

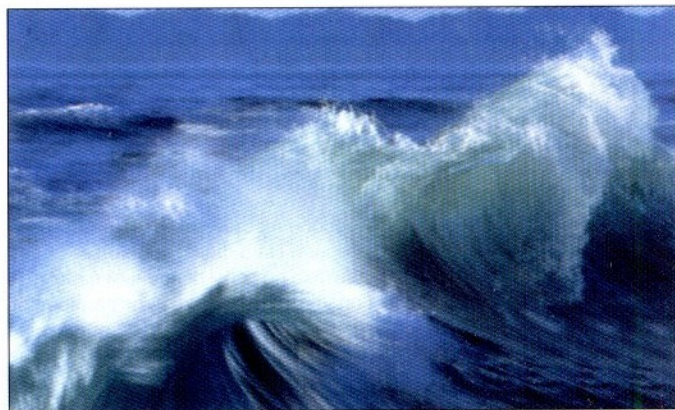
Сопоставление изменений численности мелких рыб в Азовском и Черном морях с сейсмической активностью в Азово-Черноморском регионе

Канд. геогр. наук П.В. Люшвин – НЦ ОМЗ
 Д-р геогр. наук В.В. Сапожников – ВНИРО
 Э.Р. Казанкова – ИПНГ РАН

За последние 40 лет в Азово-Черноморском регионе условия существования биоты претерпели значительные изменения. Это обусловлено как антропогенными факторами, так и глобальными климатическими изменениями. С балластными водами танкеров в моря вселен чужеродный вид гребневика – мнемииopsis, существенно выедающий кормовую базу мелких рыб. Физические и биологические признаки стрессовых условий, создавшихся для мелких рыб и обусловленных перечисленными явлениями, описаны многократно (например: Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Э.А. *Экосистема Черного моря*. М.: Наука, 1992. 111 с.).

В научных работах (Люшвин П.В., Егоров С.Н., Сапожников В.В. *Каспийский казан*// *ARCREVIEW, ДАТА+*, 2006, № 1 (36). С. 20; Люшвин П.В., Егоров С.Н., Сапожников В.В. *Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменениями численности кильки в Каспийском море*// *«Рыбное хозяйство»*, 2006, № 2. С. 62–64) содержатся выкладки из исследований, посвященных описанию причинно-следственных связей между усилением литосферной активности и стрессовым поведением рыб. А именно: о том, что при росте сейсмической активности из повышенно проницаемых разломов земной коры выходят мантийные флюиды – литосферные воды и газы (метан, водород, сероводород, радон и др.). Присутствие некоторых из них даже в сверхмалых концентрациях (0,02–1,0 мг/л) несовместимо с жизнедеятельностью мелких рыб. Основные патологические изменения у рыб при этом заключаются в нарушении координации движений, ослаблении мышечного тонуса, патологии внутренних органов, развитии дегенеративных процессов в системах кровообращения и биосинтеза белков и других физиолого-биохимических аномалиях, характерных для острого отравления рыб.

Однако работ, где приведены сопоставления статистических данных между стрессовым поведением мелких рыб и усилением литосферной активности, очень немного. Именно сопоставлению статис-



тических данных об изменениях численности популяций мелких рыб в Азовском и Черном морях с сейсмической активностью в Азово-Черноморском регионе и посвящена настоящая работа.

На рис. 1 приведены эпицентры землетрясений и расположение разломов земной коры в Азово-Черноморском регионе. На рис. 2 указаны места разгрузки углеводородов и распространения грифонов, через которые в воду поступают литосферные воды и газы, вызывающие стресс у мелкой рыбы. В 1989 – 1990 гг. в северо-западной части Черного моря обнаружены сотни подводных выходов газа, на 80 % состоящего из метана (Василев, Димитров. *Разгрузки углеводородов и проявления газогидратов на дне Черного моря*// *«Геология и геофизика»*, 2002, № 7). Поперечное сечение газовых потоков иногда достигает 200–300 м, длительность извержения – 30–60 с; из толщи земли выходят миллионы кубометров газа. Дебит газа даже на микровыходах составляет $\approx 10^6$ м³ в год. Так как по количеству открытых грифонов и грязевых вулканов Азово-Черноморский регион

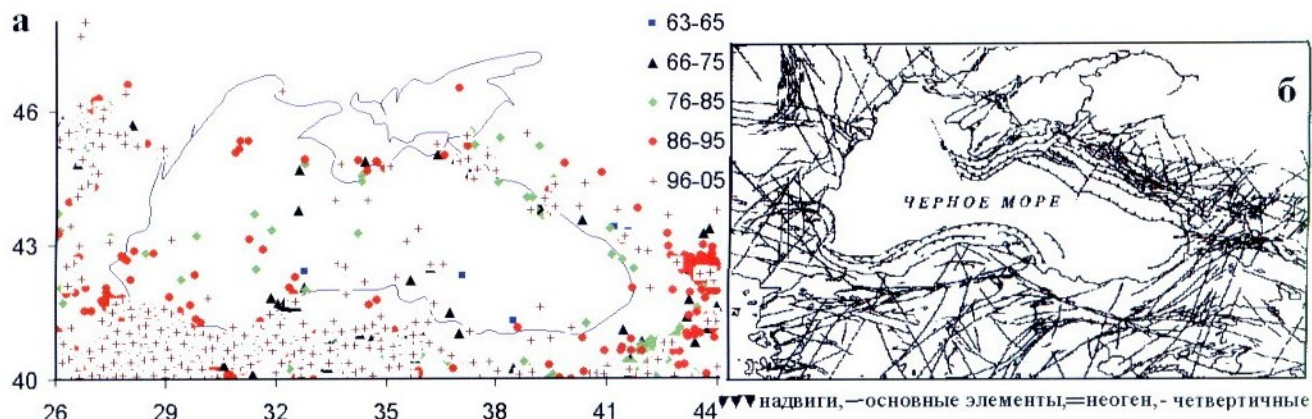


Рис. 1. Эпицентры землетрясений в Азово-Черноморском регионе с 1963 по 2005 г. (а); разломы земной коры в данном регионе (б) (Лобковский Л.И. *Геоэкологический мониторинг морских нефтегазоносных акваторий*. М.: Наука, 2005. 326 с.)

