

и количественно. Специфических видов, свойственных только этому сообществу, не обнаружено. Как правило, в составе нейстона представлены виды, имеющие массовое развитие в планктоне, в частности по биомассе здесь также доминировали *Rhizosolenia calcar-avis* и *Acartia clausi*. Наибольшая биомасса нейстона наблюдалась в июне 2000 года, когда концентрация растительных клеток составила $2,7 \text{ мг/м}^3$, а животных организмов – $1,1 \text{ мг/м}^3$. Существенного различия по видовому составу, численности и биомассе нейстона между всей исследуемой акваторией и основным полигоном не было установлено.

Основная цель гидробиологических исследований на структуре «Хвалынская» заключалась в оценке воздействия буровых работ, проводившихся здесь в 1999-2000 году, на морскую флору и фауну. Полученные результаты показывают, что изменения видового состава, численности и биомассы растительных и животных организмов в водной толще и на дне исследуемой акватории в основном определяются природными факторами, среди которых главную роль играют речной сток и адвекция среднекаспийских вод.

Судя по уровню первичной продукции, видовому составу фито- и зооцены, структуру «Хвалынская» следует отнести к олиго- и мезотрофным водам. Динамика гидробиологических показателей на основном полигоне, где проводилось разведочное бурение, не отличалась от таковой на всей исследуемой акватории за одним исключением, каковым было зарегистрированное увеличение видового состава и биомассы зообентоса в районе постановки СПБУ.

Таким образом, какого-либо угнетающего воздействия буровых работ на биологические сообщества моря не выявлено, что указывает на высокую экологическую эффективность использовавшейся при их проведении технологии «нулевых» сбросов.

3.7 Состояние биологических ресурсов

Охрана морских биологических ресурсов является приоритетной природоохранной задачей для всех участников нефтегазодобывающей деятельности на морском шельфе, а для Северного Каспия, учитывая особую ценность его рыбных запасов, она носит первостепенный характер. В связи с этим основной составной частью комплексных экологических исследований (впоследствии программы ведомственного экологического мониторинга), проводимых по заказу ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьморнефть» на Северном Каспии, стало изучение численности и распределения, структуры и качества популяций, физиологического состояния и питания рыб, а также определение содержания загрязняющих веществ в их органах и тканях.

Всего в течение 1997-2000 гг. на структуре «Хвалынская» было выполнено 6 ихтиологических съемок по установленной сетке станций, при этом ихтиологические исследования, как правило, проводились в комплексе с гидробиологическими наблюдениями (НТО «Проектный экологический мониторинг», 2000). Съемками в основном были освещены весенний и осенний сезоны года в период проведения буровых работ (1999-2000 гг.), и предшествовавший им интервал времени (1997-1998 гг.). Кроме того, для характеристики изменчивости состояния живых ресурсов на структуре «Хвалынская» использовались данные ихтиологических исследований, ранее выполненных в этом районе моря Каспийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства (НТО «Проектные исследования», 2000).

Как известно, запасы осетровых рыб в Каспийском море последние 10-15 лет неуклонно сокращаются, основной причиной чего является осуществляемый, несмотря на

все запреты, морской промысел. Однако, по данным рыбохозяйственных исследований в 1999 году произошло некоторое увеличение численности осетровых на Северном Каспии. Среди его причин называют изменение гидролого-гидрохимических условий, а также вытеснение рыб браконьерами из района их традиционно высокого скопления у Западного побережья Среднего Каспия (см. Раздел 1.2). Для целей нашей работы важно, что это увеличение, а точнее перераспределение рыб из одного района моря в другой, совпало по времени с началом поискового бурения на структуре «Хвалынская», где также был отмечен незначительный рост численности осетровых.

Анализ биологических материалов, полученных на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг. позволяет сделать вывод о большем, чем считалось ранее, ее значении для нагула осетра в периоды преднерестовых и предзимовальных миграций, которые ранее практически не были охвачены исследованиями (Таблица 3.7.1). Обычно на структуре «Хвалынская» осетр представлен как промысловой, так и непромысловой частью популяции, однако ранней весной здесь может существенно (до 100%) возрасти доля неполовозрелых рыб и молоди, которые с прогревом воды рассредотачиваются по другим районам Северного Каспия. Велико значение исследуемой акватории для нагула осетра также в летний период, о чем говорит не только высокая концентрация особей (относительно Северного Каспия в целом) но и их хорошая упитанность. Полученные материалы позволяют предполагать, что особенно плотные скопления осетра формируются на структуре «Хвалынская» в период предзимовальных миграций из Северного в Средний Каспий. В это время (а также весной) основу пищевого рациона осетра составляла рыба, главным образом, бычки, тогда как летом в его пище преобладали моллюски (гипанис, митилястер, церастодерма). Накормленность осетра во все съемки, за исключением марта 1997 года, была высокой. Характеризуя пространственное распределение осетра на самой структуре «Хвалынская», следует указать, что здесь его максимальная концентрация, как правило, наблюдалась в западной части акватории. На основном полигоне, где в 1999-2000 году была установлена буровая платформа, численность осетра была в несколько раз меньше, чем в местах его наибольших скоплений (Рис. III.55 и III.56).

Таблица 3.7.1

Относительная численность и качественная структура популяции осетра на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Март		Июнь		Ноябрь	
	1997	1998	1999	2000	1997	1999
Относительная численность, экз/трал	3,4	0,61	2,88	2,87	3,0	11,9
Доля незрелых рыб и молоди, %	35,4	100,0	43,8	50,9	51,8	45,8
Доля самок, %	55,0	25,0	42,9	80,0	62,5	54,0
Коэффициент упитанности по Фультону	0,55	0,35	0,52	0,52	0,47	0,45

Численность севрюги на структуре «Хвалынская» заметно ниже численности осетра, но своих наибольших значений она также достигает здесь в периоды преднерестовых и предзимовальных миграций, когда в составе популяции возрастает доля незрелых рыб и молоди и уменьшается доля самок (Таблица 3.7.2).

