

Труды КарНЦ РАН. 2011. № 4. С. 21-28.

2. Лозовик П.А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию // Автореф. диссер. на соискание учёной степени доктора химических наук. М. 2006. 56 с.

3. Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998-2006 гг. Петрозаводск, КарНЦ РАН. 2007. 210 с.

4. Сусарева О.М., Петрова Т.Н. Многолетний мониторинг динамики содержания фосфора в Ладожском озере / Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием 10-14 сентября 2012 г. Петрозаводск. 2012. С. 62-66.

5. Приказ №333 МПР РФ от 17.12.2007 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

6. Лозовик П.А., Платонов А.В. Определение региональных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ на примере Карельского гидрографического района // Геоэкология, 2005. №6. С. 527-532

7. Лозовик П.А., Кулакова Н.Е. Методические подходы к оценке загрязнения водных объектов в зоне действия предприятий горнодобывающей промышленности // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 4. С. 429.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ДИНАМИКУ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ ЕГО СЕВЕРНОГО РЕГИОНА**

Митина Н.Н., Малашенков Б.М.

Институт водных проблем РАН, г. Москва

natalia\_mitina@mail.ru

Цель работы – исследование влияния изменения уровня Каспийского моря на сообщества подводных ландшафтов Северного Каспия. В процессе работы была составлена матрица данных за 1935-2005 гг. по 154-м показателям – климатическим, гидрологическим, гидродинамическим, литологическим, гидрохимическим, гидробиологическим и концентрациям загрязняющих веществ (ЗВ). Оценено влияние изменения уровня моря на фитопланктон, зоо-

планктон, бентос и ряд представителей ихтиофауны за указанный период с использованием методов математической статистики.

Отмечено три периода таких изменений и следующих за ними трансформаций качественного и количественного состава сообществ гидробионтов. Первый период – до 1933 г. с относительной стабильностью уровня моря; второй – с 1933 по 1978 гг., характеризуется понижением уровня во время заполнения водохранилищ; третий – с 1978 г., период разнонаправленных изменений с итоговым повышением уровня Каспия [1].

**Воздействие изменения уровня моря на гидрохимию и биологическую продуктивность вод.** За период 1935-1978 гг. количество биогенов (фосфатов и кремния), выносимых р. Волгой, сократилось, что связано с зарегулированием стока, при котором значительная часть ЗВ оседает на дне водохранилищ, а также общим снижением стока и скорости течения реки. По данным 1978-2005 гг. обнаружены значимые отрицательные корреляции уровня моря с растворенными в воде биогенами –  $PO_4$ , Si,  $NH_4$ , с ЗВ – содержанием СПАВ, меди, фенолов (табл. 1.), что указывает на эффект разбавления этих веществ при повышении уровня моря [2, 3], а также спадом производства.

Таблица 1 – Корреляции уровня Каспийского моря с растворенными в воде биогенами и ЗВ

Показатель	<i>r</i> - коэфф. корреляц. показатель – годы	Годы наблюдений	<i>f</i> – число степеней свободы ( <i>m</i> -2)	<i>P</i> – доверит. вероятность
Количество кремния в Северном Каспии, тыс.т	-0,66	1978-2005	21	0,99
Вынос фосфатов с волжскими водами в Северный Каспий, тыс.т	-0,59	1978-2005	37	0,99
Сток фосфатов за год, тыс. т	-0,6	1978-2005	23	0,99
Первичная продукция Сев. Каспия ( $O_2$ мл/л/сут)	-0,66	1978-2005	19	0,99
СПАВ устьевого взморья Волги, мкг/л	-0,57	1978-2005	16	0,95
Си, устьевого взморья Волги тыс.т.	-0,6	1978-2005	16	0,99
Биомасса фитопланктона Северного Каспия, г/м <sup>3</sup>	-0,54	1933-2005	31	0,95

Вслед за общим падением уровня моря и сокращением биогеонозов за период 1933-2005 гг. значительно сокращается первичная продукция открытого моря и прибрежных вод Северного Каспия, биомасса фитопланктона, в частности диатомовых водорослей, развитие которых нуждается в кремнии (рис. 1). Эта тенденция сохранилась и в период повышения уровня моря, вероятно, в связи с зарегулированием стока р. Волги и заменой реофильных видов на лимнофильные.