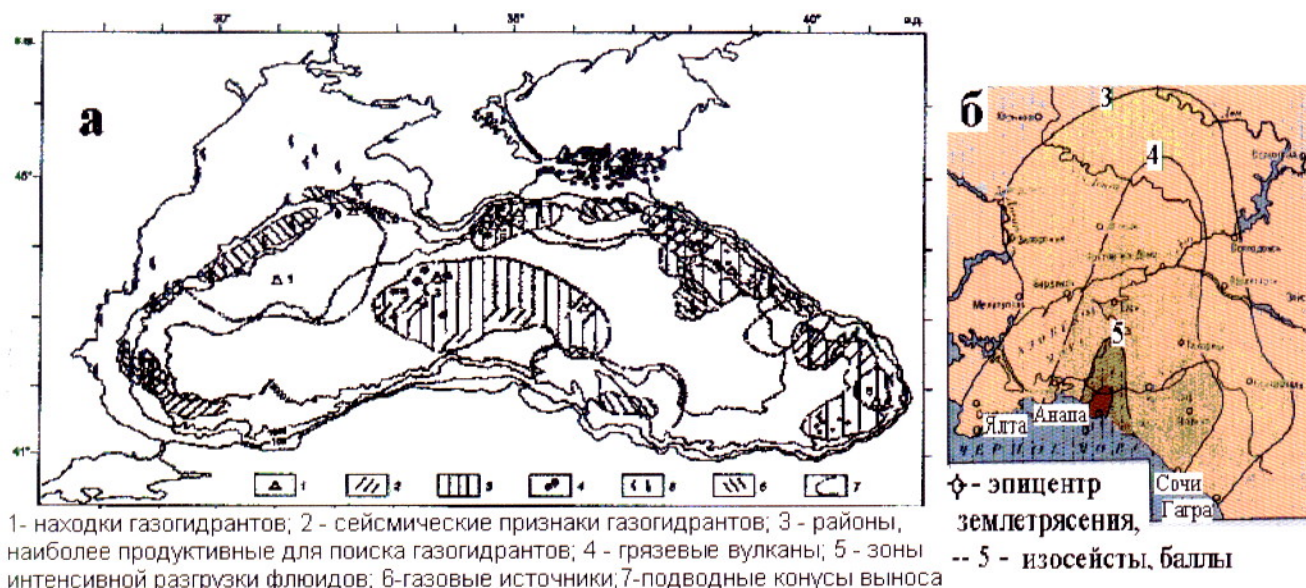


Рис. 2. Разгрузки углеводородов и проявления газогидратов в Азовском и Черном морях (а); изосейсты во время Анапского землетрясения в 1966 г. силой 7 баллов (б) (Апродов В.А. Зоны землетрясений. М.: Мысль, 2000. 462 с.)

близок к Каспийскому, то общие потери газа в Азово-Черноморском регионе можно оценить аналогично в ≈ 400 млн m^3 в год (Гулиев И.С. Зональность природных газов Азербайджана и газогеохимические методы поисков месторождений нефти и газа. М., 1978. 24 с.). На рис. 2 дан пример распространения сейсмических волн в регионе во время Анапского землетрясения 1966 г.

Совпадение уменьшения урожайности мелких рыб с усилением сейсмической активности в регионе

Уменьшение урожайности мелких рыб при усилении сейсмической активности наблюдается повсеместно – от Дуная до Керчи, в Азовском море, от Анапы до Батуми. Так, например, в годы повышенной сейсмической активности в Румынии в 1963, 1965, 1968, 1970, с 1972 по 1974, в 1977, 1980, 1983 и 1985 гг. наблюдался спад урожайности хамсы в северо-западной части моря (рис. 3, а). Причем, урожайность хамсы различалась почти на два порядка между сейсмически спо-

койным 1967 г. (24 млн экз.) и сейсмоактивным 1973 г. (0,2 млн экз.). Аналогично складывалась ситуация и для молоди шпрота (рис. 3, б; рис. 4, а). Максимум урожайности – 273 млрд экз. – наблюдался в 1984 г. при магнитудах землетрясений до 4,5 баллов. На следующий год урожайность шпрота упала вдвое, а максимальная магнитуда землетрясения превысила 5,2 балла.

С 1965 по 1967 г. наблюдалось обвальное падение численности годовиков шпрота (с 4 млрд до 1,5 млрд экз.), тогда как численность двухгодовиков оставалась неизменной (в пределах 0,5–0,7 млрд экз.). В последующее пятилетие различия в трендах численности разновозрастных рыб не наблюдалось (рост численности в 1969 и 1972 гг., спад – в 1970 и 1973 гг.). Обвальное уменьшение численности годовиков, возможно, было обусловлено тем, что в 1965–1967 гг. в регионе наблюдалось резкое увеличение суммарной за год энергии сейсмических волн – с 0,1 до 1,0 Дж 10^8 , тогда как в летние месяцы значительных землетрясений не было (суммарная энергия сейсмических волн не превышала 0,15 Дж 10^8); в последующие годы

