АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2024, том 30, № 2 (*99*), *с. 119-135*

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.41

БИОРАЗНООБРАЗИЕ МАЛАКОФАУНЫ В СИСТЕМЕ КАСПИЙ-МАНЫЧ-ПОНТ В ЭПОХУ ПОСЛЕДНЕГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ

© 2024 г. Т.А. Янина*, Д.В. Семиколенных, В.М. Сорокин***

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1
E-mail: didacna@mail.ru, vsorok@geol.msu.ru
***Университет Витватерсранда*
Южно-Африканская Республика, Йоханнесбург, WITS, 2050
E-mail: daria.semikolennykh@wits.ac.za

Поступила в редакцию 07.09.2023. После доработки 30.11.2023. Принята к публикации 01.12.2023.

Выявлены условия формирования биоразнообразия и их сравнительный анализ на отдельных этапах развития бассейнов Понто-Каспия в эпоху МИС 5. Работа выполнена на основе результатов изучения материалов многолетних полевых исследований в Каспийском, Азово-Черноморском регионе и Манычской депрессии. Биоразнообразие малакофауны в системе Каспий-Маныч-Понт в климатических условиях эпохи МИС 5 неразрывно связано с историей развития бассейнов. В Каспии реконструированы 2 трансгрессивных бассейна: позднехазарский и гирканский. Позднехазарская малакофауна северной части палео-Каспия представлена 26 видами, основная часть из которых – это каспийские эндемики, относящиеся к семейству Cardiidae. Руководящий вид – *Didacna surachanica* Andrusov, 1910. В составе гирканской малакофауны – 22 вида, основная часть из которых также является каспийскими эндемиками. Характерные виды – *Didacna subcatillus* Andrusov, 1910 и *Didacna cristata* Bogachev, 1932. Состав малакофауны определялся основными факторами: степенью унаследованности от предшествующего бассейна, соленостью и температурой водной среды, привносом с речным стоком пресноводной фауны. Значительно влияние «случайных» катастрофических факторов, таких как прорыв приледникового озера и сток его вод в Каспий, резко изменивший биоразнообразие гирканского бассейна по сравнению с позднехазарским. В Понте тремя стадиями развивалась карангатская трансгрессия. Малакофаунистический состав в северо-восточной части Понта представлен 37 видами, основная часть из которых – морские средиземноморские виды, как эвригалинные, так и стеногалинные. Каждая стадия охарактеризована присущим ей комплексом малакофауны с разной степенью развития в них эвригалинных или стеногалинных элементов. Наибольшим разнообразием и присутствием самых галофильных элементов отличался второй комплекс, отвечающий максимальной стадии трансгрессии. Важной особенностью третьего комплекса является присутствие каспийских видов, характерных для гирканской трансгрессии Каспия. В Манычской депрессии реконструированы события, тесно связанные с развитием Каспия и Понта: ингрессионный залив карангатской трансгрессии Понта во вторую стадию ее развития; сокращение протяженности залива, с одновременным наступлением вод гирканской трансгрессии и их сбросом в залив; полное освобождение депрессии от карангатских вод и сброс вод гирканской трансгрессии в Карангатский бассейн в третью стадию развития. В Понте видовое разнообразие определялось составом малакофауны, мигрировавшей в него из Средиземного моря. На завершающих стадиях развития карангатской трансгрессии ее фаунистический состав испытал влияние каспийских инвазивных видов, проникших в Понт с водами гирканской трансгрессии через Манычский пролив. В Каспии формирование состава малакофауны носило преимущественно эволюционный характер. Эволюционная составляющая в развитии черноморской малакофауны отсутствовала; ее формирование имело миграционный характер.

Ключевые слова: поздний плейстоцен, изменения климата, позднехазарская трансгрессия, гирканская трансгрессия, карангатская трансгрессия, эволюция видов, миграции малакофауны.
DOI: 10.24412/1993-3916-2024-2-119-135
EDN: NVDSVE

Система Каспий-Маныч-Понт включает отличающиеся природными особенностями и историей палеогеографического развития внутриконтинентальные водоемы – реликты Паратетиса. Каспийское море – изолированный бассейн, Азово-Черноморский бассейн (Понт) через систему проливов и Мраморное море имел связь с Мировым океаном, Манычская депрессия периодически представляла пролив между Каспием и Понтом. Развитие природной среды в звеньях системы в позднем квартере характеризовалось сложной динамикой, вызванной преимущественно глобальными и региональными изменениями климата. Выявление динамики экосистем в регионе является важным аспектом для создания палеогеографической основы для прогнозных оценок состояния природной среды бассейнов в условиях климатических изменений.

Моллюски, являющиеся важной составляющей экосистем, чутко реагируют на изменения физико-географических и гидрологических условий бассейнов и служат важным индикатором изменений природной среды. Формирование биоразнообразия малакофауны в каждом бассейне системы определяется его географическим положением, параметрами среды (в первую очередь температурой и соленостью воды, а также характером грунта и связанными с ним геохимическими процессами) и историей развития бассейна. Анализ малакофауны и ее сравнительный анализ был выполнен для Северного Каспия и Северо-Восточной области Черного моря, поскольку именно в этих составных частях сложной системы Понто-Каспия наиболее ярко проявилось воздействие колебаний уровня моря под влиянием климатических изменений и тесно связанное с ними функционирование пролива в Манычской депрессии.

Для палеогеографического анализа малакофауны мы выбрали последнюю межледниковую эпоху квартера, отвечающую морской изотопной стадии (МИС) 5e. Микулинское межледниковье (эемское в палеогеографических схемах Западной и Центральной Европы) является хорошо изученным временным интервалом, описанным в многочисленных научных публикациях. Однако его позиция в геохронологической схеме и его временной интервал остается дискуссионным вопросом палеогеографии плейстоцена (Helmens, 2014). Большинством специалистов признается, что межледниковью соответствует МИС 5e (Shackleton, 1969). Его продолжительность оценивается в 13 тыс. лет – между 128 и 115 тыс. лет назад (л.н.). Такая геохронологическая позиция межледниковья принята Международной стратиграфической комиссией (Litt, Gibbard, 2008; Head, 2019). Многие исследователи в межледниковье включает не только МИС 5e, но и 5d (Kukla et al., 2002; Brauer et al., 2007), а Н.С. Болиховская и А.Н. Молодьков (2000; Болиховская, 2007) соотносят с микулинским межледниковьем всю МИС 5, выделяя внутри межледниковья эндотермальные похолодания. С каждым годом появляется новый материал, дающий многочисленные данные, но не приводящий к единству мнений. В работе G. Kukla с соавторами (1997) предложено считать теплый период, выделенный по разрезам западной Европы, как эемское межледниковье sensu stricto (s.s.), а интервал существования термофильной лесной растительности в юго-западной и южной Европе – как эемское межледниковье sensu lato (s.l.). По этой причине мы рассматриваем в статье всю стадию МИС 5. Палеогеографический анализ этой эпохи квартера актуален тем, что именно в ней большинством исследователей видится аналог современного межледниковья (МИС 1) и сравнивается их развитие. Выявление условий формирования биоразнообразия и их сравнительный анализ на отдельных этапах развития бассейнов Понто-Каспия в эпоху МИС 5 – основная задача статьи. Ее решение важно для понимания современного состояния биоразнообразия и его изменений в условиях меняющегося климата.

Материалы и методы

Работа выполнена на основе результатов изучения материалов многолетних полевых исследований в Каспийском регионе, Азово-Черноморском регионе и Манычской депрессии (рис. 1). В Каспийском регионе исследованиями охвачены естественные обнажения в районах Прикаспийской низменности: Северо-Западный Прикаспий, Нижнее и Среднее Поволжье, Волго-Уральское междуречье, долина р. Урал. Изучен керн более 20 скважин из Северного Каспия (бурение выполнено ООО «МорИнжГеология», Рига). В Черноморском регионе мы изучили естественные обнажения на Керченском и Таманском полуостровах и осадки керна скважин в северо-восточном секторе Черного моря; в долине Маныча – естественные разрезы и керн скважин, пробуренных для выявления взаимосвязи между Каспием и Понтом в отдельные эпохи позднего плейстоцена.

Как отложения естественных разрезов, так и керн скважин изучены комплексом методов. Мы выполнили литологический и малакофаунистический анализы. Литологический анализ позволяет оценить донные отложения, в которых обитали моллюски, их фациальную принадлежность, а также динамику водной среды. Малакофаунистический анализ включает изучение таксономического состава раковинного материала, тафономических особенностей залегания в осадках, биостратиграфического распределения по разрезу, исторического развития, филогении, биогеографии моллюсков. Для контроля результатов и получения дополнительных палеогеографических сведений о бассейнах обитания малакофауны использованы результаты геоморфологического, палинологического, микрофаунистического, геохронологического и других анализов отложений, полученных разными исследователями и опубликованных в научной литературе. Для районов, не охваченных нашими исследованиями, использованы иные опубликованные данные. На все использованные источники в тексте статьи имеются ссылки.