Таблица 3.7.2

Относительная численность и качественная структура популяции севрюги на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Март		Июнь		Ноябрь	
	1997	1998	1999	2000	1997	1999
Относительная численность, экз/грал	1,42	0,04	0,13	0,03	0,06	1,37
Доля незрелых рыб и молоди, %	12,3	0	0	0	0	11,5
Доля самок, %	48,1	100	100	100	100	-
Коэффициент упитанности по Фультону	0,28	0,33	0,31	0,34	0,39	0,26

В летний период на структуре «Хвалынская» в основном встречаются половозрелые самки. Следует отметить относительно низкую упитанность севрюги, нагуливающейся на структуре «Хвалынская». По-видимому, здесь для нее было недостаточно излюбленного ее корма - нереид и ракообразных, которые только в марте 1997 года составляли основу ее пищевого рациона. Позже в него входили в основном моллюски, а в июне 2000 года главным объектом питания севрюги была килька. На самой структуре «Хвалынская» наибольшие скопления севрюги наблюдались в ее западной части, на основном полигоне севрюга порой вообще не встречалась (Рис. III.57 и III.58).

Для белуги акватория полигона «Хвалынская» наиболее значима в марте, когда в составе популяции достигает максимума численность незрелых рыб и молоди, а доля самок уменьшается (Таблица 3.7.3).

Таблица 3.7.3

Относительная численность и качественная структура популяции белуги на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Март		Июнь		Ноябрь	
	1997	1998	1999	2000	1997	1999
Относительная численность, экз/грал	1,12	0,33	0,32	0,28	0,44	0,28
Доля незрелых рыб и молоди, %	94,5	100,0	73,5	81,8	100,0	66,7
Доля самок, %	40,0	16,7	66,7	50,0	50,0	50,0
Коэффициент упитанности по Фультону	0,63	0,65	0,67	0,62	0,61	0,55

Вообще как нагульный ареал структуры «Хвалынская» в основном используется молодью белуги, взрослые рыбы составляют не более трети популяции, обитающей в этом районе моря. Что касается самок, то они в летний и осенний период составляли не менее половины выловленных особей. Особо следует отметить высокую упитанность белуги нагуливающейся на структуре «Хвалынская», основу пищевого рациона которой в 1997-1998 году составляли бычки, а в 1999-2000 году - сельдевые. В период исследований для пространственного распределения белуги на структуре «Хвалынская» была характерна «пятнистость» (Рис. III.59 и III.60), при этом повышенные концентрации белуги нередко встречались на основном полигоне.

Оценка межгодовых колебаний численности осетровых на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг. затрудняется тем, что в период, предшествовавший проведению буровых работ, съемки проводились в основном весной, а в последующие два года - в основном летом. Сезонные же колебания численности осетровых в исследуемом районе весьма велики. Из сравнения между собой данных, полученных в одном сезоне, следу-

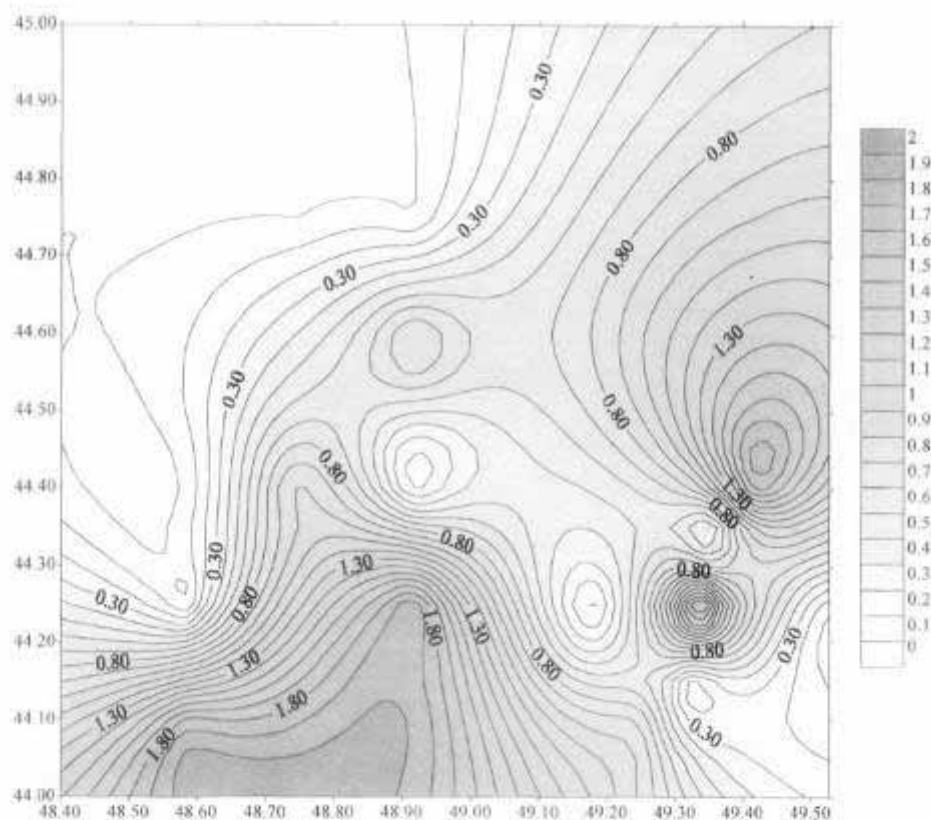


Рис. III.59 Распределение белуги (экз/трал) на структуре "Хвалынская" в августе-сентябре 1998 года.