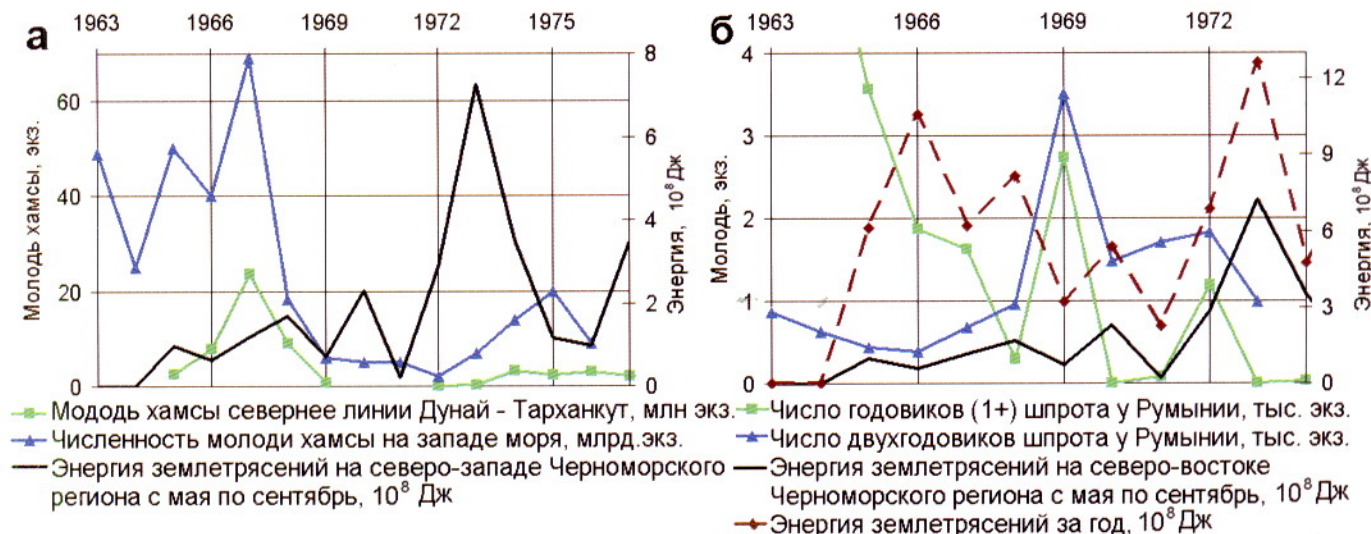


Рис. 3. Сопоставление численности молоди хамсы севернее линии Дунай-Тарханкут и на западе моря, а также количества годовиков и двухгодовиков шпрота у берегов Румынии с энергией землетрясений с мая по сентябрь и за год (график годовиков шпрота сдвинут на год назад, двухгодовиков – на два года. Данные по хамсе и шпроту заимствованы из работ: Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV. Черное море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанографические основы формирования биологической продуктивности. С.-Петербург: Гидрометеоиздат, 1992. 219 с.; Основы биологической продуктивности Черного моря// Под общ. ред. В.Н. Грезе. Киев: Наукова думка, 1979. 392 с.)

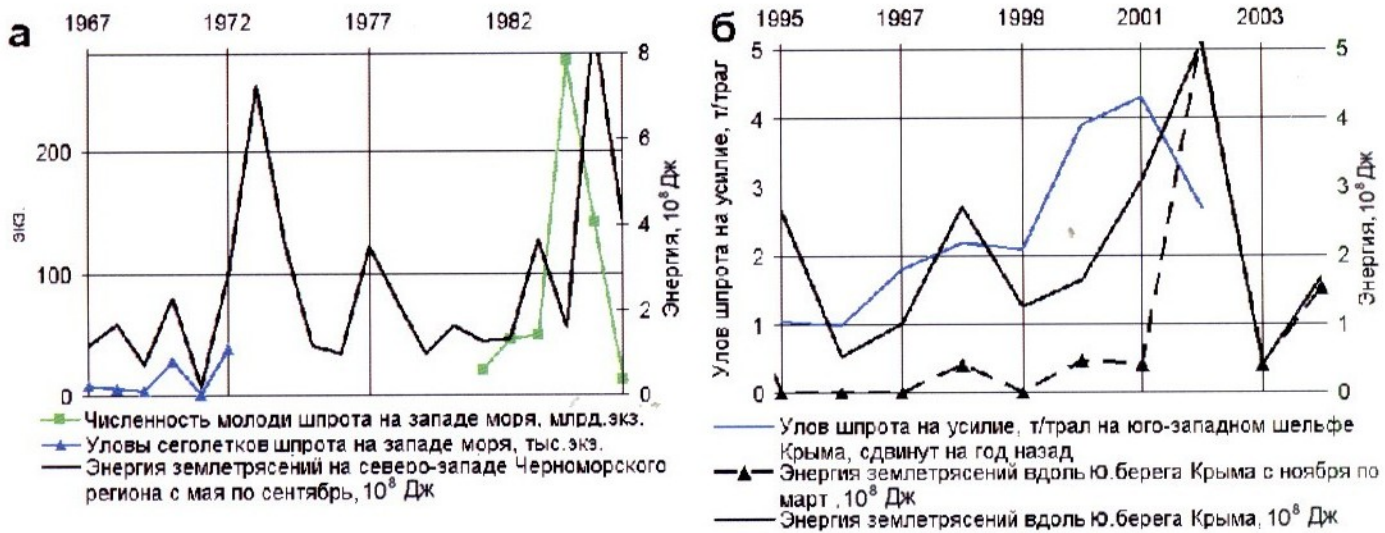


Рис. 4. Сопоставление численности молоди и сеголетков шпрота на западе моря с энергией сейсмических волн в период с мая по сентябрь на северо-западе Черноморского региона (а); сопоставление уловов на промысле шпрота на юго-западном шельфе Крыма (б) (усилие, т/трал; график сдвинут на год назад) с сейсмической активностью вдоль Южного берега Крыма с ноября по март и за год (информация о землетрясениях заимствована с сайтов: <http://www.ncedc.org/cgi-bin/catalog-sea>; <http://www.usgs.gov/privacy.html>)

экстремумы в ходе сейсмической активности за летние месяцы и годы совпадали.

