan Biosphere Reserve, Candidate of Agricultural Sciences I. V. Zhuzhneva for the help during the field work in the Volga Delta.

REFERENCES

- Abramova T.A. (1971). Rezul'taty sporovo-pyl'tsevoogo analiza sovremennykh otlozhenii Kaspiiskogo morya i Dagestanskogo poberezhya (Results of spore-pollen analysis of modern deposits of the Caspian Sea and Dagestan coast). *Spore-pollen analysis in geomorphological studies*. M.: MGU (Publ.). P. 106–115. (in Russ.)
- Abramova T.A. (1985). Palinologicheskie issledovaniya donnykh osadkov Kaspiiskogo morya (Palynological studies of bottom sediments of the Caspian Sea). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 5. P. 77–83. (in Russ.)
- Andrusov N.I. (1900). About the ancient coastlines of the Caspian Sea. *Ezhegodnik po geologii i mineralogii Rossii*. Vol. 4. No. 1–2. P. 3–16. (in Russ.)
- Andrusov N.I. (1988). Sketch about development of the Caspian Sea and its inhabitants. *Izv. Russ. Geogr. Obschestva*. No. 2. P. 91–114. (in Russ.)
- Anuchin M.S., Balmusova I.S., Veletskaya S.V. et al. (1987). Legenda k landshaftnoi karte SSSR masshtaba 1:2500 000 (Legend to the landscape map of the USSR 1:2500 000). M.: Min-vo geologii SSSR (Publ.). 339 p. (in Russ.)
- Arap R.Ya. (1976). Sporovo-pyl'tsevye issledovaniya poverkhnostnykh prob pochvy rastitel'nykh zon ravninnoi chasti Ukrainy (Spore-pollen studies of surface soil samples of plant zones of the flat part of Ukraine). Ph.D. thesis. Kyiv: Botanicheskii institut NANU. 25 p.
- Badyukova E.N. (2015). The history of the oscillations of the level of the Caspian in the Pleistocene (was there a Great Khvalynian transgression?). *Bulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. Vol. 74. P. 111–120. (in Russ.)
- Bezrodnikh Y.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F. et al. (2015). New data on stratigraphy of upper Quaternary deposits of the Northern Caspian. *Doklady Akademii nauk*. Vol. 462. No. 1. P. 95–99. (in Russ.)
- Bezrodnikh Y.P., Romanyuk B.F., Deliya S.V. et al. (2004). Biostratigraphy, the structure of Upper Quaternary sediments and some features of the paleogeography of the Northern Caspian Sea. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*. Vol. 12. No. 1. P. 114–124.
- Bezrodnikh Y.P., Sorokin V.M., Yanina T.A. (2015). On the Athelian regression of the Caspian Sea. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 2. P. 77–85. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N., Yanina T., Sorokin V. (2023). The natural environment of the Hyrkianian transgressive epoch of the Caspian Sea (based on drilling materials). In: *Geologiya morei i okeanov: Materialy XXV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Shkoly) po morskoi geologii*. Vol. IV. Moscow: IO RAS (Publ.). P. 20–23. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N., Yanina T., Sorokin V. (2024). Environmental Variability of the Northern Caspian Sea during Khazarian Epoch (Based on Drilling Data). *Quaternary*. Vol. 7. Iss. 1. P. 1–26. <https://doi.org/10.3390/quat7010005>
- Bolikhovskaya N.S. (1976). Palynology of loess and buried soils of the Russian Plain. In: *Problemy obshchei fizicheskoi geografii i paleogeografii*. Moscow: MGU (Publ.). P. 257–277. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S. (1980). Vegetation of Central and Southern areas of the Russian Plain during the Epoch of the Mezin paleosoil formation. In: *Noveishaya tektonika, noveishie otlozheniya i chelovek*. Vol. 7. Moscow: MGU (Publ.). Vol. 7. P. 119–126. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S. (1981). Vegetation and climate of the Middle Dniester Region in the Late Pleistocene. The results of the palynological study of the deposits of the Kishlyansky Yar). In: *Ketrosy. Must'erskaya stoyanka na Srednem Dnestre*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 103–124 (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S. (1982). Vegetation of the Mikulino Interglacial according to data of palynological analysis of the polygenetic fossil soil near the Molodova I site. In: *Molodova I. Unikal'noe must'erskoe poselenie na Srednem Dnestre*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 145–154 (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S. (1995a). Periglyatsial'nye i mezhlednikovye landshafty pleistotsena Vostochno-Predkavkazskoi lessovoi oblasti (Periglacial and interglacial landscapes of the Pleistocene of the East Ciscaucasian loess region). M.: VINITI (Publ.). No. 52-V95. 125 p. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S. (1995b). Evolutsiya lessovo-pochvennoi formatsii Severnoi Evrazii (The Evolution of Loess-Paleosol Formation of Northern Eurasia). M.: MGU (Publ.). 270 p. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S., Kasimov N.S. (2008). Landscape and climatic changes on the Lower Volga Region during the last 10 ka. In: *Problemy paleogeografii i stratigrafii pleistotsena*. Vol. 2. Moscow: MGU (Publ.). P. 99–117. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S., Molodkov A.N. (2024). Evolution and chronology of climatic and phytocenotic events of the Late Pleistocene (MIS 5–MIS 3) on the southeastern coast of the Gulf of Finland. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. Vol. 79. No. 3. P. 89–108. (in Russ.)