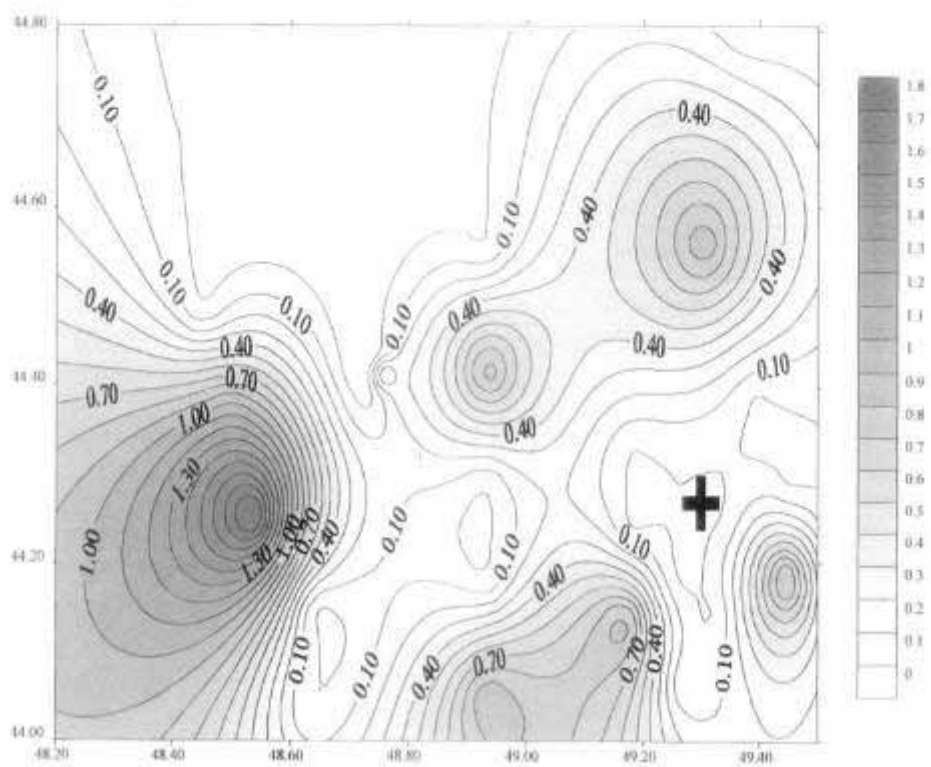


Рис. III.60 Распределение белуги (экз/трал) на структуре "Хвалынская" в июне 2000 года.

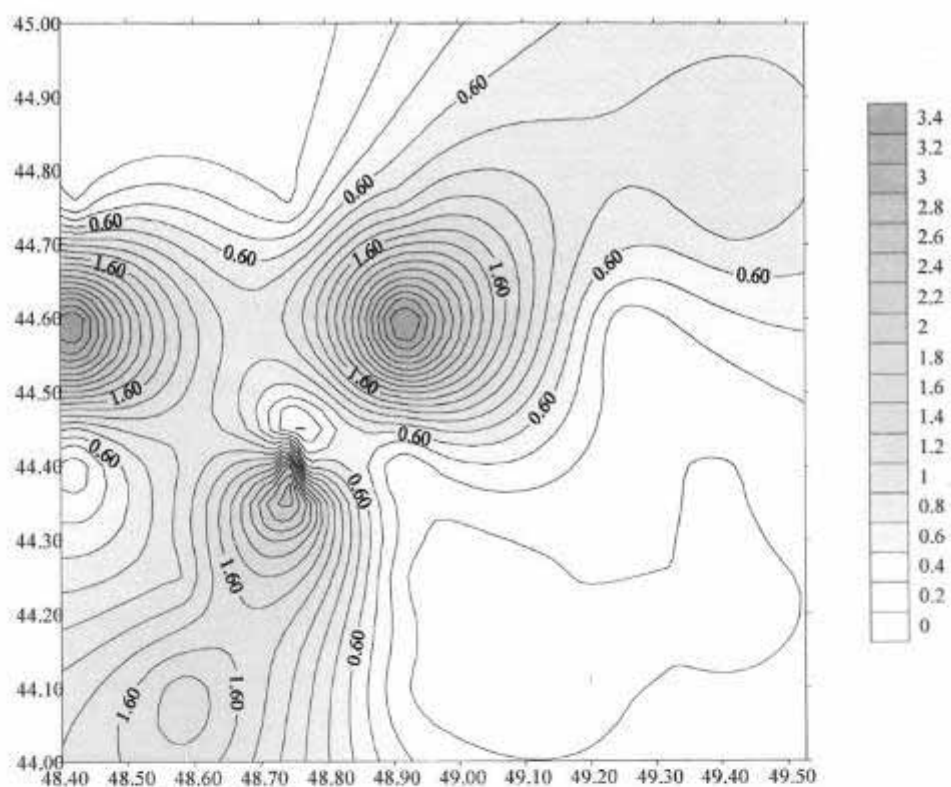


Рис. III.57 Распределение севрюги (экз/трал) на структуре “ Хвалынская ” в августе-сентябре 1998 года.

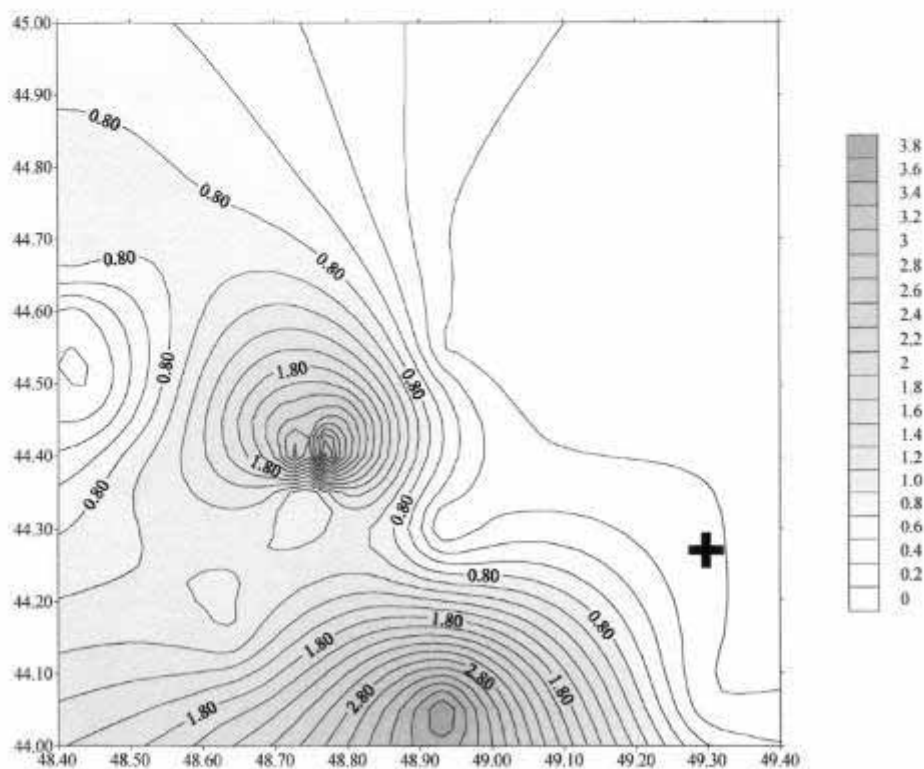


Рис. III.58 Распределение севрюги (экз/трал) на структуре “ Хвалынская ” в ноябре 1999 года.

