



ЕГИПЕТ И СОПРЕДЕЛЬНЫЕ СТРАНЫ

EGYPT AND NEIGHBOURING COUNTRIES

Электронный журнал / Online journal

Выпуск 1, 2021

Issue 1, 2021

DOI: 10.24412/2686-9276-2021-00001

Озеро Карун и проклятие Мнемипсиса

А. А. Белов

Научный сотрудник Центра египтологических исследований РАН
belov.alexandre@gmail.com

В статье рассматривается фактор антропогенного воздействия на экосистему озера Карун (Меридова озера) во времена Среднего царства, в эллинистический период и за последние 150 лет. Рост численности населения Фаюмского оазиса в начале XX в. и расширение площади пахотных земель на фоне постепенного изменения климата привели к полной перестройке экосистемы. Резко увеличилась соленость озера и уровень поступающих в него биогенных элементов и загрязнений. Эвтрофикация озера привела к появлению многочисленных видов-вселенцев, падению биоразнообразия, сокращению уловов рыбы. Негативные изменения экосистемы озера Карун рассматриваются в качестве частного случая общемировой тенденции.

Ключевые слова: Фаюмский оазис, озеро Карун, Меридово озеро, палеоэкология, древнеегипетское рыболовство, виды-вселенцы.

Фаюмский оазис обязан своим возникновением озеру Карун, или Меридову озеру. Сегодня оно достигает примерно 42 км в длину и 9 км в ширину, имеет площадь около 233 км² и является третьим по размеру в Египте. Современный уровень озера находится на 45 м ниже уровня моря, его максимальная глубина составляет 8,4 м при средней глубине в 4,2 м¹. Вода из Нила поступает в Карун через канал Юсуф, при этом вытекающих из озера водотоков нет.

Население Фаюмского оазиса с древнейших времен занималось рыболовством. Среди костных остатков с побережья Меридова озера в слоях верхнего палеолита кости рыб составляют в среднем 74%, примерно такая же цифра (71%) установлена и для неолита². При этом около 66% всех костных остатков принадлежали элек-

¹ Flower et al. 2006: 3.

² Brewer 2002: 532–533.

трическому сому (*Malapterurus electricus*)³, который изображен на палетке Нармера (ок. 3200–3000 гг. до н. э., рис. 1). Как следует из ее названия, рыба может дать электрический разряд напряжением до 300–400 В. Также были обнаружены костные остатки нильского окуня (*Lates niloticus*) — весьма внушительной рыбы, которая может весить 200 кг.

