

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нам бы хотелось дать в заключении некую интегральную оценку состояния морских экосистем, качества морской среды, воздействия на них буровых работ и эффективности природоохранных технологий. Однако объективных, или хотя бы общепринятых критериев для такой оценки пока нет и они, по-видимому, не скоро появятся.

Более или менее в настоящее время определены лишь критерии для оценки качества окружающей природной среды, если достаточно четко сформулированы требования, которые предъявляют к ней конкретные природопользователи. Оценка качества среды при комплексном использовании природных ресурсов уже представляет собой трудно разрешимую задачу, достаточно указать на весьма противоречивые требования, предъявляемые к водным ресурсам со стороны водного и рыбного хозяйства. Требования, предъявляемые обществом в целом к окружающей природной среде, которая согласно современным представлениям должна полностью удовлетворять как ныне живущие, так и будущие поколения людей, вообще не поддаются конкретизации и потому не могут быть основой для оценки ее качества.

Ситуация усугубляется тем, что понимание участия природных экосистем в формировании качества окружающей среды в общем пока доросло лишь до того, что понятие качества стало применяться к самим экосистемам, что на наш взгляд недопустимо так как это вносит дополнительную путаницу и ведет к новым попыткам улучшения природы. Для упрощения вопроса лучше всего было бы рассматривать природные экосистемы как некие «черные ящики», обладающие определенными социальными функциями, в том числе в части поддержания требуемого состояния природной среды.

В таком виде природные экосистемы на наш взгляд должны пребывать до той поры пока понимание их структурно-функциональной организации не дорастет хотя бы до внятной ее типизации и классификации. Только после этого, на наш взгляд, можно говорить о нормировании антропогенной нагрузки на экосистемы, обеспечивающем сохранение не только их социальных функций, но и сложившейся видовой структуры и функциональной иерархии (то есть функций, которые экосистемы низшего порядка выполняют в экосистемах высшего порядка).

Вообще понятие качества окружающей природной среды, как ее соответствия требованиям, предъявляемым природопользователями, мы считаем не только центральным, но самым конструктивным понятием современной экологии, представляющим основу для экологических компромиссов, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости. Но для того, чтобы не потерять свою конструктивность оно должно ограничиваться исключительными социальными функциями природы, которая сама по себе не может быть ни плохой, ни хорошей.

Сказанное выше целиком и полностью относится к нормированию качества природных вод исходя из рыбохозяйственных требований. Казалось бы, очевидно, что основным, а может и единственным, в их числе должно быть поддержание стабильной рыбопродуктивности водоемов, а нормированию подлежать все виды воздействий, приводящие к снижению уловов и (или) утрате потребительских свойств рыбной продукции. Здравый смысл подсказывает, что основой этого нормирования может быть только количественно выраженная связь между уровнем воздействия и рыбопродуктивностью водоема. Самим рыбакам не откажешь в здравости ума, поскольку при установлении допустимых уловов рыбы они, как правило, руководствуются фактическим объемом ее добычи (естественно, если последняя определяется биологическими, а не техническими условиями промысла). Что касается других отраслей, то к ним рыбное хозяйство предъявляет требования, нередко лишенные объективной основы.

процессов) в июне 2000 года вновь наблюдалось ухудшение физиологического статуса популяции (Таблица 3.7.11).

В целом динамика физиологических показателей у бычковых и осетровых рыб в период проведения буровых работ на структуре «Хвалынская» так же, как и на Северном Каспии в целом, носила положительный характер, что говорит об улучшении качества морской среды. При этом обращает на себя тот факт, что это улучшение наблюдалось именно по тем экологическим параметрам, которые характеризуются наибольшей чувствительностью к воздействию буровых работ (численность, биомасса и видовое разнообразие постоянно обитающих в районе бурения бычковых рыб, физиолого-биохимические показатели состояния рыбных популяций).

