

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303160862>

Overview of the current ecological state of the Peter the Great Bay (2000–2010), Vestn. Dal'nevost. Otd

Article · January 2012

CITATIONS

4

READS

335

3 authors:



Olga N. Lukyanova

Pacific Scientific Research Fisheries Center

55 PUBLICATIONS 702 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Sergey Cherkashin

Pacific Research Fisheries Center

18 PUBLICATIONS 67 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mikhail Simokon

National Oceanic and Atmospheric Administration

5 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

О.Н. Лукьянова, С.А. Черкашин, М.В. Симоконь

**Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого
(2000-2010 гг.)**

Обобщены данные об экологическом состоянии залива Петра Великого за 2000-2010 гг. Рассмотрены химические и биологические виды загрязнения и воздействие на биоту. Состояние сообществ бентоса и рыб стабильно. Снижение антропогенного воздействия после спада промышленного производства привело к нормализации обстановки в заливе.

The review of modern ecological state of Peter the Great Bay (2000-2010). Lukyanova O.N., Cherkashin S.A., Simokon M.V. (Pacific Research Fisheries Centre, Vladivostok)

Comprehensive data on ecological condition in Peter the Great Bay in 2000-2010 are reviewed. Modern levels of chemical and biological pollution and effects on marine organisms are reported. The conditions of benthic and fish communities are stable. The decrease of anthropogenic impact due to decline of industrial activity allowed to improve environmental situation in the Bay.

Ключевые слова: залив Петра Великого, химическое и биологическое загрязнение, биотестирование, молекулярные биомаркеры, бентосные сообщества, ихтиофауна

Key words: Peter the Great Bay, chemical and biological pollution, bioassay, molecular biomarkers, benthic communities, fish communities

Залив Петра Великого расположен в северо-западной части Японского моря, на границе умеренной и субтропической зон, и характеризуется многообразием прибрежных грунтов, физико-химических условий среды, сложностью гидрологического режима. Эти причины служат основой высокого биоразнообразия, значительной биопродуктивности и самоочищения прибрежных вод. Одним из важных факторов, определяющих современное состояние биоты залива, является антропогенное воздействие, уровень которого и биологические эффекты к концу XX века достаточно подробно охарактеризованы [5, 22, 24]. В первой декаде XXI века проблема антропогенного изменения океана остается по-прежнему актуальной, и как сказано в Сеульской декларации, принятой в январе 2011 г. учеными 28 стран, « ...природные и антропогенные изменения в

океанической среде имеют значительное воздействие на жизнь моря и климат, а также на развитие человеческого общества...» (<http://ocean-partners.org>). Эти закономерности особенно важны для прибрежных экосистем, к которым относится залив Петра Великого. Целью данной работы является анализ современного экологического состояния залива Петра Великого и тех изменений, которые произошли в нем за последнее десятилетие.

Естественные абиотические факторы остаются ведущими в распределении и развитии биоты. Глобальное потепление, широко обсуждаемое в современной литературе, в заливе имеет свои особенности. Средняя температура поверхностных вод за последние 50 лет увеличилась почти на $0,6^{\circ}\text{C}$, а в бухте Золотой Рог на $0,96^{\circ}\text{C}$. Однако в заливе Находка данный показатель уменьшился на $0,22^{\circ}\text{C}$ [7]. Это подтверждает неоднородность распределения температурных аномалий в прибрежной зоне. Изменение температуры не повлияло на величину рН морской воды, закисления прибрежных вод в целом не отмечено.

Соленость вод варьирует в определенных пределах от 19,4 -27,7 pps летом до 33,8-34,4 pps зимой в зависимости от морских течений, градиента речного стока и других процессов. Влияние солености прослеживается, например, по градиенту биоразнообразия макробентоса на литорали, о котором писал академик О.Г. Кусакин. Отмечено, что в эстуарной зоне Амурского залива встречается 21 вид моллюсков и 6 видов полихет, в островной – 63 вида моллюсков и 37 видов полихет [12].