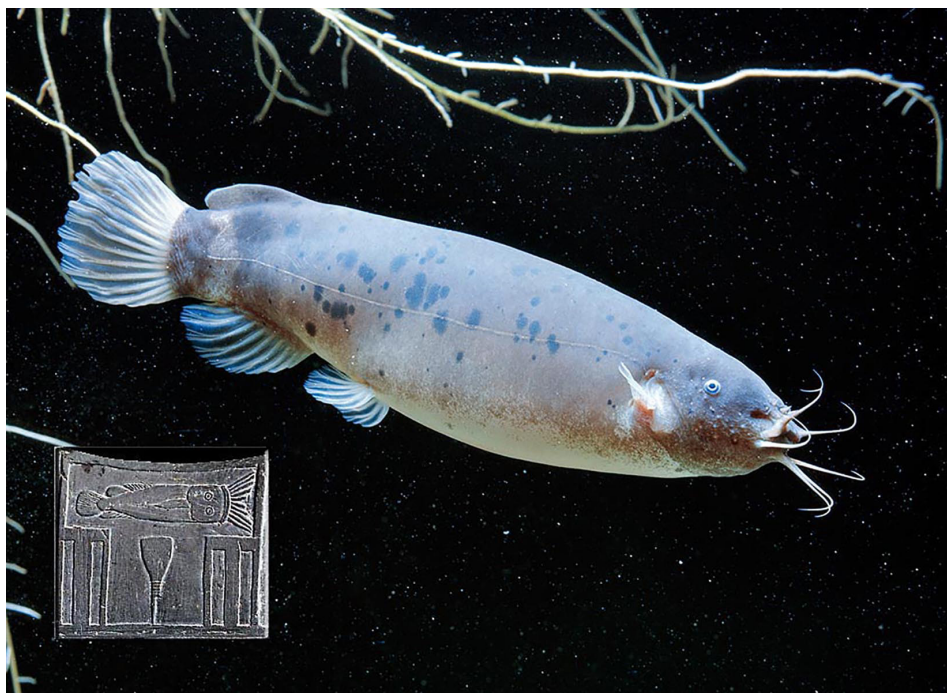


Рис. 1 Электрический сом (*Malapterurus electricus*) и иероглиф в виде этой рыбы на палетке Нармера (ок. 3200–3000 гг. до н. э.)

Два периода расцвета фаюмской культуры, пришедшиеся на эпоху Среднего царства и птолемеевское время, связаны с активным вмешательством людей в гидрологию озера⁴. Так, при фараоне XII династии Аменемхете III (1831–1786 гг. до н. э.) площадь Каруна была значительно увеличена за счет отведения воды из Нила. Система дамб и шлюзов поддерживала уровень озера в диапазоне между 17 и 20 м выше уровня моря⁵. На языке экологии этот процесс называется зарегулированием стока. По некоторым оценкам, в результате размеры озера увеличились до 60×80 км⁶. Вода в Каруне была

³ Эта рыба достигает веса в 20 кг и длины в 120 см. См. <https://www.fishbase.se/summary/Malapterurus-electricus.html> (дата обращения — 22.12.2020).

⁴ Ball 1939; Flower et al. 2006: 4.

⁵ Römer 2017: 173, 176–177.

⁶ Wendorf, Schild 1976.

пресной, и, соответственно, в нем водились практически все виды нильской рыбы. Последняя играла важную роль в рационе питания египтян, а также была включена в систему их космогонических и религиозных представлений. Многочисленные и очень точные изображения различных рыб сохранились на росписях и рельефах. Рыбу ловили при помощи гарпунов (обычно так охотились на окуня и тилипию), вершей, удочек⁷, сетей и неводов, которые заводили как с берега, так и с лодок⁸. Около 65 видов обитают сегодня в Ниле, и примерно 30 из них были идентифицированы учеными на древнеегипетских рельефах⁹ (рис. 2). Основу рыбной диеты составляли пресноводные виды¹⁰.