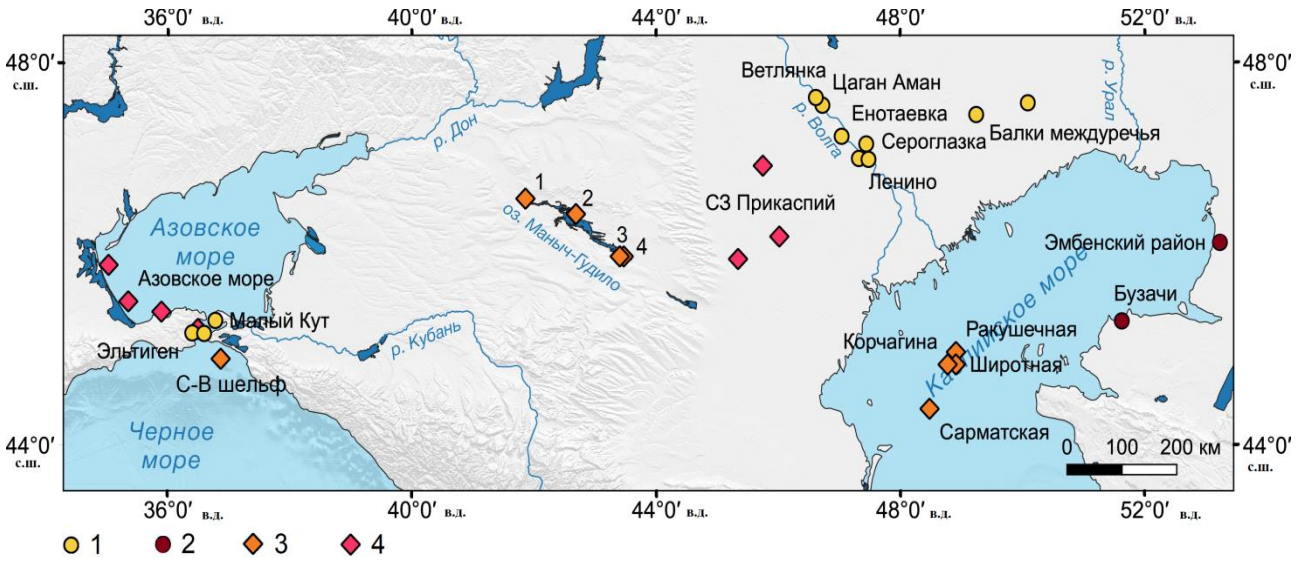

Рис. 1. Местонахождения с позднехазарской и гирканской малакофауной. *Условные обозначения:* 1 – естественные разрезы, изученные авторами, 2 – естественные разрезы, заимствованные из публикаций, 3 – скважины, изученные авторами, 4 – скважины, заимствованные из публикаций.

Результаты

Каспий. Позднехазарский бассейн. Согласно опубликованным нами ранее палеогеографическим реконструкциям (Янина и др., 2014; Yanina et al., 2018; Sorokin et al., 2018), в начале позднего плейстоцена, в эпоху МИС 5, в Каспии имела место позднехазарская трансгрессивная эпоха, в развитии которой выделены две трансгрессии (стадии): позднехазарская и гирканская. Позднехазарский трансгрессивный бассейн имел максимальный уровень около -10 м н.у.м. БС. Границы моря и берега описаны в работе О.К. Леонтьевой с соавторами (1977). В Северном Прикаспии мы изучили отложения позднехазарского трансгрессивного бассейна в естественных обнажениях в Нижнем Поволжье и на Волго-Уральском междуречье. В Нижнем Поволжье верхнехазарские отложения с фауной вскрываются в разрезе Сероглазка и Ленино (стратиграфическое описание дано в других работах (Свиточ, Янина, 1997; Янина, 2012)). Видовой состав малакофауны приведен в таблице 1. На Волго-Уральском междуречье – выходы отложений позднехазарского бассейна редки. Они встречены нами в долине ручья Горький, где в песках под ательскими континентальными суглинками вскрываются глины и пески с раковинами *Didacna nalivkini* Vassoevich, 1930, *Didacna surachanica* Andrusov, 1910, *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771, *Laevicaspia caspia* (Eichwald, 1838). Осадки с аналогичным составом дидакн встречены в ряде балок. Помимо дидакн в них многочисленны *Monodacna caspia* (Eichwald, 1829), *Adacna laeviuscula* (Eichwald, 1829), *Adacna vitrea* (Eichwald, 1829), *Hypanis plicata* (Eichwald, 1829), *Dreissena polymorpha*.

Таблица 1. Состав позднехазарской и гирканской малакофауны в местонахождениях Каспийского региона.

Местонахождения / Виды	Позднехазарская фауна									Гирканская фауна								
	С-З Прикаспий	Ленино	Сероглазка	Балки междуречья	Эмбенский район	Бузачи	Ракушечная	Широтная	Корчагина	С-З Прикаспий	Цаган-Аман	Ветлянка	Енотаевка	Селитренное	Ракушечная	Широтная	Корчагина	Сарматская
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
Didacna surachanica Andrusov, 1910	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	П	П									
Didacna nalivkini Vassoevich, 1930			М	П			П	П	П									
Didacna ovatocrassa Pravoslavlev, 1939	Р																	
Didacna subcrassa Pravoslavlev, 1939			М						Р									
Didacna cf. pontocaspia Pavlov, 1925			М															
Didacna pallasi Pravoslavlev, 1939		П	Р				Р			Р		Р			Р			
Didacna subcatillus Andrusov, 1910	Р									Р	Р			П	Р	П	П	
Didacna shuraosenica Svitoch, 1978			Р															
Didacna aff. *čelekenica* Fedorov, 1948						Р												
Didacna ex gr. *crassa* (Eichwald, 1829)						П												
Didacna subovalis Pravoslavlev, 1939	Р																	
Didacna vulgaris Andrusov, 1910							Р											
Didacna cristata Bogachev, 1932										Р	П			Р	Р		Р	
Didacna umbonata Ebersin, 1958										Р		Р						
Didacna ex gr. trigonoides (Pallas, 1771)												Р		Р				Р
Didacna parallela Bogachev, 1932										Р						Е		
Didacna protracta (Eichwald, 1841)																Е		
Didacna zhukovi Fedorov, 1953										Р								
Didacna ebersini Fedorov, 1953										Р								
Monodacna caspia (Eichwald, 1829)	Р	П		П			Р	Р		П	П	П	П	Р	Р	Р		
Hypanis plicata (Eichwald, 1829)			Р	П			Р			Р	Р							П
Adacna laeviuscula (Eichwald, 1829)	Р			П						Р	Р			Р				
Adacna vitrea (Eichwald, 1829)				П														
Dreissena caspia Eichwald, 1855			Р				П	П	П	П					Р			
Dreissena rostroformis (Deshayes, 1838)							П		Р	П			Р	Р	Р	Р	Р	П
Dreissena polymorpha Pallas, 1771	Р	П	Р	П				П	П	Р		П	П	Р		Р	Р	
Theodoxus pallasi Lindholm, 1924							Р	Р	Р							Р	Р	
Laevicaspia caspia (Eichwald, 1838)			Р	П			П	Р	Р					Р	П	П	Р	П
Clessiniola variabilis (Eichwald, 1838)			Р				Р			Р				П	Р	Р		
Turricaspia spica (Eichwald, 1855)															Е	Р		
Turricaspia grimmi (Clessin & W. Dybowski, 1887)										Р								
Ecrobia grimmi (Clessin, 1887)																Р		
Lithoglyphus caspius (A. Mousson, 1863)										Р						Р		
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Р	Р	Р				П			П		Р						
Sphaerium corneum Linne, 1758	Р						Е											

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Viviparus duboisianus Mousson, 1863	P																	
Valvata piscinalis (O.F.Müller, 1774)							E			E								
Unio Filipsson, 1788 sp.													E					

Примечания к таблицам 1-3: буквами в ячейках показана относительная встречаемость раковин видов (П – преобладают, М – многочисленные, Р – редкие, Е – единичные).

