

УДК 597:57.045



Люшвин П.В.

## Влияние дегазации Земли на каспийское рыболовство

Люшвин Пётр Владимирович, кандидат географических наук, консультант ООО «ЛИКО»  
E-mail: lushvin@mail.ru

Активизация сейсмической деятельности часто приводит к переформированию разнообразия и численности скоплений гидробионтов. Основной причиной является многократное увеличение при землетрясениях содержания крайне токсичного для аэрофильной биоты метана. Метаногенные стрессы приводят к раскоячиванию рыб, нежизнестойкости молоди, нарушениям репродуктивных функций, гибели аэрофильного зообентоса. На этом фоне наблюдаются всплески добычи падальщиков – ракообразных. Сейсмообусловленность развития биоты проявляется и в пищевой цепочке – уменьшении упитанности бентофагов в сейсмичные годы, спаде боя тюленей спустя 5–7 лет после сейсмичных лет в местах их зимовки.

**Ключевые слова:** метан, землетрясения, аэрофильные, рыбы, бентос.

### Введение

С давних времен люди фиксировали заморы рыб при землетрясениях, определились с основным сейсмострессовым фактором – болотным газом (основу которого составляет метан). Подметили, что в весеннее половодье аэрофильные рыбы необычайно возбуждены. При заболачивании аэрофильные рыбы замещаются на менее зависимых от аэрации. Например, форель на сиговых и далее на карася.

Метан поступает в водоёмы через разломы земной коры, из вулканов, сипов, газогидратов, мягкого осадочного чехла, с болотными водами, а также в результате жизнедеятельности биоты и газообмена между водой и атмосферой. В открытых акваториях его концентрация обычно менее  $10^{-4}$  мг/л, что не лимитирует развития гидробионтов (в сотни раз ниже ПДК – 0,01 мг/л)<sup>1</sup>. В местах подповерхностных скоплений углеводородов и в заболоченных эстуариях содержание метана сопоставимо, а порой, и превышает ПДК. При активизации сейсмической деятельности взмучивается осадочный чехол, активизируются разломы земной коры. В результате над эпицентрами землетрясений, вулканами, у аварийных буровых концентрации метана превышают ПДК в десятки и сотни раз, что приводит к массовой гибели и нарушениям в жизнедеятельности аэрофильных гидробионтов. Объемы метана, поступающие в сейсмспокойные годы в Каспийское море, оцениваются в 0,5 млрд. м<sup>3</sup>. При активизации подводного вулканизма образуются острова, из воды бьют фонтаны огня, только за одно извержение эмиссия метана достигает 0,5 млрд. м<sup>3</sup>. Действующих вулканов в Каспийском море более сотни<sup>2</sup>. Транзитом через охотоморские воды в атмосферу поступает  $\approx 1$  млн. т. метана в год<sup>3</sup>.

Массовые сейсмогенные воздействия на гидробионтов зависят от объемов и площадей эмиссии метана, глубины и интенсивности перемешивания, а также от дегазации в различные периоды развития гидробионтов. О поступлении метана в водоёмы можно судить по аналогии с его поступлениями в атмосферу над сушей и мелководьями. Из анализа спутниковых глобальных суточных карт следует, что концентрация метана в атмосфере составляет  $\approx 1,4 \pm 1,8 \cdot 10^{-4}\%$  от объема газов атмосферы<sup>4</sup>. Концентрация эпизодически возрастает в 1,2–2 раза над заболоченными территориями, эпицентрами. Четкой зависимости между магнитудами (M) землетрясений и концентрациями метана в атмосфере нет. Содержание метана в мягких грунтах постоянно меняется, в

<sup>1</sup> Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 349 с.

<sup>2</sup> Гулиев И. С. Зональность природных газов Азербайджана и газогеохимические методы поисков месторождений нефти и газа. Автореферат... канд. геолого-минералогических наук. М., 1978. 24 с.; Якубов А.А. и др. Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов Азербайджана (за период 1810–1974 гг.). Баку: АН Азербайджанской ССР, 1974. 33 с.

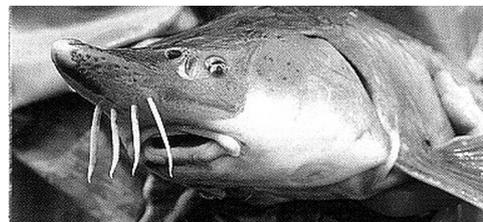
<sup>3</sup> Обжиров А.И. Миграция углеводородов из недр к поверхности и формирование нефтегазовых залежей и газогидратов в Охотском море в период сейсмо-тектонических активизаций // Материалы Всероссийской конференции «Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы» 22–25 апреля 2008 г. М.: ГЕОС, 2008. С. 359–362.

<sup>4</sup> Каталог FTP /TES/ на 14ftl01.larc.nasa.gov. [Электронный ресурс]. Режим доступа: ftp://14ftl01.larc.nasa.gov/TES/

том числе и за счет сезонного хода – чем выше температура среды, тем интенсивнее развитие метанообразующих бактерий, «запасенный» метан «вытряхивается» форшоками<sup>1</sup>.

Массовых измерений содержания метана в морях нет. Масштабность сейсмострессовых воздействий на гидробионтов приходится оценивать поиском аналогий в их поведении в зависимости от места, числа и энергии региональных землетрясений. Вести такие работы следует с учетом миграций гидробионтов, их возрастного и полового состава, глубины и интенсивности перемешивания вод, особенностей разломной сети. Информативным бывает и опрос местных жителей<sup>2</sup>.