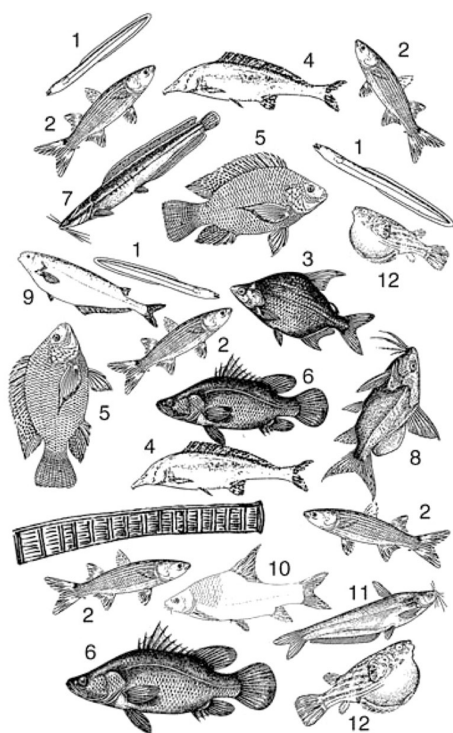


Рис. 2 Роспись из мастабы Мерерука в Саккаре (VI династия, правление Тети, 2347–2337 гг. до н. э.) и изображенные на ней рыбы (по Sahrhage 2008): 1 — угорь (*Anguilla anguilla*); 2 — кефаль-лиза (*Liza sp.*); 3 — обыкновенная цитарина (*Citharinus citharus*); 4 — слонорыл (*Mormyrus caschive*); 5 — нильская тилипия (*Oreochromis niloticus*); 6 — нильский окунь (*Lates niloticus*); 7 — африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*); 8 — синодонт (*Synodontis batensoda*); 9 — мормирус (*Hyperopisus bebe*); 10 — барбус бинни (*Barbus bynni*); 11 — сом шилбе (*Schilbe mystus*); 12 — иглобрюх (*Tetraodon lineatus*)

⁷ Witte et al. 2009: 725.

⁸ Sahrhage 2008: 923–926.

⁹ Sahrhage 2008: 923.

¹⁰ Dumont 1977: 132.

Второй период расцвета фаюмской культуры пришелся на птолемеевское время, и он также напрямую связан с изменениями гидрологического режима озера¹¹. С целью увеличить площадь сельскохозяйственных угодий уровень озера был снижен приблизительно до современного (45 м ниже уровня моря)¹². Однако рыболовство оставалось важнейшей отраслью экономики Фаюма, что подтверждается папирусом Тебтунис 701 (ок. 131 г. до н. э.¹³). В папирусе содержится информация об основных промысловых видах рыбы, объемах уловов, ценах и уплаченных в казну налогах¹⁴. В тексте часто упоминаются следующие виды рыб: средиземноморская финта (*Alosa fallax nilotica*), кефаль-лобан (*Mugil cephalus*) и нильский карп (*Labeo niloticus*)¹⁵. Всё это ценные промысловые виды, обладающие превосходными вкусовыми качествами. В озере также водились многие виды угрей¹⁶. Употребляли рыбу чаще всего в соленом виде (τάριχος), что было продиктовано необходимостью ее консервации в жарком климате¹⁷.

Рыболовство оставалось важнейшим занятием жителей Фаюма в римское время и Средневековье¹⁹.

Как мы видим, человек давно и масштабно эксплуатировал природные ресурсы Каруна, однако экосистема легко справлялась с этой нагрузкой. Следует отметить, что озёра являются крайне чувствительными индикаторами, отражающими как изменения климата, так и антропогенное воздействие. В наше время по всей планете отмечается значительная трансформация озерных экосистем²⁰. Теперь посмотрим, каким изменениям подверглось озеро за последние полтора века.

Озеро Карун было чуть-чуть солоноватым в 1884 г., но вскоре его солёность начала резко возрастать²¹. Если в начале XX в. средняя солёность озера составляла всего около 10‰²², то в начале XXI она достигла 42,8‰²³, т. е. превысила солёность Красного моря²⁴ (рис. 3).

Исследователи выдвигают различные версии, объясняющие, почему озеро стало засаливаться. Считается, что не последнюю роль сыграло здесь изменение климата. Однако все подчеркивают огромное значение антропогенного фактора²⁴. Расширение сельскохозяйственных угодий на южном побережье озера и рост населения Фаюма в начале XX в. привели к колоссальному увеличению объема воды, используемой для ирригации. Как в древности, так и сегодня вода для орошения полей поступает самотеком по разветвленной системе каналов²⁵. Затем вода, обогащенная солями, возвращается в озеро, которое не имеет вытекающих из него водотоков, и это приводит к накоплению солей²⁶. В последние годы в озере откладывалось около 70–80 тыс. т соли ежегодно²⁷.

¹¹ Römer 2017: 174.

¹² Römer 2017: 179–183.

¹³ <http://papyri.info/ddbdp/p.tebt;3.1;701a> (дата обращения — 22.12.2020).

¹⁴ Dumont 1977.

¹⁵ Dumont 1977: 134–136.

¹⁶ Holdich, Tolba 1985: 212.

¹⁷ Dumont 1977: 132, 136. Жрецы не употребляли рыбу в пищу, а некоторые ее виды охранялись государством. См. Sahrhage 2008: 927.