ет, что численность осетровых год от года снижалась как весной, так и летом. В осенний сезон на структуре «Хвалынская» зарегистрировано резкое увеличение численности осетра и севрюги в период их миграции из Северного Каспия в глубоководную часть моря на зимовку. Образование плотных скоплений осетровых на структуре «Хвалынская» в период проведения на ней разведочного бурения свидетельствует об отсутствии негативного воздействия буровых работ на популяции рыб, являющихся наиболее ценным объектом каспийского рыбного промысла.

Из особо ценных пород рыб на структуре «Хвалынская» была отмечена белорыбца, представленная здесь в основном молодь (сеголетками и годовиками). Белорыбца stenothermная рыба. Летом она предпочитает нагуливаться в слоях воды, температура которой не превышает 18°C. В это время основным местом ее обитания являются районы Среднего и Южного Каспия с глубинами от 20 до 50 м. Материалы, полученные на структуре «Хвалынская», свидетельствуют о том, что белорыбца осваивает и глубоководные районы Северного Каспия. Так, в марте 1997 года молодь белорыбцы встречалась восточнее Большой Жемчужной банки, при этом ее средний улов составил 0,13 экз./час траления. Средняя длина годовиков равнялась 21 см, средняя масса – 220 г (Таблица 3.7.4). В августе 1998г. молодь белорыбцы нагуливалась в центральном глубоководном районе Северного Каспия, при этом ее максимальные концентрации не превышали 2 экз./час траления. Ареал нагула был ограничен 24-метровой изобатой и изогалиной 12‰.

Таблица 3.7.4

Относительная численность и качественная структура популяций проходных и полупроходных рыб на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Вид	Показатели	Март	Июнь	Август	Ноябрь
		1997	2000	1998	1999
Белорыбца	Средний улов, экз./час трал	0,13	0,06	0,2	-
	Средняя длина, см	21,0	7,2	17,5	-
	Средняя масса, г	220,0	4,0	57,5	-
Вобла	Средний улов, экз./час трал	-	0,34	-	2,6
	Средняя длина, см	-	8,5	-	11,2
	Средняя масса, г	-	9,9	-	31,3

Ихтиологические исследования на структуре «Хвалынская» показали, что этот район из полупроходных рыб осваивает только молодь воблы. В период проведения исследований здесь не встречались лещ и судак. Эти рыбы ранней весной держатся в мелководных опресненных участках Северного Каспия, а поздней осенью они подтягиваются к местам зимовки в район дельты Волги. В районе структуры «Хвалынская» не зарегистрированы также сом, сазан, синец, чехонь, рыбец, кутум и другие пресноводные виды, которых нередко можно встретить в других районах Северного Каспия.

На структуре «Хвалынская» годовики воблы нагуливались в основном в глубоководном (от 11 до 30 м) центральном районе, около Большой Жемчужной банки и юго-восточнее ее до границы со Средним Каспием. Распространение их вглубь моря ограничивалось 30-метровой изобатой и изогалиной 12‰. В районе основного полигона молодь воблы отсутствовала. Объем материалов, полученных по распределению и качественному составу белорыбцы и воблы на структуре «Хвалынская» не позволяет сделать каких-либо определенных выводов о воздействии на их популяцию буровых работ.

Сбор биологического материала на структуре «Хвалынская» осуществлялся с помощью донного трала, поэтому морские рыбы в нем представлены не в полной мере, в основном кильками и атериной. Этим орудием лова практически не ловятся сельди и кефали, но следует полагать, что эти группы рыб также присутствуют в данном районе моря.

Структура «Хвалынская» охватывает пограничный район между мелководным Северным Каспием и глубоководным Средним Каспием, поэтому в видовом составе траловых уловов представлены все три вида килек. В зависимости от сезона в уловах доминировали обыкновенная, либо анчоусовидная килька. Так, в ноябре обыкновенная килька, в основном, уже скатывается в южную и среднюю часть Среднего Каспия, и на структуре «Хвалынская» ее доля составляет 20-30%. В июне в период начала ската отнерестившейся в Северном Каспии кильки ее доля достигает 80%. В марте она составляет не более 30 % в уловах, т.к. в это время нерестовая часть вида подходит к границе Северного Каспия с юга, совершая преднерестовую миграцию (Таблица 3.7.5).

Таблица 3.7.5

Видовой состав уловов морских рыб на структуре «Хвалынская»
в 1997-2000 гг.(%)

Вид	Март		Июнь		Ноябрь
	1997	1998	1999	2000	1999
Анчоусовидная килька	66,7	1,8	74,9	-	-
Обыкновенная килька	33,3	28,0	18,9	79,2	18,9
Большеглазая килька	-	0,2	-	-	-
Атерина	-	70,0	6,2	19,0	81,1

Совершенно иная динамика доли в уловах наблюдается у анчоусовидной кильки, например в зимний и ранне-весенний периоды она находится в южной части моря, и поэтому в марте ее уловы на структуре «Хвалынская» крайне незначительны. Летом и осенью ее доля существенно возрастает. И, наконец, глубоководный вид – большеглазая килька ловится в этом районе в единичных экземплярах. Атерина в видовом составе уловов встречается во все сезоны года и в значительном количестве.

Биомасса морских рыб на структуре «Хвалынская» варьирует в больших пределах (Таблица 3.7.6). Наибольшая ее величина обычно наблюдается в теплый период года. В конце зимы и начале весны биомасса низка, так как в это время еще не наблюдается подхода рыб не нерест в Северный Каспий. Позже с прогревом моря в районе структуры «Хвалынская» (конец марта – апрель) появляются мигрирующие на север косяки кильки и сельдей. В условиях ранней весны они могут появиться и в начале марта. Низкая биомасса морских рыб может наблюдаться поздней осенью в условиях раннего похолодания и частых штормов.

