

Никифоров, С.Л. Рельеф шельфа морей Российской Арктики. Дисс. ... доктора географ. наук. М., 2006. – 314 с.

Панов, Д.Г. Морфология дна Мирового океана – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 228 с.

Рыбалко, А.Е., Щербаков, В.А., Захаров, М.С., Локтев, А.С., Иванова, В.В., Исаева, О.В., Мотычко, В.В., Карташев, А.О., Беляев, П.Ю. Новая инженерно-геологическая карта шельфа арктических морей России // Neftegas.ru offshore. – 2020. – Т. 97. – №1. – С. 44-51.

Сокур, О.Н., Омельчук, А.В. Донные карбонатные постройки — объекты для поисков углеводородного сырья // Геол. журн. – 2019. – №2 (367). – С. 38-48.

Требования по созданию дополнительных карт и схем к комплексу Госгеолкарты 1000/3: геоморфологическая карта – СПб.: ФГУП ВСЕГЕИ, 2005. – 47 с.

Флоренсов, Н.А. Очерки структурной геоморфологии – М.: Наука, 1978. – 237 с.

Юдович, Я.Е. Флюидное минералообразование — альтернатива литогенезу? Обзор // Уральский геологический журнал. – 2009. – №4 (70). – С. 31-80.

Чамов, Н.П., Костылева, В.В., Соколов, С.Ю., Котельников, А.Е. О возможном влиянии газоносных флюидов на состав донных отложений в районе свода Федынского (Баренцево море) // Вестник РУДН. Серия «Инженерные исследования». – 2015. – №1. – С. 62-72.

Dove, D., Bradwell, T., Carter, G. et al. Seabed Geomorphology: a twopart classification system // Marine Geoscience Programme Open Report OR/16/001. Edinburgh. British Geological Survey, 2016. – 13 p.

Jiangxin, C., Haibin, S., Yongxian, G. et al. Morphologies, classification and genesis of pockmarks, mud volcanoes and associated fluid escape features in the northern Zhongjiannan Basin, South China Sea. Deep-Sea Research II. – 2015. – 122. – P. 106-117.

АНТРОПОЦЕН КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Янина Т.А.¹, Свиточ А.А.¹, Хошраван Г.²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,
paleo@inbox.ru

²Национальный центр по изучению Каспийского моря, Сари, Иран,
h_khoshravan@yahoo.com

Аннотация. На основе анализа голоценовой толщи отложений в Северном Каспии, на дагестанском побережье Среднего Каспия и на иранском побережье Южного Каспия выявлены необратимые изменения в биосистеме Каспийского моря, вызванные деятельностью человека. Новокаспийские (голоценовые) фаунистические комплексы, в отличие от плейстоценовых, отражают смену биотических условий бассейна — вселение черноморских видов. Инвазийные виды и виды-акклиматизанты внесли гораздо более существенные изменения в структуру биоразнообразия (уничтожая, вытесняя либо подавляя аборигенные виды), чем это вызвано природными факторами. Естественные экосистемы претерпели антропогенную трансформацию, причем в историческое время наблюдается не только быстрое изменение биоразнообразия, но и необратимое изменение водных экосистем. В настоящее время важнейшей в распре-

делении видов моллюсков в бассейне стала роль антропогенного фактора. Для каспийских эндемиков фактический ареал распространения много меньше, чем их потенциальный ареал, что является важной особенностью современного биоразнообразия малакофауны Каспийского моря. Современное развитие малакофауны Каспия, приводя к кажущемуся увеличению биоразнообразия моллюсков за счет появления новых таксонов, на самом деле ведет к потере биоразнообразия на глобальном уровне, превращая уникальные экосистемы Каспия, сформированные за 800 тыс. лет его плейстоценовой истории, в подобие азово-черноморских. Антропогенная необратимая трансформация естественных экосистем — важная отличительная черта антропоцена. Этот период рассматривается нами как антропоценовый для Каспийского моря.

Ключевые слова: Каспийское море, голоцен, новокаспийская трансгрессия, малакофауна, биоразнообразие, антропогенное влияние, антропоцен

Введение. Термин Антропоцен был введен в научный обиход в работах (Crutzen, Stoermer, 2000, Crutzen, 2002) как обозначение эпохи, завершающей голоцен, эпохи активного влияния человека на природные системы. Авторами было предложено его начало соотнести с концом 18 века, с эпохой промышленной революции в Северо-Западной Европе. Рабочей группой Международного союза геологических наук (IUGS) после изучения этого вопроса внесено предложение считать началом антропоцена середину 20 века, период отклонения траектории Земли и годы первых ядерных испытаний. Нами выполнен анализ изменений в биосистеме Каспийского моря, позволяющий выявить необратимые изменения, связанные с деятельностью человека.