¹⁸ Dumont 1977: 132.

¹⁹ Shadrin et al. 2016: 1.

²⁰ Shadrin et al. 2016: 1.

²¹ Знак ‰ обозначает промилле, или тысячную долю, применительно к солёности это соответствует количеству граммов соли в литре воды.

²² Fishar 2012: 14.

²³ Красное море — самое солёное море Мирового океана, его средняя солёность ок. 41‰.

²⁴ Naguib 1961; Flower et al. 2006: 4, 21; Shadrin et al. 2016: 2 (с библиографией по вопросу).

²⁵ Römer 2017: 187.

²⁶ Naguib 1961.

²⁷ Shadrin et al. 2016: 2.

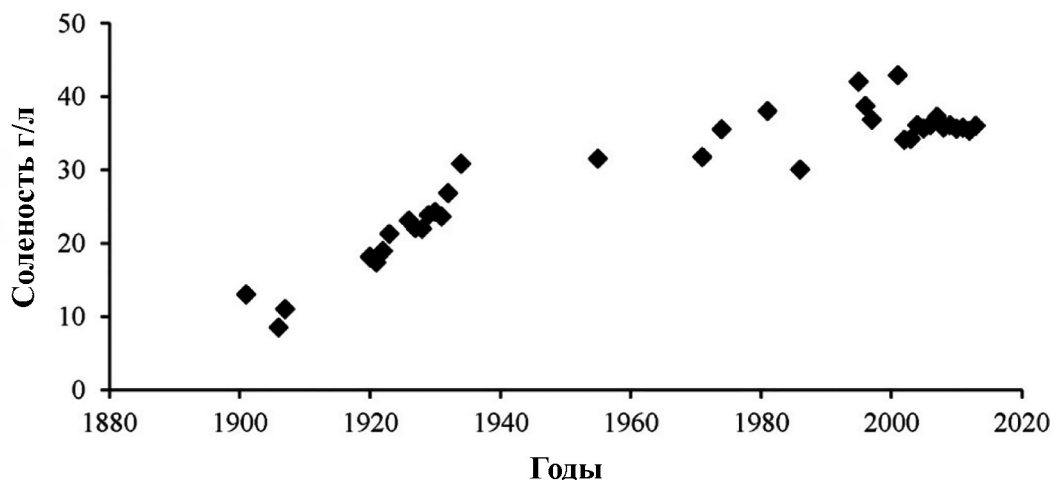


Рис. 3 Многолетние данные по средней солености озера Карун, ‰. По Shadrin et al. 2016: fig. 2

В 1986 г. компания *EMISAL* даже начала добычу соли в озере Карун с целью понизить его соленость.

Изменение степени солености воды сказалось на флоре и фауне озера²⁸. В начале века в нем обитало 12 видов рыбы, однако повышение солености привело к почти полному вымиранию местной пресноводной ихтиофауны, за исключением тилапии (*Tilapia zillii*) и европейского угря (*Anguilla anguilla*)²⁹. Уловы рыбы снизились с 4 тыс. т в 1920 г. до 1–2 тыс. т в 1925–1926 гг.³⁰ Для поддержания местного рыболовства в Карун с 1928 г. стали запускать морские виды рыб (особенно кефалевых), а также креветок. Некоторые виды рыб в озере не размножаются, что вынуждает регулярно осуществлять запуск их молоди, вместе с которой в озеро попадают морские виды планктона и донных организмов (бентоса)³¹. Но изменение солености сегодня уже не является главным фактором разрушения экосистемы озера.

Одной из основных характеристик природных вод является содержание в них так называемых биогенных элементов — соединений азота, фосфора и кремния. Минеральные формы этих элементов играют важнейшую роль в развитии фитопланктона, служащего пищей для организмов более высоких трофических уровней. Наличие этих соединений обычно имеет сезонный характер и ограничивает размножение фитопланктона. Зарегулирование стока Нила после постройки плотины Асуанской ГЭС привело к тому, что органическое вещество стало поступать в озеро в течение всего года. В стоке, поступающем в озеро с полей Фаюма, содержится огромное количество фосфатов, аммония и нитратов, входящих в состав минеральных удобрений³². С недавнего времени на по-

²⁸ Fishar 2012: 14.