В целом аналогичная ситуация наблюдалась с численностью шпрота на южном шельфе Крыма: урожайность падала при усилении сейсмической активности (рис. 4, б). Для наглядной демонстрации этого факта график уловов шпрота (Зув Г.В., Репетин Л.Н., Гуцал Д.К. и др. Влияние температуры воды на выживание молоди и формирование промыслового запаса черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (risso) (pisces: clupeidae) // «Морской экологический журнал». Севастополь, 2004. Т. III, № 2. С. 45–53) сдвинут на год назад, в результате чего локальные минимумы уловов 1996 и 2003 гг. оказались под «шапкой» землетрясений. Сдвиг на год обусловлен тем, что в эти годы в районе Крыма более 60 % популяции составляли двухгодовики. Отметим также, что с 1996 по 2003 г. не было существенной разницы хода между сейсмической активностью за зимние месяцы и за год в целом, поэтому не удается, как на северо-западе моря (см. рис. 3, б), отделить влияние сейсмической активности на урожайность, выживаемость и способность к воспроизводству.

В воды Азовского и Черного морей с берегов Тамани и Кавказа тянутся разломы земной коры (см. рис. 1, б; 2, а). Через грифоны на этих разломах во время повышения сейсмической активности в морские воды поступают литосферные воды и газы, по-видимому, негативно воздействующие на молодь хамсы (рис. 5; 6). В водах Азовского

моря уменьшение урожайности хамсы наблюдается в годы региональных землетрясений, а тюльки – в эти же годы или в последующий год. Так, например, урожайность хамсы уменьшалась после землетрясений в районе Тамани в 1984 и 1988 гг., а тюльки – в 1988, 1992 и особенно в 1995 г. В восточной части Черного моря урожайность хамсы не превышала 17 млн экз. в годы усиления сейсмической активности (1971, 1973, 1975 и 1977). При затишье сейсмической активности (1969, 1974 и 1976 гг.) урожайность вырастала более чем втрое (превышала 48 млн экз.). Аналогичная тенденция наблюдалась и с черноморским шпротом: локальные максимумы численности (уловы сеголетков) шпрота совпадали с локальными минимумами сейсмической активности (1973, 1982 и 1985 гг.), минимумы численности были при повышении сейсмической активности (1971, 1984 и 1986 гг., см. рис. 6).

Совпадение уменьшения внутригодовых уловов хамсы в Черном море с усилением сейсмической активности в регионе

Хамса, как следует из графика ее уловов в Черном море (рис. 7), промысловые скопления образует в основном зимой. В ходе ее промысла наблюдаются значительные нерегулярные отклонения от среднемесячных уловов. Из сопоставления месячных отрицательных от-

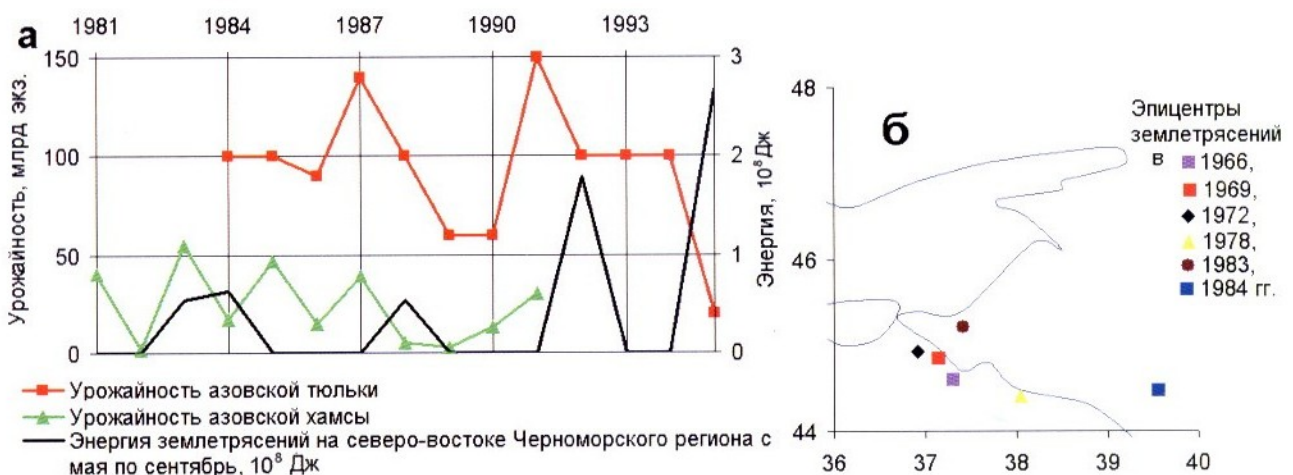


Рис. 5. Сопоставление урожайности азовской хамсы и тюльки с энергией сейсмических волн на северо-востоке Черноморского региона с мая по сентябрь (а); эпицентры землетрясений в Азовском регионе по годам (б)