Таблица 3.7.6

Биомасса (тонн) морских рыб на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Вид	Март		Июнь		Ноябрь
	1997	1998	1999	2000	1999
Анчоусовидная килька	43600	0,14	4600	-	-
Обыкновенная килька	9200	2,3	12120	20700	21,7
Большеглазая килька	-	0,01	-	-	-
Атерина	-	-	5500	5800	136,9

Весьма примечательным является соотношение взрослых рыб и молоди килек на структуре «Хвалынская» в летний период. Так, в июне 1999 года из общей численности 11,9 млрд. экземпляров анчоусовидной кильки 11,8 млрд. составляла молодь. В это же время у обыкновенной кильки доля молоди была незначительна. Следовательно, летом структура «Хвалынская» является частью нагульного ареала молоди анчоусовидной кильки, а молодь обыкновенной кильки находится в других районах Северного Каспия.

Результаты исследований показывают, что для акватории структуры «Хвалынская» характерны высокая межгодовая и сезонная динамика видового состава морских рыб, их концентрации и биомассы. Это указывает на транзитный, пограничный характер этого района между Северным и Средним Каспием. В то же время, в динамике изученных параметров морских рыб здесь прослеживаются общие закономерности их экологии. Так, особую значимость этот район имеет для морских рыб, мигрирующих весной на нерест в Северный Каспий (обыкновенная килька и сельди), а летом и осенью скатывающихся на юг. В летний период этот район играет значительную роль в нагуле молоди анчоусовидной кильки.

Бычковые рыбы, в отличие от рассмотренных выше видов, ведут малоподвижный образ жизни и потому потенциально более подвержены воздействию буровых работ. Результаты анализа уловов бычковых рыб представляют в связи с этим особую ценность для решения поставленной задачи по оценке воздействия разведочного бурения на структуре «Хвалынская» на ихтиофауну.

Как видно из материалов, представленных в Таблице 3.7.7, уловы бычковых рыб (общий и средний) от 1997г. к 2000г. проявляли тенденцию к увеличению. Также в сторону увеличения изменялось и видовое разнообразие бычковых рыб. В 1997 году на структуре «Хвалынская» был определен 1 вид, в 1998 году - 8 видов, в 1999 году - 12 видов, а в 2000 году – 15 видов.

Таблица 3.7.7

Относительная численность бычковых рыб на структуре «Хвалынская»
в 1997-2000 гг.

Показатели	Март		Июнь		Ноябрь	
	1997	1998	1999	2000	1997	1999
Общий улов, экз.	12	482	622	8645	962	58
Средний улов, экз.	-	20	26	247	59	3

Увеличение численности и видового разнообразия бычковых рыб на структуре «Хвалынская» наблюдалось в весенне-летний сезон, когда условия были наиболее благоприятными для их развития, как в качественном, так и в количественном отношении. В это время года накормленность бычков была максимальной, основу питания их массовых видов, в частности бычка-кругляка, составляли ракообразные – гаммариды и кумацеи, а также моллюски, среди которых преобладал митилястер, биомасса которого на структуре «Хвалынская» всегда была высокой. В осенний период уловы и видовой состав бычковых рыб изменялись в сторону уменьшения. Напомним, что в это время года бычков активно использовал в пищу осетр, численность которого в ноябре 1999 года была значительно выше, чем в ноябре 1997 года.

В соответствии со «Специальными экологическими и рыбохозяйственными требованиями при проведении геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья в заповедной зоне в северной части Каспийского моря» в программу ведомственного экологического мониторинга на структуре «Хвалынская» было включено определение содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов и углеводородов) в тканях и органах гидробионтов. В качестве таковых были выбраны осетровые и бычковые рыбы, при этом принималось во внимание, что накопление ЗВ в тканях осетровых,

тканях осетровых, благодаря их широким миграциям, скорее характеризует экологическую обстановку на всем Каспии, чем непосредственно на структуре «Хвалынская», а динамика содержания ЗВ в тканях бычковых рыб, наоборот, более точно отражает ситуацию, складывающуюся в районе проведения буровых работ.

Установлено, что из изученных тяжелых металлов в тканях гидробионтов более всего содержится цинка (от 3 до 30 мг/кг), затем в порядке убывания идут медь (от 0,1 до 10 мг/кг), свинец (от 0 до 3,0 мг/кг), ртуть (от 0,03 до 0,70 мг/кг) и кадмий (от 0,03 до 0,30 мг/кг). Сравнивая полученные данные с рядами, характеризующими содержание металлов в морской воде ($Zn > Cu > Pb > Cd > Hg$) и донных отложениях ($Zn > Pb > Cu > Cd > Hg$) на структуре «Хвалынская» (см. Раздел 3.4) и учитывая, что в морской воде концентрации свинца и меди очень близки друг к другу, мы приходим к выводу, что накопление металлов в тканях гидробионтов происходит в пропорциях, близких к тем, что наблюдаются в морской среде, а избирательное накопление гидробионтами металлов наблюдается только в отношении свинца и ртути.

Что касается распределения тяжелых металлов в различных органах осетровых (бычки анализировались целиком), то, как и ожидалось, максимальные их концентрации наблюдались в печени рыб (Рис. 3.7.1).