Нарушение кислородного режима регулярно происходит во внутренних районах залива [6, 31]. Содержание кислорода в прибрежных водах понижается по мере роста температуры вплоть до минимума в августе-сентябре, достигая у дна на отдельных участках 2-3 мг/л (30-40 % насыщения). В этот же период обычно наблюдаются заморы. Содержание кислорода в придонных слоях менее 50% в 2005-2007 гг. определено примерно на трети площади Амурского залива, преимущественно в районах понижения рельефа дна [30].

Химическое загрязнение залива к началу 2000-х гг. было подробно исследовано, опубликованы уровни содержания тяжелых металлов,

нефтепродуктов, некоторых пестицидов, фенолов в морской воде, грунтах и биоте [5, 22, 24]. Снижение промышленного производства в Приморье в 1990-х гг. привело к уменьшению загрязнений прибрежных акваторий. Как следствие, к 2001 г. выявлены достоверные отрицательные тренды содержания поллютантов в морской среде Амурского и Уссурийского заливов и бухты Золотой Рог [2]. По сравнению с 1980-1990 гг., в Амурском заливе в донных осадках произошло снижение содержания нефтяных углеводородов (НУ) и кадмия, в Уссурийском заливе и бухте Золотой Рог – НУ, ДДТ и кадмия. Эта тенденция продолжилась и в 2000-е гг. [34].

В Докладе об экологической ситуации в Приморском крае [9] отмечается, что в 2010 г. класс качества вод бухты Золотой Рог изменился с VI класса «очень грязные» на V класс «грязные», пролива Босфор Восточный - с V класса «грязные» на IV класс «загрязненные». Не изменился класс качества вод Уссурийского залива (IV класс «загрязненные») и залива Находка (III класс «умеренно загрязненные»).

В 2004-2006 гг. сотрудниками ТИНРО-Центра проведены исследования содержания НУ и тяжелых металлов в воде и донных отложениях (ДО) на 45 станциях в Амурском и 37 станциях в Уссурийском заливах. Средняя концентрация НУ в воде на западе кутовой части Амурского залива составила 0,2 мг/дм³, превышая ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/л) в 4 раза. В грунтах этого же района уровни НУ находились в пределах 31 - 64 мг/кг. В условно-фоновом районе у о. Рейнеке НУ в воде не превышали 0,1 мг/дм³, а в ДО – 20 мг/кг. В районе выпусков стоков г. Владивостока концентрации НУ в воде 0,35 – 0,45 мг/дм³, в грунтах – 150–200 мг/кг, что говорит о хроническом характере загрязнения. Самая высокая концентрация НУ в воде зарегистрирована в западной части пролива Босфор Восточный – 0,95 мг/дм³, здесь же выявлено максимальное содержание НУ в грунтах, причем их распределение сходно с распределением НУ в поверхностных водах: западнее м. Токаревского – 441 мг/кг, восточнее м. Токаревского – 370 мг/кг [35]. В воде у Спортивной Гавани выявлены следовые количества полиароматических соединений (менее 0,0005 мкг/дм³). Впервые были

обнаружены следы алкилфенолов, обладающих ксеноэстрогенным эффектом [26] и способных менять гормональный фон организмов, вызывая дисбаланс репродуктивной системы, а в отдельных случаях и феминизацию самцов. В Уссурийском заливе на 40% площади концентрации НУ в воде не превышают ПДК. Минимальные значения отмечены в юго-западной части, где практически отсутствует хозяйственная деятельность (акватория от о. Рейнеке до о. Ахлестышева) – $< 0,01$ мг/л. Наибольшее превышение ПДК (> 30 раз) определено в районах бухт Горностаи и Большой Камень [18].

Изменение биогеохимической ситуации прибрежных акваторий Приморья имеет локальный характер. В Амурском и Уссурийском заливах обнаружены районы с повышенными относительно фоновых концентрациями тяжелых металлов в поверхностном слое ДО. Они расположены, как правило, в прибрежной зоне, примыкающей к г. Владивостоку (рис. 1). Основными источниками загрязнения здесь являются выпуски необработанных муниципальных и промышленных сточных вод, портовое хозяйство, свалки бытовых отходов и золоотвал ТЭЦ-2. Максимальные концентрации кадмия, меди, мышьяка, ртути, свинца, цинка были отмечены в Уссурийском заливе, возле городской свалки твердых бытовых отходов (ТБО), а также в проливе Босфор Восточный. Повышенные концентрации алюминия, кобальта, железа, марганца, никеля и хрома были приурочены к эстуарным зонам и характеризовали влияние терригенного стока.