²⁹ Holdich, Tolba 1985: 212.

³⁰ Shadrin et al. 2016: 7.

³¹ Holdich, Tolba 1985: 212; Shadrin et al. 2016: 8.

³² Fishar 2012: табл. 7.

бережье также появились рыбозаводы для разведения тилапии³³. Какие-либо очистные сооружения отсутствуют³⁴. В результате вода оказалась перенасыщена органическим веществом, что вызывает цветение фитопланктона, плохой запах воды, активное размножение кровососущих насекомых³⁵. Средняя прозрачность воды сегодня составляет менее 40 см³⁶, а еще в 1980-х гг. она могла достигать 2–3 м³⁷.

В целом этот процесс называется эвтрофикацией вод³⁸. Результатом эвтрофикации бассейна является смещение равновесия в трофических связях в сторону бактерий и простейших, которые способны быстро усваивать органическое вещество и менять свой метаболизм, т. е. быстро переключаться на тот источник энергии, который присутствует в экосистеме в большом количестве. Таким образом, трансформация энергии происходит на низших трофических уровнях, в то время как организмы, находящиеся на более высоких ступенях пищевой цепочки, испытывают недостаток в питании.

Большое количество органического вещества скапливается на дне, и для его разложения бактериям требуется много кислорода. Начиная с 1970 г. в придонном слое озера наблюдается недостаток кислорода, вызывающий коренные изменения видового состава флоры и фауны³⁹. После того как растворенный в воде кислород будет израсходован до определенной концентрации (ок. 2–3 мл/л), в водоеме произойдет замор рыбы. Озеро Карун мелководно, а потому перемешивание воды должно обогащать кислородом придонный слой и препятствовать появлению гипоксии, однако в глубоких ямах это явление вполне возможно.

Все эти факторы также приводят к уменьшению биомассы донных организмов (бентоса), а ведь большинство живущих ныне в озере рыб питаются именно ими⁴⁰.

Кроме того, вода загрязнена пестицидами⁴¹ и тяжелыми металлами, которые накапливаются в различных частях тела рыб, прежде всего в жабрах⁴².

Процесс перестройки трофических связей открывает много новых экологических ниш. Преимущество при этом получают виды, способные давать вспышки численности, не требовательные к среде обитания и приспособленные к усвоению широкого пищевого спектра.

В 1980-х гг. произошло заражение вод Черного моря гребневиком мнемипсис (*Mnemiopsis leidyi*), который затем быстро проник в Азовское и Каспийское моря. В течение нескольких лет он полностью подорвал запасы промысловых рыб в этих морях с высоким уровнем эвтрофикации⁴³. С экологической точки зрения гребневики являются «трофическими тупиками». Питаясь зоопланктоном, они тем самым лишают питания рыб и укорачивают веками отлаженную пищевую цепь экосистемы.

³³ Konsowa 2007.

³⁴ Fishar 2012: 15.

³⁵ Fishar 2012: 15.

³⁶ Flower et al. 2006: 3.

³⁷ Ishak, Abdel-Malek 1980: 176.

³⁸ Эвтрофикацией называется насыщение водоемов биогенными элементами, сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов.

³⁹ Napiórkowska-Krzebietke et al. 2016: 551; Shadrin et al. 2016: 8; Shalloof 2020: 2; Fishar 2012: 15.

⁴⁰ Fishar 2012: 6.

⁴¹ Flower et al. 2006: 3; Shalloof 2020: 2.

⁴² Fishar 2012: 15.

