

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ВОЛГИ И КАСПИЙСКОГО МОРЯ В 2005 Г.

Катунин Д.Н., Егоров С.Н., Кашин Д.В., Хрипунов И.А., Беспарточный Н.П.,
Никотина Л.Н., Галушкина Н.В., Кравченко Е.А., Азаренко А.В.,
Алымов М.В., Гуляев В.Ю.

ФГУП «КаспНИРХ», г. Астрахань

В современных условиях антропогенной нагрузки на экосистему Каспия абиотические факторы, наряду с фоновыми климатическими изменениями, играют важную роль в процессах формирования биологического ресурсного потенциала Волго-Каспийского промыслового района. Первичным фактором, определяющим динамику численности рыб, выступает волжский сток, а в последние годы, вероятно, численность и качественное состояние производителей.

Для северокаспийской экосистемы абиотические факторы, прежде всего, величина волжского стока, поступающего в Каспий, всегда имели решающее значение в формировании численности поколений рыб генеративно-пресноводного комплекса (осетровые, карповые, окуневые, сельдевые). В многоводные годы урожайность этих рыб была высокой, в маловодные – низкой.

Зависимость между водностью р. Волги и численностью поколений по убывающей отлова за период 1967-2004 гг., можно рассмотреть на примере леща, наиболее массовой рыбы Волго-Каспия (таблица 1). Материалы для расчета любезно предоставлены М.А. Сидоровой, за что выражаем ей глубокую признательность.

Материалы таблицы 1 характеризуют значительное снижение репродуктивного потенциала леща в самый маловодный период второй половины прошлого века, затем его увеличение в трансгрессионную стадию. Однако, восстановления продукционного потенциала в полном объеме не произошло и его величина составляет 50-60% среднего значения периода конца 70-х годов прошлого века.

Развитие волжского половодья в 2005 г. проходило на несколько пониженном температурном фоне при предшествующих ему высоких расходах воды, определивших ещё до наступления нерестовых температур воды (8-12⁰С у г. Астрахани) залитие полоев на 0,5-0,8 м. Это следует считать благоприятным фактором, т.к. в этом случае на нерестилищах начинает формироваться кормовая база молоди рыб ещё до начала миграции рыб на полои.

Таблица 1 - Соотношение между водностью Волги в период половодья и численностью поколений леща (по периодам), млн. экз.

Показатель	1967-1970 гг.	1971-1977 гг.	1978-1995 гг.	1996-2004 гг.
Численность леща	41,0	10,5	25,8	28,1
Сток половодья, W, км ³	98,1	83,7	112,8	110,9
Годовой сток, W, км ³	228,0	172,2	274,1	255,3
Численность, млн. экз. для 1 км ³ стока *)	<u>0,18</u> 0,42	<u>0,06</u> 0,12	<u>0,09</u> 0,23	<u>0,11</u> 0,25
в % **)	<u>100</u> 100	<u>33</u> 29	<u>50</u> 55	<u>61</u> 60
Примечания 1*) числитель – численность леща (млн. экз.) по отношению к годовому стоку; знаменатель – для стока половодья (апрель-июнь). 2**) 1967-1970 гг. – период, предшествующий регрессионной стадии 1971-1977 гг.; 1978-1995 гг. – преобладание многоводных лет, стадия подъема уровня моря; 1996-2004 гг. – снижение уровня моря к 2000 г. на 0,5 м и стабилизация на отметках около – 27,0 м.				

На основании прогнозных данных Росгидрометцентра о высокой приточности воды к Волжско-Камскому каскаду водохранилищ были разработаны графики попусков воды в низовья р. Волги на II квартал объемами 125, 135 и 140 км³, отвечающие в складывающихся условиях требованиям рыбного хозяйства региона. Направленность представленных Федеральным агентством водных ресурсов Министерства природных ресурсов (МПР) гидрографов половодья объемами 125, 135 и 144 км³ состояла в срезке высокой приточности к каскаду водохранилищ, повышенном сельхозпуске и сокращении рыбохозяйственной полки, в соответствии с рисунком 1.

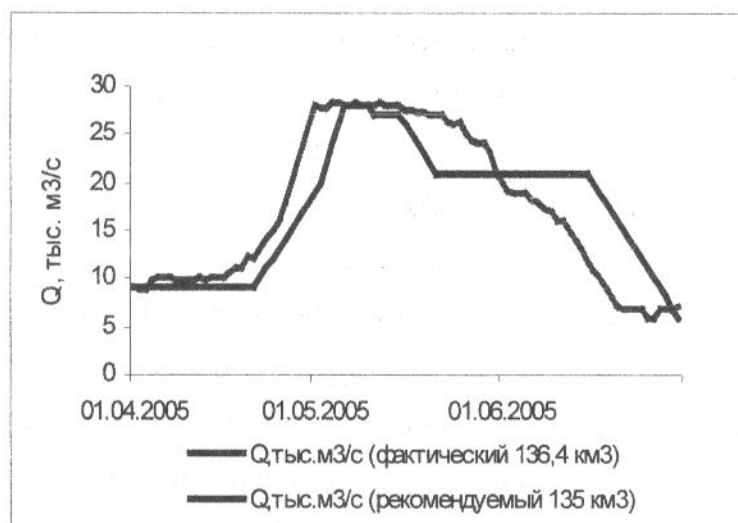


Рисунок 1 -Графики попусков воды, рекомендуемый ФГУП «КаспНИРХ» и фактический, тыс. м³/с.