- Bolikhovskaya N.S., Yanina T.A. (2023). The first representative palynological evidence of periglacial climatic and phytocenotic environments of the time of the Khazar sensu lato of the Paleocaspian epoch. In: *Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii “Kaspii v pleistotsene i golotsene: evolyutsiya prirodnoi sredy i chelovek”*. Moscow: Pero (Publ.). P. 30–34. (in Russ.)

- Bolikhovskaya N.S., Yanina T.A., Sorokin V.M. (2017). Natural environment of the atelian epoch according to the palynological analysis. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 6. P. 96–101. (in Russ.)
- Fedorov P.V. (1953). Caspian Quaternary mollusks of the genus *Didacna* Eichwald and its stratigraphic significance. In: *Stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenii i noveishaya tektonika Prikaspiiskoi nizmennosti*. Moscow: Izd-vo AN SSSR (Publ.). P. 112–150. (in Russ.)
- Fedorov P.V. (1957) Stratigraphy of Quaternary deposits and history of development of the Caspian Sea. *Trudy Geologicheskogo instituta Akademii Nauk*. Vol. 10. Moscow: Nauka. (Publ.). 308 p. (in Russ.)
- Fedorov P.V. (1978). The Pleistocene of the Ponto-Caspian Region. Moscow: Nauka (Publ.). 170 p. (in Russ.)
- Fedorova R.V. (1952). Distribution of the pollen and spores by flowing water. *Trudy IGAN SSSR*. Vol. 52. P. 46–72. (in Russ.)
- Grichuk V.P. (1953). Results of paleobotanical study of Quaternary deposits of the Caspian lowland. In: *Stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenii i noveishaya tektonika Prikaspiiskoi nizmennosti*. Moscow: AN SSSR (Publ.). P. 41–56. (in Russ.)
- Grichuk V.P. (1954). Materials to the paleobotanic characteristic of Quaternary and Pliocene deposits of northwest part of the Caspian Depression. *Trudy IGAN SSSR*. Vol. 11. P. 5–79. (in Russ.)
- Grichuk V.P. (1989). Istoriya flory i rastitel'nosti Russkoi ravniny v pleistotsene (History of Flora and Vegetation of the Russian Plain During the Pleistocene). Moscow: Nauka (Publ.). 183 p. (in Russ.)
- Ilyinsky S.M. (1947). Caspian deposits of the eastern part of the North Caucasus lowland. *Geologiya SSSR*. Vol. IX. Part 1. Moscow: Nedra (Publ.). P. 320–335. (in Russ.)
- Kurbanov R.N., Yanina T.A., Murrey A.S., Borisova O.K. (2018). Hyrcanian epoch in the Pleistocene history of the Manych depression. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 3. P. 77–88. (in Russ.)
- Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A., Tudrin A. et al. (2014). Kaspii: gidrologicheskie sobytiya pozdnego kvartera (The Caspian Sea: hydrological events of late Quarter). *Bulletin of the commission on studying of Quaternary period*. Vol. 73. P. 19–51. (in Russ.)
- Malgina E.A. (1952). Sporo-pollen spectrum of surface samples from different geographical zones of the Volga region. *Trudy IGAN SSSR*. Vol. 52. P. 73–90. (in Russ.)