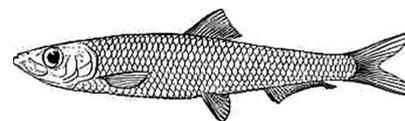
В периоды роста или, напротив, резких падений численности гидробионтов следует отдельно оконтуривать сейсмостроительные и сейсмоактивные акватории. Их наложение позволяет идентифицировать области, в которых наблюдаются сейсмострессовые явления от землетрясений в тех или иных местах, оценивать сейсмострессовые пороговые магнитуды<sup>3</sup>. Например, стабильность содержания метана в атмосфере балхашского региона даже при землетрясениях с  $M \approx 6$  обусловлена преобладанием базальтов в осадочном чехле. Из-за отсутствия масштабной сейсмодегазации метана в о. Балхаш отсутствуют массовые квазисинхронные спады уловов аэрофильных леща, судака и сазана. Новоземельские землетрясения сопровождаются дегазацией (осадочный чехол состоит из известняков и сланцев, при сжатии и разогреве которых выделяется метан). Вследствие этого в печорском регионе после землетрясений морская рыба сайка нехарактерно «жмется» к речным водам, в последующие годы наблюдается резкое процентное сокращение её молоди<sup>4</sup>. За этими землетрясениями в низовье р. Печоры происходит спад уловов сига и хариуса на фоне роста уловов карася. В среднеазиатских озерах перед землетрясениями рыбы «жмутся» к удаленным от эпицентров краям водоемов, выбрасываются на берег<sup>5</sup>. Даже после одного землетрясения с  $M \geq 3$  в Азовском море или на Таманском полуострове биомасса аэрофильного зообентоса в Азовском море сокращается в разы. Отметим, что землетрясения с эпицентрами западнее Керченского пролива не приводят к ощутимым спадам биомассы азовского зообентоса. Сейсмострессовая угнетенность бентоса наблюдается и в Каспийском море. В сейсмостроительные годы в Северном Каспии бентофаги потребляют до 20% бентоса, в сейсмоактивные – до 90%. Вследствие бескормицы бентофаги при возможности избегают акватории, где в последние 3–9 месяцев были сейсмострессовые для бентоса. При невозможности – худеют. Так, например, при активизации землетрясений в азово-черноморском, каспийском и амурском регионах осетровые становятся менее упитанными, в их пищевом тракте наблюдается экстремально высокое содержание грунтов<sup>6</sup>. Хозяйственно имитацию сейсмострессовых явлений используют на островах Фиджи, где в соленых озёрах водится разновидность макрели – ава. После икрометания жители входят в озера и всячески мутят донный ил. Из ила выделяется природный газ. Полуотравленные рыбы всплывают на поверхность, где их и добывают. Затем в воде вновь появляется кислород, а взболтанный водный ил дает молодяку первый корм<sup>7</sup>.



*Ocemp русский*  
(лат. *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt)

#### Сопоставление характеристик развития скопления гидробионтов с сейсмической активностью

Анчоусовидные кильки – самые массовые рыбы в Каспийском море. В сейсмостроительные периоды запасы килек были устойчивы, существовавший пресс промысла не оказывал существенного влияния на их воспроизводство. Значимые изменения воспроизводства, упитанности, полового и возрастного состава килек за 50 лет исследований не удалось связать ни с температурой среды в период нереста (зимней температурой воздуха в г. Красноводске), ни с кормовой базой в нагульный период<sup>8</sup>. Ясность стала появляться лишь после анализа ситуаций, связанных с массовыми заморами килек<sup>9</sup>. Так, например, по сообщениям из КаспНИРХа 10–15 июля 2004 г. вдоль восточного берега Среднего Каспия море без усиления ветра помутнело, поверхность



*Килька анчоусовидная* (лат. *Clupeonella engrauliformis* (Borodin))

<sup>1</sup> Глаголев М.В. Болотообразовательный процесс. Роль болот в круговороте CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>. Томск, 2010. 111 с.; Люшвин П.В. Реакция атмосферы на эмиссию метана из Земли // Тезисы докладов VIII открытой Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 15–19 ноября 2010 г. М.: ИКИ РАН, 2010. С. 270–271.

<sup>2</sup> Икея М. Землетрясения и животные. От народных примет к науке. М.: Научный мир, 2008. 320 с.

<sup>3</sup> Люшвин П.В., Коршенко А.Н., Катунин Д.Н., Станичный С.В. Активная роль метана в распределении гидрохимических характеристик вод окраинных морей // Рыбное хозяйство. 2010. № 4. С. 57–60.

<sup>4</sup> Люшвин П.В., Сапожников В.В. Зависимость состояния популяций гидробионтов арктических и аридных акваторий от сейсмической активности регионов // Тезисы докладов международной научной конференции «Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных)» 5–7.09.2006. Ростов-н/Д, 2006. С. 132–134.

<sup>5</sup> Люшвин П.В. Стрессовые и комфортные условия развития рыбных популяций // Рыбное хозяйство. 2008. № 6. С. 42–50.

<sup>6</sup> Люшвин П.В., Карпинский М.Г. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 65–69.

<sup>7</sup> Так ловят рыбу на Фиджи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://botinok.co.il/node/48542>

<sup>8</sup> Приходько Б.И. Методы оценки запасов анчоусовидной кильки, их колебаний и причины омоложения промыслового стада в последние годы // Труды ВНИРО, 1967. Т. LXII. С. 219–230; Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г. Состояние запасов килек в Среднем и Южном Каспии и прогноз их вылова на 2003 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 336–340.

<sup>9</sup> 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. Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 41–55.

воды покрывалась мертвой килькой.