Половодье 2005 г. характеризовалось высоким (136,4 км³) объемом стока, свойственным многоводным годам и превышающим среднегодовую норму. Основные параметры рыбохозяйственного половодья были выше показателей зарегулированного периода стока р. Волги и условия естественного воспроизводства полупроходных и туводных рыб можно признать относительно благоприятными.

Однако даже в условиях многоводного года Федеральному агентству по водным ресурсам не удалось обеспечить организацию такого рыбосельскохозяйственного попуска воды в низовья Волги, который удовлетворял бы экологическим требованиям нерестового цикла рыб. Причиной этому служит существующая парадигма в управлении водными ресурсами Волжско-Камского каскада водохранилищ, при которой предпочтение отдается заполнению двух нижеволжских водохранилищ-регуляторов стока (Куйбышевского и Волгоградского) уже на фазе подъема волны половодья. Тем самым, в многоводные годы к концу апреля – началу мая эти водохранилища теряют свою регулируемую способность и в случае продолжительных максимальных расходов воды низовья Волги сильно подтапливаются. Аналогичная ситуация имела место весной 2005 г., когда высокие расходы воды поступали практически в течение всего мая, после чего наступило резкое снижение сброса воды в низовья Волги на фоне заполненных до НПУ водохранилищ. Из водохранилищ стало поступать в низовья Волги столько воды, чтобы не снижался их нормальный подпорный уровень. Поэтому намеченной рыбохозяйственной «полки» продолжительностью 15-20 суток и расходами 20-21 тыс. м³/с не было сформировано и вместо этого наступил резкий спад расходов воды с 24 до 16-17 тыс. м³/с. При этом скорость спада волны половодья в вершине дельты Волги достигала 16-28 см/сут. Раннее завершение половодья отрицательно отразилось на эффективности размножения поздненерестующих рыб (сазан, красноперка и др.). В результате деформирования гидрографа попусков воды личинки этих рыб не достигали жизнестойких стадий. Повышенные уровни воды и скорости течения способствовали частичному выносу ранних личинок рыб с нерестилищ в водотоки, где их выживаемость из-за неблагоприятных экологических и трофических условий резко снижается.

Существующий принцип остаточного выделения водных ресурсов для «сохранения» природных комплексов, в т.ч. биоресурсов Волго-Каспия, приводит к почти ежегодному ущербу рыбным запасам как следствие несоблюдения рыбохозяйственных требований к режиму обводнения нерестилищ. Это фактор – ведущий к современному депрессивному состоянию численности полупроходных и туводных рыб Волго-Каспия. Основные характеристики весеннего половодья 2005 г. представлены в таблице 2.

Гидрохимические особенности волжского стока в значительной степени определяются величиной максимальных расходов и общего объема поступления воды в низовья. Возросшие концентрации биогенных веществ (БВ) в дельте Волги наблюдались с начала года, при этом преобладали органические формы, как фосфора, так и азота, что может свидетельствовать о сохранении сравнительно высокого уровня продукционных процессов в волжских водохранилищах в условиях теплой зимы.

Таблица 2 – Характеристики половодья.

Характеристика	Год, период, лет			
	2005г.	1959-2005 гг.	1930-1955 гг.	
Дата начала половодья	24.04	28,04	27,04	
Отметка максимального уровня по в/п Астрахань, см*)	627/326	563	586/285	
Дата наступления максимального уровня	28.05	24-25.05	7-9.06	
Продолжительность подъема волны половодья, сут.	34	26	41	
Скорость подъема волны половодья, см/сут.	6,7	8,2	5,7	
Продолжительность спада волны половодья, сут.	36	32	40	
Скорость спада волны половодья, см/сут.	7,7	6,6	5,9	
Продолжительность стояния уровня воды >451(150) см по в/п Астрахань, сут.	57	42	55	
Продолжительность стояния уровня воды >511(210) см по в/п Астрахань, сут.	48	29	38	
Дата окончания половодья	3.07	26,06	19,07	
Продолжительность половодья, сут.	71	60	84	
Сток р. Волги за II квартал, км ³	136,4	106,4	135,4	
Биопродукционный сток, км ³ **)	115,5	91	130	
Годовой сток р. Волги, км ³	288,6	249,5	234,7	
Заливаемость нерестилищ дельты р. Волги, тыс. га***)	Запад	148	201	295
	Восток	317	306	396
	Вся дельта	465	507	691

В период половодья сток минерального и органического фосфора (соответственно 10,1 и 14,3 тыс. т), превысил таковой для 2004 г. в 1,5 раза; поступление минерального и органического азота составило 93 и 142 тыс. т, что также было выше показателей предыдущего года в соответствии с рисунком 2.