- Molodkov A.N., Bolikhovskaya N.S. (2022). Palaeoenvironmental changes and their chronology during the latter half of MIS 5 on the south-eastern coast of the Gulf of Finland. *Quat. Int.* Vol. 616. P. 40–54.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.10.016>
- Moskvitin A.I. (1962). Pleistocene of the Lower Volga Region. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*. Vol. 64. 264 p. (in Russ.)
- Nevesskaja L.A. (2007). History of Genus *Didacna* (Bivalvia: Cardiidae). *Paleontol. J.* Vol. 41. No. 9. P. 861–949.
- Nevesskaya L.A. (1958). Chetvertichnye morskije mollyuski Turkmenii (Quaternary Sea mollusks of Turkmenistan) Moscow: Izd-vo Akademii nauk SSSR (Publ.). 82 p. (in Russ.)
- Nikolaev V.A. (2007). Eurasian semi-desert (to 100-yr anniversary of the discovery of natural semi-desert zone). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 6. P. 3–9. (in Russ.)
- Popov G.I. (1967). Hyrcanian transgression in the Northern Caspian Sea. *Bulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. Vol. 33. P. 77–86. (in Russ.)
- Popov G.I. (1983). Pleistotsen Chernomorsko-Kaspiiskikh proливov (The Pleistocene of the Black Sea – Caspian Sea Straits) Moscow: Nauka (Publ.). 268 p. (in Russ.)
- Pravoslavlev P.A. (1908). Materials to the knowledge of the Lower Volga Caspian deposits. *Izvestiya Varshavskogo universiteta*. No. 2. P. 159–254. (in Russ.)
- Rychagov G.I. (1997). Pleistotsenovaya istoriya Kaspiiskogo morya (Pleistocene history of the Caspian Sea) Moscow: Izd-vo Mosk. Universiteta (Publ.). 267 p. (in Russ.)
- Rychagov G.I. (2016). Hyrcanian epoch in the history of the Caspian Sea. *Geomorfologiya*. No. 1. P. 3–17. (in Russ.)
- Safronova I.N. (2002). Phytoecological mapping of the Northern Caspian Sea Region. In: *Geobotanicheskoe kartografirovanie 2001–2002*. Sankt-Peterburg: Botanicheskii institut RAN (Publ.). P. 44–65. (in Russ.)
- Safronova I.N., Stepanova N. Yu. (2018). Current vegetation cover of the Caspian Lowland in the south-east of European Russia. *Povolzhskii J. of Ecology*. No. 1. P. 76–86. (in Russ.).
<https://doi.org/10.18500/1684-7318-2018-1-76-86>
- Sedaykin V.M. (1988). Opornye razrezy chetvertichnykh otlozhenii Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Quaternary deposits of the North-Western Caspian Sea). Moscow: Dep. VINITI. No. 1594-B-88. 190 p. (in Russ.)
- Shkatova V.K. (1975). Stratigraphy of the Pleistocene deposits of the lower Volga and Ural rivers and their correlation. PhD thesis. Leningrad: VSEGEI. 26 p.
- Shkatova V.K. (2005). Unified (for Land and Sea) Regional Stratigraphic Scheme of the Caspian Upper Pleistocene and Holocene (Project). In.: *Quarter-2005*. Syktyvkar: Geoprint (Publ.). P. 466–467. (in Russ.)
- Sorokin V.M., Yanina T.A., Bezrodnikh Y.P., Romanyuk B.F. (2018). Identification and age of submarine Girkanian sediment beds (upper Pleistocene) in the Caspian Sea. *Quat. Int.* Vol. 465. Part A. P. 152–157.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.08.044>
- Svitoch A.A. (2014). Bol'shoi Kaspii: stroenie i istoriya razvitiya (The Great Caspian Sea: structure and history of development). Moscow: MGU (Publ.). 272 p. (in Russ.)
- Svitoch A.A., Makshaev R.R. (2017). Relationships of paleogeographic events in the Pont-Manych-Caspian System in the Late Pleistocene-Holocene. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 2. P. 24–32. (in Russ.)
- Svitoch A.A., Selivanov A.O., Yanina T.A. (1998). Paleogeographic events of the Pleistocene Ponto-Caspian and Mediterranean (materials on reconstruction and correlation). Moscow: Rosselkhozakademiya (Publ.). 288 p. (in Russ.)
- Svitoch A.A., Yanina T.A. (1997). Quaternary deposits of the Caspian Sea coasts. Moscow: Rosselkhozakademiya (Publ.). 264 p. (in Russ.).