Водолазы наблюдали песчаное дно, словно перепаханное тракторами. Причина этого в сейсмогенных явлениях связанных с землетрясением ( $M \approx 3,6$ ) 11 июля восточнее г. Красноводска. От эпицентра землетрясения вдоль восточного берега моря тянутся разломы земной коры до островов Кулалы. Эти разломы являются частью волновода, что идет от Копетдага в сторону Новой Земли. При землетрясениях в Копетдаге трещат дома в окрестностях Саратова<sup>1</sup>. По спутниковой информации 11 июля 2004 г. удалось зафиксировать сейсмогенные явления в атмосфере (полосы локальных минимумов водяного пара, трассированных разломы земной коры, в них находились стужки сухой атмосферной пыли) и в гидросфере (активизация подводного грязевого вулканизма на Апшеронском пороге<sup>2</sup>).

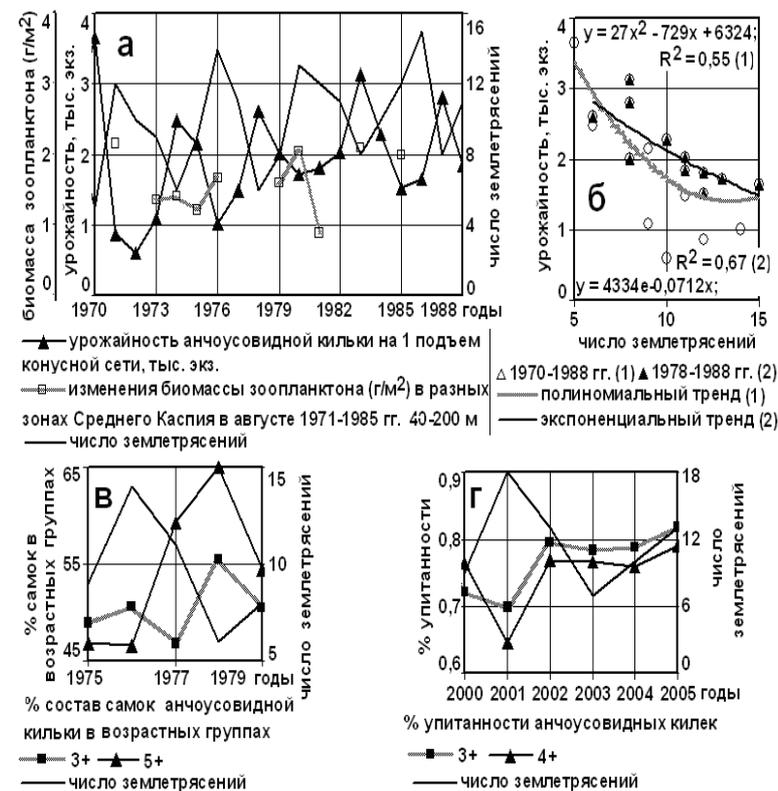


Рис. 1. Соотношение между урожайностью анчоусовидной кильки, % самок и упитанностью рыб с числом землетрясений.

Половое соотношение, с равного в сейсмостойкие периоды, сместилось, как и после сейсмострессов 1976 г., в сторону самок<sup>4</sup>. Такой рост упитанности и размеров килек на фоне выедания её кормовой базы вселенцем гребневиком обусловлен отсутствием энергозатрат на развитие половых продуктов<sup>5</sup>.

Массовые пропуски нереста аэрофильными рыбами и смещение полового состава в сторону самок эпизодически наблюдаются повсеместно. Например, у воibly в Северном Каспии<sup>6</sup>, сельдей и окуней<sup>7</sup>, у ранее нерестившейся северо-восточной арктической трески в Баренцевом и Норвежском морях<sup>8</sup>. В стрессовых условиях у камбалы в Азовском море половой состав смещается в сторону самок<sup>9</sup>.

Из сопоставлений числа зафиксированных региональных землетрясений  $M \approx 3-7$  с количеством сеголеток анчоусовидной кильки оказалось, что величина коэффициента корреляции между ними  $R > /-0,7-0,8/$ , что указывает на существование обратной связи (рис. 1 а, б). В годы резких спадов воспроизводства, например, в 1955–1957 гг. у килек наблюдались массовые пропуски нереста<sup>3</sup>. Объяснить это ихтиологи не смогли никакими традиционными биотическими и абиотическими факторами. Связей с сейсмострессами не искали, хотя именно в те зимы были землетрясения у иранского берега вблизи нерестовых акваторий. Анализ последующих ситуаций с массовыми пропусками нереста показал следующее: в сейсмостойких условиях (1995 г.) упитанность половозрелых килек составляет 0,7%; после массовых землетрясений зимой 2000–2001 гг., когда произошли масштабные заморы килек, начались пропуски нереста подавляющей частью материнского стада. Упитанность половозрелых килек сначала снизилась на 0,03–0,1% (рис. 1 в, г). Через год-два упитанность увеличилась до 0,8%. Длина килек стала превосходить максимально описанную в атласах-определителях рыб – 15,9 см.

<sup>1</sup> Огаджанов В.А., Маслова М.Ю., Огаджанов А.В. Саратовский геодинамический полигон // Землетрясения Северной Евразии в 1995 г. Обнинск, 2008. С. 255–264.

<sup>2</sup> Ллюшвин П.В. Спектральные характеристики сейсмогенных кильков // Исследование Земли из Космоса. 2009. № 2. С. 19–27.

<sup>3</sup> Приходько Б.И. Методы оценки запасов анчоусовидной кильки, их колебаний и причины омоложения промыслового стада в последние годы // Труды ВНИРО, 1967. Т. LXII. С. 219–230.

<sup>4</sup> Забарлиева Т.С., Гаджиев Р.В., Ахундов М.М. и др. Характеристика питания килек на акватории западного побережья Среднего и Южного Каспия в новых экологических условиях // Рыбохозяйственные исследования на Каспии / Результаты НИР за 2005 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2006. С. 157–164; Костюрин Н.Н., Парицкий Ю.А., Зыков Л.А. и др. Оценка состояния запасов и промысла каспийских морских рыб // Там же. С. 273–289; Зеленков В.М. Особенности формирования индивидуальной плодовитости у беломорской сельди и обыкновенного окуня // Труды ЗИН. 1990. Т. 227. С. 43–50.