⁴³ Белов 2004. Автор пользуется случаем, чтобы выразить свою глубокую признательность проф. Виктору Вольфовичу Сапожникову, директору лаборатории морской экологии ВНИРО (Всероссийского научного института рыбного хозяйства и океанографии) и научному руководителю автора во время защиты диссертации, а также всему замечательному коллективу лаборатории.

Гребневик мнemiопсис был обнаружен в Каруне в 2013 г., но, вероятно, попал туда уже в 2010-м⁴⁴. Скорее всего, его привезли с молодью морских рыб, регулярно запускаемых в озеро⁴⁵. Это первый в мире случай появления мнemiопсиса в озере. Четыре года назад исследователи полагали, что гребневик не найдет в Каруне достаточной кормовой базы и вымрет⁴⁶. Однако в недавней работе появление «медуз» в озере названо одной из причин резкого падения уловов⁴⁷, и вполне вероятно, что гребневик по-прежнему обитает там. Некоторые ученые предполагают, что отныне его присутствие будет важнейшим фактором, определяющим состояние экосистемы озера⁴⁸.

Карун поставляет лишь 1% рыбы от общего объема вылова во внутренних водах Египта, но он имеет принципиальное значение для Фаюмского оазиса⁴⁹. Сегодня Фаюм является одним из беднейших регионов страны⁵⁰. За счет озера живут около 4 тыс. рыбаков, по старинке работающих на 550 деревянных лодках⁵¹. В 2016 г. годовой улов составил 878 т⁵², что почти в пять раз меньше уловов начала века. При этом следует учесть, что теперь почти четверть улова составляют креветки⁵³. Согласно египетским источникам, в озере обитают 12–15 видов рыб, но из них шесть видов относятся к кефалевым, три вида — к тилапиям, а еще три вида отнесены к рыбам ошибочно, так как являются креветками⁵⁴. Таким образом, в реальности в озере обитают лишь три вида рыб. Фактически сегодня всё рыболовство ориентировано на вылов тилапии (*Tilapia zillii*), морского языка (*Solea vulgaris*), кефали (*Mugil sp.*) и креветок. На тилапию приходится почти половина от общего ежегодного улова⁵⁵, а тилапия и морской язык вместе составляют около 65% улова⁵⁶. Ставка египетского и мирового рыбного хозяйства на тилапию вполне понятна⁵⁷. Эта рыба может жить в условиях гипоксии и неприспособлена к условиям ее содержания⁵⁸. Но встает закономерный вопрос: насколько рыба, выращенная в таких загрязненных водах, пригодна для еды? В отчетах вскользь упоминается слабое здоровье приозерных жителей⁵⁹.

При сопоставлении сегодняшней ситуации с данными на начало XX в. становится очевидным уменьшение видового разнообразия озера Карун. Это обусловлено повышением солености, эвтрофикацией, загрязнением, чрезмерным выловом рыбы. Появление в озере гребневика и морских равноногих ракообразных, паразитирующих на рыбе⁶⁰, вполне закономерно и дополняет картину. Страдает не только водный биocenоз. На берегах озера еще недавно обитало 88 видов птиц, но их популяции стремительно сокращаются⁶¹. На настоящий момент представляется крайне затруднительным спрогнозировать дальнейшие изменения экосистемы⁶².

⁴⁴ Shabrawy, Dumont 2016: 22.

⁴⁵ Shabrawy, Dumont 2016: 23.

⁴⁶ Shabrawy, Dumont 2016: 23–24.

⁴⁷ Shalloof 2020: 5.

⁴⁸ Shadrin et al. 2016: 8.

⁴⁹ Shabrawy, Dumont 2009: 109.

⁵⁰ Römer 2017: 189.

⁵¹ Shabrawy, Dumont 2009: 108.

⁵² Shalloof 2020: 5.

⁵³ Napiórkowska-Krzebietke et al. 2016: 548.

⁵⁴ Fishar 2012: 8.

⁵⁵ Fishar 2012: 8.

⁵⁶ Shalloof 2020: 5.