Содержание минерального фосфора в весенний период колебалось в пределах 71-134 мкг/л, летом - от 48 до 68 мкг/л, и соответствовало показателям эвтрофных водоемов. В результате увеличения концентраций минерального фосфора произошло нарушение баланса отношения $N_{\min}:P_{\min}$ в сторону снижения азотной составляющей – с 12-15 (2004 г.) до 4-6 (в 2005 г.), что обусловило в весенний период более благоприятные условия для

развития диатомовых водорослей. Хлорофилл «с» при этом составил 34-51% общего количества фитопигментов, содержание кремниевой кислоты понизилось до 2145 мкг/л, с возрастанием до 2768 мкг/л в последующий период. Летом, как при снижении стока минерального фосфора, так и его потреблении фитопланктоном, отношение $N_{\text{мин}}:P_{\text{мин}}$ стало восстанавливаться (до 6-7), на фоне чего основная часть фитопигментов была представлена хлорофиллами «а» и «с» (56 и 24% от $\sum abc$).

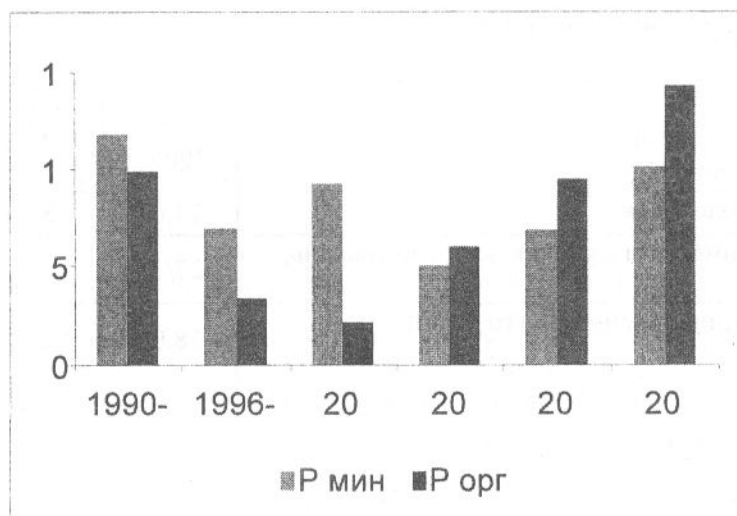


Рисунок 2

Годовой сток минерального и органического фосфора, тыс. т.

Органическое вещество (ОВ) до завершения половодья в значительной степени было представлено аллохтонными образованиями (при ПО:БО 30-39). Интенсивность продукционных процессов возрастала в июле-августе со снижением концентраций минеральных форм БВ и образованием максимального содержания ОВ (29-31 мг/л), при величине ПО:БО до 21-22. Отношение $N_{\text{мин}}:P_{\text{мин}}$ у г. Астрахани, по сравнению с ВАП, возрастало до 9 вследствие увеличения нитратной и аммонийной составляющих антропогенного происхождения, что, наряду с повышенным поступлением минеральных БВ, в большой степени обусловило развитие сине-зеленых водорослей.

Результаты наблюдений дают основание сделать вывод о том, что воды р. Волги в вершине дельты по содержанию минерального фосфора сохраняли статус эвтрофированных в течение всего 2005 г.

Возросший сток ОВ, высокий уровень его продуцирования в летний период на фоне увеличения поступления БВ способствовали в 2005 г. дальнейшему ухудшению газового режима в забровочных межканальных пространствах култушной зоны. Относительно благоприятные условия для обитания ихтиофауны сохранялись здесь в весенний и осенний периоды, когда содержание кислорода в утренние часы составляло 7-8 мг/л, в то время как летом - только 2-3 мг/л.

При этом для 2005 г. характерно прогрессирование этих процессов. Высокие концентрации биогенного стока способствуют развитию макрофитов в култушной зоне и формированию неблагоприятного для обитания ихтиофауны газового режима. Наблюдения прошлых лет показывают, что молодь рыбы в этой зоне погибает в предрассветные часы при большом дефиците кислорода. Благоприятные условия нагула молоди и взрослых рыб в култушной зоне приурочены непосредственно к близко расположенным водотокам. В период половодья по авианаблюдениям зона «подсвежки» расширяется до 1-5 км по обе стороны водотока в направлении межканального пространства.

Сток кремнекислоты, как в период половодья (276 тыс. т), так и в среднем за год (634 тыс. т) превышал показатели последних лет, что, вероятно, характеризует слабое развитие диатомового фитопланктона в водохранилищах.

В условиях повышенного поступления БВ содержание хлорофилла «а» в р. Волге у г. Астрахани в вегетационный период превысило среднеголетние показатели, в соответствии с рисунком 3.

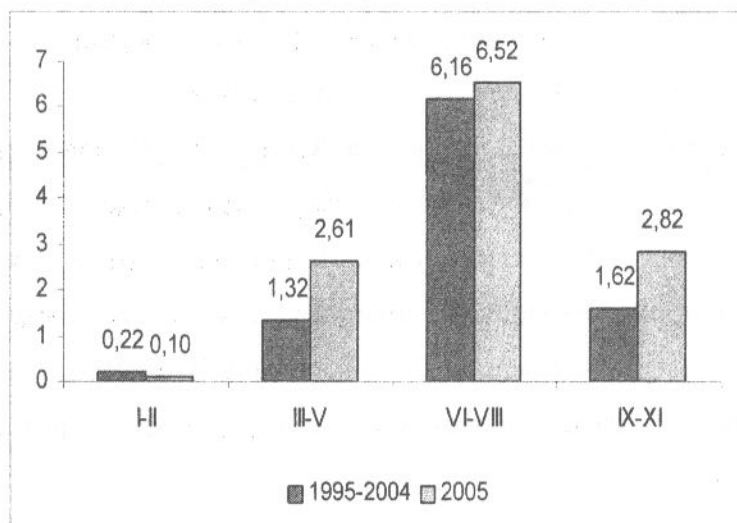


Рисунок 3

Среднее содержание хлорофилла «а» в р. Волге у г. Астрахани, мкг/л.