Расчет коэффициента накопления (EF), который представляет собой отношение актуальных концентраций металла к его концентрации у о. Рейнеке, нормализованных по железу, с целью нивелирования различий гранулометрического состава осадков, позволил ранжировать акватории залива Петра Великого по степени накопления металлов в донных отложениях. Так, возле свалки ТБО в Уссурийском заливе значения EF достигали 21,9 для Cd, 60 для Cu, 13,5 для Hg и 16,1 для Pb, что свидетельствует о сильном и даже экстремально сильном в случае меди загрязнении донных отложений в этом районе.

Исследование распределения металлов в воде, взвеси, донных осадках и гидробионтах в экосистемах морских мелководий залива Петра Великого выявило тенденцию снижения уровней концентраций металлов от эстуарных зон к открытой части залива [36].

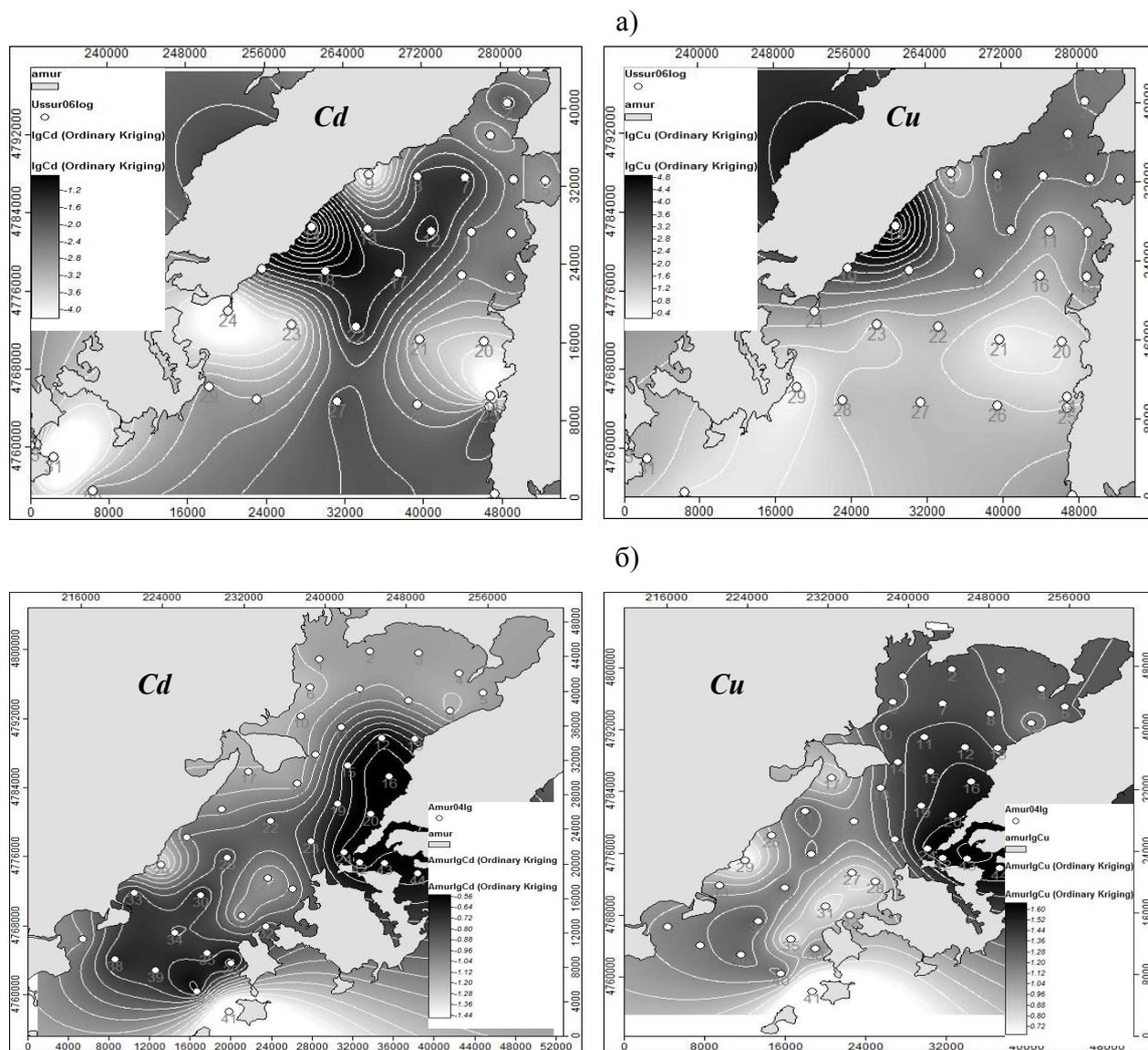


Рис. 1. Пространственное распределение кадмия и меди (десятичные логарифмы концентраций, мг/кг сухой массы) в донных отложениях Уссурийского (а) и Амурского (б) заливов

Установлено, что к 1980-м годам содержание Zn, Cu, Pb, Hg, Ni в ДО Амурского залива увеличились в 1,5 – 5 раз по сравнению с фоновыми концентрациями, соответствующими периоду до 1900 г. Но за последние 20 лет

отмечено снижение уровня металлов, например, ртути в 4 раза [27]. Основная масса ртути выносятся со сточными водами г. Владивостока, а также с выносами рек. Максимальное содержание ртути в ДО б. Золотой Рог и пролива Босфор Восточный – 200-400 нг/г, в открытой части Амурского залива и в Уссурийском заливе – не более 100 нг/г [1].