<sup>5</sup> Парицкий Ю.А., Зыков Л.А. Методика оценки возможного допустимого улова анчоусовидной кильки по величине промыслового запаса и промыслового усилия // Материалы международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань, 13–16 октября 2008 г. Астрахань, 2008. С. 125–128.

<sup>6</sup> Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. 309 с

<sup>7</sup> Семенов В.В. Резорбция ооцитов у сельдей рода *Clupea* // Исследования фауны морей. 1975. Т. XVI (XXIV). С. 179–184.

<sup>8</sup> Оганесян С.А. О периодичности размножения баренцевоморской трески // Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО 1992 г. Мурманск: ПИНРО, 1993. С. 76–90.

<sup>9</sup> Сырьевые ресурсы Черного моря. М.: «Пищевая промышленность», 1979. 323 с.

Такой сценарий развития гидробионтов в целом характерен в сейсмоактивных акваториях с мягким осадочным чехлом. Без учета сейсмострессовых явлений редко удается выявить зависимость пополнения гидробионтов от биотических и абиотических факторов. Пример тому отсутствие устойчивых связей между численностью личинок северовосточной арктической трески с температурой среды и кормовой базой<sup>1</sup>.

В курином регионе в сейсмостойкие 1989–1994 гг. в скоплениях сазана, воблы и кутума наблюдались особи младших возрастов, преобладали самцы. Через три года после массовых землетрясений 1995 г. рыбная молодь кутума и рыба исчезла, численность самок стала подавляющей, при этом их упитанность была значительно выше средней (рис. 2). У воблы несопоставимо с предыдущими годами половое соотношение сместилось в 1,5 раза в пользу самок, увеличилась её масса что, как отмечают гидробиологи, возможно при богатой кормовой базе и отсутствии конкурентов в питании. С ослаблением сейсмической активности к 2001 г. у воблы, кутума, кефали и бычков появилась молодь, 90% особей кутума составляли самцы<sup>2</sup>. Объяснить такую цикличность в репродукции, половом составе, упитанности материнского стада рыб гидробиологи не смогли никакими традиционными биотическими и абиотическими факторами и объявили феномен не имеющим аналогов. Хотя подобное в регионе на фоне активизации землетрясений фиксировалось неоднократно<sup>3</sup>.

Если же перечисленные особенности развития гидробионтов сопоставить с сейсмической деятельностью, то оказывается, что всегда после активизации землетрясений в аэрофильных рыбных скоплениях пропадала молодь, начинали преобладать самки, причем упитанные, что обуславливалось сейсмогенными нарушениями репродуктивных функций. Рыбная молодь с преобладанием самцов массово появлялась только через годы после землетрясений от рекрутов, не попавших под сейсмострессы. В анализируемом перечне куриных событий важно отметить, что локальные минимумы уловов сельди были в годы нескольких землетрясений в 1995 и 1997 гг. В 1996 г. энергия единичного землетрясения ( $M = 5,4$ ) вдвое превышала суммарную энергию всех землетрясений соседних лет, однако уловы 1996 г. превосходили вдвое уловы соседних лет. Это говорит в пользу того, что неоднократные сейсмострессы более негативно сказываются на уловах, чем разовые, но более сильные, из-за метаногенных раскосячиваний<sup>4</sup>.

Продлить ряды сопоставляемых данных проблематично вследствие того, что с распадом СССР сократились зоны ответственности российских ихтиологов и сейсмологов. Однако сегодня возможно идентифицировать сейсмогенную эмиссию метана<sup>5</sup>.

Дагестанские ихтиологи считали, что к 90-м гг. XX в. полупроходные рыбы приспособились к размножению в Кизлярском заливе. Уловы были хорошо прогнозируемы и росли с 1994 по 1998 гг. (рис. 3 а). Однако в 1999 г. добыча рыб (леща, сазана, шуки и воблы) непредсказуемо (и необъяснимо ихтиологами в дальнейшем) упала почти в полтора раза. Промысловых концентраций рыб в этот год не наблюдалось кроме второй декады мая. В последующие годы на фоне спада урожайности средний возраст рыб увеличился на 0,5–1,5 года по сравнению с

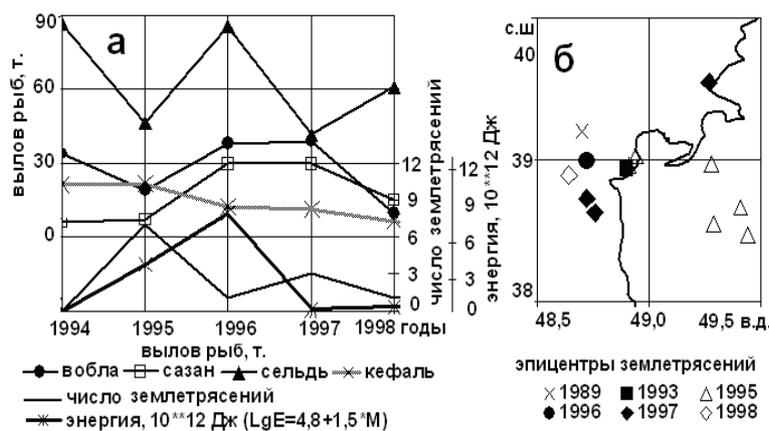
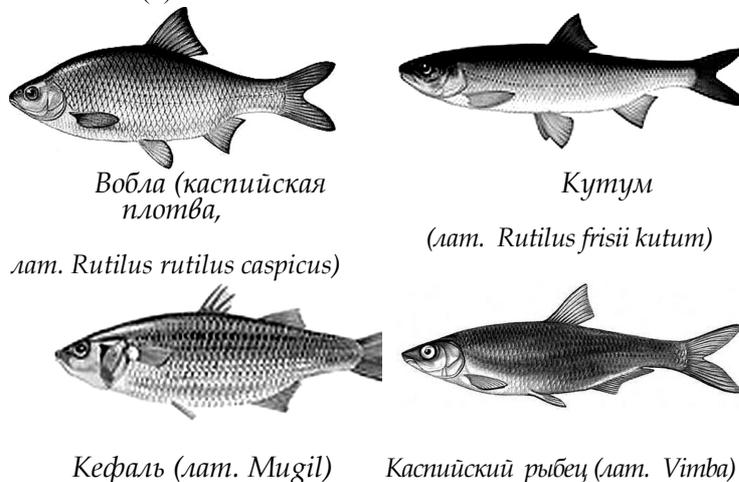