Таблица 3.7.11

Показатели физиологического состояния белуги 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	-	15,3	14,5	10,4	21,2	23,7
	печень	-	30,6	12,7	14,8	27,9	19,8
Перекисное окисление липидов (ферментзависимое), нмоль/час	мышцы	-	20,0	25,7	42,9	11,2	4,9
	печень	-	38,0	118,0	40,0	12,3	11,7
Перекисное окисление липидов (аскорбатзависимое), нмоль/час	мышцы	-	45,6	105,0	103,0	36,6	33,3
	печень	-	52,7	137,5	26,6	10,9	21,4
Малоновый диальдегид, Нмоль	мышцы	-	9,5	14,4	13,3	2,9	1,1
	печень	-	14,0	44,4	10,3	4,8	2,4
Активность цитохромоксидазы, ед./кг за 1 мин.	мышцы	21500	21600	18800	35800	15600	37300
	печень	49300	11700	12300	29000	20000	36700
Активность лактатдегидрогеназы мкмоль/кг за 1 мин.	мышцы	13400	72500	51500	11800	25400	34600
	печень	3000	7360	2250	2840	5390	10110
Цитоплазматический белок, мг/г	мышцы	67	25	25	53	38	45
Коэффициент лизиса	мышцы	1,3	1,2	-	3,3	1,5	2,0
Гликоген, мг%	печень	2020	5580	1320	-	2630	2650
Сывороточный белок, г/л	кровь	18,0	18,2	24,8	-	28,1	23,2
Коллоидная устойчивость сывороточных белков, ед.	кровь	0,05	0,07	0,04	-	0,04	0,04
Липопротеиды, мг%	кровь	171	164	216	-	261	227
Холестерин, мг%	кровь	56	70	-	-	77	72
Гемоглобин, г/л	кровь	60	51	59	-	51	54
Уровень патологии тканей, Баллы	мышцы	1,9	2,0	2,4	3,0	2,6	2-2,5
	печень	2,4	2,4	2,8	3,3	3,1	2-2,5
Отношение самок с нормальным и нарушенным гаметогенезом, %	норма	-	67	47	100	100	-
	патология	-	33	53	-	-	-

В целом ихтиологические исследования показали, что использование технологии «нулевых» сбросов при поиске и разведке углеводородного сырья обеспечивает эффективную защиту морской среды от загрязнения и биологических ресурсов от истощения. Это позволяет рекомендовать использовать эту технологию и в дальнейшем при проведении буровых работ в районах массового скопления или миграции рыб.

В частности не избежали этого и «Специальные экологические и рыбохозяйственные требования при проведении геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья в заповедной зоне северной части Каспийского моря», в соответствии с которыми (п. 3.1) «на особо уязвимых и биочувствительных участках прибрежной зоны и акватории моря, а также в местах нереста и нагула ценных видов морской фауны запрещаются все виды работ по разведке, добыче и транспортировке углеводородного сырья». Отметим, чтобы не быть голословными, что объективные критерии для оценки «особой уязвимости и биочувствительности» до сих пор никем не сформулированы.

Не секрет также и то, что предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов, сыгравшие огромную положительную роль в снижении уровня загрязнения природных вод, не имеют количественной связи с рыбопродуктивностью. Вредное воздействие загрязняющих веществ на организмы, используемое для установления рыбохозяйственных ПДК, порой совершенно не проявляется на популяционном и биогеоценотическом уровнях, где формируется биологическая продуктивность водных экосистем. Кстати, последняя также не всегда имеет прямую связь с рыбными запасами, на формирование которых иногда (тому пример Каспийское море) условия размножения рыб влияют больше, чем трофические условия. Что же касается рыбохозяйственных ПДК, то они, по нашему мнению, скорее являются критерием для оценки загрязненности, чем качества рыбохозяйственных водоемов, что не исключает целесообразности их дальнейшего использования.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что авторы придерживаются исключительно утилитарного подхода к окружающей природной среде. Но это не так, хотя не скроем, что этот подход кажется нам наиболее конструктивным. Безусловно, природные экосистемы требуют сохранения сами по себе, безотносительно к их использованию человеком. Только критериев, с помощью которых можно оценить их состояние и воздействие на это состояние хозяйственной деятельности, общество пока не установило, хотя предложений по этому поводу множество. На наш взгляд наиболее оптимальным является критерий обратимости, в соответствии с которым воздействия, приводящие к необратимым изменениям состояния природных экосистем, являются недопустимыми. С биологической точки зрения этот критерий достаточно обоснован, поскольку утрата способности к самовосстановлению у живых систем любого уровня ведет к их гибели. Да и на практике он легко применим, если для упрощения считать необратимыми те изменения, которые выходят за пределы природной изменчивости состояния экосистем.