В дельте р. Волги содержание фитопигментов с июня по август поддерживалось на сравнительно высоком уровне. Более интенсивно развивались продукционные процессы в её восточной части, характеризовавшиеся повышенными концентрациями фитопигментов.

Таким образом, развитие половодья в дельте Волги проходило с практически отсутствием рыбохозяйственной «полки», что отрицательно сказалось на воспроизводстве полупроходных и речных рыб, особенно поздненерестующих. Повышенный сток биогенных веществ, с преобладанием в их составе органических форм, а также более значительное превышение минеральных соединений фосфора, по сравнению с

минеральным азотом, способствовали интенсификации продукционно-деструкционных процессов, возрастанию уровня эвтрофикации с ухудшением гидрохимических условий обитания ихтиофауны в култушной и отмелой зонах предустьевого взморья р. Волги.

Температурный режим Северного Каспия в 2005 г. характеризовался превышением среднемноголетних показателей. В июне сравнительно равномерный прогрев водной толщи ($23-25^{\circ}\text{C}$) охватывал участки, прилегающие к предустьевому пространству, достигая $27,4^{\circ}\text{C}$ в районе Волго-Каспийского канала (ВКК). Вертикальная стратификация развивалась на акватории свала глубин (4-8 м) и южнее. В июле развитие летней гомотермии происходило до изобаты 10 м с преобладающей температурой $26-27^{\circ}\text{C}$. Максимальный прогрев ($28-29^{\circ}\text{C}$) был отмечен вблизи о. М. Жемчужный. За изобатой 10 м максимальные вертикальные градиенты температуры воды (до $2,25^{\circ}\text{C}/\text{м}$) были отмечены на участке прохождения западной волжской струи в районе о. Тюлений. В сентябре, в условиях начала осеннего выхолаживания, повышенный теплозапас сохранялся в приглубой зоне, примыкающей к Мангышлакскому порогу, с максимумом в поверхностных водах северо-западнее о. Кулалы ($25,3^{\circ}\text{C}$). В этой зоне формировались предзимние концентрации осетровых рыб. Сравнительно равномерное охлаждение водных масс отмечено в мелководной части ($22-23^{\circ}\text{C}$). Вертикальная стратификация сохранялась на акватории, граничащей со Средним Каспием.

В целом, температура воды Северного Каспия формировалась с превышением среднемноголетних показателей с июня по сентябрь. На основной части моря развивалась гомотермия, характерная для мелководного водоема. Вертикальная стратификация характерна для акватории схождения северокаспийских и среднекаспийских вод. Термический режим Северного Каспия в 2005 г. способствовал более продолжительному вегетационному периоду развития кормовых организмов, нагулу рыб, интенсификации продукционных процессов.

Для северокаспийской экосистемы, в составе ихтиофауны которой преобладают бентоядные рыбы, соленость является решающей абиотической компонентой, определяющей формирование различных по отношению к солености комплексов планктона и зообентоса, а также ареалы нагула рыб генеративно-пресноводного комплекса. Формирование солености происходило в условиях многоводного стока р. Волги, в результате чего в период прохождения волны половодья в июне западная часть Северного Каспия была значительно опреснена (в восточной его части наблюдений не проводилось). Площадь буферной зоны ($0-8\text{‰}$) составила около 35 тыс. км², значительно превысив показатели последних лет наблюдений, при средней солености $5,35\text{‰}$ в соответствии с рисунком 4.

В июле буферная зона опресненных вод в западной части сохранялась на площади 28,1 тыс. км², средняя соленость возросла до 7,15‰. При отсутствии наблюдений на востоке Северного Каспия, на основании многолетних исследований солености этой части моря и пространственном распределении изохалин на Кулалинском пороге (границе между западной и восточной частями) в июле 2005 г., с большой долей достоверности можно сделать заключение, что в июле-августе происходило значительное поступление волжских вод в восточную часть этого водоема. В связи с этим, можно предположить, что основные ареалы нагула молоди и взрослых особей полупроходных рыб располагались в восточной части Северного Каспия. В сентябре происходило дальнейшее сокращение опресненных зон, составивших 25,1 тыс. км², и увеличение солености до 7,70‰.

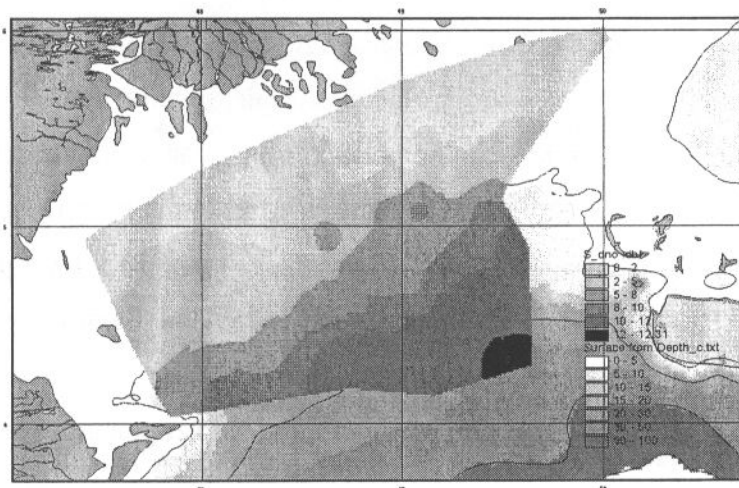


Рисунок 4
Соленость. Придонный горизонт. Июнь, ‰.