Рис. 2. Сопоставление уловов рыб в курином регионе с числом и энергией землетрясений (а). Эпицентры землетрясений 1989–1998 гг. (б).



<sup>1</sup> Карамушко О.В. Использование косвенных показателей условий питания в анализе динамики численности рыб на ранних этапах онтогенеза // Рыбное хозяйство. 2007. № 1. С. 65–67.

<sup>2</sup> Кулиев З.М., Зарбалиева Т.С. Динамика запасов промысловых рыб у азербайджанского побережья Каспия // Рыбохозяйственные исследования на Каспии / Результаты НИР за 1999 год. Астрахань. 2000. С. 136–153; Кулиев З. М., Зарбалиева Т.С., Джафаров Ф.М., Гусейн-заде В.М. Состояние биоресурсов в Среднем и Южном Каспии. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 331–335.

<sup>3</sup> Махмудбеков А.А. Сельдяная пугина 1946 г. в Азербайджане // Рыбное хозяйство. 1946. № 9. С. 6–10; Махмудбеков А.А. О методах оценки запаса и прогноза уловов промысловых рыб азербайджанского района // Труды ВНИРО, 1967. Т. LXII. С. 213–218.

<sup>4</sup> Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 349 с.

<sup>5</sup> Каталог FTP /TES/ на l4ftl01.larc.nasa.gov...

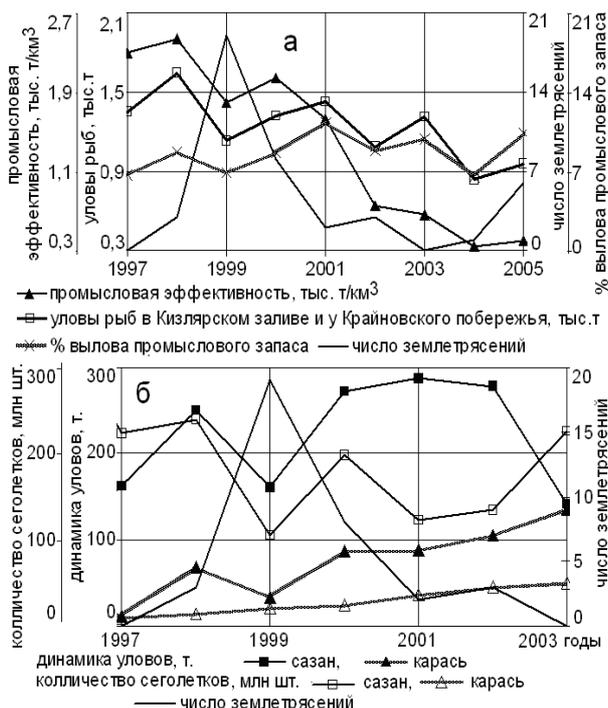
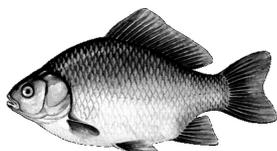


Рис. 3. Сопоставление уловов рыбы, промысловой эффективности, % вылова промыслового запаса в Кизлярском заливе и у Крайновского побережья с числом землетрясений в нижнем течении рек Терека и Сулака (а); динамика уловов и численность сеголетков сазана и карася, число землетрясений (б).



Сазан (лат. *Cyprinus carpio*)



Карась (лат. *Carassius*)

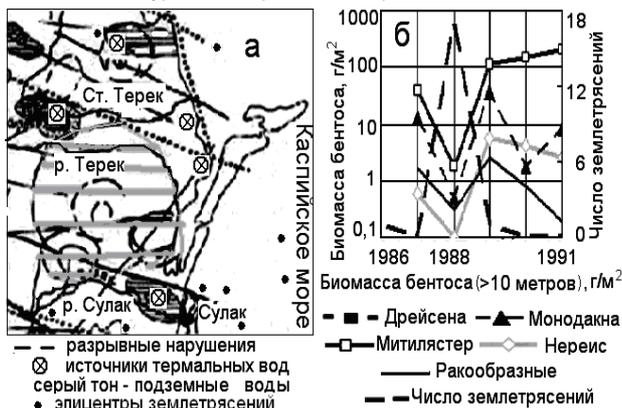


Рис. 4. Схема гидротермальных аномалий (а). Биомасса бентоса в приглубой западной части Северного Каспия в сейсмостойкие годы и в сейсмоактивный 1988 г. (б).