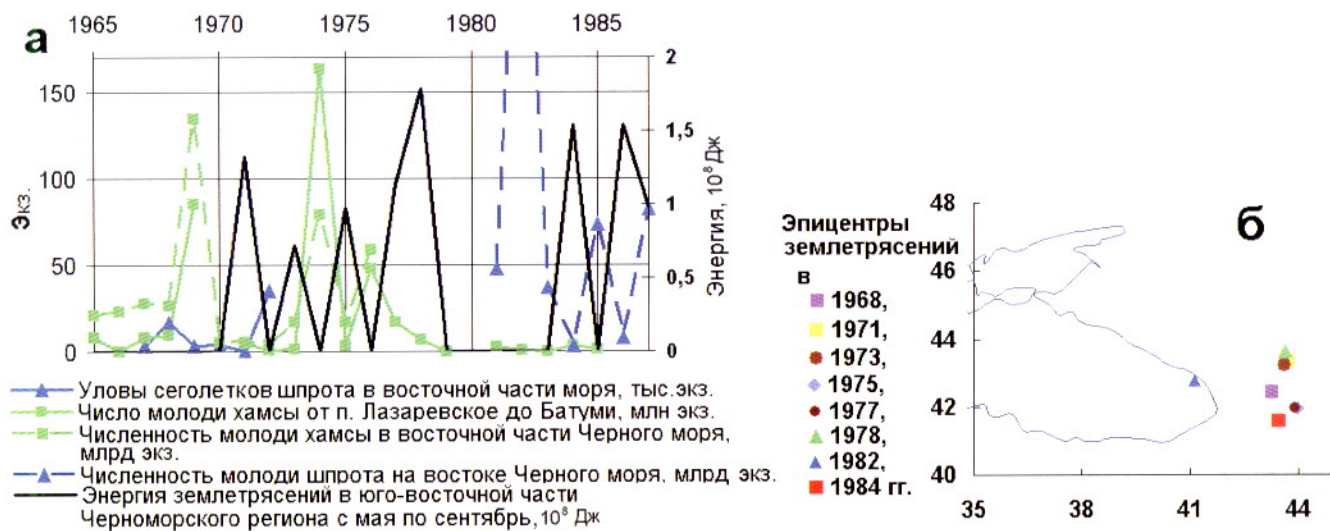


Рис. 6. Сопоставление численности молоди хамсы от пос. Лазаревское до Батуми и на востоке моря, уловов сеголетков шпрота и численности молоди шпрота на востоке моря с энергией сейсмических волн на юго-востоке Черноморского региона с мая по сентябрь (а); положение эпицентров землетрясений по годам (б)

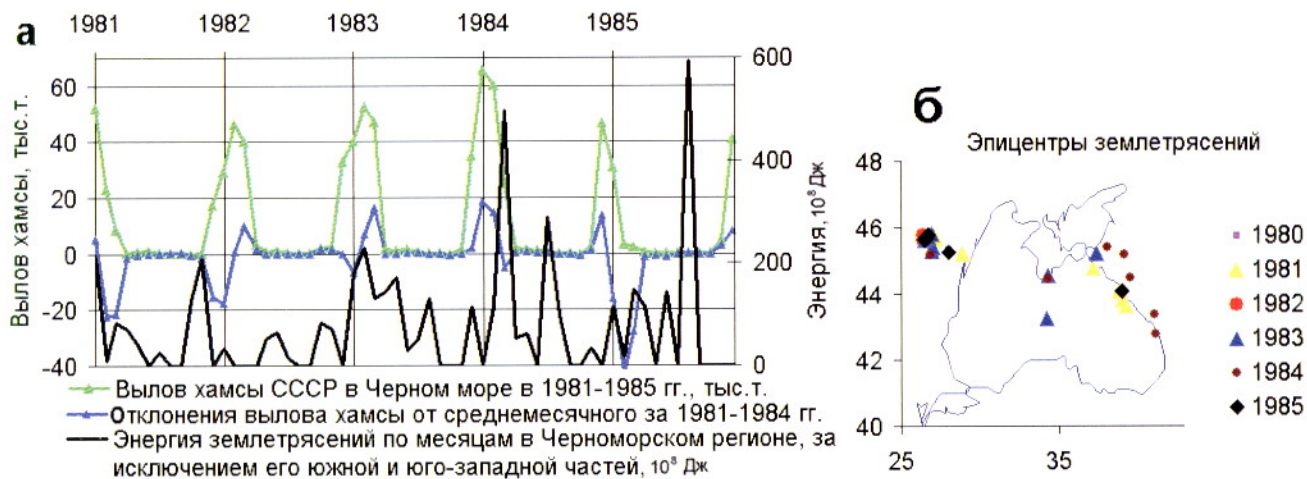


Рис. 7. Сопоставление времени и объемов лова хамсы в Черном море с сейсмической активностью в регионе (а); эпицентры землетрясений по годам (б)

