

# Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменениями численности кильки в Каспийском море

П.В. Люшвин – НЦ ОМЗ

С.Н. Егоров – КаспНИРХ

Д-р геогр. наук В.В. Сапожников – ВНИРО

За последние 40 лет в Каспийском море условия существования биоты претерпели значительные изменения. Это обусловлено как антропогенной деятельностью, так и глобальными климатическими изменениями и сейсмической активностью. Техногенное вмешательство, включая зарегулирование стока большинства рек и стока вод в зал. Кара-Богаз, привело к изменению солевого состава вод, плотностной стратификации, объема речного стока, объема и состава биогенных элементов, поступающих в море; токсичному загрязнению вод моря углеводородами, промышленными и бытовыми отходами. С балластными водами танкеров в море вселен чужеродный вид гребневика – мнемипсис, выедающий кормовую базу кильки. Неоднократно вылов рыб и истребление млекопитающих едва не приводили к исчезновению их популяций. Бурение скважин, «антропогенные грифоны»<sup>\*</sup>, интенсивное замещение углеводородов в толще земли водой также способствовали развитию локальных катастрофических явлений.

Глобальные климатические изменения общей циркуляции атмосферы приводили к существенным колебаниям уровня моря, что опять таки отразилось на изменении стока рек, солевом составе и плотностной стратификации вод моря (*Гидрометеорология и гидрохимия морей*// Т. VI: Каспийское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанографические основы формирования биологической продуктивности. С.-Пб.: Гидрометеоиздат, 1996. 323 с.; Приходько Б.И. История изучения каспийских килек// Сб. статей. Развитие рыбохозяйственных исследований на Каспии. Астрахань: Нижневолжское книжное изд., 1980. С. 91–112; Сапожников В.В. Современное состояние экосистемы Каспийского моря и сценарий дальнейшего развития событий// Каспийский плавучий университет. Научный бюллетень № 1. Астрахань: КаспНИРХ, 2000. С. 64–71; Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море// Т. 1. Астрахань, 2000. 133 с.; Люшвин П.В. Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений// Сборник научных статей. Т. II. ИКИ РАН. М., 2005. С. 140–144; Lyushvin P.V., Egorov S.N., Nikitin P.A. Use of Satellite Data in Monitoring of the Caspian Sea Biota 31<sup>st</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment// Saint Petersburg, 2005).

По нашим наблюдениям, активизация сейсмической активности в регионе приводит к залповым загрязнениям обширных районов моря: появлению пятен нефтепродуктов размерами свыше 30 км<sup>2</sup> на Апшеронском пороге и активизации грифонов на юго-западе моря.

## Физические и биологические предпосылки

При активизации сейсмической активности из повышенно проницаемых разломных зон земной коры выходят литосферные воды и газы (радон, водород, углекислый газ, метан, сероводород, пары ртути и др.). Современная наука в области исследования влияния на жизне-

деятельность рыб легких углеводородов определила, что пороговые реакции избегания таких вод отмечены у рыб уже при концентрации бытового газа на уровне 0,02–0,10 мг/л, а при концентрации 1–3 мг/л погибает 50 % рыбы (это особенно касается мелких рыб).