В долине р. Урал мы изучили малакофауну из ряда разрезов, основными из которых являются Мергенево, Калмыково, Харькино, Индерборгский и Индер. Отложения с позднехазарской фауной в них не обнаружены, несмотря на опубликованные данные о распространении отложений этого возраста в долине (Васильев, 1961; Яхимович и др., 1986). Ревизия малакофауны свидетельствует о раннехазарском возрасте описанных авторами фаунистических сообществ (Янина, 2012). К востоку от Урала, в Эмбенском районе, П.В. Федоров (1957) отметил позднехазарскую фауну, включающую *Didacna surachanica* и *Didacna nalivkini*, в отложениях, вскрывающихся в естественных обнажениях под более молодыми хвалынскими осадками, перекрывшими отложения позднехазарского бассейна. Верхнехазарские осадки с фауной описаны этим исследователем севернее урочища Тюп-Муюн-Чапке и на других участках Прикаспийской низменности по обе стороны от долины Эмбы. На полуострове Бузачи ракушечники с позднехазарской фауной *Didacna surachanica, Didacna* aff. *čelekenica* Fedorov, 1948, *Didacna* ex gr. *crassa* (Eichwald, 1829) (преобладает) развиты под более молодыми осадками на абсолютных отметках до -20 м н.у.м. БС.

В северо-западном районе Прикаспия позднехазарская фауна отмечена в отложениях между дельтой Волги, Состинскими озерами и низовьями долины р. Кумы (Геоморфология …, 1958; Попов, 1983). Верхнехазарские пески здесь вскрыты только скважинами. В Северном Каспии скважинами вскрыты осадки позднехазарского бассейна на площадях бурения Ракушечная, Широтная, Корчагина. Видовой состав малакофауны из отложений приведен в таблице 1.

Анализ видового состава позднехазарской малакофауны из отложений северной части палео-Каспия показывает, что она представлена 26 видами, основная часть из которых – каспийские эндемики родов *Didacna, Monodacna, Hypanis, Adacna*, относящиеся к семейству Cardiidae. В четвертичном периоде они обитали как в Каспии, так и в Черноморском бассейне. В настоящее время моллюски рода *Didacna* обитают лишь в Каспийском море. Из каспийской малакофауны дидакны – наиболее пластичные моллюски, чутко реагирующие на смену условий среды. Именно это сделало их руководящим родом для биостратиграфического расчленения отложений и для палеогеографических реконструкций. В состав позднехазарской фауны входят 7 видов дидакн, отмеченных в более древних фаунистических сообществах региона: *Didacna vulgaris* Andrusov, 1910, *Didacna pallasi* Pravoslavlev, 1939, *Didacna subcatillus* Andrusov, 1910, *Didacna nalivkini, Didacna ovatocrassa* Pravoslavlev, 1939, *Didacna* cf. *pontocaspia* Pavlov, 1925, *Didacna shuraosenica* Svitoch, 1978, *Didacna subcrassa* Pravoslavlev, 1939 встречены в составе раннехазарской фауны (Янина, 2012). Из этих видов лишь *Didacna nalivkini* получил широкое распространение (часто – господствующее) в позднехазарской фауне, остальные виды редки либо единичны. Новым, руководящим для позднехазарской фауны и широко развитым в Северном Каспии является лишь один вид – *Didacna surachanica*.

От раннехазарской фауны в целом позднехазарская отличается явным преобладанием в ее составе раковин двух видов – *Didacna surachanica* и *Didacna nalivkini*, относящимся к крассоидным дидакнам; слабым распространением катиллоидных форм и отсутствием тригоноидных, массивностью основных ее представителей, часто большими размерами раковин. Крассоидные дидакны среди всех каспийских видов предпочитают наивысшую соленость – до 16‰. Присутствие в составе фаунистических сообществ сравнительно большого числа видов родов *Monodacna, Hypanis, Adacna* и *Dreissena*, обитающих в более опресненных условиях (относятся к слабо солоноватоводным видам), а также, как правило, пресноводного вида *Corbicula fluminalis* (O.F. Müller, 1774) и редких представителей пресноводной фауны (рода: *Sphaerium, Viviparus, Valvata, Unio*) свидетельствует о значительном влиянии волжских вод на Северный Каспий. Однако по сравнению с современным

Северным Каспием позднехазарский бассейн был более соленым – на 4-5‰.

Позднехазарский бассейн был тепловодным, на что указывает массивность каспийских раковин и широкое распространение теплолюбивого вида *Corbicula fluminalis*, ныне обитающего лишь в южных районах Каспийского региона. Пыльцевые спектры указывают на теплый сухой климат эпохи (Абрамова, 1972; Яхимович и др., 1986). Образование сцементированной карбонатной корки на поверхности мелководных осадков (Янина и др., 2014) также указывает на теплые климатические условия.

Гирканский бассейн. Реальность существования этого трансгрессивного бассейна остается дискуссионной на протяжении не одного десятилетия. Эта трансгрессия как самостоятельный этап в развитии Каспия была установлена Г.И. Поповым (1967) в результате анализа бурового материала в Северо-Западном Прикаспии и долине Восточного Маныча. Большинство исследователей отвергало его существование (Васильев, Федоров, 1965; Федоров, 1978; Shkatova, 2010; Свиточ и др., 1998). Анализ буровых материалов с акватории Северного Каспия позволил нам вернуться к этой проблеме и подтвердить существование Гирканского бассейна (Янина и др., 2014; Sorokin et al., 2018). В строении верхнеплейстоценовой толщи в Северном Каспии установлена толща каспийских осадков, отвечающая этому бассейну. Отложения с гирканской малакофауной вскрыты рядом скважин на площадях Ракушечная, Широтная, Корчагина и Сарматская (табл. 1).

Что касается Северного Прикаспия, то, согласно Г.И. Попову (1983), гирканские отложения в южной части Сарпинско-Приергенинского Прикаспия залегают с перерывом на верхнехазарских отложениях. Руководящий верхнехазарский вид *Didacna surachanica* в них отсутствует (табл. 1). У подножия южных Ергеней среди дидакн преобладают *Didacna cristata* Bogachev, 1932, реже встречаются *Didacna zhukovi* Fedorov, 1953, *Didacna* aff. *parallela* Bogachev, 1932 и *Didacna subcatillus*. В предустьевых участках балок появляется много пресноводных раковин. По данным С.М. Ильинского (1947), в Терско-Кумской низменности буровыми скважинами вскрыты осадки верхнехазарского горизонта с раковинами *Didacna nalivkini* и *Didacna surachanica*. Горизонт, залегающий выше, представляет по своей фауне (*Didacna praetrigonoides* Nalivkin et Anisimov, 1914, *Didacna* aff. *parallela*, *Dreissensia*, *Corbicula fluminalis*) отложения, переходные от хазарского яруса к хвалынскому; С.М. Ильинский условно отнес его к низам хвалынского яруса. Именно эту фауну (и горизонт) Г.И. Попов (1983) выделил как гирканскую. Он же описал (Попов, 1967, 1983) гирканскую фауну 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* Popov, 1983, *Didacna cristata*, *Didacna subcatillus*, *Didacna zhukovi* и *Didacna hyrcana* Popov, 1983. 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 (но с более опресненной фауной).

Мы также изучили малакофауну из перечисленных местонахождений. В разрезах Енотаевка, Цаган-Аман, Ветлянка, Селитренное выделяются фаунистические сообщества, по таксономическому составу близкие гирканской малакофауне (табл. 1). Особенностью распространения этой фауны является ее встречаемость за пределами развития позднехазарской фауны с руководящим видом *D. surachanica*; ни в одном разрезе мы не встретили в совместном залегании эти две фаунистические группировки. Предварительно было сделано заключение о гирканском возрасте отмеченной фауны.

Анализ видового состава гирканской малакофауны из отложений северной части палео-Каспия показывает, что она представлена 22 видами, основная часть из которых, как и в позднехазарской фауне, это каспийские эндемики родов *Didacna*, *Monodacna*, *Hypanis*, *Adacna*. Из видов руководящего рода *Didacna*, распространенных в позднехазарской фауне, в гирканской отмечены лишь два – *Didacna pallasi* и *Didacna subcatillus*. Первый из них редок, второй же, напротив, составляет основу гирканской фауны, тогда как в позднехазарской встречается редко. Характерными видами для гирканской фауны являются *Didacna subcatillus* и *Didacna cristata*. В составе дидакн преобладают, в отличие от позднехазарской, тригоноидные и катиллоидные формы, что свидетельствует о более низкой солености бассейна. Многочисленные слабо солоноватоводные виды подтверждают это. Находки раковин *Corbicula fluminalis* указывают на его тепловодность. Бассейн был опреснен и по размерам превосходил позднехазарский. Палиноспектры указывают на незначительное

похолодание и увлажнение климата (Янина и др., 2014).