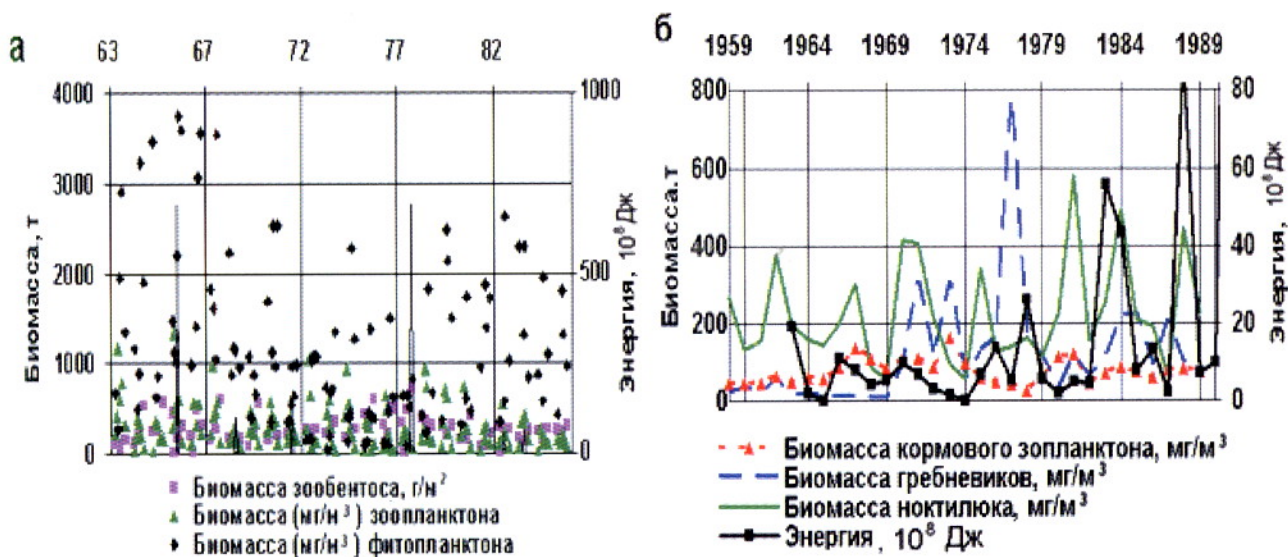


Рис. 8. Сопоставление месячной биомассы зообентоса, зоопланктона и фитопланктона в Азовском море (а) и биомассы кормового зоопланктона, гребневиков и ноктилюка (б) (Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. V. Азовское море. С.-Петербург: Гидрометеоиздат, 1991. 237 с.) с энергией сейсмических волн в Азовском регионе

клонений уловов и дат землетрясений, происходивших в регионе, следует, что вслед за повышением сейсмической активности, в тот же месяц или в следующий, происходит обвал уловов, достигающий 50–90 % от среднемесячного (усиление сейсмических волн в январе 1981 г. – обвал уловов в феврале-марте 1981 г.; землетрясения в ноябре 1981 г. – обвал уловов с декабря 1981 по январь 1982 г.; уси-

ние сейсмической активности и обвалы уловов наблюдались одновременно в январе 1983 г. и марте 1984 г.; январский всплеск землетрясений 1985 г. совпал с январско-февральским обвалом уловов в том же году). Через месяц-два после обвала, в отсутствие следующего всплеска «сеймики», ход уловов возвращается к среднегодовой тенденции.

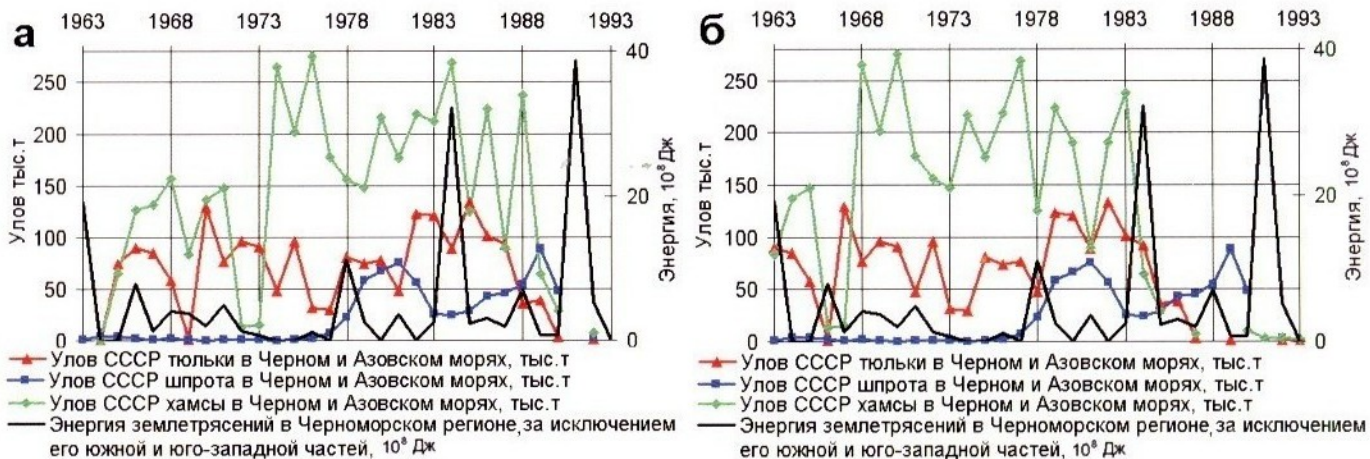


Рис. 9. Сопоставление уловов тюльки, шпрота и хамсы в Черном и Азовском морях с сейсмической активностью в регионе. На позиции б график уловов тюльки сдвинут на 3 года назад по годам, хамсы – на 5–7 лет назад (Статистические сведения по рыбной промышленности СССР за 1965–1991 гг. М.: ВНИРО; Анализ использования сырьевой базы рыболовным флотом Российской Федерации в 2000–2004 гг. М.: ВНИРО)