Все сказанное выше имеет самое непосредственное отношение к решению поставленной перед нами задачи по оценке воздействия поисково-разведочного бурения на структуре «Хвалынская» на морскую среду и эффективности использованных при проведении буровых работ природоохранных технологий. Наш подход к решению этой задачи основывался на определении изменений состояния экосистемы Северного Каспия в период проведения изыскательских и геологоразведочных работ и выявлению связи этих изменений с поиском и разведкой углеводородов. При этом, стараясь быть объективными, мы избегали качественной оценки наблюдавшихся процессов, что при желании может быть сделано самими читателями на основании опубликованных в книге материалов.

Комплексные экологические исследования на структуре «Хвалынская» проводились в эпоху преобладания каспийской зональной циркуляции атмосферы (КЗЦА), наиболее яркими чертами которой являются повышенный объем волжского стока, подъем или стабилизация уровня моря, уменьшение повторяемости суровых зим, понижение скорости ветра над акваторией моря. В гидрологическом режиме моря в эту эпоху произошли изменения, которые кратко можно охарактеризовать, как распреснение, потепление и уменьшение вертикальной циркуляции морских вод. Период 1996-2000 гг. сле-

дует считать своего рода переломным в современной жизни Каспия, так как, несмотря на сохранение и даже упрочение некоторых черт КЗЦА (например, зимы 1998-1999 и 1999-2000 гг. оказались необычно теплыми), положительный знак в приращениях уровня моря сменился на отрицательный. Несмотря на уменьшение объема волжского стока, в режиме солёности Северного Каспия существенных изменений не произошло благодаря повышенной повторяемости западных ветров над его акваторией, способствовавшей повороту струи волжских вод на восток, в том числе на структуру «Хвалынская», для которой были характерны резкие изменения гидрологического режима, обусловленные взаимодействием водных масс различного происхождения.

В гидрохимическом режиме Северного Каспия, судя по наблюдениям на структуре «Хвалынская», происходили изменения, которые ассоциировались как с изменениями объема волжского стока (понижение концентрации минерального фосфора, увеличение отношения $N_{\text{общ}}/P_{\text{общ}}$, повышение содержания кремния, необычно высокий сток которого был отмечен в 1998-1999 гг.), так и с его перераспределением по акватории Северного Каспия. Последнее по нашему мнению способствовало увеличению трофности северо-каспийской экосистемы, то есть массы веществ, вовлеченной в биогеохимический круговорот. В условиях ослабления штормовой активности оно в свою очередь способствовало расширению пространственных и временных границ распространения гипоксии в Северном Каспии. Так, на структуре «Хвалынская» гипоксия была обнаружена в придонном слое воды в ноябре 1997 года, когда минимальная степень насыщения составила 53%, и в апреле 2000 года, когда последняя оказалась равной 61%, при относительно низкой температуре воды и повышенной солёности, в условиях практического отсутствия стратификации вод, являющейся одним из основных факторов, способствующих возникновении кислородного дефицита.

Данные геохимических исследований, в частности, увеличение содержания органического вещества и биогенных элементов в поверхностном слое осадков, также указывают на увеличение трофности северо-каспийской экосистемы в 1997-2000 гг. Увеличение поступления ОВ в донные отложения отразилось на режиме кислотности и окислительно-восстановительных условиях в поверхностном слое осадков. Выявленная тенденция уменьшения pH и Eh имеет устойчивый характер, указывающий на прогрессирующее снижение запасов кислорода на границе раздела «вода - донные отложения». Наше предположение о том, что это может отразиться на миграционной способности загрязняющих веществ, уровне вторичного загрязнения морской среды подтверждается тем, что в период исследований на структуре «Хвалынская» было зарегистрировано повышение содержания тяжелых металлов в морской воде и, наоборот, понижение их концентрации в донных отложениях.

Особое внимание при проведении комплексных экологических исследований и ведомственного экологического мониторинга уделялось определению содержания загрязняющих веществ в морской среде, поскольку оно является наиболее характерным показателем воздействия буровых работ на морскую среду. В морской воде и донных отложениях производилось определение около 50 загрязняющих веществ, некоторые из которых (ПАУ и ПХБ) до этого вообще не определялись в Каспийском море. Всего в 1997-2000 гг. было проанализировано около 200 проб донных отложений и около 400 проб морской воды, отобранных на структуре «Хвалынская», в связи с чем можно утверждать что выполненные исследования химического загрязнения Каспийского моря имели беспрецедентный характер.