- Tudryn A., Chalief F., Lavrushin Yu.A. et al. (2013). Late Quaternary Caspian Sea environment: Late Khazarian and Early Khvalynian transgressions from the lower reaches of the Volga River. *Quat. Int.* Vol. 292. P. 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.10.032>
- Tyurina L.S. (1961). Sporo-pollen characteristics of the Quaternary and the upper Pliocene deposits of the Lower Volga region. In: *Materialy Vsesoyuznogo soveshchaniya po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. Vol. 1. Moscow – Leningrad: AN SSSR (Publ.). P. 288–295. (in Russ.)
- Vasiliev Y.M. (1961). Antropogen Yuzhnogo Zavolzh'ya (Anthropogene of the Southern Volga Area) Moscow: AN SSSR (Publ.). 128 p. (in Russ.)
- Vasiliev Y.M., Fedorov P.V. (1965). On the stratigraphic position of the Upper Khazarian deposits of the Lower Volga region in a unified scale of the Caspian region. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Seriya geologicheskaya*. No. 12. P. 45–64. (in Russ.)
- Vronsky V.A. (1965). Palinologicheskie komplekсы verkhnepliotsenovykh i chetvertichnykh otlozhenii Prikaspiiskoi nizmennosti i ikh stratigraficheskoe znachenie (Palynological complexes of Upper Pliocene and Quaternary deposits of the Caspian lowland and their stratigraphic significance). PhD thesis. Rostov-na-Donu: Rostovskii universitet. 22 p.
- Vronsky V.A. (1966). To characterization of the Upper Pliocene and Pleistocene landscapes of the south-west of the Caspian lowland. In: *Znachenie palinologicheskogo analiza dlya stratigrafii i paleofloristiki*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 205–209. (in Russ.)
- Vronsky V.A. (1976). *Marinopalinologiya yuzhnykh morei* (Marine Palynology of the Southern Seas). Rostov-na-Donu: Izd-vo Rost. un-ta (Publ.). 200 p. (in Russ.)
- Wesselingh F.P., Neubauer T.A., Anistratenko V.V. et al. (2019). Mollusc species from the Pontocaspian region – An expert opinion list. *ZooKeys*. Vol. 827. P. 31–124. <https://doi.org/10.3897/zookeys.827.31365>
- Yakhimovich V.L., Nemkova V.K., Dorofeev P.I., Suleimanova F.I. et al. (1986). Pleistotsen nizhnego techeniya r. Ural (Pleistocene in the lower reaches of the Ural River). Ufa: BF AN SSSR (Publ.). 136 p. (in Russ.)
- Yanina T.A. (2005). *Didakny Ponto-Kaspiya* (Didacna of the Ponto-Caspian). Moscow – Smolensk: Madzhenta (Publ.). 300 p. (in Russ.)
- Yanina T.A. (2012). Neopleistotsen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyatsiya (Neopleistocene of the Ponto-Caspian Region: Biostratigraphy, Paleogeography, Correlation). Moscow: Geograficheskii fakul'tet MGU (Publ.). 264 p. (in Russ.)
- Yanina T.A. (2013). The evolution of the environment of Ponto-Caspian in the conditions of global climate change during the late Pleistocene. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 1. P. 3–16. (in Russ.)
- Yanina T., Bolikhovskaya N., Kurbanov R., Sorokin V. (2018). Caspian Sea paleogeography during the Late Pleistocene. New data. In: *Abstracts of the International conference "Loessfest 2018 Diversity of loess: properties, stratigraphy, origin and regional features"*. Volgograd: Volgograd. State University (Publ.). P. 14–17.
- Yanina T., Bolikhovskaya N., Sorokin V. (2018). The Athelian regression of the Caspian Sea as a reflection of climate changes in the Late Pleistocene. In: *XXXVI Plenum Geomorfologicheskoi komissii RAN: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Geomorfologiya – nauka XXI veka"*. Barnaul: Altaiskii Universitet (Publ.). P. 421–425. (in Russ.)
- Yanina T., Bolikhovskaya N., Sorokin V. et al. (2021). Paleogeography of the Atelian regression in the Caspian Sea (based on drilling data). *Quat. Int.* Vol. 590. P. 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.07.023>
- Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B. (2014). Hyrcanian epoch in the Pleistocene history of the Caspian Sea. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 3. P. 3–9. (in Russ.)
- Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B. (2018). Late Pleistocene climatic events reflected in the Caspian Sea geological history (based on drilling data). *Quat. Int.* Vol. 465. P. 130–141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.003>