⁵⁷ См. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/fr (дата обращения — 22.12.2020). По состоянию на 2003 г. в Египте было добыто ок. 200 тыс. т тилапии, в то время как лидером остается Китай с 806 тыс. т.

⁵⁸ Wambua et al. 2020: 6. Тилапия может выживать даже в условиях гипоксии с уровнем растворенного кислорода менее 3 мг/л.

⁵⁹ Fishar 2012: 15.

⁶⁰ Mahmoud et al. 2016.

⁶¹ Atta, Meininger 1994; Fishar 2012: 4.

⁶² Shadrin et al. 2016: 9.

Выводы

Экосистема озера Карун поддерживала жизнь в Фаюмском оазисе на протяжении многих тысячелетий и была разрушена за один век. История этого озера всего лишь частный случай, но при этом он весьма характерен для текущей ситуации в мире. Человечество является единственным видом на планете, который разрушает собственную среду обитания. Сегодня экспоненциальный неконтролируемый рост населения и сильно возросшие потребности людей привели к тому, что нагрузка на природу стала чрезмерной. При этом 10% мирового населения живет в крайней нищете. Здесь можно говорить и об устаревших религиозных догмах, и о крайне низком уровне сознания, и об «эго», которое лежит в основе как всей мировой политики, так и действий абсолютного большинства людей в повседневной жизни. Всё это вместе и составляет подлинное «проклятие Мнemiопсиса» и отражает глубину той пропасти, которая возникла между современным человеком и природой. Для того чтобы снять это проклятие, прежде всего необходимо в корне изменить свое отношение к природе, однако времени на это у нас осталось крайне мало.

Библиография

- Белов 2004** Белов А. А., Исследование изменений гидрохимической структуры Каспийского моря за последние 70 лет. Дисс. на соискание уч. ст. к. г. н., Всероссийский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП ВНИРО) (Москва, 2004).
- Atta, Meininger 1994** Atta G. A. M., Meininger P. L., Ornithological studies in Egyptian wetlands, 1989/90 (Vlissingen, 1994).
- Ball 1939** Ball J., A Contribution to the geography of Egypt (Cairo, 1939).
- Brewer 2002** Brewer D. J., Fish // Redford D. B. (ed.), The Oxford encyclopedia of Ancient Egypt (Oxford, 2002): 532–534.
- Dumont 1977** Dumont J., La Pêche dans le Fayoum hellénistique. Traditions et nouveautés d'après le Papyrus Tebtunis 701 // Chronique D'Egypte 52/103 (1977): 125–142.
- Fishar 2012** Fishar M. R. A., Information sheet on Ramsar wetlands (RIS) — 2009–2012 version. Digital resource, mode access: <https://rsis Ramsar.org/RISapp/files/RISrep/EG2040RIS.pdf>.
- Flower et al. 2006** Flower R. J., Stickley C., Rose N. L., Peglar S., Fathi A. A., Appleby P. G., Environmental changes at the desert margin. An assessment of recent paleolimnological records in lake Qarun, Middle Egypt // Journal of paleolimnology 35/1 (2006): 1–24.
- Holdich, Tolba 1985** Holdich D. M., Tolba M. R., On the occurrence of *Sphaeroma serratum* (Isopoda, Sphaeromatidae) in an Egyptian inland salt lake // Crustaceana 49/2 (1985): 211–214.
- Ishak, Abdel-Malek 1980** Ishak M. M., Abdel-Malek S. A., Some ecological aspects of lake Qarun, Fayoum, Egypt. Part I. Physico-chemical environment // Hydrobiologia 74/2 (1980): 173–178.
- Konsowa 2007** Konsowa A. H., Ecological studies on fish farms of El-Fayoum depression (Egypt) // Egyptian journal of Aquatic research 33/1 (2007): 290–300.
- Mahmoud et al. 2016** Mahmoud N., Fahmy M., Abuowarda M., Khattab M., Parasitic cymothoid isopods and their impacts in commercially important fishes from lake Qarun, Egypt // International journal of ChemTech research 9 (2016): 221–229.
- Naguib 1961** Naguib M., Studies on the ecology of lake Qarun. Part II // Kieler Meeresforsch 17/1 (1961): 94–131.
- Napiórkowska-Krzebietke et al. 2016** Napiórkowska-Krzebietke A., Hussian A.-E. M., El-Monem A. M. A., El-Far A. M., The relationship between phytoplankton and fish in nutrient-rich shallow lake Qarun, Egypt // Oceanological and hydrobiological studies 45/4 (2016): 539–553.