Материалы и методы. Основой для реконструкций явились комплексные исследования голоценовой толщи осадков Каспия, строение которой отражает трансгрессивно-регрессивные события разного масштаба. Нами выполнено изучение материалов инженерно-геологического бурения и донных колонок из Северного Каспия. Керн изучен литологическим, фаунистическим и геохронологическим методами. Радиоу-

глеродные датировки по раковинному материалу и гуминовым кислотам получены в лабораториях Московского и Санкт-Петербургского государственных университетов, Санкт-Петербургского педагогического университета и в Институте географии РАН. Аналогичные палеогеографические исследования голоценовых отложений выполнены на дагестанском побережье (Средний Каспий) на Туралинском научно-исследовательском полигоне Московского университета (35 км южнее г. Махачкала) и на иранском побережье (Южный Каспий) в провинциях Гилян и Мазандаран.

Результаты и обсуждение. Анализ голоценовой толщи осадков в Северном Каспии показал, что новокаспийские отложения, согласно данным сейсмоакустического профилирования, несогласно перекрывают верхнехвалынские осадки и палеоврезы мангышлакской регрессивной эпохи. Новокаспийская толща неоднородна по строению. В ней выделяются 5 сейсмоакустических комплексов (nk1-nk5). Комплексы nk1 и nk3 отличаются преимущественно слоистой структурой, определяемой протяженными субгоризонтальными отражающими поверхностями. Комплексы nk2 и nk4 предн

ставляют собой фации заполнения русел и/или озерных впадин, наиболее крупные из которых прорезают всю толщу новокаспийских, часто мангышлакских и верхнехвалынских, отложений на глубину до 10 м. Маломощный верхний комплекс nk5 несомненно перекрывает отложения комплексов nk4 и nk3 и сложен песчано-раковинными осадками (Безродных и др., 2018).

Нижний слой (nk1) представляет собой разнопесчаные отложения, иногда с супесчаными прослоями, включающие раковины каспийских моллюсков *Didacna barbotdemarnyi*, *D. baeri*, *Monodacna caspia*, *Adacna laeviuscula*, *A. vitrea*, *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Dr. polymorpha caspia*, *Theodoxus pallasii*, *Clessiniola variabilis*, *Micromelania caspia*, с редкими представителями пресноводной фауны *Unio sp.* Слой, залегающий выше (nk3), характеризуется усилением роли дидакн *Didacna barbotdemarnyi*, *D. longipes*, *D. trigonoides*, а также появлением раковин *Cerastoderma glaucum*. Видовой состав в верхнем новокаспийском слое самый многочисленный, он включает *Cerastoderma glaucum*, *Didacna barbotdemarnyi*, *D. baeri*, *D. longipes*, *D. trigonoides*, *D. pyramidata*, *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Dr. polymorpha caspia*, *Theodoxus pallasii*, *Monodacna caspia*, *M. Angusticostata*, *Adacna vitrea*, *A. laeviuscula*, *Hypanis plicatus*, *Clessiniola variabilis*, *Micromelania caspia*, в самой верхней его части появляются *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. Палеодепрессии (nk2 и nk4) заполнены в основном тонкослоистыми глинистыми осадками, обогащенными растительным детритом. В составе фаунистического материала преобладают раковины пресноводных моллюсков (*Viviparus viviparus*, *Unio sp.*, *Lymnaea stagnalis*, *Planorbis sp.*).

Таким образом, в строении осадочной толщи Северного Каспия зафиксированы трансгрессивно-регрессивные стадии новокаспийской трансгрессии. Они были вызваны изменениями климата разного масштаба и направленности. Радиоуглеродное датирование раковинного материала и органики из отложений разных стадий позволило определить возраст этих событий в истории Каспия (Безродных и др., 2018). Первая трансгрессивная стадия датируется интервалом 8200-5600 лет назад; вторая охватывала временной интервал 3600-3400 лет назад. В развитии третьей стадии, охарактеризованной двумя группами дат 1700-1100 и 700-360 лет назад, hiatus между ними дает основание к предположению о снижении уровня Каспия в теплый сухой период средневековья, а вторая группа дат отвечает трансгрессивному подъему Каспия в прохладный и влажный климатический эпизод (малый ледниковый период). Первая регрессивная стадия имела возрастные рамки 5600-3700 лет назад; вторая датируется периодом 3080-2300 лет назад.

Трансгрессивные стадии охарактеризованы разными малакофаунистическими сообществами: в раннем новокаспийском бассейне господствовали слабо солоноватоводные виды при незначительном участии моллюсков рода *Didacna*; средняя стадия отличалась широким развитием моллюсков рода *Didacna* и появлением *Cerastoderma glaucum*; видовой состав поздней стадии аналогичен современному, на последних этапах ее развития появились черноморские виды *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. В регрессивные стадии усиливалось влияние пресных вод, следствием чего отмечалось широкое распространение слабо солоноватоводных и пресноводных видов.