Обилие в составе гирканской фауны катиллоидных и тригоноидных дидакн, а также первое появление видов *Didacna parallela, Didacna protracta* Eichwald, 1841, *Didacna zhukovi, Didacna ebersini* Fedorov, 1953, получивших широкое распространение на следующем этапе развития Каспия – в хвалынском бассейне – и создающих в целом ее «хвалыноподобный» облик, привело к тому, что Л.А. Невесская в своей монографической работе (Nevesskaja, 2007) описала гирканскую фауну как хвалынскую. По нашему мнению, отнесение описанной малакофауны к хвалынской некорректно, поскольку этому противоречит стратиграфическое положение включающих ее отложений: осадки с «настоящей» хвалынской малакофауной отделены от гирканских отложений мощной толщей разнофациальных, в основном субаэральных, ательских образований, несущих ряд ископаемых почв, свидетельствующих о продолжительной регрессии Каспия между этими трансгрессивными бассейнами. Между позднехазарской и гирканской трансгрессивными стадиями реконструируется снижение уровня моря, отраженное в строении осадочной толщи в Северном Каспии (Bezrodnykh et al., 2015; Янина и др., 2014). В настоящее время нет данных, по которым можно было бы судить о масштабе регрессивной фазы.

Возрастные оценки этих палеогеографических событий получены на основе данных датирования. Согласно ураноиониевым датировкам, возраст позднехазарского трансгрессивного этапа составляет 127-122 тыс. лет (Shkatova, 2010). Методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) возраст континентальных осадков, отвечающий позднехазарской и гирканской стадиям Каспия, определен в рамках всей стадии МИС 5 (Янина и др., 2017; Kurbanov et al., 2022).

Маныч. Манычская депрессия в истории Понто-Каспия играла важную роль как область периодически открывавшегося пролива между бассейнами. Поднятия Зунда-Толга и Сальское, расположенные в ее восточном и западном районах соответственно, в плейстоцене служили «порогами» для проникновения в нее вод как из Каспия, так и из Черного моря. Строение осадочной толщи в депрессии дает уникальную возможность для анализа соотношения каспийских и черноморских отложений, для реконструкции взаимосвязи бассейнов и периодов функционирования пролива. Мы изучили керн четырех скважин в центральной части Манычской депрессии. Скважина 1 пробурена в 7 км к юго-западу от г. Пролетарск; скважина 2 – в 5 км к северо-северо-западу от пос. Маныч (Курбанов и др., 2018); скважина 3 – на о. Левый в 3 км к западу от трассы Р-216; скважина 4 – на северном берегу о. Левый в 4 км к востоку от трассы Р-216 (Семиколенных, 2022).

В нижней части керна скважин 1 и 2, расположенных в западной половине центральной части депрессии, залегают отложения, включающие раковины морских карангатских моллюсков (табл. 2). Все виды эвригалинные и умеренно стеногалинные, а стеногалинные отсутствуют. Сообщество малакофауны характеризует морские условия с соленостью бассейна около 18‰. Карангатские отложения перекрыты слоем с раковинами как каспийских (преобладают), так и черноморских моллюсков (табл. 2). Морские виды являются представителями самой эвригалинной карангатской фауны. Каспийские моллюски относятся к характерным видам гирканской трансгрессии Каспия. Сообщество отвечает водоему со смешением черноморских и каспийских вод с соленостью 10-12‰. В керне скважины 4, расположенной в восточной половине центральной части депрессии, также определены отложения со смесью морских и каспийских моллюсков. *Cerastoderma glaucum* Bruguiere, 1789 – самый эвригалинный карангатский вид; *Didacna cristata, Didacna hyrcana* – характерные виды гирканской фауны Каспия. Условия солености – 8-10‰.

Выше слоя со смешанной фауной в керне скважин 1 и 2 залегают осадки с раковинами каспийских моллюсков (табл. 2). Дидакны представляют гирканскую фауну Каспия. Состав малакофауны характеризует солоноватоводный (каспийский) водоем с соленостью 8-10‰. Слой с гирканской малакофауной вскрыт и скважиной 4.

Судя по строению осадочной толщи и составу содержащихся в ней раковин моллюсков, можно предположить развитие в центральной части Манычской депрессии следующих палеогеографических событий. 1) Ингрессионный залив карангатской трансгрессии Черного моря. О том, что это был залив, а не пролив, свидетельствует отсутствие каких-либо видов карангатской фауны в Каспии и их постепенное исчезновение уже к восточному краю центральной области депрессии. 2) Карангатский залив, отступивший до западной половины центральной части депрессии, со сбросом в него вод гирканской трансгрессии Каспия. Методом ОСЛ датирования возраст этого события определен

примерно в 119 ± 7 тыс. лет назад (Курбанов и др., 2018). 3) Освобождение центральной части депрессии от карангатских вод и заполнение ее водами гирканской трансгрессии. Время этого события определено методом ОСЛ датирования в 107 ± 7 тыс. лет назад (Курбанов и др., 2018).

Понт. Согласно единодушному мнению исследователей Черноморского региона, в начале позднего плейстоцена, в МИС 5, здесь развивалась крупная межледниковая трансгрессия – карангатская (Архангельский, Страхов, 1938; Невесская, 1965; Федоров, 1965, 1978; Сорокин, 2011; Янина, 2012; Krijgsman et al., 2019). Она характеризовалась наивысшим в неоплейстоцене уровнем (на 6-7 м выше современного) и наивысшей соленостью (до 30‰). В развитии трансгрессии установлена этапность: две трансгрессивные стадии выделены П.В. Федоровым (1963, 1978) и Т.А. Яниной (2012); три фазы трансгрессии установлены Л.А. Невесской (1965), В.В. Янко с соавторами (1990), А.Е. Додоновым с соавторами (2000), А.Л. Чепалыгой (Динамика …, 2002) и А.А. Свиточем (2009).

В северо-восточной области региона мы изучили естественные обнажения, вскрывающие карангатские отложения с фауной на Керченском и Таманском полуостровах, а также материалы бурения на прилегающем шельфе.

Таблица 2. Состав карангатской и гирканской малакофауны в местонахождениях Маныча.

Местонахождения / Виды	Карангатская фауна		Карангатско-гирканская фауна			Гирканская фауна		
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 4
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	M	M	P	P	E			
Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791)	M	P	P					
Ostrea edulis (Linnaeus, 1758)	M	M	E					
Chamelea gallina (Linnaeus, 1758)	M	P						
Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791)	P	E						
Loripes orbiculatus (Poli, 1795)	E							
Paphia senescens (Cocconi, 1873)	E	E						
Donax sp.	E							
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)	P	P						
Didacna pallasi Pravoslavlev, 1939					E		E	
Didacna subcatillus Andrusov, 1910							E	P
Didacna cristata Bogachev, 1932			M	M	M	M	M	P
Didacna hyrcana Popov, 1983					E	E	E	P
Didacna elongatoplana Popov, 1983								P
Didacna cristata –ebersini (Fedorov, 1953)							E	
Monodacna caspia (Eichwald, 1829)			M	E	P	M	M	
Dreissena caspia Eichwald, 1855			E		P			P
Dreissena polymorpha Pallas, 1771			M			M	M	

Керченский полуостров является опорным районом для изучения черноморских плейстоценовых фаун. Наиболее полный разрез карангата – Эльтиген, предложенный П.В. Федоровым (1963) в качестве стратотипа для карангатских отложений и карангатской фауны. Разрез протяженный (около 4 км), нами изучены отложения в разных его частях. В южной части разреза в морской толще насчитываются три цикла накопления лагунных и прибрежно-морских осадков (Семиколенных, 2022; Семиколенных и др., 2023), которые отражают незначительные колебания уровня карангатского

моря. Особенностью фаунистического состава отложений является распространение самых эвригалинных морских (средиземноморских) видов – *Cerastoderma glaucum* и *Abra segmentum* (Récluz, 1843) на начальном этапе осадконакопления (с заметным доминированием первого), появление эвригалинного вида *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) на следующем этапе, а затем постепенное увеличение численности раковин и видового разнообразия: наряду с *Cerastoderma glaucum, Abra segmentum* и *Mytilaster lineatus* комплекс представлен *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) и *Paphia senescens* (Cocconi, 1873). Выше по разрезу в фаунистическом составе наблюдаются умеренно эвригалинные моллюски *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) и *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), последний преобладает, эвригалинные виды отходят на второй план (табл. 3).