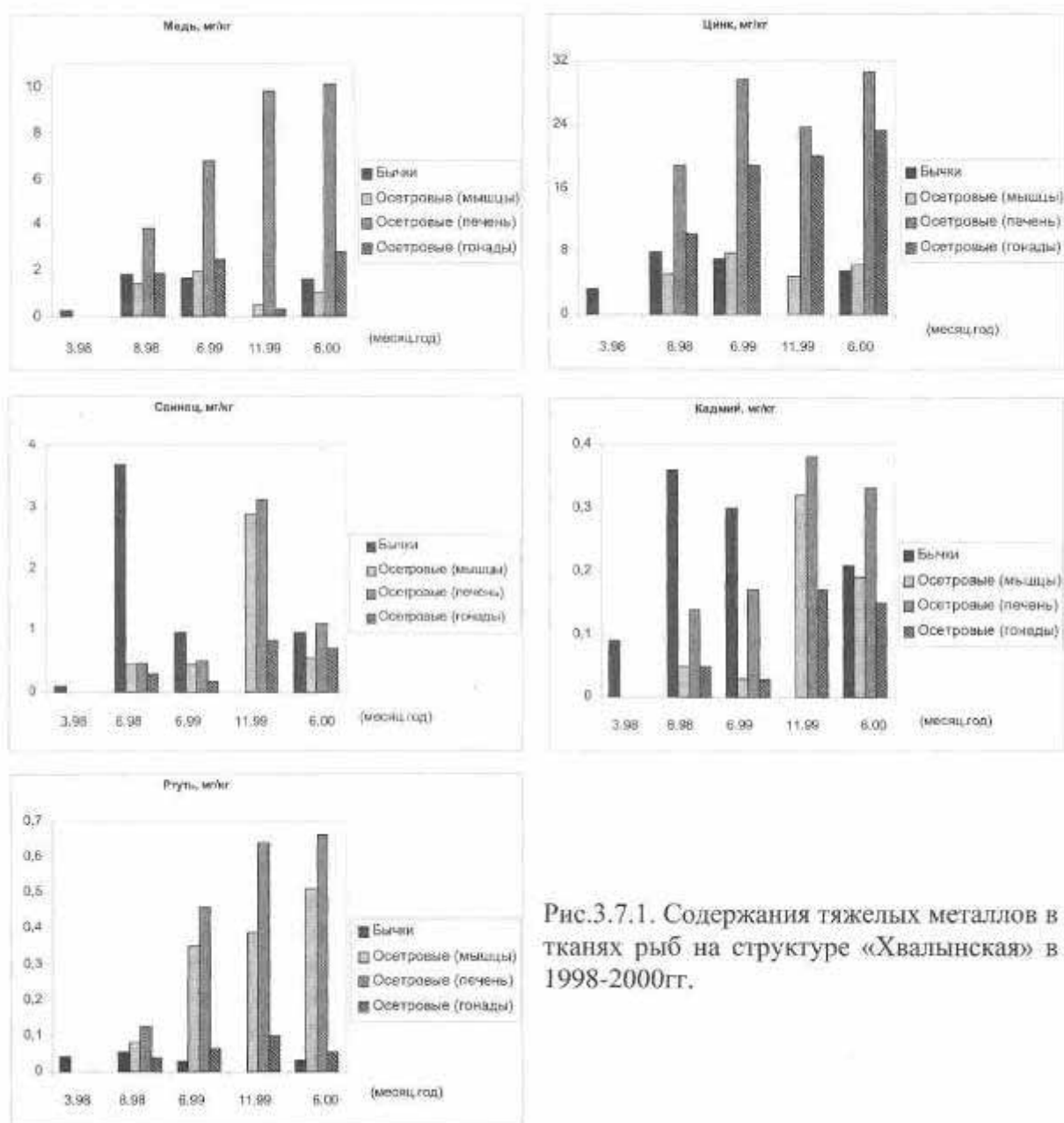


Рис.3.7.1. Содержание тяжелых металлов в тканях рыб на структуре «Хвалынская» в 1998-2000гг.

Характеризуя временную динамику содержания металлов в осетровых, следует указать, что их максимальная концентрация была зарегистрирована в 1999 году (в июне - меди и цинка, в ноябре - свинца, кадмия и ртути), то есть в том же году, в котором было зарегистрировано наибольшее содержание металлов в морской воде на структуре «Хвалынская». Максимальная концентрация металлов в тканях бычковых рыб наблюдалась в августе 1998 года, при этом в последующие два года она постепенно снижалась, что также отражает динамику содержания тяжелых металлов на структуре «Хвалынская», но уже не в воде, а в донных отложениях.

Выше (см. Раздел 3.4) было показано, что изменения содержания тяжелых металлов в морской среде на исследуемой акватории в 1997-2000 гг. не связано с проведением буровых работ. Об этом же говорит и то, что во время поискового бурения содержание тяжелых металлов в тканях бычков, являющихся, в отличие от осетровых, постоянными обитателями структуры «Хвалынская», постепенно снижалось. По нашему мнению основная роль в балансе тяжелых металлов в Каспийском море принадлежит обменным (на границе «вода-дно») процессам, которые требуют более тщательного изучения.

Наиболее ярко выраженной составляющей временной изменчивости содержания суммарных (УГВ) и ароматических (АУ) углеводородов в тканях гидробионтов являются сезонные изменения (Рис.3.7.2). И у осетровых и у бычков максимальное содержание УГВ и АУ в органах и тканях наблюдается в летний период, из чего можно сделать вывод, что при повышении температуры воды скорость их поглощения возрастает. Четко выраженной тенденции в межгодовой изменчивости содержания углеводородов в органах осетровых не наблюдалось. В гонадах максимальная концентрация углеводородов наблюдалась до проведения буровых работ, в печени и мышцах - в период поискового бурения.