За последние 10 лет диапазоны концентраций металлов и мышьяка в водорослях, моллюсках, иглокожих и рыбах залива Петра Великого существенно не изменились. Так, в мягких тканях мидии Грея диапазон концентраций элементов в разных районах варьировал: для кадмия 1,0-3,4; ртути – 0,018-0,032; свинца – 0,02-0,13 мкг/г сухой массы. В мышцах рыб и мягких тканях промысловых моллюсков содержание Hg, As, Pb, Cd, Cu, Zn не превышало санитарно-гигиенических норм. В то же время концентрации металлов были выше в моллюсках из районов, испытывающих антропогенный пресс [16].

Несмотря на отрицательный тренд содержания хлорорганических пестицидов (ХОП) в воде и грунтах залива, суммарное содержание ХОП у мидий *Crenomytilus grayanus* за последние годы увеличилось почти в 10 раз, с 4,5 нг/г в 1996 г. до 20 и 50 нг/г в 2004 г. в Уссурийском и Амурском заливах соответственно [3, 20]. Отношение концентрации α/γ -ГХЦГ в мидиях было выше единицы, что означает преобладание устойчивого изомера α -ГХЦГ и отсутствие свежего поступления γ -ГХЦГ – линдана. Коэффициент ДДТ/ДДЕ практически во всех пробах был ниже 1, что также демонстрирует давнее присутствие пестицида в экосистеме. Высокое суммарное содержание ХОП (616 нг/г) с абсолютным преобладанием ДДТ и его метаболитов (450 нг/г) обнаружено у мидий из зал. Посьета. Это показывает, что в юго-западной части зал. Петра Великого содержание пестицидов выше, чем даже в индустриальной зоне г. Владивостока. Однако в целом уровень ХОП у мидий зал. Петра Великого значительно ниже, по сравнению с мидиями из прибрежной зоны некоторых стран Азиатско-Тихоокеанского региона. В промысловых рыбах зал. Петра Великого также обнаружены пестициды, например, суммарное содержание ХОП в мышцах тихоокеанской сельди составляло 2,5 нг/г. Выявленные концентрации не

превышают допустимых уровней, установленных действующими в России санитарными правилами и нормами.