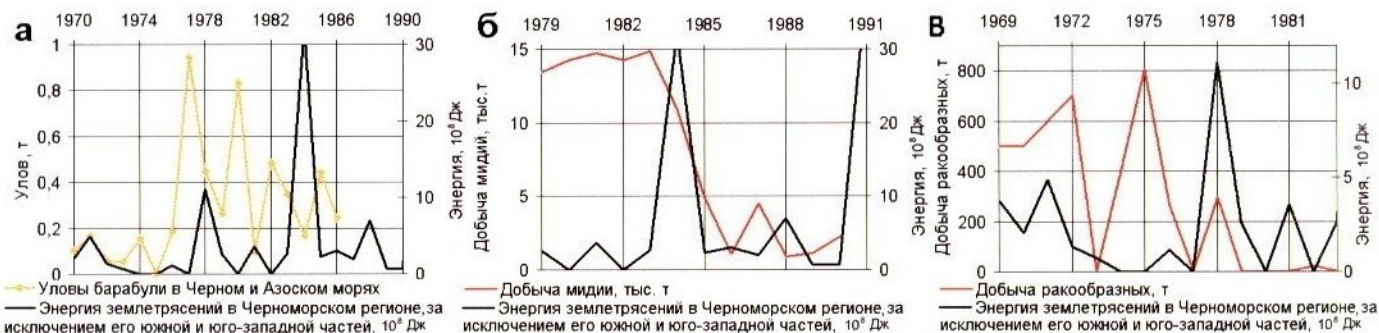


Рис. 10. Сопоставление уловов барабули (а), добычи мидий (б) и ракообразных (в) в Черном и Азовском морях с сейсмической активностью в регионе (график уловов барабули сдвинут на 4 года назад)

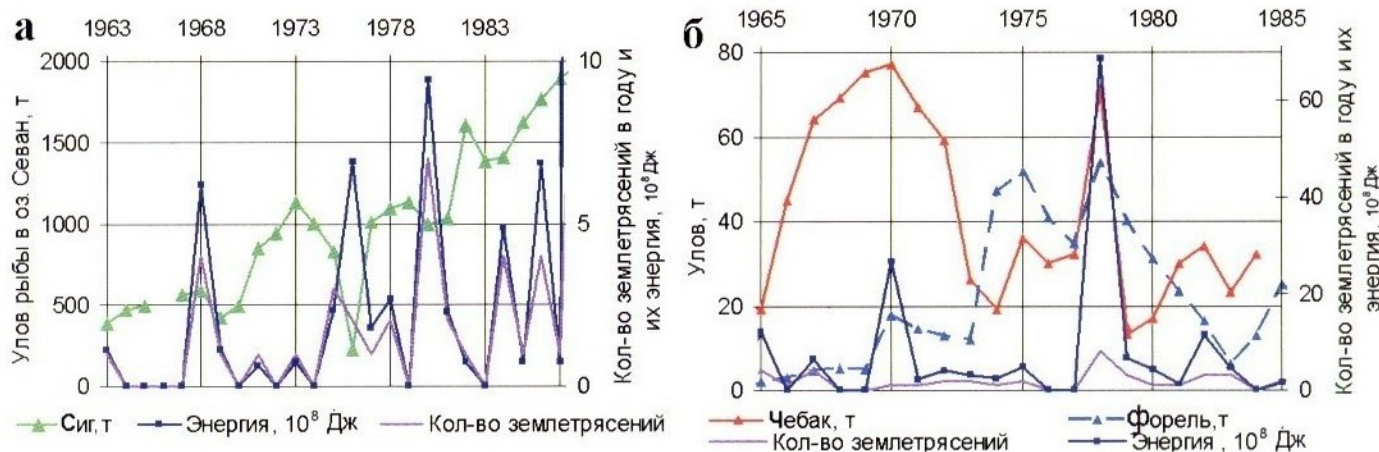


Рис. 11. Сопоставление уловов сига в оз. Севан (а; график уловов сдвинут на 2 года) и чебака и форели в оз. Иссык-Куль (б; график уловов чебака сдвинут на 5–6 лет, форели – на один год) с сейсмической активностью в данных регионах

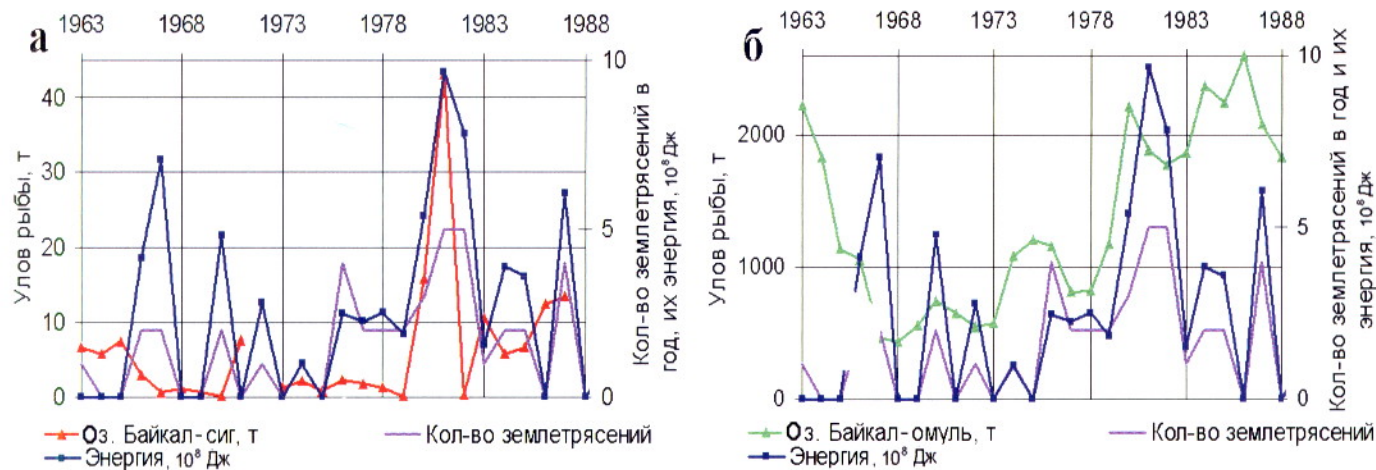


Рис. 12. Сопоставление уловов сига (а; график уловов сдвинут на 3 года) и омуля (б; график уловов сдвинут на 2 года) в оз. Байкал с сейсмической активностью в Байкальском регионе

Такое состояние с уловами, по-видимому, обусловлено тем, что в «сейсмоотравленных» водах выжившая рыба не скосячивается. Отмеченные временные сдвиги и интервалы обвалов уловов определяются близостью районов зимовки хамсы к местам активизированных разломов земной коры и временем прохождения через акватории лова (зимовки) хамсы морских вод, «отравленных» литосферными водами и газами.