относительно сейсмостойким периодом 1994–1998 гг.<sup>1</sup>. Если учитывать сейсмогенные факторы, то феномен

1999 г. вполне объясним. Год был экстремально сейсмоактивным, с января по сентябрь почти ежемесячные землетрясения приводили к раскосячиваниям (рис. 3 б). Сейсмостойким был только май, когда и наблюдался подход рыб к берегу. Дальнейшее все происходило по «куринскому» сценарию – спад воспроизводства, а затем и уловов аэрофильного сазана, рост уловов и воспроизводства резистентного к кислороду карася. После относительно сейсмостойких 3–5 лет к 2003–2005 гг. ситуация с молодью начала выправляться. Косвенным подтверждением сейсмозаражения терского региона являются то, что именно в ходе весенней съемки 1999 г. зарегистрировано снижение показателя чистой продукции в вытяжке грунтов до 50% проб от контроля, что на 30%<sub>2</sub> меньше, чем в соседние менее сейсмоактивные годы<sup>2</sup>.

Повышенные концентрации метана оказывают негативное влияние не только непосредственно на рыб, оказавшихся в активизированных ГПЗ, но и на их кормовую базу – аэрофильный бентос, который также подвержен сейсмострессам. В грунтах Северного и Среднего Каспия наблюдаются аномально высокие концентрации метана (0,02–4 мг/л). Сейсмострессовые явления в мористой северной части моря происходят вдоль разломов земной коры. Так, например, в 1988 г. отмечено катастрофическое снижение биомассы донной фауны в глубоководной части Северного Каспия. На этих обширных площадях осталось 1,5–2% от общего количества донных животных в предшествующие и последующие годы. Резкое снижение количества бентоса нельзя объяснить интенсивным выеданием его рыбами, так как в этот период глубоководный район не являлся нагульным пастбищем моллюскоедов-осетровых. В 1989 г. пошла в рост биомасса во всех группах бентосных беспозвоночных почти до уровня прошлых лет (рис. 4)<sup>3</sup>. Рост биомассы бентоса в 1989 г. был на фоне значительного повышения численности осетровых.

Аналогичные отклики на сейсмострессовые явления были летом 1999 г. в поведении рыб бентофагов после февральского махачкалинского землетрясения с магнитудой 3,9 – спад уловов леща на 20–30% и воблы на 50–70%. Причем наибольшие спады были в Терско-Каспийском районе. В это же лето наблюдалось резкое уменьшение численности осетровых у Западного побережья Среднего Каспия за счет их перераспределения в восточную часть Северного Каспия и в Южный Каспий<sup>4</sup>.

Наличие совместных тенденций развития упитанности половозрелых осетровых и кормовой базы в Каспийском море отмечалось неоднократно: вдоль восточного побережья Каспийского моря наиболее часто встречались севрюги с коэффициентом упитанности значительно ниже, чем у противоположно-

<sup>1</sup> Омаров М.О., Абдусаматов А.С., Столяров И.А. и др. Состояние запасов и прогноз вылова промысловых рыб на 2001 г. в дагестанском районе Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 1999 год. Астрахань, 2000. С. 119–131.

<sup>2</sup> Гаранина С.Н. Определение качества вод и грунтов рек Терек, Сулак и сбросных каналов за период с 1998 по 2003 гг. методом биотестирования с использованием фитопланктона как тест-объекта // Рыбохозяйственные исследования на Каспии / Результаты НИР за 2003 год. Астрахань, 2004. С. 94–97.

<sup>3</sup> Льюшин П.В., Карпинский М.Г. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 65–69.

<sup>4</sup> Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море. Т. 1. Астрахань, 2000. 133 с.

го побережья. Указанные отклонения можно объяснить лишь особенностями кормовой базы, так как у восточного берега Каспия биомасса значительно меньше, чем на западе. В годы резких снижений биомассы бентоса пищевые отношения между рыбами-бентофагами обостряются, конкуренция за пищу увеличивается, что сразу же влечет за собой снижение темпа роста, более высокое воздействие выедания на бентос.

Так, например, в середине 50-х гг. едва ли не весь кормовой бентос потреблялся рыбами-бентофагами (рис. 5). В годы сейсмострессовых воздействий на бентос (1954, 1956) у осетров и воблы в Северном Каспии в желудках было до 15–20% растений и грунта, тогда как в сейсмостойкие годы в 2–3 раза меньше. Лишь в 1957–1958 гг. нагрузка снизилась, причем произошло это на фоне ослабления сейсмострессовых нагрузок на бентос, а не за счет сокращения бентофагов. При сопоставлении изменений биомассы бентоса (с учетом его выедания бентофагами) с числом землетрясений оказалось, что рост биомассы совпал со снижением сейсмической активности в регионе. В куринском регионе обвальное снижение упитанности осетровых в 1995 г. также совпало с резкой активизацией землетрясений (рис. 5 б).

Азербайджанский сектор Среднего Каспия является нагульно-проходным для рыб-бентофагов. По данным уловов за период с 1945 до 1964 гг. в годы сейсмострессовой угнетенности бентоса кормовые качества акватории снижались, вследствие чего уловы падали в разы (рис. 6, 7). Если в относительно сейсмостойкие годы лов осетровых продолжался весь год, при активизации землетрясений рыба в зимний период практически отсутствовала. В сейсмоактивные годы бентофаги вобла и кутум кругло-



Рис. 5. Коэффициент использования бентоса в Северном Каспии, запас бентоса в июле, Число землетрясений (а). Изменение по годам упитанности русского осетра на юго-западе Каспийского моря и число региональных землетрясений (б).

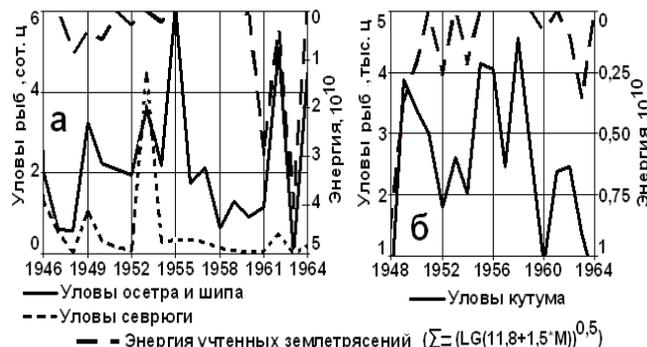


Рис. 6. Сопоставление уловов рыб в азербайджанской части Среднего Каспия с энергией учтенных землетрясений; а – осетра и шипа, севрюги; б – кутума.