В 2000-х гг. расширены сведения не только о химическом, но и о биологическом загрязнении залива Петра Великого. Наряду с исследованиями микробных сообществ в прибрежной зоне г. Владивостока [4], значительное число работ было посвящено проблеме «красных приливов» и биологических инвазий. Показано, что токсичные микроводоросли регулярно появляются в заливе в массовых количествах. В Институте биологии моря ДВО РАН организован регулярный мониторинг, выявляются новые виды. Причины «цветения» неоднозначны, и только в некоторых случаях прослеживаются корреляции с химическим загрязнением [25].

Другим видом экологической опасности признаны виды-вселенцы, попадающие в новые акватории различными путями. В порту Владивостока в балластных водах судов российско-японской и российско-китайской линий обнаружено 45 видов микроводорослей, около 50 видов зоопланктона, среди них есть и чужеродные виды [11]. В последние годы возрос и масштаб вселения новых видов рыб в реки, впадающие в залив. Например, только в эстуарии р. Раздольной зарегистрировано 11 видов-вселенцев [17], которые стали объектами любительского лова. Известны и другие примеры, например, появление синего краба *Paralithodes platypus*, который ранее в зал. Петра Великого не встречался. Начиная с 2002 г., в связи с резким снижением численности, был установлен запрет на промысел всех шельфовых видов крабов в районах к югу от 47°20 с.ш. При этом весь незаконно выловленный краб, в том числе и синий, изъятый у браконьеров в живом виде, выпускался в море. В общей сложности за период с 2002 г. по ноябрь 2009 г. было выпущено минимум 29503 экз. синего краба, среди которых были и икроносные самки. Краб вполне адаптировался к новым условиям, стал размножаться и заселять акваторию. Специалисты не рассматривают данную интродукцию как пример экологической опасности, и полагают, что в ближайшее время синий краб может стать новым промысловым объектом в заливе Петра Великого [15].

Биологические эффекты сложившегося в 2000-е гг. уровня загрязнения исследованы на различных уровнях организации живых систем, от молекулярного до организмов и сообществ. Молекулярные эффекты изучались с помощью биомаркеров, которые позволяют выявить самые ранние изменения в метаболизме особей, пока нарушения на уровне организмов и сообществ еще не проявляются. У мидии *Crenomytilus grayanus* из загрязненных районов параметры энергетического обмена (активность Mg^{2+} -АТФазы и K^+ - Na^+ -АТФазы) снижены [19], а некоторые показатели окислительного стресса повышены по сравнению с мидиями из островной зоны [18, 35]. Так, максимальная активность ключевого фермента биотрансформации органических поллютантов глутатион-S-трансферазы (GST) отмечена у мидий из внутренних районов Амурского и Уссурийского заливов (рис. 2) по сравнению с моллюсками из условно-фоновой зоны (о. Рейнеке). Отмечена положительная корреляция между активностью GST и концентрацией нефтяных углеводородов в донных осадках из этих же районов.

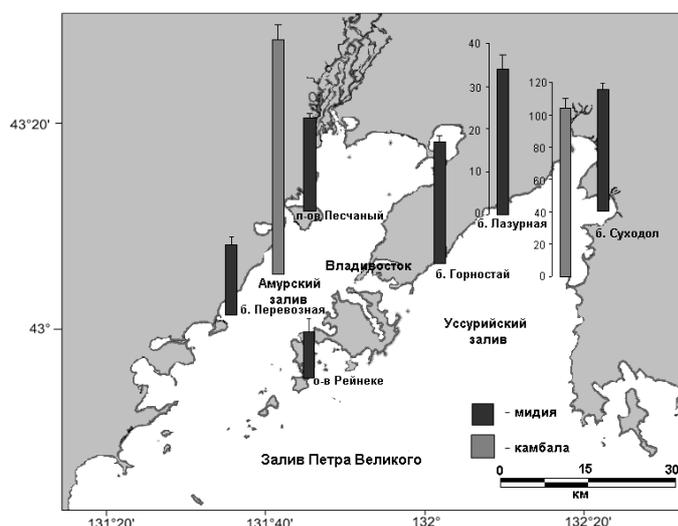


Рис. 2. Активность глутатион-S-трансферазы в пищеварительных органах полосатой камбалы и мидии Грея из различных районов Амурского и Уссурийского заливов

При изучении показателей окислительного стресса у мидии Грея, анадары, устрицы и мидии тихоокеанской показано, что по степени накопления продуктов окисления у моллюсков акватории залива Петра Великого можно ранжировать следующим образом: б. Золотой Рог > б. Десантная > б. Сухопутная > пролив

Старка [32]. В органах приморского гребешка, мидии Грея из Амурского залива и юго-западной части залива Петра Великого выявлены различные типы морфологических патологий, в том числе опухоли [29].