В 1999-2000 гг. в морской воде на структуре «Хвалынская» понизилась относительно 1997-1998 гг. концентрация нефтяных углеводородов, фенолов, СПАВ и, наоборот, повысилась концентрация ПАУ, ТМ, ПХБ и ХОП. Динамика загрязненности донных отложений была несколько иной, здесь наряду с уменьшением содержания НУ и фенолов понизилась концентрация ТМ, ХОП и ПХБ, увеличилась концентрация СПАВ

и осталось без изменения содержание ПАУ. Поведение индивидуальных ЗВ не всегда соответствовало общей закономерности. Так, несмотря на повышение концентрации суммы ХОП в морской воде, в ней понизилась концентрация ГХЦГ, а на фоне повышения концентрации большинства металлов, содержание бария, наоборот, понизилось.

Для оценки воздействия буровых работ на морскую среду наиболее важным является то, что изменения уровня загрязненности морской среды на основном полигоне по своему масштабу и направленности соответствовали изменениям уровня загрязненности всей акватории, охваченной наблюдениями. С одной стороны это говорит об отсутствии сбросов загрязняющих веществ с буровой платформы, а с другой - о рассредоточенных в пространстве и времени источниках химического загрязнения Северного Каспия.

В частности, данные ведомственного экологического мониторинга в совокупности с результатами предыдущих исследований позволяют предполагать, что основным источником поступления хлорированных углеводородов в Каспийское море в настоящее время являются атмосферные осадки и трансграничный перенос ХОС, увеличение содержания металлов в морской воде, по-видимому, обусловлено повышением их миграционной активности в связи с расширением масштаба распространения гипоксии, повышение содержания «нефтяных» (биздерных и аликированных) ПАУ связано с активизацией на Каспии морской деятельности в целом. Впервые также был выявлен устойчивый характер загрязнения морских вод ртутью, основным источником которой, по-видимому, является подземный сток.

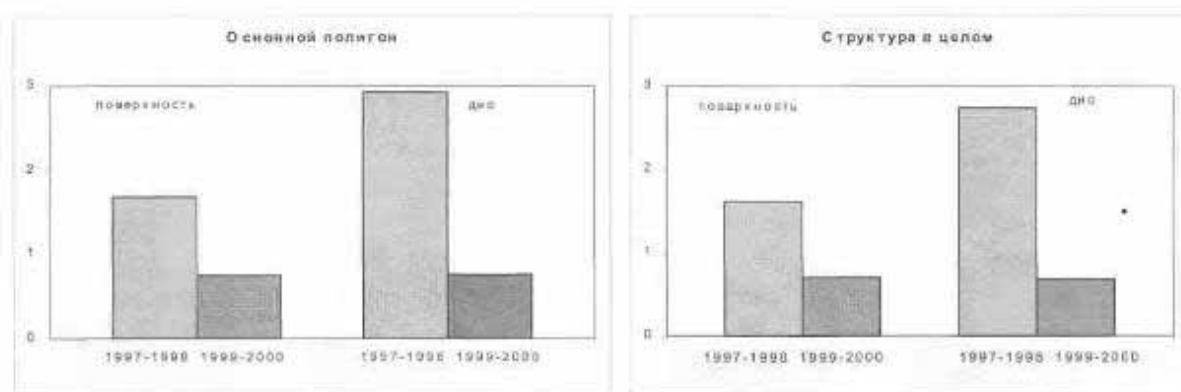


Рис. 4.1. Индекс загрязнения вод на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг.(вариант 1)

Следует отметить, что выявленные в морской воде и донных отложениях изменения концентрации индивидуальных загрязняющих веществ, как правило, не выходили за пределы нормативов, установленных для рыбохозяйственных водоемах (за исключением НУ, фенолов, Hg, Fe и Cu). Расчет индекса загрязнения вод (ИЗВ), как общепринятого комплексного показателя их загрязненности проводился по двум вариантам: в первом учитывалось концентрация в морской воде растворенного кислорода, БПК₅, нефтяных углеводородов и фенолов, а во втором вместо фенолов и БПК₅ были взяты ртуть и железо. Следует отметить, что первый вариант, обычно используется для оценки загрязненности морских вод Каспийского моря. В соответствии с ним на структуре «Хвалынская» в 1999-2000 гг. загрязненность морских вод относительно 1997-1998 гг. резко уменьшилась (Рис. 4.1). Воды, оцениваемые как «загрязненные», а придонном слое - как «грязные», перешли в разряд «чистых» и «умеренно загрязненных». Согласно ИЗВ, рассчитанного по второму варианту, который мы считаем более объективным, так как он не учитывает содержание фенолов в морской воде, имеющих на Каспии не

столько антропогенное, сколько биогенное происхождение, загрязненность морских вод на структуре «Хвалынская», наоборот, увеличилась (Рис. 4.2), при этом воды, оцениваемые как «умеренно загрязненные» перешли в разряд «загрязненных». Состояние загрязненности морских вод на основном полигоне, то есть в месте постановки СПБУ, при этом не изменилось. В период проведения буровых работ морская вода здесь оставалась «умеренно загрязненной». Изложенное выше показывает всю условность существующих оценок качества морских вод, основанных на ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов. Более объективной мы считаем оценку качества вод по токсикологическим и эколого-физиологическим показателям.