Отмечены неоднократные случаи существования причинно-следственных связей между фактами массовой гибели и поступлением природного газа в водную толщу после аварий на буровых установках. Основные патологические изменения у рыб при этом заключались в нарушении координации движения, ослаблении мышечного тонуса, патологии внутренних органов, развитии дегенеративных процессов в системах кроветворения и биосинтеза белков и других физиолого-биохимических аномалиях, характерных для острого отравления рыб. В период, предшествующий землетрясениям (Газлийскому, 20.03.1984 г.; Паракарскому, 02.08.1984 г. и Параванскому, 13.05.1986 г.), в озерах близ эпицентров землетрясений наблюдались выброс мелкой рыбы на берег и необычное поведение всей рыбы (Никаноров А.М., Страдомская А.Г., Иваник В.М. Локальный мониторинг загрязнения водных объектов в районах высоких техногенных воздействий топливно-энергетического комплекса// С.-Пб.: Гидрометеоиздат, 2002. С. 155; Войтов Г.И., Добровольский И.П. Химические и изотопно-углеродные нестабильности потоков природных газов в сейсмически активных регионах// «Физика Земли», 1994, № 3. С. 20–31. Пулинец С.А., Хегай В.В., Боярчук К.А., Ломоносов А.М. Атмосферное электрическое поле как источник изменчивости ионосферы// Успехи физических наук. М., 1998, № 5. С. 582–589; Соколов В.А., Виноградова Г.А. Влияние бытового газа на поведенческие реакции молоди рыб// Тез. докл. II Всесоюз. конфер. по рыбохозяйственной токсикологии. Т. 2. С.-Пб., 1991. С. 162–163; Борисов В.М., Осетрова Н.В., Пономаренко В.П., Семенов В.И. Влияние разработки морских месторождений нефти и газа на биоресурсы Баренцева моря: методические рекомендации по оценке ущерба рыбному хозяйству. М.: Изд. ВНИРО, 1994. 251 с.; Уморин П.П., Виноградов Г.А., Маврин А.С., и др. Влияние бытового газа на иктофауну и зоопланктонные организмы// Тез. докл. II Всесоюз. конфер. по рыбохозяйственной токсикологии. С.-Пб., 1991. С. 183–184; Патин С.А. Эколого-токсикологическая характеристика природного газа как экологического фактора водной среды. М.: Изд. ВНИРО, 1993. 40 с.; Шемьш-Заде А.Э. Трансформация импульса солнечно-геомагнитной активности в возмущения радонового и аэрионного полей планеты// Биофизика. М., 1992. Т. 37. Вып. 4. С. 690–699; Байбосунов А.Дж. Необычное поведение животных перед Газлийским землетрясением// Геофизические процессы и биосфера, 2002. Т. 1, № 1. С. 44–47).

## Совпадение замора рыб с проявлением сейсмической активности в регионе

13 июля 2004 г. у восточного берега Среднего Каспия во время активного апвеллинга зафиксированы, по сообщению Д.Н. Катунина, массовый замор кильки и повышенная мутность придонных слоев воды. Оказалось, что это совпало по времени и пространству с