Изменения биомаркеров отмечены не только у моллюсков, но и у рыб. У полосатой камбалы из Амурского залива активность GST в летний период была повышена по сравнению с рыбами из Уссурийского залива на 10 -25 %, что отражает различную антропогенную нагрузку на эти акватории (рис. 2). Удельный показатель воздействия (отношение массы поступающих загрязняющих веществ к единице объема акватории) для Уссурийского залива в середине 2000-х годов был в 25 раз ниже, чем для Амурского [23].

В органах рыб установлены нарушения в структуре тканей. У трех видов камбал из Амурского залива в жабрах обнаружены опухоли и опухолеподобные структуры, а также различные гистопатологические изменения в печени, интерренальной железе и других органах [37].

Исследования репродуктивной функции морских ежей и моллюсков приморского гребешка и мидии Грея во внутренних районах Амурского залива в начале 2000-х годов показало наличие высоких индексов гистопатологических изменений в гонадах. У морских ежей это обусловило заторможенность гаметогенеза практически у всех самок популяции, асинхронность созревания женских и мужских гонад, и как следствие, отсутствие нереста в оптимальные сроки, т.е. осенью [10].

Действие загрязнения на уровне организмов, популяций и сообществ в локальных участках залива изучено на мелкоразмерных планктонных и эпибентосных ракообразных мизидах [6, 18, 33, 35]. Всего в зал. Петра Великого обнаружены рачки 11 видов. В большинстве районов, помимо широко распространенной и массовой в прибрежной зоне дальневосточных морей России эврибионтной мизиды удивительной *Neomysis mirabilis*, многочислен стенобионтный вид мизид, требовательный к качеству окружающей среды - *Paracanthomysis sp.* В загрязненных районах обычна мизид авачинская *N. awatschensis*, преобладание которой свидетельствует о нарушении биоценозов [6,

33]. Численность этих трех видов от общего количества мизид на глубинах до 2 м составляет от 95% летом до 100% весной.

Под воздействием загрязнения видовой состав и численность мизид сокращается вплоть до полного исчезновения на некоторых экологически неблагополучных участках. Такая обстановка типична для акваторий вблизи крупных населенных пунктов (г. Владивосток, г. Находка, пос. Славянка и др.) и в некоторых внутренних районах под влиянием загрязненного речного стока. Эта ситуация изменчива, и в районах, где мизиды исчезли, с уменьшением загрязнения через несколько месяцев или лет они появляются вновь [33].

Чувствительным индикатором влияния загрязнения является относительное обилие мизид *Paracanthomysis sp.*, которые многочисленны в заливе с апреля по ноябрь. В загрязненных районах Амурского залива этот вид исчез в 1984 г. и не был обнаружен до 2004 г. (рис. 3). В середине 2000-х гг. ситуация стабилизировалась, о чем говорит сходное относительное обилие вида в 2004-2008 гг.