В целом, следует отметить, что значительное опреснение западной части Северного Каспия в первой половине летнего периода определило благоприятные солевые условия, как для развития пресноводного и слабосоленатоводного комплекса планктона и бентоса, так и для взрослых рыб и молоди генеративно-пресноводного комплекса. В конце лета и начале осени более благоприятные условия солевого режима складывались для развития морского комплекса планктона и бентоса.

На фоне возросшего поступления биогенных веществ (БВ) с речным стоком в северной части моря отмечалось увеличение концентраций минеральных форм фосфора и азота.

Наиболее значительные изменения произошли в мелководной зоне, где в июне среднее содержание минеральных форм фосфора возросло до 41, азота – до 191 мкг/л.

При возросших концентрациях БВ, просматривалось более заметное, по сравнению с минеральным азотом, увеличение содержания минерального фосфора, со смещением отношения $N_{мин}:P_{мин}$ до 5, что на фоне повышенного содержания

кремнекислоты (1859 мкг/л), могло создать более благоприятные условия для развития диатомового фитопланктона в мелководной зоне. В приглубой зоне складывались аналогичные условия для фотосинтеза при очень высоких для этой акватории величинах минеральных форм фосфора (21 мкг/л) и азота (106 мкг/л).

С июля по сентябрь потребление минеральных БВ фитопланктоном возрастало при более интенсивном изъятии минерального фосфора и увеличении отношения $N_{\text{мин}}:P_{\text{мин}}$ до 8 - в мелководной зоне и до 10 - в приглубой, что могло способствовать улучшению условий развития сине-зеленых водорослей.

Таким образом, гидрохимические условия образования продукционных процессов в 2005 г можно охарактеризовать, как благоприятные для фотосинтеза фитопланктона. Вместе с этим, наблюдавшийся в вегетационный период 2005 г. дисбаланс отношения минеральных форм азота и фосфора мог явиться одной из причин межгодовых и сезонных изменений качественного и количественного состава фитопланктона.

В начале лета, с поступлением волжских полых вод, повышенное содержание кислорода в поверхностном слое воды в результате интенсивного фотосинтеза отмечалось на акваториях, прилегающих к участкам адвекции речных вод из каналов-рыбоходов: Волго-Каспийского (ВКК) - 145%, Обжоровского (125%) и Белинского (136%). Зона с минимальным содержанием кислорода в придонных водах - 53-57% (3,09-3,28 мл/л) располагалась около о. М. Жемчужный, в результате формирования гидрофронта «река-море».

В июле сохранялось высокое содержание кислорода (133-138%) в поверхностном горизонте на акватории, прилегающей к Белинского каналу, вблизи о. М. Жемчужный и в районе прохождения волжской струи вдоль западного побережья; минимальное формировалось в придонных водах при стратификации солености в районе адвекции вод из ВКК (33%; 1,75 мл/л) и вблизи о. М. Жемчужный, где насыщение придонных вод кислородом по сравнению с июнем снизилось до 34% (1,82 мл/л). На границе со Средним Каспием образование гипоксии определялось формированием вертикальной стратификации плотности в зоне гидрофронта северо- и среднекаспийских вод с содержанием кислорода в придонных водах 66-79%; 4,74-5,15 мл/л. В сентябре высокий уровень фотосинтеза (146-151%; 8,7-8,9 мл/л) был характерен на акватории к западу от ВКК. Увеличение объема компенсационного подтока среднекаспийских вод сохраняло придонную гипоксию на Мангышлакском пороге. По сравнению с июлем, минимальное содержание кислорода понизилось до 28%; 1,88 мл/л, в соответствии с рисунком 5.

Низкое содержание кислорода сохранялось в зоне поступления вод из ВКК - до 42% (2,54 мл/л). На акватории около о. М. Жемчужный содержание кислорода в придонных водах снизилось до критических значений - 16% (0,94 мл/л). Акватория,

прилегающая к острову, находится в зоне схождения речных и морских вод, вследствие чего характеризуется плотностной стратификацией. Вместе с тем о. М. Жемчужный является памятником природы федерального значения, на котором располагается популяция ослабленных особей тюленя, единственная в Российской Федерации, а также колонии чаек: крачек и мартына-хохотуна.