Анализ экологических предпочтений видов моллюсков в обнажении показывает значительное содержание эвригалинных видов с доминированием *Cerastoderma glaucum*, за исключением самой верхней пачки прибрежно-морских песков, где увеличивается видовое разнообразие моллюсков и встречаются характерные для бассейнов с соленостью вод выше 14‰ умеренно эвригалинные и стеногалинные виды. Такое распределение малакофаунистических сообществ по разрезу говорит о постепенном увеличении солености бассейна, при том, что условия осадконакопления менялись от лагунных (илистый слой) к прибрежно-морским (песчаный слой). Наибольшее видовое разнообразие малакофауны, с преобладанием в ней умеренно эвригалинных и стеногалинных видов, отмечено в самой верхней части карангатских осадков этой (южной) части разреза.

Строение центральной части разреза иное. Здесь в карангатской толще выделены две различающиеся условиями осадконакопления пачки отложений. В нижней части обнажения (начальные этапы осадконакопления) в видовом составе малакофауны преобладают умеренно эвригалинные виды с доминированием *Ostrea edulis*. Выше в толще морских отложений появляются стеногалинные виды, в составе сообщества доминируют *Ostrea edulis, Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758), *Chlamelea gallina* и *Abra segmentum*. Далее в его составе появляются *Cerastoderma glaucum, Paphia senescens, Spisula subtruncata* (da Costa, 1778), *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), встречаются редкие раковины *Acanthocardia tuberculata* (Linnaeus, 1758) – самого солелюбивого вида (обитает при солености от 28‰) в составе каранганского фаунистического комплекса. В верхней части морской толщи, в пляжевых осадках, состав фаунистического сообщества представлен эвригалинными и умеренно эвригалинными видами (табл. 3); стеногалинные виды в нем отсутствуют, что свидетельствует о понижении солености бассейна при снижении его уровня.

Сравнительный анализ фаунистического состава южной и центральной частей разреза Эльтиген указывает на менее благоприятные условия обитания для моллюсков во время накопления осадков южной части разреза. Это вызвано неоднократной сменой прибрежно-морской обстановки на лагунную. Для последней было характерно опреснение вод впадающими в лагуну водотоками, а также заиление при дефиците кислорода. Но и в южной, и в центральной частях разреза разнообразие малакофауны увеличивается снизу вверх, по мере развития трансгрессии и увеличения солености.

Л.А. Невесская (1965), выделившая по результатам малакофаунистического анализа отложений этого разреза три фазы карангатской трансгрессии, назвала их: 1) тобечикской, с достаточно бедной фауной морских моллюсков, которые встречаются в Черном море и в настоящее время, 2) карангатской, в которую соленость и температура достигли своего максимума, а четверть фауны составляли средиземноморские галофильные виды, отсутствующие в современном Черном море, 3) тарханкутской с обедненной фауной, отражающей постепенное понижение солености при снижении уровня моря. Многие исследователи приняли эти подразделения.

На Таманском полуострове карангатская фауна изучена нами в разрезах Тузла и Малый Кут. Разрез Тузла расположен на берегу Керченского пролива у основания Тузлинской косы. Строение карангатской толщи в нем, как и состав содержащихся в ней моллюсков, неоднородны (Курбанов и др., 2020; Семиколенных, 2022). В ее основании залегают прибрежно-морские осадки с раковинами эвригалинных и умеренно эвригалинных видов моллюсков *Ostrea edulis, Mytilus galloprovincialis, Solen vagina* (Linnaeus, 1758). Выше наблюдается увеличение биоразнообразия одновременно со снижением относительной встречаемости *Mytilus galloprovincialis*, широкое распространение получают эвригалинные *Cerastoderma glaucum* и *Abra segmentum*, указывающие на обмеление бассейна. Выше по разрезу появляются характерные для максимальной фазы трансгрессии

Flexopecten glaber и *Donax venustus* (Poli, 1795). Слой с ними вновь сменяется появлением *Cerastoderma glaucum* и *Chlamelea gallina* в составе малакофаунистического сообщества, свидетельствующими о фазе обмеления и опреснения бассейна. В залегающем выше слое раковин значительно меньше, в составе малакофаунистического материала преобладает детрит. Очевидно, слой свидетельствует о постепенном отступании моря: выше залегают континентальные отложения.

Таблица 3. Состав карангатской малакофауны в местонахождениях Понта.

Местонахождения	**Эльтиген**			**Тузла**		**Малый Кут**	**Азовское море**	**Керченский пролив**		**С-В шельф**	
Комплексы / Виды	**1***	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**	**3**	**2**	**3**
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	M	M	P	P	P	M	P	P	M	P	P
Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791)	P	P				P	P		P		
Papillicardium papillosum (Poli, 1791)										P	
Acantocardia tuberculata (Linnaeus, 1758)		P						E		P	
Acantocardia paucicostata (G. B. Sowerby II, 1834)				P				P			
Abra segmentum (Récluz, 1843)	M	M	P	P		P					
Abra alba (W. Wood, 1802)								E	P		
Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791)	P	P	P			P	P		E	P	
Paphia senescens (Cocconi, 1873)		P	P	P	P	M	P	P			P
Paphia sp.										P	
Ostrea edulis (Linnaeus, 1758)	P	M	P	P		M		P		P	P
Chamelea gallina (Linnaeus, 1758)	P	M	M	P	P	M	P				P
Flexopecten glaber (Linnaeus, 1758)	P	M		P		P	P	P		P	P
Spisula subtruncata (da Costa, 1778)		M	P	M	M	P		P		P	
Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)		M	P	M	P		P	P		P	P
Mactra corallina (Linnaeus, 1758)		P				P					P
Solen vagina (Linnaeus, 1758)		P		P		P					
Donax venustus (Poli, 1795)		P	P	P				E			
Cerithium vulgatum (Bruguière, 1792)		P		P		P	P	E			
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)		P		P		P			E	P	
Loripes orbiculatus (Poli, 1795)						P	P				
Gastrana fragilis (Linnaeus, 1758)						P					
Irus irus (Linnaeus, 1758)						P					
Gibbula magus (Linnaeus, 1758)						P	P	E		P	
Lucinella divaricata (Linnaeus, 1758)						P					
Varicorbula gibba (Olivi, 1792)							P	P			
Corbula mediterranea(O. G. Costa, 1830)							P		E		
Rissoa splentida (Eichwald, 1830)							P				
Rissoa membranacea(J. Adams, 1800)							P				
Nassa reticulata (Linnaeus, 1758)							P		E	P	P
Retusa truncatula(Bruguière, 1792)							P				
Didacna sp.									P		
Didacna nalivkini Vassoevich, 1930									P		
Didacna cristata Bogachev, 1932									P		P
Didacna subcatillus Andrusov, 1910											P
Dreissena polymorpha Pallas, 1771											P
Lithoglyphus naticoides C. Pfeiffer, 1828											P

Примечания к таблице 3: 1, 2, 3* – карангатские малакофаунистические комплексы.

Палеоэкологический анализ малакофауны разреза Тузла отражает динамику в условиях ее существования: от спокойного мелководного тепловодного бассейна с соленостью 12-14‰ до повышения его уровня и увеличения солености до 17‰ и выше – и вновь до снижения и уровня, и солености. Все виды, обнаруженные в составе отложений разреза, за исключением *Paphia senescens,* обитают в мелководных районах современного Черноморского бассейна, следовательно, соленость в районе мыса Тузла не достигала отметок 28-30‰, характерных для карангатского бассейна, что может быть следствием воздействия локальных опресняющих факторов. Датирование отложений разреза ОСЛ методом (Курбанов и др., 2020; Семиколенных, 2022) показало, что толща морских отложений разреза накапливалась во временном интервале от 132.9 ± 5.8 до 129.0 ± 6.6 тыс. лет назад, что соответствует II фазе карангатской трансгрессии (МИС 5e), выделенной в разрезе Эльтиген, и эпохе микулинского межледниковья.

В разрезе Малый Кут, расположенном на западном берегу Таманского залива, карангатские морские отложения включают в основном средиземноморские виды – как эвригалинные, так и стеногалинные (табл. 3). На северном побережье Азовского моря вскрываются разрезы обширной лессовой равнины. Карангатские морские отложения залегают ниже уровня моря. Малакофауна из них состоит из морских (большей частью эвригалинных и умеренно эвригалинных) видов (табл. 3); иногда в кровле карангатских отложений наблюдается примесь каспийских моллюсков (Семененко, Сиденко, 1979; Попов, 1983). Последние Г.И. Попов (1983) относит к гирканским образованиям.