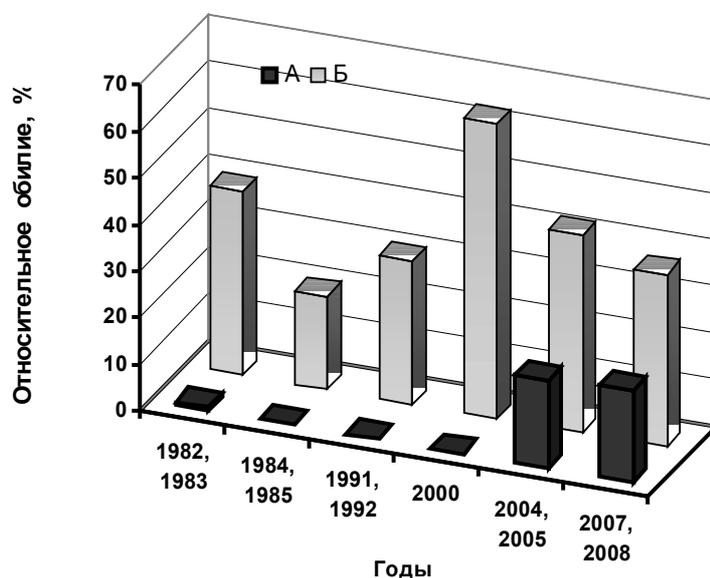


Рис. 3. Среднемноголетняя динамика относительного обилия индикаторного вида мизид *Paracanthomysis sp.* в летний период в загрязненных (А) и условно-фоновых (Б) районах Амурского залива

В условно-фоновых районах наибольшее относительное обилие *Paracanthomysis sp.* отмечено в 2000 г., когда сброс поллютантов со сточными

водами по сравнению с 1990 г. уменьшился в 6 раз [23]. В дальнейшем обилие этого вида в тех же районах начало снижаться и в последние годы стало сопоставимо с 1982-1983 гг. Таким образом, экотоксикологическая ситуация в условно-фоновых районах вернулась к обстановке начала 1980-х гг., а в более загрязненных акваториях даже несколько улучшилась, что не подтверждает прогноз Ю.А. Наумова [22] о все нарастающей дестабилизации Амурского залива.

Нетрудно заметить, что описанные биологические эффекты касаются в основном организмов, обитающих в наиболее загрязненных участках Амурского и Уссурийского заливов. В популяциях и сообществах бентоса и нектона зал. Петра Великого в целом ситуация вполне удовлетворительна. В 2003 г. было проведено обследование бентоса всего залива на 235 станциях. Это важный показатель, поскольку основные расхождения в результатах разных исследователей часто связаны с типом техники, используемой для сбора проб, и количеством станций. Общая биомасса бентоса в заливе составляла 1,8 млн. т., а удельная биомасса – 265 г/м². В Амурском заливе средняя биомасса увеличилась в 4 раза по сравнению с 70-ми гг. прошлого века, в Уссурийском заливе - почти в 2 раза. Описано 9 типов сообществ, где доминирующими видами являются *Mascoa scarlatoi*, *Balanus rostratus* и другие [21]. Пространственная структура и биомасса промысловых и перспективных для промысла беспозвоночных за последние годы не претерпела существенных изменений, хотя ресурсы некоторых особо ценных видов уменьшились. В большой степени это связано с браконьерским промыслом. Восстановление популяций приморского гребешка и трепанга в настоящее время возможно только с участием искусственного воспроизводства.

Ежегодная продукция марикультуры к 2009 г. в Приморье достигла примерно двух тысяч тонн, существенно увеличилось производство приморского гребешка, мидии тихоокеанской, устрицы тихоокеанской, морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, трепанга и ламинарии. По данным ТИПРО-центра, полученным при обработке актов и нормативных документов хозяйств марикультуры, всего за последнее десятилетие только в заливе Посьета

произведено около 6 тыс. т приморского гребешка, а вся товарная продукция марикультуры в заливе Петра Великого составила более 10 тыс. т.

Несмотря на существующее мнение о сокращении численности основных промысловых видов рыб в связи с изменением климата [28] и загрязнением, ихтиофауна зал. Петра Великого остается наиболее богатой по видовому составу в российской зоне Японского моря, и плотность рыбных скоплений здесь высока. Сублитораль имеет самые благоприятные условия для питания рыб, и в то же время это зона, где влияние загрязнения максимально. Тем не менее, только в сублиторали обнаружено 148 видов рыб, или 56 % от всего их количества в заливе. Общая удельная биомасса рыб мало отличается в Амурском (11,6 т/км²) и Уссурийском (12,2 т/км²) заливах и в открытой части залива, несмотря на то, что Амурский залив в настоящее время закрыт для промышленного тралового лова и промысловый пресс приходится в основном на Уссурийский. В Амурском заливе воздействие загрязнения от канализационных выпусков отмечается только в бухте Кирпичного завода, где уменьшены уловы многих видов, особенно камбал [13].