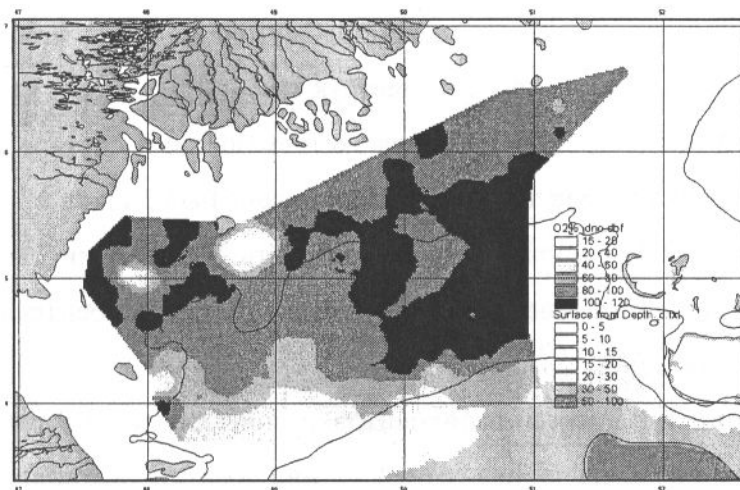


Рисунок 5. Относительное содержание кислорода. Придонный горизонт. Сентябрь, %.

Материалы 2005 г. подтверждают закономерность формирования в многоводные годы экстремально низких величин кислорода в придонном слое на акватории около о. М. Жемчужный. И, следовательно, она является зоной повышенной экологической чувствительности и требует предосторожного подхода при освоении нефтеуглеводородного сырья в данном районе.

По сравнению с 2004 г. произошло расширение площадей гипоксии, что обычно характерно для лет с повышенным стоком р. Волги. Участки с гипоксией занимали 10-12% западной части Северного Каспия.

В целом, для акватории Северного Каспия, кислородный режим соответствовал высокому уровню продукционных процессов, обеспечивающих благоприятные условия развития фитопланктона. Вместе с этим, сезонное прогрессирование гипоксии в районе о. М. Жемчужный и на Мангышлакском пороге в течение продолжительного времени и с достижением пороговых величин (менее 30%) с большой вероятностью могло отрицательно отразиться на жизнедеятельности донных организмов и условиях обитания ихтиофауны.

Формирование автохтонного вещества в Северном Каспии в 2005 г. происходило в условиях повышенного по объему половодья, характерного для многоводных лет. Значительным был вынос фосфора и азота, валовые величины которых оказались самыми

большими за последние 15 и 6 лет соответственно. Особенностью половодья 2005 г. было длительное (более 20 суток) прохождение высоких расходов воды (28 тыс. м³/с).

Таким образом, биогенная основа развития продукционных процессов была чрезвычайно благоприятной. На фоне высокого содержания азота и фосфора в море, в первую очередь их минеральных форм, при отсутствии дефицита кремнекислоты, происходила интенсификация фотосинтетических процессов.

В июне и августе средняя величина суточной продукции составила около 3 г С/м²·сут; высоким был и уровень деструкции – 2,5 г С/м²·сут. Годовая величина валовой первичной продукции (ВПП) была экстремальной и составила около 56 млн.т С при деструкции порядка 52 млн.т.; биотический баланс был близок к 1.

Увеличение ВПП должно способствовать более интенсивному развитию последующих трофических звеньев – зоопланктона и зообентоса, т.е. увеличению кормовой базы ихтиофауны.

Средние концентрации фитопигментов в зоне выноса БВ из основных рукавов дельты значительно превышали среднемноголетние показатели (таблица 3).

Таблица 3 – Средние концентрации хлорофилла «а» в поверхностном горизонте воды западной части Северного Каспия, мкг/л

Год	Мелководная зона			Приглубая зона		
	Июнь	Июль	Сентябрь	Июнь	Июль	Сентябрь
2004г.	7,4	6,3*	7,2	-	4,1*	3,8
2005г.	11,2	14,7	7,1	2,8	3,1	3,7
1994-2004гг.	6,0	8,3	5,8	2,3	4,8	2,6
Примечание *- август						

В июне повышенным содержанием хлорофилла «а» отличались акватории, прилегающие к выходным участкам восточных рукавов дельты Волги: Белинского (26 мкг/л) и Обжоровского каналов (до 36 мкг/л). В июле сохранялся сравнительно высокий уровень фотосинтеза с формированием повышенных концентраций на вышеназванных участках – 20-27 мкг/л. В сентябре максимальное содержание хлорофилла «а» наблюдалось западнее ВКК – до 33 мкг/л.

Температурный режим пелагиали Среднего и Южного Каспия в 2005 г. формировался в условиях повышенного прогрева верхнего эвфотического слоя и развития апвеллинга вдоль восточного побережья Среднего Каспия.

Для термики этих частей моря в многолетнем плане характерно увеличение теплозапаса во всем слое воды, обусловленное повышением температуры воздуха над акваторией моря, особенно в зимний период (таблица 4).

В июне апвеллинг был еще слабо развит, и температурный контраст между западной и восточной частями Среднего Каспия был минимальный (в южной части моря исследования не проводились). Глубина залегания термоклина находилась в слое 10-25 м, при градиентах температуры воды до 0,8-1,2⁰С/м.

Таблица 4 – Средняя температура воды в летний период на разрезах: п. Дивичи – зал. Кендерли, о. Куринский Камень – о. Огурчинский в слое 0-дно и 0-25 м.