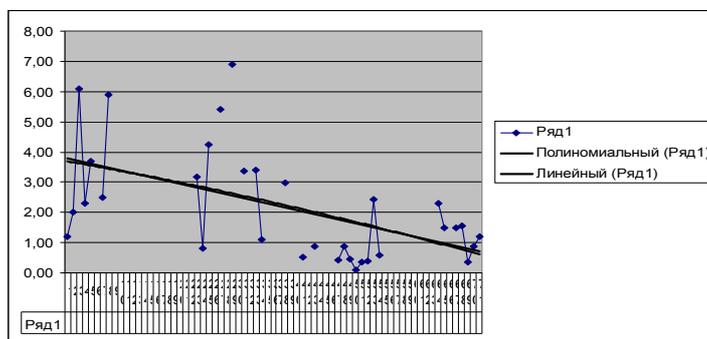


Рис. 1– Изменение биомассы фитопланктона в Северном Каспии за 1934-2004 гг.

**Многолетняя динамика биомассы зообентоса северной части Каспийского моря.** Тренд динамики биомассы бентоса и его разновидностей [4, 5] был неоднородным и зависел от изменений уровня моря (рис. 2). Как следует из рисунка, два указанных показателя находятся в противофазе.

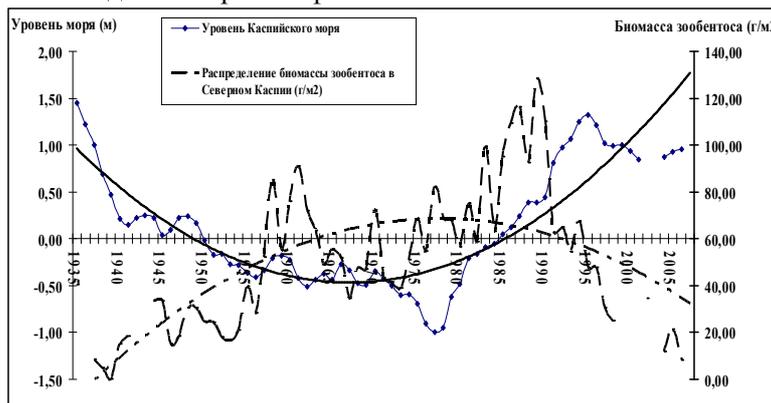


Рис. 2 – Динамика биомассы зообентоса в Северном Каспии ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) [2; 3] и уровня Каспийского моря по данным 1935-2005 гг.

Биомасса зоопланктона изменялась так же, как и биомассы зообентоса, т.е. в зависимости от уровня моря с общей тенденцией к повышению до 1990 г. и последующим резким спадом (рис. 3).

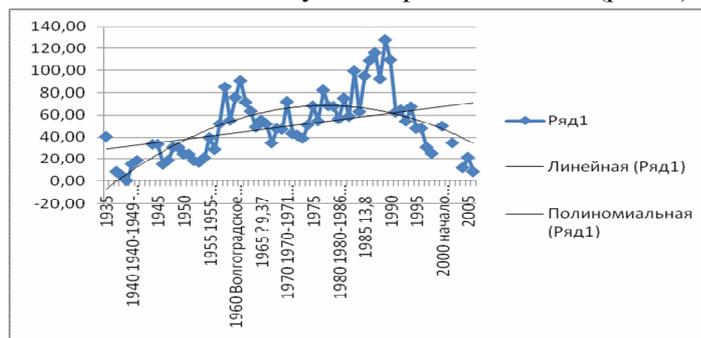


Рис. 3 – Динамика биомассы зоопланктона северной части Каспийского моря

Эта взаимозависимость указывает с одной стороны на сложность трофической сети Северного Каспия, так как не прослеживается зависимость биомассы зоопланктона от биомассы фитопланктона, которой зоопланктон питается, а с другой – на преобладание в биомассе зоопланктона в период наблюдений, сообществ зообентоса, находящихся на ранней (планктонной) стадии развития [6].

**Многолетняя динамика ихтиофауны в Каспийском море.** За значимый период 1935-2005 гг. сократились уловы всех видов рыб, исключая уловы осетровых рыб в Иране; сильно сократились площади нерестилищ осетровых рыб, при этом выросли кормовые ресурсы осетровых рыб, и рыб полупроходных видов (рис. 4).