\* «Антропогенные грифоны» – незакрытые скважины

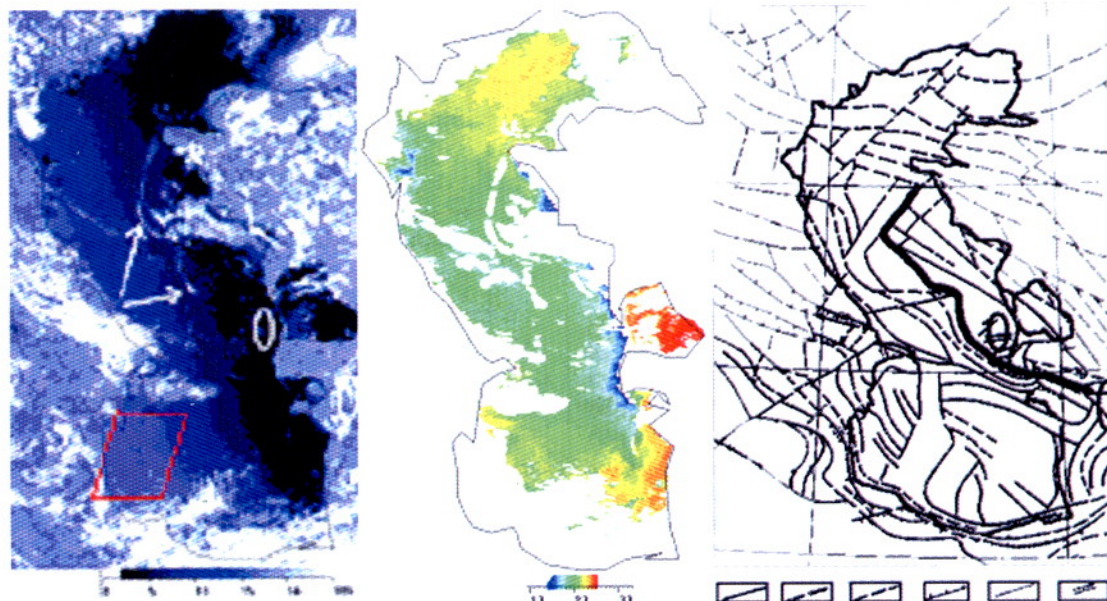


Рис. 1. Слева: снимок AVHRR/NOAA (0,8 мкм, в %) 11.07.2004 г. Каспия. В центре: карта температуры поверхности воды (в °С, по данным AVHRR). Справа: карта дифференциации региональных разломов, заимствованная с рис. 3 из монографии «Вопросы геодинамики и прогноза землетрясений». (Линиями на этом рисунке обозначены региональные разломы: слева направо – высокой активности; высокой активности, по историческим сведениям; средней активности; низкой активности или без активности; региональные надвижки; направление смещений по разломам. Стрелки на рисунке слева указывают на облака, трассирующие разломы земной коры, идущие от эпицентра землетрясения; справа эти разломы обозначены толстыми линиями. Эллипс у зал. Кара-Богаз обозначает положение судна; эллипс к востоку от Красноводского залива – очаг землетрясения; четырехугольник к юго-востоку от устья р. Кура – район снимков, приведенных на рис. 3)

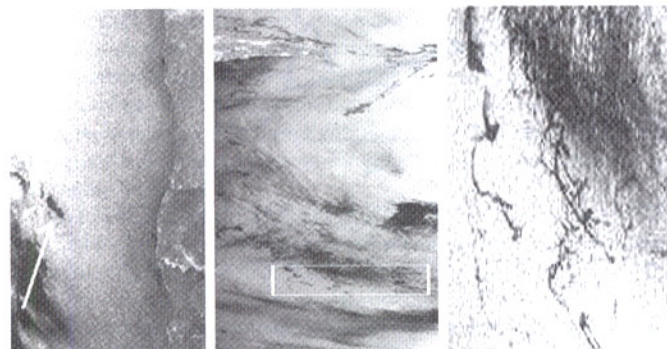


Рис. 2. Слева: радиолокационный снимок Envisat 11.07.2004 г. Центрального Каспия (стрелкой указан, по всей видимости, нефтяной слик на Апшеронском пороге). В центре: радиолокационный снимок ERS 13.05.1996 г. (вверху – разлив нефти на Апшеронском пороге; внизу, в прямоугольнике, – слик в виде кругов и полос). Справа: увеличенный прямоугольник с центрального рисунка

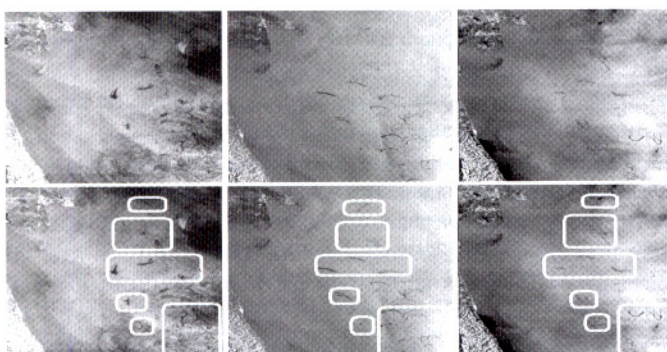


Рис. 3. Вверху: снимки на радиолокационных снимках Envisat в виде кругов и полос (слева направо – 05.07.2003; 09.08.2003; 15.05.2004 гг.). Внизу: повтор верхнего рисунка (повторяющиеся по местоположению снимки, возможно, грифоны, околнурены белыми линиями)

разломом земной коры, на котором в сотнях километров от района исследований 11 июля 2004 г. произошло землетрясение (рис. 1) [<http://www.ncedc.org/cgi-bin/catalog-sea>; <http://www.usgs.gov/privacy.html>]. Над разломами, идущими от очага землетрясения, наблюдались линияментные сейсмогенные облака (Люшвин П.В. Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений. С. 140–144; Lyushvin P.V., Egorov S.N., Nikitin P.A. Use of Satellite Data in Monitoring of the Caspian Sea Biota 31<sup>st</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment. 2005; Морозова Л.И. Исследование Земли из космоса// 2003. Вып. 4. С. 78–83); в водах над Апшеронским порогом, по радиолокационной информации (<http://muis-env.esrin.esa.it/geteolisa/manual.html>), был большой слик – очень возможно, что это нефтепродукты (рис. 2). Отметим также, что пятно нефти на Апшеронском пороге (Ермошкин И. ARCREVIEW. DATA+, 2003, № 4. С. 16), зафиксированное в том же месте 13.05.1996 г., возможно, также было обусловлено активизацией грифонов, так как 8 и 12 мая 1996 г. в регионе зарегистрированы землетрясения.