Карангатская осадочная толща, вскрытая скважинами в Керченском проливе (Геология шельфа …, 1981), включает два малакофаунистических комплекса. Нижний из них представлен средиземноморскими видами, как эвригалинными, так и стеногалинными; верхний имеет эвригалинный состав, встречаются редкие раковины каспийских дидакн (табл. 3). Состав комплексов позволяет отнести первый из них к максимальной второй (по уровню и солености) стадии карангатской трансгрессии, а второй – к третьей стадии развития трансгрессии. Присутствие каспийских гирканских дидакн свидетельствует о влиянии каспийских вод и каспийской фауны на формирование биоразнообразия бассейна.

Мы выполнили малакофаунистический анализ керна трех скважин, пробуренных на шельфе в северо-восточном районе Черного моря на глубине около 22 м в 12 км к юго-востоку от м. Железный Рог. Скважинами вскрыта толща осадков максимальной мощностью 50 м. Карангатские отложения залегают в интервале от 27 до 13 м (Безродных и др., 2019; Сорокин и др., 2022). Нижние 8 м представлены относительно глубоководными глинами с тонкими прослойками песка, насыщенного раковинным детритом, содержащего включения раковин и их обломков: *Mytilaster lineatus, Cerastoderma glaucum, Papillicardium papillosum* (Poli, 1791), *Mytilus galloprovincialis, Flexopecten glaber, Paphia* sp., *Acantocardia tuberculata.* Мы трактуем ее как максимальную фазу трансгрессии.

Выше (6 м) залегает преимущественно песчаная толща, состоящая из двух пачек. Нижняя из них сложена алевритом и мелкозернистым песком с включениями раковин, скопления которых образуют линзовидные прослои. В их составе присутствуют *Ostrea edulis, Chamelea gallina, Acantocardia tuberculata, Nassa reticulata* (Linnaeus, 1758), *Mytilus galloprovincialis, Flexopecten glaber, Gibbula magus* (Linnaeus, 1758), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Spisula subtruncata.* Верхняя пачка имеет более глинистый состав и представляет собой переслаивание песчаных и глинистых осадков. В кровле толщи содержатся многочисленные раковины моллюсков: *Flexopecten glaber, Ostrea edulis, Mytilus galloprovincialis, Paphia senescens, Cerastoderma glaucum, Chlamelea gallina, Nassa reticulata, Mactra corallina* (Linnaeus, 1758), *Dreissena polymorpha, Didacna cristata, Didacna subcatillus, Lithoglyphus naticoides.* Это осадки заключительной фазы трансгрессии с более низким уровнем моря. Особый интерес вызывает нахождение в них, наряду с морскими видами средиземноморского происхождения, раковин солоноватоводных моллюсков, в составе которых – типичные представители гирканского трансгрессивного бассейна Каспия *Didacna cristata* и *Didacna subcatillus.* Выше залегает толща регрессивных отложений.

Анализ видового состава карангатской малакофауны из отложений северо-восточной части Понта показывает, что она представлена 37 видами, основная часть из которых – морские средиземноморские виды, как эвригалинные, так и стеногалинные. Своим появлением и

распространением в Черноморской котловине они обязаны водам тирренской трансгрессии Средиземного моря, последовавшей за межледниковым поднятием уровня Мирового океана; они проникли в Понт после преодоления порога Босфора. В составе карангатской фауны выделяются три комплекса, отвечающие трем стадиям развития одноименной трансгрессии. Первый или самый ранний из них включает наиболее эвригалинные средиземноморские виды (*Cerastoderma glaucum, Abra segmentum*), адаптировавшиеся к обитанию в опресненной водной среде. По мере поступления морских вод и увеличения солености Карангатского бассейна увеличилось разнообразие малакофауны за счет появления умеренно эвригалиных, а затем и умеренно стеногалинных и стеногалинных видов.

Наибольшим разнообразием с присутствием самых галофильных элементов, ныне отсутствующих в Черном море (*Acantocardia tuberculata*), отличается второй комплекс, отвечающий стадии с наивысшим уровнем. Воды тирренской трансгрессии полностью заполнили котловины Черного и Азовского морей, выходя за их пределы и образуя ингрессионный залив в Манычской депрессии, – это самое масштабное поступление средиземноморских вод в Понт в четвертичном периоде, приведшее к наивысшей солености бассейна (до 28‰).

Третий комплекс отличается отсутствием галофильных видов, широким распространением эвригалинной и умеренно эвригалинной фауны. Он отвечает третьей стадии карангатской трансгрессии, с уровнем моря, близким (или несколько ниже) к современному. Важной особенностью этого комплекса является присутствие в нем, наряду со средиземноморской фауной, каспийских солоноватоводных видов, характерных для гирканской трансгрессии Каспия (*Didacna cristata, Didacna subcatillus, Didacna nalivkini*), а также *Dreissena polymorpha* и *Lithoglyphus naticoides.* Присутствие этих видов и их распространение в гирканских отложениях Маныча указывают на функционирование пролива между бассейнами. Сток был односторонним из Каспия в Понт, поскольку представителей морской малакофауны в гирканских отложениях Каспия не обнаружено. Возрастные оценки карангатских отложений определяют временной интервал развития трансгрессии эпохой, отвечающей МИС 5 (Курбанов и др., 2019, 2020; Семиколенных и др., 2023).

Обсуждение

Сравнивая биоразнообразие малакофауны в бассейнах Каспия и Понта в климатических условиях эпохи МИС 5, можно заключить, что оно неразрывно связано с историей их развития. Так, в изолированном Каспии состав малакофауны определялся рядом факторов. Первый фактор – степень унаследованности от малакофауны предшествующего бассейна, что, в свою очередь, зависело от глубины и продолжительности регрессивного этапа между ними, во время которого происходила перестройка состава фауны моллюсков. В настоящее время нет палеогеографических данных о глубине пред-позднехазарской (черноярской) регрессии, но, судя по высокой степени унаследованности позднехазарской фауны от раннехазарской, можно предположить, что она не была значительной. Нет данных и о глубине регрессии между позднехазарским и гирканским бассейнами. Судя по строению осадочной толщи, она также не была значительной.

В случае с позднехазарской трансгрессией повышенная соленость бассейна повлияла на значительное сокращение в составе позднехазарской фауны тригоноидных дидакн, которые составляли основу раннехазарской фауны, и расцвет крассоидных форм. Те же крассоидные виды, которые были унаследованы позднехазарской фауной, приобрели массивность (толстостворчатость) раковин и более крупные размеры. Опреснение гирканского Северного Каспия, очевидно, вызванное стоком в него вод приледникового озера (Panin et al., 2020), привело к значительному изменению видового состава малакофауны, широкому распространению предпочитающих опреснение тригоноидных дидакн (*Didacna cristata*). А широкое распространение в гирканской фауне катиллоидного вида *Didacna subcatillus* – зарывающейся в грунт группы, переносящей недостаток кислорода и высокую мутность водной среды, – подтверждает обильный сток с суши. Таким образом, случайный фактор в виде прорыва приледникового озера и стока его вод в Каспий резко изменил биоразнообразие гирканского бассейна по сравнению с позднехазарским даже несмотря на незначительную регрессивную фазу между бассейнами.

Массивность раковин позднехазарских моллюсков свидетельствует и о тепловодности бассейна, о его благоприятной питательной среде для них. Тепловодность позднехазарского бассейна

подтверждается присутствием в составе фауны пресноводного вида *Corbicula fluminalis* – индикатора теплых условий среды. Этот вид, в меньшем количестве, отмечен и в составе гирканской фауны, что также указывает на тепловодность водоема. Однако, по сравнению с позднехазарским бассейном, условия были более холодные. На это указывают и материалы палинологического анализа (Янина и др., 2014; Sorokin et al., 2018), и относительная тонкостворчатость раковин. Мы полагаем, что важную роль в снижении температуры воды Северного Каспия сыграли не климатические условия, а сток холодных приледниковых вод с севера Европы. Таким образом, температурный фактор также важен при формировании биоразнобразия малакофауны Каспия.

Мы уже отметили присутствие пресноводной корбикулы даже в осолоненных позднехазарских водах, что является следствием влияния волжских вод в приустьевой зоне. Сток рек и привнос с ними пресноводных видов – также один из факторов формирования биоразнообразия малакофауны Каспия.

Поскольку Каспий был изолированным морем-озером, привноса в него элементов морской малакофауны не было. Формирование состава малакофауны носило преимущественно эволюционный характер: изоляция является важным фактором для эволюции. В каждом бассейне с иными условиями среды формировался новый состав моллюсков, свойственный только этому бассейну. Отсюда так велика роль малакофауны в биостратиграфическом расчленении четвертичных отложений Каспия.