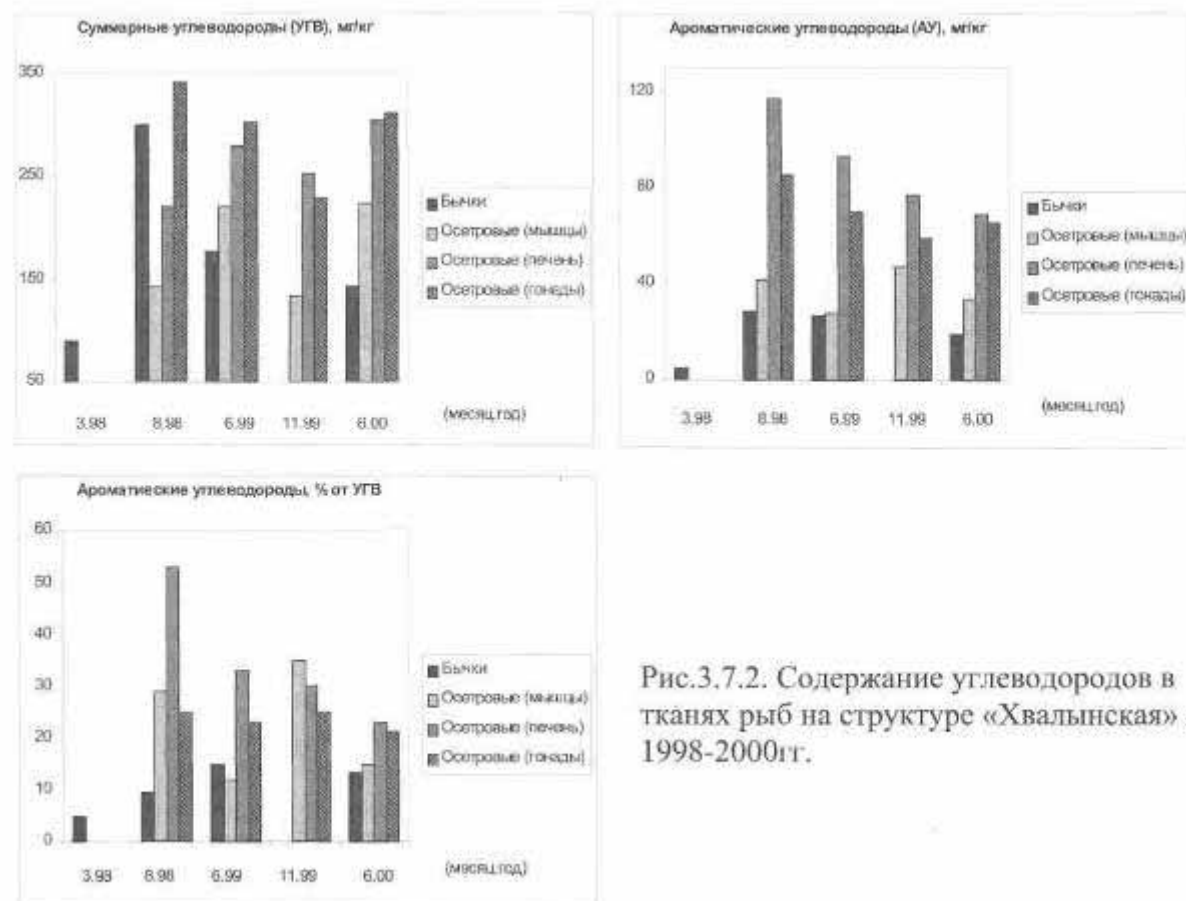


Рис.3.7.2. Содержание углеводородов в тканях рыб на структуре «Хвалынская» в 1998-2000гг.

Более четкая картина наблюдалась у бычков, у которых максимальное содержание углеводов было зарегистрировано в августе 1998 года, то есть до постановки буровой платформы в районе их постоянного обитания. В период проведения буровых работ концентрация углеводов в тканях бычков понизилась. Интересно, что при этом увеличилась доля ароматических углеводов в общей сумме УГВ. Напомним, что аналогичные изменения содержания и состава УГВ наблюдались в морской воде и донных отложениях на структуре «Хвалынская» (см. Раздел 3.4). Таким образом, бычки, а точнее - уровень содержания в их тканях углеводов, являются хорошим показателем локального нефтяного загрязнения морской среды. Данные наблюдений за этим показателем на структуре «Хвалынская» свидетельствуют о том, что бурение поисковой скважины не привело к увеличению уровня нефтяного загрязнения в районе проведения буровых работ.

Важной составляющей частью ихтиологических исследований на структуре «Хвалынская» стало изучение показателей физиологического состояния гидробионтов, в качестве объектов которого также были выбраны осетровые и бычковые рыбы. Как известно, физиологические и биохимические показатели более чувствительны к внешним воздействиям, чем системы надорганизменных уровней биологической организации. Это положение нашло свое подтверждение в ходе исследований на структуре «Хвалынская». В частности, физиологическое состояние бычковых рыб практически по всем показателям было наихудшим именно в августе 1998 года (Таблица 3.7.8), когда в тканях бычков было зарегистрировано максимальное содержание тяжелых металлов и углеводов.

Таблица 3.7.8

Показатели физиологического состояния бычковых рыб на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Ткань	Месяц, Год					
		10.1997	03.1998	08.1998	06.1999	11.1999	06.2000
Антиоксидантная активность, %	мышцы	-	23,0	17,6	-	13,0	15,0
	печень	-	-	12,4	-	-	-
Перекисное окисление липидов (ферментзависимое), нмоль/час	мышцы	29,1	24,0	37,4	-	8,2	18,8
	печень	-	48,6	193,8	-	-	156,5
Перекисное окисление липидов (аскорбатзависимое), нмоль/час	мышцы	48,1	55,1	63,0	-	18,1	65,1
	печень	-	141,7	282,5	-	-	173,4
Малоновый диальдегид, Нмоль	мышцы	10,1	12,7	19,8	-	6,4	5,9
	печень	-	47,2	99,8	-	52,3	27,18
Активность цитохромоксидазы, ед./кг за 1 мин.	мышцы	82100	13800	12800	59500	23100	45100
	Печень	60600	79500	17100	69300	45200	37900
Активность лактатдегидрогеназы мкмоль/кг за 1 мин.	мышцы	13200	54900	54600	18700	14500	30800
	Печень	3900	3920	1650	2890	8920	6270
Цитоплазматический белок, мг/г	мышцы	94	32	31	35	33	33
Концентрация гликогена, мг/%	печень	1710	5520	4180	5640	-	1450
Уровень патологии тканей, Баллы	мышцы	1,7	2,2	3,3	3,5	3,3	2-2,5
	печень	3,1	2,0	2,6	2,8	2,6	2-2,5
Нарушение стр-ры оболочек, %	ооциты	20	40	10	70	30	2
«Биологические» нарушения, %	ооциты	-	25	30	-	-	3
Уродства, %	ооциты	2-4	45	-	3	3	2

В этот период у них были зарегистрированы практически все признаки оксидативного стресса, являющегося наиболее адекватным показателем контаминации рыб токсикантами (Мальдов и др., 2000), а именно высокий уровень антиоксидантной активности, максимальная скорость перекисного окисления липидов, наибольшая кон-

центрация образующегося в результате малонового диальдегида. Оказались нарушенными также процессы энергетического обмена. Так, судя по снижению активности цитохромоксидазы, и, наоборот, повышению активности лактатдегидрогеназы, резко изменилось соотношение аэробных и анаэробных процессов в пользу последних. В условиях стресса и нарушенного энергетического метаболизма появились также признаки патологических структурных изменений, в частности, уменьшилось содержание цитоплазматического белка в тканях. В последующем, то есть в период проведения буровых работ на структуре «Хвалынская» физиологическое состояние бычковых рыб улучшилось, но показатели энергетического обмена полностью так и не восстановились. Отметим, что улучшение физиологического состояния бычков было сопряжено с увеличением их численности, биомассы и видового разнообразия.