Кроме того, 13.05.1996 г. на юго-западе Каспия, вдали от судходных путей и нефтепромыслов, наблюдались слики в виде кругов и полос размером 5–20 км, шириной до 1 км. Аналогичные по форме слики в этом районе Каспия (рис. 3) приурочены по срокам до  $\pm 2-3$  дней (редко – до недели) к датам землетрясений в регионе (рис. 4, слева). На Апшеронском пороге различие в сроках вдвое больше (рис. 4, справа). Различие, возможно, обусловлено тем, что грифоны на Апшероне активизируются при более слабых землетрясениях, чем те, что приведены в сообщениях (<http://www.ncedc.org/cgi-bin/catalog-sea>; <http://www.usgs.gov/privacy.html>), или авариях на старых нефтепромыслах (Люшвин П.В., Егоров С.Н., Саложников В.В. Каспийский казан// ARCREVIEW. DATA+, 2006, № 1 (36). С. 20). Согласно сообщениям Л.А. Пахомова и В.Н. Зырянова, нефтяные слики в этом районе неоднократно были видны с кораблей и самолетов, однако, из-за эпизодичности трассовых наблюдений не делалось выводов о генезисе этих сликов. Отец Л.А. Пахомова, морской офицер, служивший на Каспийском море, связывал появление этих сликов с активизацией грифонов.

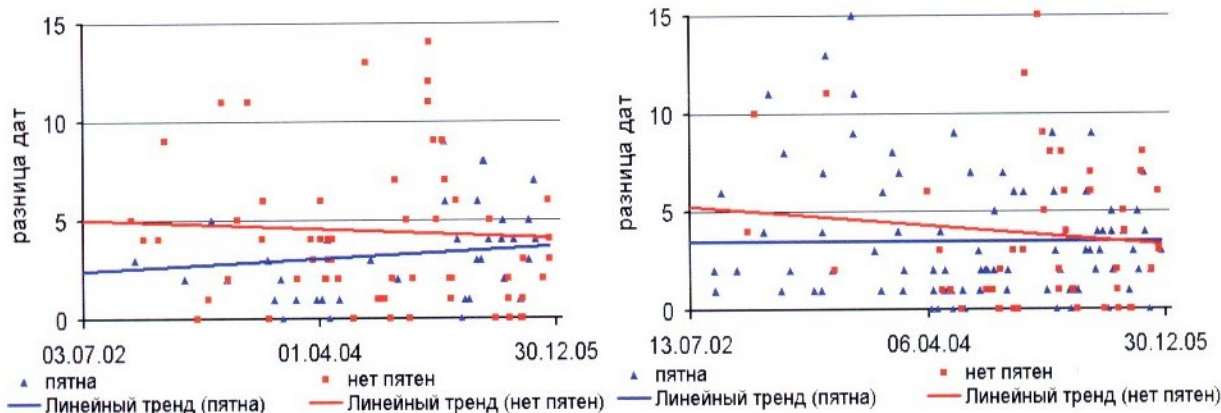


Рис. 4. Разница в датах между зарегистрированными землетрясениями в Каспийском регионе и датами (ось Y) снимков, на которых дешифрованы слики (пятна), а также датами отсутствия на снимках характерных сликов-пятен (ось X) на юго-западе моря (слева), Анишеронском пороге (справа), а также соответствующие линейные тренды