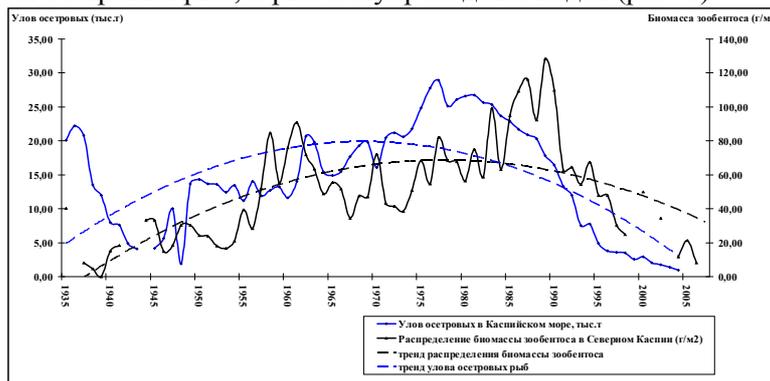


Рис. 4 – Уловы осетровых рыб (тыс. т) и биомасса донных беспозвоночных, являющиеся их кормовой базой (г/м<sup>2</sup>)

При сопоставлении биомассы бентоса и уловов осетровых рыб получены значимые положительные корреляции ( $r=0,47$  для  $P=0,99$ ); при смещении показателей биомассы бентоса по отношению к уловам осетровых на семь лет вперед, учитывая так называемые «волны жизни», корреляции возростали до 0,7.

Полученные результаты планируется применить для разработки рекомендаций по рациональному использованию природных ресурсов и восстановлению деградированных экосистем Каспийского моря.

**Заключение.** К числу важнейших воздействий, оказывающих влияние на стабильное экологическое состояние Каспийского моря, относится изменение его уровня. В период падения уровня Каспийского моря в 1933-1978 гг. и снижения биомассы фитопланктона биомасса зоопланктона значимо возрастает, а в период повышения уровня моря – биомасса снижается (данные 1933-2005 гг.), что указывает на сложную, разветвленную трофическую сеть в Северном регионе Каспийского моря.

Уровень Каспийского моря и биомасса бентоса Северного Каспия – взаимозависимы и находятся в противофазе (данные 1933-2005 гг.). Тренд изменения биомассы зоопланктона соответствует тренду изменения биомассы зообентоса; это означает, что в основном зоопланктон относится к так называемым «временным представителям», т. е. является видам зообентоса, находящимся в июне в личиночной стадии развития.

Падение уровня моря не сказалось отрицательно на биомассе различных форм бентоса. В западной и восточной частях Северного Каспия наблюдается увеличение биомассы как солоноватоводных, так и морских форм, за исключением двустворчатого моллюска дрейссены – показателя чистоты вод (данные 1933-2005 гг.). Особенно выросла биомасса червей, как менее чувствительных к загрязнению вод видов и, в частности, нереиса, специально интродуцированного в качестве кормового вида ихтиофауны. Кормовую базу ценных проходных и полупроходных видов рыб в значительной степени определяют представители зообентоса. В период падения уровня моря биомасса как солонолюбивых, так и прибрежных слабосоленатоводных и эвригалинных кормовых видов в Северном Каспии значимо возросла за 1933-1978 гг.

При сопоставлении биомассы бентоса и уловов осетровых рыб получены значимые положительные корреляции, при смещении по-

казателей биомассы бентоса по отношению к уловам осетровых на семь лет вперед, учитывая так называемые «волны жизни», корреляции возрастали до 0,7. Чем обильнее пища производителей, тем обильнее их нерест, выше жизнестойкость половых продуктов, оплодотворенной икры и личинок, а через 6 -8 лет, когда вылупившиеся из икры мальки достигнут промыслового возраста, соответственно увеличится их промысловое стадо и уловы.

#### Литература

1. Фролов А.В. Моделирование многолетних колебаний уровня Каспийского моря: теория и приложения. М.: ГЕОС, 2003. 174 с.
2. ESIMO data base (<http://www.esimo.ru>).
3. Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука, 1974. 245 с.
4. Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность, 1968.
5. Атлас основных кормовых организмов рыб Нижней Волги и Каспийского моря.- Астрахань: КаспНИРХ, 2002. 394 с.

### ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИТОКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Петрова Т.Н., Гусева М.А.

Институт озераведения РАН, г. Санкт-Петербург,  
[velapandere@gmail.com](mailto:velapandere@gmail.com)

Количество и состав веществ, поступающих с водосбора, является одним из главных факторов, влияющих на формирование химического состава воды Ладожского озера. Основная роль в этом поступлении принадлежит рекам. Водосборы трех главных притоков – рек Свирь, Вуокса, в нижнем течении река Бурная, и Волхов составляют более 80 % площади бассейна озера, и на них приходится более 80 % суммарного речного притока. Притоками второй величины являются реки Паша, Оять, Сясь, Олонка и Янис. Кроме того, в озеро впадает более двух десятков мелких рек. Вынос химических веществ в озеро с водой рек можно рассматривать как интегральный показатель природных условий и хозяйственной деятельности на водосборе. Химический состав речных вод Ладожского бассейна определяется: с одной стороны, общностью основных климатических условий региона, в том числе умеренным климатом,