Тенденция изменений биомассы первичной продукции, планктонных организмов и донных гидробионтов не определяется сейсмической активностью в Азовском море и на востоке Черного моря, по крайней мере, при месячном (рис. 8, а) или сезонном осреднении (рис. 8, б).

Совпадение уменьшений численности мелких рыб с усилением сейсмической активности в Азово-Черноморском регионе

Как следует из предыдущих эпизодических региональных сопоставлений, урожайность мелкой рыбы падает при усилении сейсмической активности. Причем, это наблюдается повсеместно – от Дуная до Батуми, включая Азовское море (см. рис. 3–5); взрослая рыба не скосячивается (см. рис. 7). Как это все в совокупности отражается на годовых уловах рыбы?

Из приведенных на рис. 9, а уловов мелких рыб в Азовском и Черном морях следует, что обвалы уловов тюльки наблюдались в 1969, 1976, 1981, 1987 и 1990 гг.; обвалы уловов шпрота – в 1983 и 1990 гг.; хамсы – в 1969, 1972, 1977, 1985, 1987 и 1989 гг. Усиление сейсмической активности в регионе было отмечено в 1966, 1971, 1978, 1981, 1984, 1988 и 1991 гг. Если сдвинуть ход уловов рыбы на примерное время их жизненного цикла (тюльки – на 3 года, хамсы – на 5–7 лет), то получается (рис. 9, б), что причиной последующих обвалов уловов были как раз «сейсмоактивные» годы – 1966, 1971, 1978, 1981, 1984 и 1991. В целом аналогичная ситуация сложилась и с популяцией барабули (рис. 10, а; сдвиг составляет 4 года).

Причина, по-видимому, в том, что у выжившей после «сеймострессов» рыбы нарушаются репродуктивные функции. Косвенным подтверждением несовместимости мест обитания (скосячивания) мелкой рыбы и сейсмичности региона является тот факт, что уловы мелких рыб резко падают по мере приближения к сейсмоактивным регионам – Турции (см. рис. 1). Так, например, среднегодовой улов хамсы Румынией в 1960 – 1975 гг. составлял 1,4 млн т; Болгарией – 0,2 млн; Турцией – 0,05 млн т. Уловы шпрота Румынией и Болгарией были около 2 млн т в год, тогда как Турция даже не обнаруживает данных по своим уловам шпрота.

Отметим также, что землетрясения, возможно, оказывают влияние и на численность мидий и ракообразных. Сокращение добычи мидий СССР в 1984 – 1986 и 1988 гг. происходило на фоне пиков

сейсмической активности (1984 и 1988 гг. – рис. 10, б); рост добычи ракообразных, наоборот, наблюдался при наивысшей сейсмической активности (1971, 1978 и 1981 гг. – рис. 10, в).

Совпадение уменьшения численности мелких рыб в озерах СНГ с усилением сейсмической активности в регионах

В озерах менее выражена зависимость уловов рыб от сейсмической активности, чем в морях (рис. 11; 12 – по материалам: Уловы рыбы, морзверя и морепродуктов во внутренних водоемах СССР в 1900 – 1990 гг. Ч. 1. М.: ВНИЭРХ, 1991. 211 с.). Это обусловлено тем, что часть рыбы находится в локальных водоемах (реки, озера), подвергшихся «сейсмической атаке». Так, например, обвал уловов сига (падение более чем на 70 %) в оз. Севан наступил через 2 года после «сейсмоактивного» 1976 г. В оз. Иссык-Куль «сейсмогенные» (?) спады в популяциях судака, чебака и форели происходили спустя годы после «сейсмоактивных» лет (1970, 1975, 1978 и 1982 гг.). В оз. Байкал уловы сига и омуля уменьшались через 2-3 года после «сейсмоактивных» 1967, 1970, 1972, 1976, 1981, 1984 и 1987 гг.

Заключение

Из сопоставления статистических данных по численности мелких рыб в южных морях РФ и озерах СНГ с сейсмической активностью в данных регионах следует, что при усилении последней численность молоди мелких рыб падает; рыба не скосячивается; у выжившей рыбы нарушаются репродуктивные функции.

Для перехода от ретроспективного анализа состояния популяций мелких рыб к прогнозу следует использовать более детальную информацию, чем та, которая содержится в использованной литературе: А именно: по промысловым усилиям; датам и районам лова, а также по гидрхимическому и биологическому анализу вод, рыб, планктона и бактерий. Следует также изучить, при какой интенсивности, от каких эпицентров землетрясений, каких разломов земной коры какие акватории подвергаются «атаке» литосферных вод и газов.

Выявленные связи падений уловов хамсы, шпрота и тюльки с усилением литосферной активности (включая наличие периодов до 3 мес. после землетрясений, когда исчезают промысловые скопления этих рыб) позволяют дать следующие рекомендации:

после получения информации о произошедших сейсмических возмущениях не выходить в «зараженные» акватории на промысел перечисленных объектов, так как уловы будут малы (существенно ниже прогнозируемых) и экономически невыгодны;

после аномально сейсмичных лет планировать возможные уловы на годы вперед с учетом обвала воспроизводства рыб.