В сводном разрезе Туралинского района (Средний Каспий) присутствуют морские отложения всего каспийского голоцена (Янина и др., 2011, Van de Velde et al., 2019). Толща, отражающая сложную историю бассейна в новокаспийскую трансгрессивную эпоху, с глубоким размытием залегает на верхнехвалынских трансгрессивных отложениях. Завершают разрез современные каспийские осадки. Малакофаунистический анализ новокаспийских осадков показал, что в составе фауны отдельных стадий трансгрессии в целом выявляется та же закономерность, что и в распределении малакофауны по разрезу новокаспийской толщи Северного Каспия, но при общем широком распространении представителей крассоидной группы видов. Нижние новокаспийские слои не содержат *Cerastoderma glaucum*, А.А. Свиточем они даже выделены как отложения самостоятельной дагестанской трансгрессии (Свиточ, 2011). В средней части новокаспийской толщи появляются представители этого вида, их относительное количество увеличивается вверх по разрезу. В современных осадках сводного разреза появляются раковины видов *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*.

Аналогичные закономерности в распределении малакофауны по разрезу отмечены нами и в новокаспийских отложениях побережья Ирана (Южный Каспий) (Свиточ и др., 2013). Отличием малакофаунистического состава в целом является господство крассоидных дидактн среди раковин моллюсков этого рода.

Виды *Cerastoderma glaucum*, *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata* являются черноморскими (средиземноморскими) видами, расселившимися в Черном море в середине голоцена в результате развития в нем морской межледниковой трансгрессии, вызвав-

шей проникновение в бассейн средиземноморских вод. Убедительные доказательства путей проникновения *Cerastoderma glaucum* в Каспий отсутствуют. Геологических, геоморфологических и палеонтологических доказательств функционирования Манычского пролива между Понтом и Каспием в послехвалынскую эпоху в настоящее время не существует. Авторы склоняются к предположению, что *Cerastoderma glaucum* проникли в эпоху максимального развития новочерноморской трансгрессии Понта, когда в долине Западного Маныча существовал морской залив, заселенный этими моллюсками, а в Манычской депрессии — ряд остаточных соленых озер. Из морского залива по цепочке озер, очевидно, не без помощи человека, употребляющего эти моллюски в пищу, а также использующего их для ритуальных целей (в образцах раковинного материала из археологических раскопок доминируют церастодермы), этот эврибионтный вид попал в новокаспийский бассейн. Один из способов его проникновения — лодки древнего человека, доставлявшие по рекам из моря в озеро и т.д., о которых упоминается в археологических публикациях. Авторы считают проникновение *Cerastoderma glaucum* в Каспий из новочерноморского бассейна Понта обязанным человеку. *Mytilaster lineatus* занесен в Каспийское море случайно при переброске судов из Азово-Черноморского бассейна во время Гражданской войны в начале XX в., впервые зафиксирован в Каспии в 1928 г. *Abra ovata* акклиматизирован в Каспии в середине прошлого века с целью улучшения кормовой базы осетровых рыб. В настоящее время в донных биоценозах Каспия эти три вида доминируют.

Состав моллюсков Каспийского моря представляет собой результат эволюционных процессов в плейстоценовых фаунах,

происходивших в условиях климатических изменений и трансгрессивно-регрессивной ритмики бассейна (Янина, 2005). Каждый водоем был охарактеризован своей неповторимой природной средой. Обширные трансгрессивные бассейны отличались несколько пониженной соленостью в целом для водоемов (с разным ее ходом внутри них), малые трансгрессии характеризовались самой высокой среди каспийских трансгрессий соленостью. В температурном отношении в Каспии выделялись «холодные» (обширные) и «теплые» (малые) трансгрессии. Каспийские бассейны в плейстоцене были заселены солоноватоводной фауной немногочисленных родов, из них кардииды (четыре рода) являются каспийскими автохтонами. Малакофаунистический анализ показал, что, несмотря на трансгрессивно-регрессивную ритмику Каспия значительной амплитуды, родовой состав моллюсков оставался неизменным. В основном происходили эволюционные изменения на видовом и подвидовом уровне в составе рода *Didacna* — каждому каспийскому бассейну отвечал уникальный состав дидакн. И лишь в голоценовом новокаспийском бассейне отмечается широкое расселение морского вида *Cerastoderma glaucum*, а в современную эпоху — *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*.

Новокаспийские (голоценовые) комплексы, в отличие от плейстоценовых, отражают смену биотических условий бассейна — вселение черноморских видов. Инвазийные виды и виды-акклиматизанты внесли гораздо более существенные изменения в структуру биоразнообразия (уничтожая, вытесняя либо подавляя аборигенные виды), чем это вызвано природными факторами. Очевидно, в результате эволюционного развития от малого числа родственных видов каспийские автохтоны стали обладать

универсальными качествами, но слабой специализацией видов, что обеспечило стабильность и относительную устойчивость сообществ к изменениям факторов среды, но сделало их неконкурентоспособными к морским вселенцам.