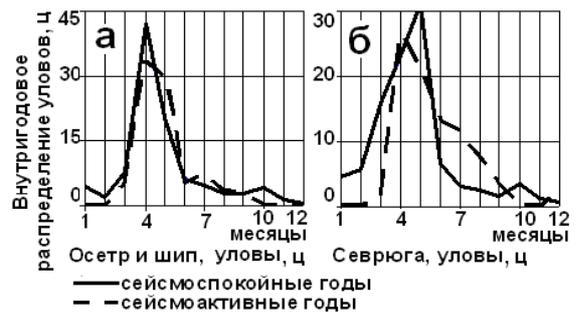


Рис. 7. Среднеголетнее распределение месячных уловов осетра и шипа (а) и севрюги (б) в сейсмостойкие и сейсмоактивные годы в азербайджанской части Среднего Каспия.

годно переставали массово посещать этот регион.

Жизнедеятельность каспийских тюленей, как следует из сопоставления хода добычи тюленя и числа землетрясений в северо-каспийском регионе, также зависит от сейсмоактивности (рис. 8). Через 5–7 лет после



Рис. 8. Сопоставление добычи тюленя в Каспийском море и сдвинутого на 5 лет осредненного за три года числа землетрясений в северо-каспийском регионе (а); б – увеличенный фрагмент.



Каспийский тюлень (лат. Pusa caspica)

увеличения числа землетрясений падает добыча тюленей. Объяснить это можно снижением кормовой базы – крабов, мизид и бычков, активно потребляемых тюленями в зимний период, когда происходит щенка и выкармливание. В результате через 5–7 лет подходит малочисленное поколение. Так и случилось через 5–6 лет после неоднократно обсуждаемого выше сейсмострессового для бентоса 1988 г. – в 1994 г. добыча тюленя упала более чем вдвое по сравнению с 1988–1993 гг.

Ранее экологически безвредными считались свищи в подводных газопроводах и эмиссия метана через швы, что в среднем составляет более 1% от перекачиваемого газа<sup>1</sup>. С устранениями их не спешили. Однако теперь понятно, что эта эмиссия ущербна для аэрофильных гидробионтов, причем и с отложенным сроком – нарушениями репродуктивных функций. Установлено, что после начала добычи углеводородов начинается или усиливается сейсмическая активность<sup>2</sup>. Из этого следует, что в местах добычи углеводородов с годами из-за ожидаемого спада добычи аэрофильных гидробионтов следует менять структуру разводимых гидробионтов и аквакультур, планировать отчисления в региональные бюджеты для будущего трудоустройства населения, ранее занятого в рыбной отрасли.

### Выводы

На шельфе и материковом склоне над подповерхностными скоплениями углеводородов или мягким осадочным чехлом после региональных землетрясений, обуславливающих массовую эмиссию метана, с аэрофильными гидробионтами происходит следующее:

1) гибнет бентос и рыбная молодь; у выживших рыб нарушаются репродуктивные функции – сдвиг или пропуск сроков нереста из-за резорбции половых продуктов;

2) на время исчезают промысловые скопления рыб, а значит, после получения информации о произошедшей эмиссии метана (землетрясениях), следует искать «края» «зараженных» акваторий, куда мигрировала рыба, даже когда условия в них нехарактерны, например, по температуре, солености, глубине;

3) при прогнозе воспроизводства гидробионтов в зависимости от численности материнского стада следует исходить только из особей с ненарушенными репродуктивными функциями.

В отсутствии массовых измерений концентрации метана в акваториях, следует анализировать состояние рыб и бентоса в зависимости от частоты землетрясений ( $M \geq 2\div 3$ ). Для исследования развития гидробионтов над мягким осадочным чехлом, активными разломами земной коры и в заливах, особенно в период нереста, следует учитывать и слабую сейсмичность с  $M \geq 1,0$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдусаматов А.С., Пушбаризк Э.Б., Халилбеков Х. Биология морских сельдей, обыкновенной кильки и кефалей и перспективы промысла в западнокаспийском районе // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2003 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2004.
2. Бриз Т., Уланов М. Газопровод под Леной опять прорвало // Якутск вечерний. Еженедельник. 2007. 31 авг. № 34 (657). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://old.vecherka.ykt.ru/article.asp?id=3070>.
3. Гаранина С.Н. Определение качества вод и грунтов рек Терек, Сулак и сбросных каналов за период с 1998 по 2003 гг. методом биотестирования с использованием фитопланктона как тест-объекта // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2003 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2004.
4. Глаголев М.В. Болотообразовательный процесс. Роль болот в круговороте CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>. Томск, 2010. 111 с.
5. Гулиев И. С. Зональность природных газов Азербайджана и газогеохимические методы поисков месторождений нефти и газа. Автореф... канд. геолого-минералог. наук. М., 1978. 24 с.
6. Гурский Ю.Н. О результатах комплексных геолого-геохимических исследований на шельфе Каспийского моря // Геолого-геоморфологические исследования Каспийского моря. Сб. статей. М.: Наука, 1983.
7. Забарлиева Т.С., Гаджиев Р.В., Ахундов М.М. и др. Характеристика питания килек на акватории западного побережья Среднего и Южного Каспия в новых экологических условиях // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2005 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2006.
8. Зеленков В.М. Особенности формирования индивидуальной плодовитости у беломорской сельди и обыкновенного окуня // Труды ЗИН. 1990. Т. 227. С. 43–50.
9. Икея М. Землетрясения и животные. От народных примет к науке. М.: Научный мир, 2008. 320 с.
10. Карамушко О.В. Использование косвенных показателей условий питания в анализе динамики численности рыб на ранних этапах онтогенеза // Рыбное хозяйство. 2007. № 1. С. 65–67.
11. Каталог FTP /TES/ на [14ft101.larc.nasa.gov](ftp://14ft101.larc.nasa.gov). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <ftp://14ft101.larc.nasa.gov/TES/>
12. Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой

<sup>1</sup> Самойлов И.А., Нахутин А.И. Оценка и среднесрочный прогноз антропогенной эмиссии диоксида углерода и метана в России статистическими методами // Метеорология и гидрология. 2009. № 6. С. 25–32; Бриз Т., Уланов М. Газопровод под Леной опять прорвало // Якутск вечерний. Еженедельник. 2007. 31 авг. № 34 (657). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://old.vecherka.ykt.ru/article.asp?id=3070>

<sup>2</sup> Кутинов Ю.Г. Экодинамика Арктического сегмента земной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 388 с.

- килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии / Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002.
13. Костюрин Н.Н., Парицкий Ю.А., Зыков Л.А. и др. Оценка состояния запасов и промысла каспийских морских рыб // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2005 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2006.
  14. Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. 309 с.
  15. Кулиев З. М., Зарбалиева Т.С., Джафаров Ф.М., Гусейн-заде В.М. Состояние биоресурсов в Среднем и Южном Каспии // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002.
  16. Кулиев З.М., Зарбалиева Т.С. Динамика запасов промысловых рыб у азербайджанского побережья Каспия // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 1999 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2000.
  17. Кутинов Ю.Г. Экодинамика Арктического сегмента земной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 388 с.
  18. Люшвин П.В., Сапожников В.В. Зависимость состояния популяций гидробионтов арктических и аридных акваторий от сейсмической активности регионов // Тезисы докладов международной научной конференции «Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных)». 5–7 сентября 2006. Ростов-н/Д., 2006. С. 132–134.
  20. Люшвин П.В. Стрессовые и комфортные условия развития рыбных популяций // Рыбное хозяйство. 2008. № 6. С. 42–50.
  21. Люшвин П.В. Спектральные характеристики сейсмогенных облаков // Исследование Земли из Космоса. 2009. № 2. С. 19–27.
  22. Люшвин П.В., Карпинский М.Г. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 65–69.
  23. Люшвин П.В., Коршенко А.Н., Катунин Д.Н., Станичный С.В. Активная роль метана в распределении гидрохимических характеристик вод окраинных морей // Рыбное хозяйство. 2010. № 4. С. 57–60.
  24. Люшвин П.В. Реакция атмосферы на эмиссию метана из Земли // Тезисы докладов VIII открытой Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 15–19 ноября 2010. М.: ИКИ РАН, 2010. С. 270–271.
  25. Махмудбеков А.А. Сельдяная путина 1946 г. в Азербайджане // Рыбное хозяйство. 1946. № 9. С. 6–10.
  26. Махмудбеков А.А. О методах оценки запаса и прогноза уловов промысловых рыб азербайджанского района // Труды ВНИРО. 1967. Т. LXII. С. 213–218.
  27. Обжиров А.И. Миграция углеводородов из недр к поверхности и формирование нефтегазовых залежей и газогидратов в Охотском море в период сейсмо-тектонических активизаций // Материалы Всероссийской конференции «Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы» 22–25 апреля 2008. М.: ГЕОС, 2008. С. 359–362.
  28. Огаджанов В.А., Маслова М.Ю., Огаджанов А.В. Саратовский геодинамический полигон // Землетрясения Северной Евразии в 1995 г. Обнинск, 2008. С. 255–264.
  29. Оганесян С.А. О периодичности размножения баренцевоморской трески // Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО 1992 г. Мурманск: ПИНРО, 1993. С. 76–90.
  30. Омаров М.О., Абдусаматов А.С., Столяров И.А. и др. Состояние запасов и прогноз вылова промысловых рыб на 2001 г. в дагестанском районе Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 1999 год. Астрахань. 2000. С. 119–131.
  31. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 349 с.
  32. Парицкий Ю.А., Зыков Л.А. Методика оценки возможного допустимого улова анчоусовидной кильки по величине промыслового запаса и промыслового усилия // Материалы международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань, 13–16 октября 2008 г. Астрахань, 2008. С. 125–128.
  33. Приходько Б.И. Методы оценки запасов анчоусовидной кильки, их колебаний и причины омоложения промыслового стада в последние годы // Труды ВНИРО. 1967. Т. LXII. С. 219–230.
  34. Самойлов И.А., Нахутин А.И. Оценка и среднесрочный прогноз антропогенной эмиссии диоксида углерода и метана в России статистическими методами // Метеорология и гидрология. 2009. № 6. С. 25–32.
  35. Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г. Состояние запасов килек в Среднем и Южном Каспии и прогноз их вылова на 2003 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 336–340.
  36. Семенов В.В. Резорбция ооцитов у сельдей рода *Clupea* // Исследования фауны морей. 1975. Т. XVI (XXIV). С. 179–184.
  37. Сырьевые ресурсы Черного моря. М.: «Пищевая промышленность», 1979. 323 с.
  38. Так ловят рыбу на Фиджи. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://botinok.co.il/node/48542>.
  39. Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море. Т. 1. Астрахань. 2000. 133 с.
  40. Якубов А.А. и др. Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов Азербайджана (за период 1810–1974 гг.). Баку: АН Азербайджанской ССР, 1974. 33 с.