В целом результаты биотестирования морской среды на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг. указывают на ее удовлетворительное качество для гидробионтов. В среднем уровень токсичности проанализированных проб был ниже допустимого в контроле (или близким к нему). Максимальная токсичность морских вод была зарегистрирована до начала поисково-разведочного бурения. Отмечена слабая тенденция повышения токсичности в пробах морской воды и ее понижения - в пробах донных отложений. Какой-либо связи хронического или острого токсического воздействия, зарегистрированного в отдельных пробах, с проведением буровых работ не было установлено. Результаты биотестирования и данные химических анализов, хорошо дополняя друг друга, свидетельствуют о том, что источники загрязнения исследуемой акватории находятся за ее пределами. В их качестве могут выступать как распресненные, так и соленые воды, притекающие на структуру «Хвалынская», либо появление на ее акватории гидрологических фронтов, на которых, по-видимому, аккумулируются токсиканты.

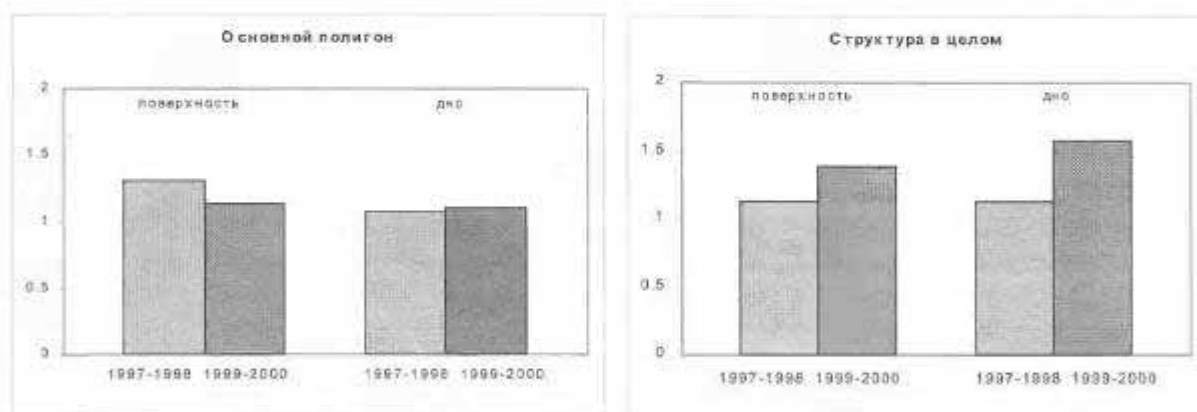


Рис. 4.2. Индекс загрязнения вод на структуре «Хвалынская» в 1997-2000гг. (вариант 2).

Результаты микробиологических исследований на структуре «Хвалынская» указывают на существование в Каспийском море обширной и разнородной группы микроорганизмов, участвующих в окислении углеводов, в связи с чем численность нефтеокисляющей микрофлоры можно использовать в качестве индикатора нефтяного загрязнения только в пределах небольших акваторий, однородных по условиям морской среды.

В период стабилизации уровня моря биомасса фитопланктона Северного Каспия возросла (относительно предыдущего десятилетия) во многом благодаря тому, что доминирующее положение в ней опять заняли относительно крупные диатомовые водоросли (на западе - солоноватоводные, на востоке - морские). Мелким (особенно синезеленым) водорослям вновь была отведена роль субдоминантов. Биомасса зоопланктона в Северном Каспии в это время оказалась выше, чем в первую половину 90-х годов, но ниже, чем во вторую половину 80-х годов. При этом наблюдалось уменьшение видового

го разнообразия коловратко-клагоцерного комплекса (в основном за счет ветвистоусых рачков), который по-прежнему доминировал по биомассе. В этот же период в Северном Каспии было отмечено уменьшение биомассы бентоса. Так, в июне 1998 года в западной части моря она достигла рекордно низких за 10 предшествующих лет показателей. Однако в 1999 году биомасса зообентоса вновь увеличилась. Общим для всех лет этого периода было уменьшение численности ракообразных донных животных, обусловленное снижением биомассы кормового фитопланктона.