Слой, м	п. Дивичи – зал. Кендерли					
	1952-1959гг.	1960-1970гг.	1971-1975гг.	1979-1998гг.	2000-2005гг.	2005г.
0-25	20,21	19,78	20,91	19,69	22,95	21,79
0-дно	5,55	5,66	5,85	6,14	6,54	6,44
Слой, м	о. Куринский Камень – о. Огурчинский					
	1952-1957гг.	1961-1970гг.	1972-1977гг.	1978-1999гг.	2000-2005гг.	2005
0-25	23,76	24,42	24,59	24,70	24,36	23,65
0-дно	7,15	7,56	7,55	7,50	7,62	7,43

В сентябре произошло максимальное развитие апвеллинга. На горизонте 10 м температура воды в результате этого понизилась по сравнению с июньской на 2-6⁰С. В сентябре произошло заглубление слоя термоклина на глубину 25-50 м и размывание вертикальных градиентов температуры воды до 0,7-0,8⁰С/м.

В сентябре, по сравнению с предыдущими годами, более пониженный теплозапас в трофическом слое непосредственно перед началом массового нереста анчоусовидной кильки должен положительно сказаться на урожайности её молоди, поскольку этот показатель находится в противофазе с температурным режимом.

В отличие от Северного Каспия, солевой бюджет средней и южной частей моря менее динамичен, ввиду значительно меньшего соотношения между общим объемом воды этих частей моря и величиной притока материкового стока. Вследствие этого, межгодовые колебания солености невелики и составляют десятые доли промилле.

С севера на юг межгодовые изменения солености сглаживаются. Вместе с тем, многолетний размах вариации солености возрастает с севера на юг и для слоя 0-50 м достигает в северной части Среднего Каспия 0,63‰, в южной – 0,98‰; в Южном Каспии –1,09‰ (по материалам наблюдений 1936-2004 гг.).

В условиях маловодного 2005 г. распределение солености определялось поступлением опресненных северокаспийских вод вдоль западного побережья и некоторым осолонением южной части моря (до 12,88‰).

Вертикальные градиенты солености были сглажены, за исключением западной части Среднего Каспия, где в зоне поступления северокаспийских вод формировалась

минимальная для этой части моря соленость (9,3‰ - у г. Махачкалы и 11,7‰ - у г. Дербента), что способствовало увеличению устойчивости термохалинной структуры в летний период. Для многолетней динамики солености характерно распреснение моря. Развитие этого процесса произошло в период трансгрессии моря (с 1978 г.) и преобладания приходной статьи бюджета над расходной. В условиях опреснения верхнего слоя моря возросло увеличение устойчивости термохалинной структуры в слое термоклина (Косарев, Тужилкин, 1995) и усилении горизонтальной динамики вод, определяющей выравнивание физико-химических полей (таблица 5). В 2005 г. эта ситуация сохранилась, при некотором увеличении солености в южной части моря.

Пониженная соленость способствует расширению ареала обыкновенной кильки и сокращению анчоусовидной.

Пространственное распределение кислорода в эвфотическом слое, расположенном над термоклином, в Среднем и Южном Каспии в летний период было относительно однородным и близким к 100% насыщению. Различия в вертикальном распределении содержания кислорода наиболее отчетливо прослеживались у западного побережья в первой половине лета при формировании термохалинной структуры.

Таблица 5 – Многолетние изменения солености в трофогенном слое (0-50 м) Среднего и Южного Каспия (август-сентябрь), ‰.

Часть моря	1956-1977гг.	1978-1985гг.	1986-1990гг.	1991-1995гг.	1996-2004гг.	2005г.
Средний Каспий S ₁	13,01	12,76	12,65	12,54	12,56	12,55
Южный Каспий S ₂	12,92	12,85	12,68	12,61	12,60	12,64
$\Delta S=S_2-S_1$	-0,09	0,09	0,03	0,07	0,04	0,09

Высокие величины насыщения кислорода были характерны для эвфотического слоя. В начале осени в зоне апвеллинга отмечено снижение содержания кислорода, связанное с выходом в верхние слои глубинных вод.

Для многолетней динамики было характерным некоторое уменьшение в осеннее время насыщения вод кислородом в фотическом слое по сравнению с предыдущими наблюдениями, как в Среднем, так и в Южном Каспии.

В придонных водах сохранялись минимальные показатели содержания кислорода, составившие в средней и южной частях моря соответственно 11 и 10% (0,96 и 0,82 мл/л).

Обращает на себя внимание пониженное содержание кислорода, как по абсолютной, так и по относительной величинам, в слое 200-600 м в Среднем Каспии по

сравнению с южной частью моря. Особенно значительное снижение кислорода произошло в слое 100-200 м в средней части моря, начиная с 2000 г., что, по-нашему мнению, является следствием повышенной гидродинамической активности у дна в этой части моря (Катунин и др., 2002). Столь низких концентраций кислорода, с минимумом в 2001 г. (<1,80 мл/л или 22% насыщения) не отмечалось за весь период исследований с 1934 г. Именно современный кислородный режим, вероятно, служит одним из основных негативных факторов, повлиявших на развитие и экологию автохтонного зоопланктона (эвритемора, лимнокалянуса, а также такие беспозвоночные, как мизиды), основного корма каспийских килек (анчоусовидная и большеглазая) и, тем самым, вызвавших глубокие экосистемные преобразования биологической структуры моря. В ближайшие годы такое положение с кислородным режимом сохранится, хотя просматривается положительная тенденция.

В сентябре распределение минерального фосфора характеризовалось более высоким содержанием у западного побережья Среднего Каспия – в районе адвекции северокаспийских вод. У восточного побережья высокие концентрации формировались на фоне подъема глубинных вод.