В динамике показателей физиологического состояния осетровых рыб не было обнаружено столь ярко выраженной связи с содержанием загрязняющих веществ в их тканях и органах и в окружающей среде. В частности у осетра признаки оксидативного стресса (увеличение скорости перекисного окисления липидов (ПОЛ) и накопления малонового диальдегида), наиболее ярко выраженные в печени, в максимальной степени проявились в августе 1998 года, то есть одновременно с бычками, тогда как максимальная концентрация тяжелых металлов в этом органе была зафиксирована в следующем году.

Таблица 3.7.9

Показатели физиологического состояния осетра на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Ткань	Месяц, Год					
		10.1997	03.1998	08.1998	06.1999	11.1999	06.2000
Антиоксидантная активность, %	мышцы	-	27,8	21,1	16,9	18,7	41,5
	печень	-	26,4	16,0	15,0	19,7	23,8
Перекисное окисление липидов (ферментзависимое), нмоль/час	мышцы	20,3	24,5	21,7	52,8	11,0	3,6
	печень	28,5	60,6	97,5	76,0	24,4	19,6
Перекисное окисление липидов (аскорбатзависимое), нмоль/час	мышцы	29,3	45,4	67,9	79,9	58,0	41,4
	печень	36,5	84,9	101,0	98,8	34,4	33,8
Малоновый диальдегид, Нмоль	мышцы	6,3	9,6	13,4	22,7	4,2	1,1
	печень	10,0	24,2	32,5	16,7	7,9	2,9
Активность цитохромоксидазы, ед./кг за 1 мин.	мышцы	29100	16900	9500	51300	7400	29100
	печень	32200	7400	5900	26400	20700	23900
Активность лактатдегидрогеназы мкмоль/кг за 1 мин.	мышцы	12900	26500	21200	8800	6000	13000
	печень	5250	7520	5440	4230	6940	9390
Цитоплазматический белок, мг/г	мышцы	68	49	56	45	55	50
Коэффициент лизиса	мышцы	2,9	0,4	-	4	13	5,7
Гликоген, мг%	печень	1540	3120	2090	2220	4380	2070
Сывороточный белок, г/л	кровь	41	20	26	27	35	32
Коллоидная устойчивость сывороточных белков, ед.	кровь	0,05	0,08	0,04	0,05	0,04	0,04
Липопротеиды, мг%	кровь	326	472	287	269	152	277
Холестерин, мг%	кровь	74	133	-	53	78	58
Гемоглобин, г/л	кровь	53	46	59	54	54	54
Уровень патологии тканей, Баллы	мышцы	1,9	2,0	2,4	2,6	2,7	2-2,5
	печень	2,4	2,6	3,0	3,1	3,1	2-2,5
Отношение самок с нормальным и нарушенным гаметогенезом, %	норма	-	-	32	45	44	70
	патология	-	100	68	55	56	30

В мышцах осетра максимальная скорость ПОЛ и наибольшая концентрация малонового диальдегида (МДА) была зарегистрирована в июне 1999 года. Максимальная антиоксидантная активность, также являющаяся признаком оксидативного стресса, в печени осетра наблюдалась в марте 1998 года, а в мышцах - в июне 2000 года. В целом для динамики показателей оксидативного стресса у осетра были характерны две общие черты: а) воздействие стресс-факторов, как правило, наблюдалось в летний период и снижалось весной и осенью; б) в 1999-2000 гг. происходило повышение устойчивости системы биохимической адаптации к воздействию токсикантов. Улучшение физиологического состояния подтверждается данными наблюдений за показателями энергетического и структурного метаболизма, которые в большинстве случаев были наихудшими также в 1998 году.

У севрюги признаки нарушения энергетического и структурного метаболизма оказались наиболее ярко выраженными в августе 1998 года, а признаки оксидативного стресса - в июне 1999 года, после чего у особей этого вида было отмечено устойчивое улучшение физиологического состояния (Таблица 3.7.10).

Таблица 3.7.10

Показатели физиологического состояния севрюги на структуре
«Хвалынская» в 1997-2000 гг.

Показатели	Ткань	Месяц, Год					
		10.1997	03.1998	08.1998	06.1999	11.1999	06.2000
Антиоксидантная активность, %	мышцы	-	-	17,1	22,3	13,8	13,1
	печень	-	-	15,0	12,5	24,4	6,7
Перекисное окисление липидов (ферментзависимое), нмоль/час	мышцы	-	-	22,6	46,2	10,8	3,6
	печень	-	-	110,0	170,6	33,7	12,6
Перекисное окисление липидов (аскорбатзависимое), нмоль/час	мышцы	-	-	77,7	131,0	44,2	48,3
	печень	-	-	119,6	-	54,9	28,7
Малоновый диальдегид, нмоль	мышцы	-	-	12,7	27,7	3,0	1,2
	печень	-	-	27,0	27,3	11,1	2,1
Активность цитохромоксидазы, ед./кг за 1 мин.	мышцы	25100	-	22000	31500	19000	-
	печень	19500	-	16900	45300	19300	-
Активность лактатдегидрогеназы мкмоль/кг за 1 мин.	мышцы	6440	-	49520	8860	6060	-
	печень	4440	-	6610	3710	7600	-
Цитоплазматический белок, мг/г	мышцы	75	-	25	28	44	-
Коэффициент лизиса	мышцы	3	-	-	5	21	-
Гликоген, мг%	печень	2290	-	2490	-	3730	-
Сывороточный белок, г/л	кровь	24,6	-	30,0	-	28,9	-
Коллоидная устойчивость сывороточных белков, ед.	кровь	0,07	-	0,47	-	0,06	-
Липопротеиды, мг%	кровь	270	-	400	-	290	-
Холестерин, мг%	кровь	64	-	-	-	173	-
Гемоглобин, г/л	кровь	70	-	63	-	49	-
Уровень патологии тканей, баллы	мышцы	1,9	2,0	2,7	2,7	2,3	-
	печень	2,4	2,4	2,9	2,9	3,1	-
Отношение самок с нормальным и нарушенным гаметогенезом, %	норма	-	-	44	35	73	-
	патология	-	100	56	65	27	-

У белуги признаки оксидативного стресса и нарушения энергетического и структурного метаболизма также оказались наиболее ярко выраженными в августе 1998 года, затем последовало улучшение физиологического состояния особей. Однако по отдельным показателям (антиоксидантная активность и скорость анаэробных окислительных