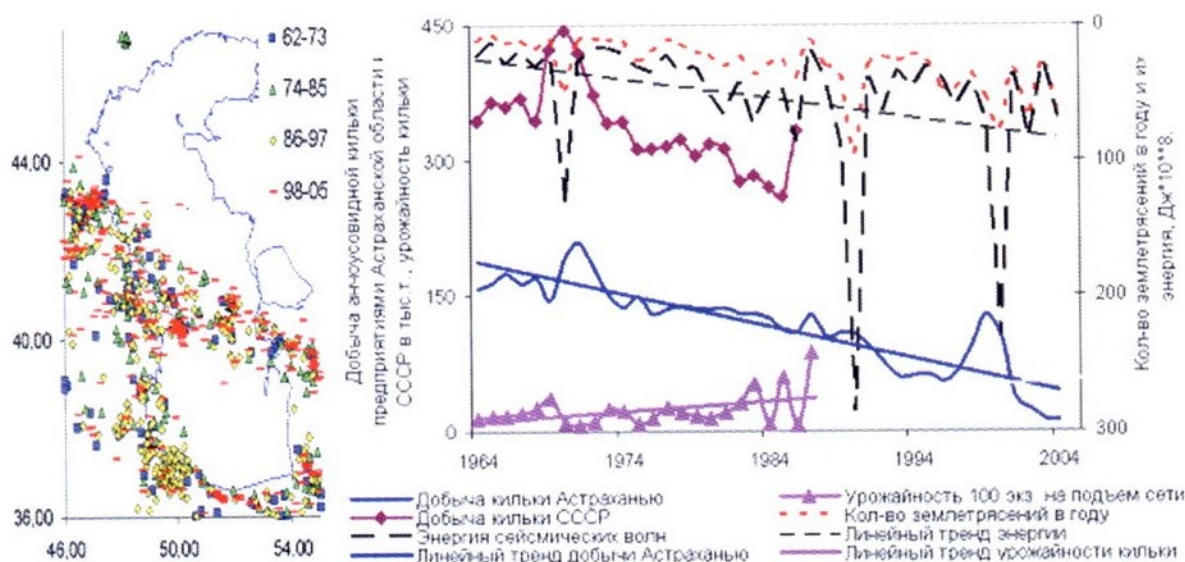


Рис. 5. Слева: положение эпицентров землетрясений по годам. Справа: добыча кильки предприятиями Астраханской области и СССР, а также урожайность поколений кильки; число землетрясений в регионе и суммарная, по годам, энергия сейсмических волн этих землетрясений в период с 1962 по 2005 г. (прямыми линиями обозначены линейные тренды указанных характеристик)

Именно сейсмической деятельностью, выходом литосферных вод и газов через грифоны может обуславливаться наличие в Юго-Западном Каспии большого количества предельных углеводородов (метан, пропан, бутан) и аммония. В штилевые дни концентрация аммония достигает 140–200 мМ, что в 10 раз больше, чем в восточной части моря, где сликов-грифонов значительно меньше и концентрация аммония колеблется от 7 до 14 мМ (Саложников В.В., Катунин Д.Н. Комплексные исследования экосистемы Южного Каспия (сезонные съемки на научно-исследовательском судне «Гилея». Сентябрь 1997 г., февраль 1996 г.)// «Океанология». М., 1997. Т. 37, № 1. С. 152–154).

**Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменениями численности кильки в Каспийском море**

Из сопоставления уловов кильки в Каспии (рис. 5), а также ее урожайности в текущем году с числом землетрясений и энергией сейсмических волн в регионе следует совпадение тенденции уменьшения популяции (добычи) и урожайности кильки с активизацией сейсмической активности в регионе. Во время активизации сейсмической активности, например, в 2001 г., по сообщениям специалистов КаспНИРХа С.И. Седова и Г.Г. Колосука, поверхность Каспия была усеяна килькой, а оставшаяся в живых килька не скосячивалась.

В годы после активизации сейсмической активности (1970, 1990, 2001) наблюдался обвал добычи кильки. У выжившей кильки, по-видимому, нарушается способность к воспроизводству, что подтверждается резким уменьшением ее урожайности с 2–6 тыс. экз. на подъем сетки до 0,5 тыс. экз. при превышении суммарной за год энергии сейсмических волн в регионе 5 Дж · 10<sup>8</sup>. Это наблюдалось, например, в 1971, 1975, 1984 и 1986 г. (Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1996). Лишь после нескольких лет затишья сейсмической активности популяция восстанавливается.

Отметим, что на фоне уменьшения общей численности кильки прослеживается тенденция к увеличению ее урожайности (Там же). По-видимому, это обусловлено тем же, что и в Балтийском море, где «резкое увеличение численности шпрота произошло за счет того, что запас трески, основного потребителя шпрота в Балтийском море, находился в состоянии депрессии» (Васильева Т.Г. Межгодовая изменчивость распределения, численности и возрастной структуры запаса шпрота Юго-Восточной Балтики// Труды АЗЕРНИРО. М.: Пищевая промышленность, 1969. Вып. 26. С. 268–279). Сеголетки кильки меньше поедаются поредевшими хищниками, но в дальнейшем им не хватает корма и на них негативно действуют стрессовые сейсмические факторы.