Естественные экосистемы претерпели антропогенную трансформацию, причем в историческое время наблюдается не только быстрое изменение биоразнообразия, но и необратимое изменение водных экосистем. В настоящее время важнейшей в распределении отдельных видов моллюсков в бассейне стала роль антропогенного фактора. Для каспийских эндемиков фактический ареал распространения много меньше, чем их потенциальный ареал, что является важной особенностью современного биоразнообразия малакофауны Каспийского моря.

Можно утверждать, что современное развитие малакофауны Каспия, приводя к кажущемуся увеличению биоразнообразия моллюсков за счет появления новых таксонов, на самом деле ведет к потере биоразнообразия на глобальном уровне, превращая уникальные экосистемы Каспия, сформированные за 800 тыс. лет его плейстоценовой истории, в подобие азово-черноморских.

Антропогенная необратимая трансформация естественных экосистем — важная отличительная черта антропоцена. Этот период рассматривается нами как антропоценовый для Каспийского моря.

Исследования выполнены: в Северном Каспии — в рамках проекта РНФ №16-17-10103; на дагестанском побережье — в рамках проекта РФФИ №19-05-01004; на иранском побережье — в рамках проекта РФФИ №17-55-560012.

Литература

Безродных, Ю.П., Янина, Т.А., Сорокин, В.М., Романюк, Б.Ф. Структура оса-

дочной толщи голоцена Северного Каспия как отражение изменений климата и уровня моря // Вестник Моск. Ун-та. Серия 5. География. – 2018. – №5. – С. 52–60.

Свиточ, А.А. Голоценовая история Каспийского моря и других окраинных бассейнов Европейской России: сравнительный анализ // Вестник Моск. Ун-та. Серия 5. География. – 2011. – №2. – С. 28–37.

Свиточ, А.А., Бадюкова, Е.Н., Шейхи, Б., Янина, Т.А. Геолого-геоморфологическое строение и новейшая история развития иранского побережья Каспия // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 451. – №4. – С. 451–457.

Янина, Т.А. Дидакны Понто-Каспия – М.-Смоленск: Маджента, 2005. – 300 с.

Янина, Т.А., Свиточ, А.А., Весселинг Ф. Биоразнообразие малакофауны Каспийского моря в голоцене // Вестник Моск. Ун-та. Серия 5. География. – 2011. – №2. – С. 38–48.

Crutzen, P.J. Geology of Mankind // Nature. – 2002. – 415. – P. 23.

Crutzen, P.J., Stoermer, E.F. The Anthropocene // Global Change Newsletters. – 2000. – №41. – P. 17–18.

Van de Velde, S., Wesselingh, F., Yanina, T., Anistratenko, V., Neubauer, T., Poortene, J., Vonhoff, H., Kroonenberg, S. Mollusc biodiversity in late Holocene nearshore environments of the Caspian Sea: A baseline for the current biodiversity crisis // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2019. – P. 1–40. DOI: 10.1016/j.palaeo.2019.109364.

К СТОЛЕТИЮ РОССИЙСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Жиров А.И., Лопатин Д.В., Болтрамович С.Ф., Рыбалко А.Е.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, zhirov84@mail.ru, lopatin12@yandex.ru, alek-rybalko@yandex.ru, boltramovich@mail.ru

Аннотация. Второе десятилетие XXI века ознаменовалось столетним рубежом российской геоморфологии. За этот долгий срок она преодолела несколько последовательных этапов. Геоморфология выросла из синтеза физической географии и геологии, однако в 20–30-е годы XX века отечественную науку развивали в основном специалисты-геологи. В это время были написаны первые учебники, составлены первые карты, произошло организационное оформление геоморфологического образования и исследований. Основным центром развития российской геоморфологии примерно до середины XX в. был Ленинградский государственный университет. В тот период в российской и мировой науке о рельефе сформировались два основных направления — эволюционное и тектоническое — и были заложены основы для развития прикладных отраслей. Во второй половине XX века на ведущие роли выдвинулся московский геоморфологический центр, и до конца столетия российская геоморфология двигалась в общемировом фарватере, развивая оригинальные идеи на международном уровне. В конце XX столетия геоморфология столкнулась с новыми вызовами для дальнейшего развития, обусловленными изменившимися условиями и потребностями. В настоящее время перед геоморфологией открыто пространство выбора основного пути: 1) теоретического, с использованием системного подхода и морфодинамической концепции; 2) технологического, через развитие цифровизации и ГИС-технологий; 3) интегративного, через расширение связей с естественно- и общественно-географическими дисциплинами. Мы полагаем, что использо-