В Понте ситуация иная. Черное море как в наши дни (современное межледниковье), так и в межледниковые эпохи четвертичного периода имело связь со Средиземным морем. Чем выше поднимался уровень Океана, тем выше поднимался уровень Средиземного моря, воды которого, преодолев систему порогов Дарданеллы–Босфор, наполняли морской водой котловину Черного моря, в ледниковые эпохи часто имевшего уровень ниже порога Босфора (Янина, 2012). Карангатская трансгрессия была вызвана трансгрессированием Тирренского моря в Средиземноморье. Первое проникновение морских вод в Понт датируется 135-127 тыс. л.н. (Семиколенных, 2022). На этом этапе унаследованные от узунларского бассейна лиманные малакофаунистические комплексы в северо-восточной области моря сменились лиманно-морскими, а затем и морскими, с преобладанием эвригалинных средиземноморских видов, сумевших адаптироваться к опресненным условиям Понта. В пределы Манычской депрессии морские воды в эту начальную фазу развития трансгрессии не проникали.

Развитие второй фазы трансгрессии отвечает максимуму межледниковья (МИС 5e) и самому высокому уровню Мирового океана и Средиземного моря. Уровень карангатского моря в эту стадию превысил современный на 6-7 м. В бассейне расселились наиболее теплолюбивые моллюски, обитающие при солености вод выше 28‰. Некоторые приустьевые районы были опреснены водами впадающих рек: такие условия реконструированы нами в районе озера палео-Тобечик и у восточного побережья Керченского пролива, в районе разреза Тузла. В эту трансгрессивную стадию морские воды проникли вглубь Манычской депрессии на более чем 300 км. В районе современного оз. Маныч-Гудило существовал водоем с соленостью около 18‰. Разнообразие его малакофауны определялось преимущественно возможностью морских карангатских видов существовать в этих условиях солености. Это были эвригалинные и умеренно эвригалинные виды; к восточной части залива биоразнообразие малакофауны сокращалось, господство переходило к эвригалинным видам (лидирующие позиции занимал *Cerastoderma glaucum*).

Третья стадия карангатской трансгрессии отличалась более низким уровнем, близким современному. Разнообразие малакофауны определялось соленостью бассейна: согласно результатам исследований в Мраморном море (Çağatay et al., 2009), объем поступавших средиземноморских вод существенно сократился, при этом усилилось влияние речного стока. В результате из состава малакофауны исчезли стеногалинные элементы. После снижения уровня карангатского моря ингрессионный залив в Манычской депрессии постепенно сокращался, его воды стягивались в черноморскую котловину. Одновременное повышение уровня Каспия и развитие в нем гирканской трансгрессии привело к преодолению каспийскими водами Манычского порога и заполнению ими депрессии. Влияние каспийских вод прослеживается в фаунистическом составе трех скважин: на востоке центральной части Манычской депрессии влияние каспийских вод преобладало, в составе малакофауны господствовали гирканские виды, и лишь единично встречались самые эвригалинные морские моллюски (*Cerastoderma glaucum*); к западу также преобладал этот вид, но количество

моллюсков было существенно выше, разнообразие малакофауны определялось смешением морских (карангатских) и каспийских (гирканских) вод, совместным обитанием средиземноморских и каспийских видов.

В составе малакофауны третьей стадии в северо-восточной области черноморского шельфа были распространены, наряду с карангатскими видами, характерные для гирканской трансгрессии каспийские виды. Их появление обязано отступлению карангатских вод из Манычской депрессии и открытию Гирканского пролива. Разнообразие малакофауны в проливе определялось соленостью его вод, формировавшейся из каспийских гирканских вод, распреснявшихся впадающими в пролив водотоками. Из пресноводных видов в проливе обитали лишь *Dreissena polymorpha*, но их было достаточно много и в Гирканском бассейне, они хорошо адаптировались к обитанию в солоноватых водах.

Таким образом, видовое разнообразие малакофауны в Понте в межледниковую эпоху определялось составом малакофауны, мигрировавшей в него с морскими водами из Средиземного моря. На завершающих стадиях развития карангатской трансгрессии ее фаунистический состав испытал влияние каспийских инвазивных видов, проникших в Понт с водами гирканской трансгрессии через Манычский пролив. Эволюционная составляющая в развитии черноморской малакофауны отсутствовала.

Выводы

Биоразнообразие малакофауны в системе Каспий-Маныч-Понт в климатических условиях эпохи МИС 5 неразрывно связано с историей развития бассейнов.

В Каспии реконструированы два трансгрессивных бассейна: позднехазарский и гирканский. Позднехазарская малакофауна северной части палео-Каспия представлена 26 видами, основная часть из которых – каспийские эндемики, относящиеся к семейству Cardiidae. Руководящий вид – *Didacna surachanica*. В составе гирканской малакофауны – 22 вида, основная часть из которых, как и в позднехазарской фауне, это каспийские эндемики. Характерные виды – *Didacna subcatillus* и *Didacna cristata*.

В Понте тремя стадиями развивалась карангатская трансгрессия. Малакофаунистический состав в северо-восточной части Понта представлен 37 видами, основная часть из которых – морские средиземноморские эвригалинные и стеногалинные виды. Каждая стадия охарактеризована присущим ей комплексом малакофауны с разной степенью развития эвригалинных или стеногалинных элементов. Первый (ранний) комплекс включает наиболее эвригалинные средиземноморские виды, адаптировавшиеся к обитанию в опресненной водной среде. Второй комплекс отличается наибольшим разнообразием и присутствием самых галофильных элементов, ныне отсутствующих в Черном море. Третий комплекс отличается отсутствием галофильных видов, широким распространением эвригалинной и умеренно эвригалинной фауны. Его важной особенностью является присутствие каспийских видов, характерных для гирканской трансгрессии Каспия.

В Манычской депрессии реконструированы события, тесно связанные с развитием Каспия и Понта: ингрессионный залив карангатской трансгрессии Понта во вторую стадию ее развития; сокращение протяженности залива с одновременным наступлением вод гирканской трансгрессии и их сбросом в залив; полное освобождение депрессии от карангатских вод и заполнение ее водами гирканской трансгрессии с их сбросом в карангатский бассейн в его третью стадию развития.

В изолированном Каспии состав малакофауны определялся основными факторами: степенью унаследованности от малакофауны предшествующего бассейна (что, в свою очередь, зависело от глубины и продолжительности регрессивного этапа между ними, во время которого происходила перестройка всех природных систем), соленостью и температурой водной среды, привносом с речным стоком пресноводной фауны. Значительно влияние «случайных» катастрофических факторов: прорыв приледникового озера и сток его вод в Каспий, опресниший Северный Каспий и понизивший его температуру, резко изменил биоразнообразие гирканского бассейна по сравнению с позднехазарским, даже несмотря на незначительную регрессивную фазу между ними.

В Понте, имевшем связь с Океаном, видовое разнообразие определялось составом малакофауны, мигрировавшей в него с морскими водами из Средиземного моря. При максимальном уровне трансгрессии разнообразие малакофауны было наибольшим. На завершающих стадиях развития

карангатской трансгрессии ее фаунистический состав испытал влияние каспийских инвазивных видов, проникших в Понт с водами гирканской трансгрессии через Манычский пролив.

В Каспии формирование состава малакофауны носило преимущественно эволюционный характер. Эволюционная составляющая в развитии черноморской малакофауны отсутствовала; ее формирование имело миграционный характер.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-27-00164 (2022-2023) «Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях последней межледниковой эпохи».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамова Т.А. 1972. Результаты палеоботанического изучения четвертичных отложений западного побережья Каспийского моря // Комплексные исследования Каспийского моря. Вып. 3. С. 134-146.

Архангельский А.Д., Страхов Н.М. 1938. Геологическое строение и история развития Черного моря. М-Л.: Изд-во АН СССР. 226 с.

Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Сорокин В.М., Янина Т.А. 2019. Стратиграфия верхнечетвертичных отложений участка Таманского шельфа // Геология морей и океанов. Материалы XXIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. 1. С. 29-33.

Болиховская Н.С. 2007. Пространственно-временные закономерности развития растительности и климата Северной Евразии в неоплейстоцене // Археология, этнография и антропология Евразии. № 4 (32). С. 2-28.

Болиховская Н.С., Молодьков А.Н. 2000. Корреляция лессово-почвенной формации и морских отложений Северной Евразии // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: МГУ. С. 149-178.

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.

Геология шельфа Украины. Керченский пролив. 1981. Киев: Наукова думка. 186 с.

Геоморфология западной части Прикаспийской низменности. 1958. М.: МГУ. 238 с.

Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130000 лет. 2002. М.: ГЕОС. 232 с.

Ильинский С.М. 1947. Каспийские отложения восточной части Северо-Кавказской низменности // Геология СССР. Т. IX. Ч. 1. 600 с.