Вместе с этим пониженные по сравнению с 2004 г. концентрации фитопигментов позволяют предположить более ранние сроки начала преобладания деструкционных процессов в этом районе, в соответствии с рисунком 6. В Южном Каспии содержание минерального фосфора в начале осени достигало следовых величин, вследствие высокого уровня потребления его фитопланктоном в летнее время.

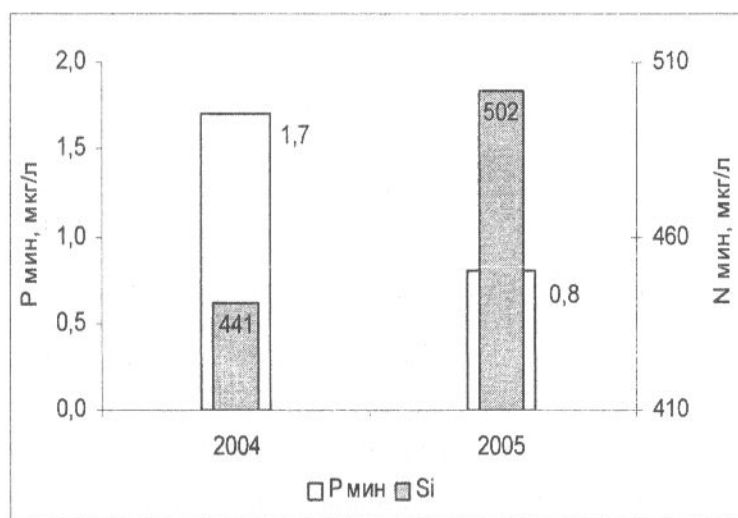


Рисунок 6. Динамика содержания минерального фосфора и кремнекислоты в осенний период в Среднем Каспии. Слой 0-25 м, мкг/л.

Повышенное содержание минерального азота отмечалось в северо-западной части Среднего Каспия, что было обусловлено поступлением северокаспийских вод. По

сравнению с сентябрем 2004 г. наблюдалось некоторое снижение концентраций этих форм азота.

Содержание кремнекислоты отличалось по сравнению с предыдущим годом возрастанием концентраций на всей акватории моря. Наиболее значительное увеличение произошло в западной части Среднего Каспия и у восточного побережья – соответственно, в зоне адвекции северокаспийских вод и на участках развития апвеллинга.

Высокое содержание фитопигментов в летний период в западной части Среднего Каспия определялось увеличением поступления северокаспийских вод, обогащенных минеральными формами биогенных веществ. На акватории восточного шельфа Южного Каспия минеральное питание фитопланктона обеспечивалось за счет подъема глубинных вод, обогащенных биогенами. В результате этого средние концентрации фитопигментов в поверхностном горизонте у берегов Дагестана и Туркмении значительно превысили показатели 2004 г. (таблица 6).

В сентябре произошло сезонное снижение интенсивности фотосинтеза, при этом по сравнению с предшествующим годом наблюдалось его более раннее ослабление с уменьшением содержания фитопигментов.

Таблица 6 – Средние концентрации фитопигментов в поверхностном горизонте воды шельфовой зоны Среднего и Южного Каспия, мкг/л

Год, сезон	Средний Каспий					Южный Каспий				
	Запад					восток				
	хорофилл			феофетин	кרוиноиды	Хорофилл			феофетин	кרוиноиды
	a	b	c			a	b	c		
2003 лето	-	-	-	-	-	0.33	0.21	0.40	0.71	1.28
2004 лето	0.99	0.37	0.53	0.74	1.83	0.64	0.55	0.70	0.73	1.19
2005 лето	1.43	1.05	1.35	1.58	2.75	1.44	1.30	1.62	1.71	2.83

В целом, гидролого-гидрохимическая обстановка в северной части моря обуславливалась возросшим уровнем жидкого и биогенного стока р. Волги, определившим высокий уровень продукционных процессов, что, наряду с развитием зон опреснения, способствовало улучшению условий развития кормовой базы икhtiофауны и расширению нагульного ареала.

В современных условиях сохраняется опреснение моря и преобладание горизонтального переноса вод в верхнем слое воды 0-25 м и, тем самым, массообмена между отдельными частями моря. Решающим фактором негативных процессов, определяющих нарушение экологии анчоусовидной и большеглазой килек, служит резкое снижение кислорода в глубинных слоях Среднего Каспия, определяющих неблагоприятные условия развития пелагических ракообразных (веслоногие, мизиды, парамизиды, некоторые виды кумацей, амфилод, гаммарусов), имеющих большое значение в питании сельдёвых.

В Южном Каспии вертикальная структура кислорода характеризуется большей устойчивостью. В средней части моря в 2003-2005 гг. прослеживается тенденция к некоторому увеличению содержания кислорода в слое 0-200 м и обеднению нижележащих слоев. Поэтому, в ближайшие годы, если не наступит период холодных зим, будет сохраняться депрессивное состояние анчоусовидной и большеглазой килек.

Литература.

- Косарев А.Н., Тужилкин В.С. Климатические термохалинные поля Каспийского моря. – М.: ГОИН, 1995, - 96 с.
- Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. – Рыбохозяйственные исследования на Каспии, Астрахань, 2002, - с. 41-55.
- Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – Изд. «Пищевая промышленность». – М., 1968, - с. 414.