- Römer 2017** Römer C., The Nile in the Fayum. Strategies of dominating and using the water resources of the river in the oasis in the Middle Kingdom and the Graeco-Roman period // Willems H., Dahms J.-M. (ed.), The Nile (Mainz, 2017): 171–192.
- Sahrhage 2008** Sahrhage D., Fishing in Ancient Egypt // Selin H. (ed.), Encyclopaedia of the history of science, technology, and medicine in Non-Western cultures (New York, 2008): 922–927.
- Shabrawy, Dumont 2009** Shabrawy G., Dumont H. J., The Fayum depression and its lakes // Dumont H. J. (ed.), The Nile (Dordrecht, 2009): 95–124.
- Shabrawy, Dumont 2016** Shabrawy G., Dumont H. J., First record of a ctenophore in lakes: the comb-jelly Mne-miopsis leidyi A. Agassiz, 1865 invades the Fayum, Egypt // BioInvasions records 5/1 (2016): 21–24.
- Shadrin et al. 2016** Shadrin N. V., El-Shabrawy G. M., Anufrieva E. V., Goher M. E., Ragab E., Long-term changes of physicochemical parameters and benthos in lake Qarun (Egypt). Can we make a correct forecast of ecosystem future? // Knowledge and management of aquatic ecosystems 417 (2016): 1–11.
- Shalloof 2020** Shalloof K. A. S., State of fisheries in lake Qarun, Egypt: review article // Journal of the Egyptian Academy of Environmental Development 21/2 (2020): 1–10.
- Wambua et al. 2020** Wambua D. M., Home P. G., Raude J. M., Ondimu S., Environmental and energy requirements for different production biomass of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in recirculating aquaculture systems (RAS) in Kenya // Aquaculture and fisheries (2020): 1–8. DOI: 10.1016/j.aaf.2020.07.019.
- Wendorf, Schild 1976** Wendorf F., Schild R., Prehistory of the Nile Valley (New York, 1976).
- Witte et al. 2009** Witte F., de Graaf M., Mkumbo O. C., El-Moghaby A. I., Sibbing F. A., Fisheries in the Nile System // Monographiae biologicae (2009): 723–747.

Lake Qarun and the Mnemiopsis curse

A. A. Belov

The article examines the human impact on the ecosystem of lake Qarun (lake Moeris) during the Middle Kingdom, Hellenistic period and over the past 150 years. The increase in population of the Fayum Oasis at the beginning of the 20th century and the expansion of arable land together with climatic factors are the major reasons for the global changes of the lake's ecosystem. The salinity of the lake, nutrients and contaminants inflow sharply increased. The eutrophication of the lake led to the appearance of numerous invasive species, a decline in biodiversity and to a drop in fish catches. Negative changes in the ecosystem of lake Qarun are considered as a study case of a world trend.

Keywords: Fayum Oasis, lake Qarun, lake Moeris, paleoecology, fishing in Ancient Egypt, invasive species.

Ссылка для цитирования / reference:

Белов А. А. Озеро Карун и проклятие Мнemiопсиса // Египет и сопредельные страны 1 (2021): 7–15. DOI: 10.24412/2686-9276-2021-00001.

Belov A. A. Lake Qarun and the Mnemiopsis curse [in Russian] // Egypt and neighbouring countries 1 (2021): 7–15. DOI: 10.24412/2686-9276-2021-00001.