Курбанов Р.Н., Семиколеных Д.В., Янина Т.А., Тюнин Н.А., Мюррей Э.С. 2020. Новые данные о возрасте карангатской трансгрессии Черного моря // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 6. С. 139-145.

Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей Э.С., Борисова О.К. 2018. Гирканский этап в позднеплейстоценовой истории Манычской депрессии // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 3. С. 77-88.

Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей А.С., Семиколенных Д.В., Свистунов М.И., Штыркова Е.И. 2019. Возраст карангатской трансгрессии (поздний плейстоцен) Черного моря // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 6. С. 29-39.

Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. 1977. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. 208 с.

Москвитин А.И. 1962. Плейстоцен Нижнего Поволжья // Труды Геологического института АН СССР. Вып. 64. 263 с.

Невесская Л.А. 1965. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. М.: АН СССР. 392 с.

Попов Г.И. 1967. Гирканская трансгрессия в Северном Прикаспии // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. Т. 33. С. 77-86.

Попов Г.И. 1983. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука. 216 с.

Свиточ А.А. 2009. Стратотипы карангата Таманского и Керченского полуостровов (сравнительный анализ) // Доклады Академии наук. № 424. С. 669-671.

Свиточ А.А., Селиванов А.О., Янина Т.А. 1998. Палеогеографические события плейстоцена Понто-Каспия и Средиземноморья (материалы по реконструкции и корреляции). М.: РАСХН. 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. ВИНИТИ, N 1594-В-88. 190 с.

Семененко В.Н., Сиденко О.Г. 1979. Отражение глубинных структур в морских четвертичных отложениях центральной части Азовского моря // Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и

внутренних морей. М.: Наука. С. 87-99.

Семиколенных Д.В. 2022. Палеогеография проливов Понто-Каспия в позднем плейстоцене. Автореферат диссерт. кандидата геогр. наук. М.: ИГРАН. 26 с.

Семиколенных Д.В., Курбанов Р.Н., Янина Т.А. 2023. Хронология карангатской трансгрессии Черного моря на основе данных люминесцентного датирования // Известия Российской академии наук. Серия географическая. Т. 87. № 1. С. 88-101.

Сорокин В.М. 2011. Корреляция верхнечетвертичных отложений и палеогеография Черного и Каспийского морей // Стратиграфия. Геол. Корреляция. Т. 19. № 5. С. 96-112.

Сорокин В.М., Янина Т.А., Романюк Б.Ф. 2022. Новые находки карангатских отложений в восточной части Черного моря // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. № 5. С. 13-20.

Федоров П.В. 1957. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР. 308 с.

Федоров П.В. 1963. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря // Труды ГИН АН СССР. Т. 88. 157 с.

Федоров П.В. 1978. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука. 165 с.

Шкатова В.К. 1973. О возрасте осадков хазарского комплекса на Нижней Волге // Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л.: Географическое обществово СССР. С. 203-223.

Янина Т.А. 2012. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Московского университета. 264 с.

Янина Т.А., Свиточ А.А., Курбанов Р.Н., Мюррей А.С., Ткач Н.Т., Сычев Н.В. 2017. Опыт датирования плейстоценовых отложений Нижнего Поволжья методом оптически стимулированной люминесценции // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 1. С. 21-29.

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.

Янко В.В., Фролов В.Т., Мотненко И.В. 1990. Фораминиферы и литология стратотипического горизонта (антропоген Керченского полуострова) // Бюллетень МОИП. Отделение геологическое. Т. 65. № 3. С. 85-97.

Яхимович В.Л., Немкова В.К., Дорофеев П.И., Попова-Львова М.Г., Сулейманова Ф.И., Хабибуллина Г.А., Алимбекова Л.И., Латыпова Э.К. 1986. Плейстоцен нижнего течения р. Урал. Уфа: БФАН СССР. 135 с.

Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Sorokin V.M., Yanina T.A. 2015. New Data on the Upper Quaternary Stratigraphy of the North Caspian Sea // Doklady Earth Sciences. No. 462 (1). P. 479-483.

Brauer A., Allen R.M., Mingram J., Dulski P., Wulf S., Huntley B. 2007. Evidence for Last Interglacial Chronology and Environmental Change from Southern Europe // PNAS. No. 104 (2). P. 450-455.

Çağatay M.N., Eriş K., Ryan W.B.F., Sancar Ü., Polonia A., Akçer S., Biltekin D., Gasperini L., Görür N., Lericolais G., Bard E.K. 2009. Late Pleistocene–Holocene Evolution of the Northern Shelf of the Sea of Marmara // Marine Geology. No. 265. P. 81-100.

Dodonov A.E., Tchepalyga A.L., Mihailescu C.D., Zhou L.P., Markova A.K., Trubikhin V.M., Simakova A.N., Konikov E.G. 2000. Last Interglacial Records from Central Asia to the Northern Black Sea Shoreline: Stratigraphy and Correlation // Netherlands Journal of Geosciences. Vol. 79. No. 2-3. P. 303-311.

Head M.J. 2019. Formal Subdivision of the Quaternary System/Period: Present Status and Future Directions // Quaternary International. No. 500. P. 32-51.

Helmens K.F. 2014. The Last Interglacial-Glacial cycle (MIS 5-2) Re-Examined Based on Long Proxy Records from Central and Northern Europe // Quaternary Science Reviews. No. 86. P. 115-143.

Krijgsman W., Tesakov A., Yanina T., Lazarev S., Danukalova G., Van Baak C.G.C, Agusti J., Alcicek M.C., Aliyeva E., Bista D., Bruch A., Buyukmeric Y., Bukhsianidze M., Flecker R., Frolov P., Hoyle T.M., Jorissen E.L., Kirscher U., Koriche S.A., Kroonenberg S.B., Lordkipanidze D., Oms O., Rausch L., Singarayer J., Stoica M., van de Velde S., Titov V.V., Wesselingh F.P. 2019. Quaternary Time Scales for the Pontocaspian Domain: Interbasinal Connectivity and Faunal Evolution // Earth-Science Reviews. No. 188. P. 1-40.

Kukla G., Bender M., de Beaulieu J.-L., Bond G., Broecker W.S., Cleveringa P., Gavin J.E., Herbert T.D., Imbrie J., Jouzel J., Keigwin L.D., Knudsen K., McManus J.F., Merkt J., Muhs D.R., Müller H., Poore R.Z., Porter S.C., Seret G., Shackleton N.J., Turner C., Tzedakis P.C., Winograd I.J. 2002. Last Interglacial Climates // Quaternary Research. No. 58. P. 2-13.

Kukla G., McManus J.F., Rousseau D.D., Chuine I. 1997. How Long Was the Last Interglacial // Quaternary Science Reviews. No. 16. P. 605-612.

Kurbanov R.N., Buylaert J.P., Stevens T., Taratunina N.A., Belyaev V.R., Makeev A.O., Lebedeva M.P., Rusakov A.V., Solodovnikov D.S., Rogov V.V., Strletskaya I.V., Murray A.S., Yanina T.A. 2022. A Detailed Luminescence Chronology of the Lower Volga Loess-Palaeosol Sequence at Leninsk // Quaternary Geochronology. Vol. 73. P. 101376.

Litt T., Gibbard P. 2008. Definition of a Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Base of the Upper (Late) Pleistocene Subseries (Quaternary System/Period) // Episodes. Vol. 31 (2). P. 260-263.

Nevesskaja L.A. 2007. History of the Genus Didacna (Bivalvia: Cardiidae) // Paleontological Journal. Vol. 41 (9). P. 861-949.

Panin A., Astakhov V., Komatsu G., Lang J., Winsemann J. 2020. Middle and late Quaternary glacial lake-outburst floods, drainage diversions and reorganization of fluvial systems in northwestern Eurasia // Earth-Science Reviews. Vol. 201. P. 103069.

Shackleton N.J. 1969. The Last Interglacial in the Marine and Terrestrial Records // Proceedings of the Royal Society. No. 174. P. 135-154.

Shkatova V.K. 2010. Paleogeography of the Late Pleistocene Caspian Basins: Geochronometry, Paleomagnetism, Paleotemperature, Paleosalinity and Oxygen Isotopes // Quaternary International. No. 225. P. 221-229.

Sorokin V.M., Yanina T.A., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F. 2018. Identification and Age of Submarine Girkanian Sediment Beds (Upper Pleistocene) in the Caspian Sea // Quaternary International. No. 465(A). P. 152-157.

Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B. 2018. Late Pleistocene Climatic Events Reflected in the Caspian Sea geological History (Based on Drilling Data) // Quaternary International. No. 465 (A). P. 130-141.