Результаты гидробиологических исследований на структуре «Хвалынская» показали, что изменения видового состава, численности и биомассы растительных и животных организмов в водной толще и на дне исследуемой акватории в основном определялись природными факторами. Судя по уровню первичной продукции, видовому составу фито- и зооценоза, структуру «Хвалынская» следует отнести к олиго- и мезотрофным водам. Динамика гидробиологических показателей на основном полигоне, где проводилось посково-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 выявлено не было.

Учитывая особую ценность рыбных запасов Северного Каспия, значительное место в комплексных экологических исследованиях было отведено их изучению. Как известно, запасы наиболее ценных 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 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. 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. Периодическое (в период предзимовальных миграций) образование плотных скоплений осетровых на структуре «Хвалынская» во время поисково-разведочного бурения свидетельствует об отсутствии его негативного воздействия на популяции рыб, являющихся наиболее ценным объектом каспийского рыбного промысла.

Результаты ихтиологических исследований показали, что для акватории структуры «Хвалынская» характерна высокая межгодовая и сезонная динамичность видового состава морских рыб, их концентрации и биомассы. Это определяется транзитным, пограничным характером этого района между Северным и Средним Каспием. 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 имеет большое значение для нагула молоди анчоусовидной кильки. Из анализа динамики и видового состава сообщества бычковых рыб, обитающих на структуре «Хвалынская» следует, что в период проведения на ней поискового бурения, условия для их развития были более благоприятными, чем до этого. Таким образом, негативного воздействия буровых работ на потенциально наиболее подверженных ему видов рыб (в силу их малоподвижного образа жизни) также не наблюдалось.

Динамика содержания загрязняющих веществ (нефтяных и ароматических углеводородов, тяжелых металлов) в тканях осетровых и бычковых рыб отражает изменения их концентрации в морской среде. Особенно в этом отношении показательны бычки. Так, максимальная концентрация тяжелых металлов в их тканях была зарегистрирована в августе 1998 года, при этом в последующие два года она постепенно снижалась,

что соответствует изменениям содержания тяжелых металлов в донных отложениях. Динамика концентрации и соотношения различных форм углеводов в тканях бычков также соответствовала изменениям их содержания и состава в морской воде и донных отложениях. Таким образом, уровень содержания в тканях бычковых рыб загрязняющих веществ является хорошим показателем локального загрязнения морской среды. Данные наблюдений за этим показателем на структуре «Хвалынская» свидетельствуют о том, что бурение поисковой скважины не привело к увеличению загрязненности морской среды в районе проведения буровых работ. Наблюдения за физиологическими показателями бычковых и осетровых рыб показали, что их динамика в период проведения поискового бурения на структуре «Хвалынская» носила положительный характер, что говорит об улучшении качества морской среды Северного Каспия.

В целом ихтиологические исследования показали, что использование технологии «нулевых» сбросов при поиске и разведке углеводородного сырья обеспечивает эффективную защиту морской среды от загрязнения и биологических ресурсов от истощения. Это позволяет рекомендовать использовать эту технологию в дальнейшем при проведении буровых работ в районах массового скопления или миграции рыб.

В изменениях состояния морской среды и экосистемы Северного Каспия, нам, несмотря на тщательные старания, так и не удалось отыскать следы воздействия на них геологоразведочных работ, проводившихся ОАО «ЛУКОЙЛ» на структуре «Хвалынская» в 1999-2000 гг. На наш взгляд это свидетельствует о слабости этого воздействия, обусловленной высокой эффективностью используемых компанией природоохранных технологий. В то же время нельзя не отметить, что разрешающая способность системы ведомственного экологического мониторинга оказалась недостаточной для фиксации слабых воздействий, распространяющихся на небольшие расстояния от буровой платформы. Это обстоятельство незамедлительно было учтено при проведении ведомственного экологического мониторинга на структуре «Широтная», где была существенным образом повышена частота наблюдений в пространстве и времени. Сделано это было потому, что постоянное совершенствование системы экологической безопасности и ее адаптация к условиям окружающей природной среды является основным направлением экологической политики ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море, многогранные аспекты которой предполагается осветить в следующих книгах.