К настоящему времени об увеличении уловов говорят и объемы любительского лова. Только в Уссурийском заливе в зимний период насчитывается до 120 тыс. рыболовов-любителей, уловы которых достигают 250 т в год, превышая по отдельным видам рыб промышленные уловы на порядок и выше [14].

Данные официальной статистики показывают, что улов рыбы и добыча других морепродуктов в Приморском крае, начиная с 2002 г., постоянно увеличивается (рис. 4) [8].

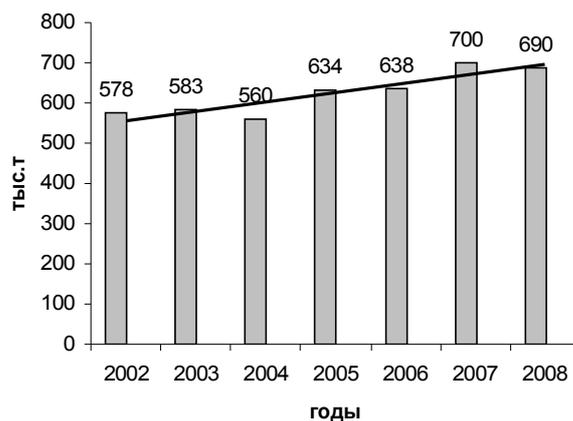


Рис. 4. Улов рыбы и добыча других морепродуктов (тыс. тонн) в Приморском крае

Таким образом, спад промышленного производства в Приморском крае в 1990-е гг. привел к улучшению экологической обстановки в зал. Петра Великого. Эта тенденция продолжилась и в 2000-е годы. Отмечены отрицательные тренды большинства поллютантов как в морской воде, так и в донных отложениях залива. Общая биомасса рыб и беспозвоночных в заливе, при флуктуациях отдельных видов, достаточно стабильна. Основные нарушения на молекулярном и тканевом уровнях наблюдаются у организмов в районах с наибольшим антропогенным воздействием - Амурском и Уссурийском заливах. Лучшие экологические условия сохраняются в открытой части залива. К оздоровлению обстановки должно привести введение в строй новых очистных сооружений г. Владивостока, деятельность которых улучшит ситуацию в наиболее антропогенно нарушенных районах зал. Петра Великого.

Литература

1. Аксентов К.И., Астахов А.С. Антропогенное загрязнение ртутью донных осадков залива Петра Великого // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 4. С. 115-121.
2. Белан Т.А., Мощенко А.В., Лишавская Т.С. Долговременные изменения уровня загрязнения морской среды и состава бентоса в заливе Петра Великого // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения

биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 50-74.

3. Боярова М.Д., Сяпина И.Г., Приходько Ю.В., Лукьянова О.Н. Хлорированные углеводороды в гидробионтах залива Петра Великого Японского моря // Экологическая химия, 2004, Т. 13, № 2. С.117-124.

4. Бузолева Л.С., Калитина Е.Г., Безвербная И.П., Кривошеева А.М. Микробные сообщества поверхностных прибрежных вод бухты Золотой Рог в условиях высокого антропогенного загрязнения // Океанология. 2008. Т. 48. №6. С. 882-888.

5. Ващенко М.А. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биол. моря – 2000. – Т. 26, №3. - С. 149-159.

6. Вейдеман Е.Л., Черкашин С.А., Щеглов В.В. Диагностика состояния прибрежных акваторий: некоторые проблемы и результаты // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. III. С. 1036-1049.

7. Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны зал. Петра Великого (Японское море). Владивосток: Дальнаука, 2005. 151 с.

8. ДВ Экспресс информация: АНО «Научно-технический центр «Дальрыбтехника». Выпуск № 15, 16 (148, 149). 2010.

9. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае /Администрация Приморского края: Владивосток, 2011. 121 с.

10. Жадан П.М., Ващенко М.А., Альмяшова Т.Н. и др. Оценка состояния прибрежных экосистем на основе морфофункциональных патологий у донных беспозвоночных // Дальневосточные моря России. Кн. 2. Исследования Морских экосистем и биоресурсов. М.: Наука. 2007. С. 591-616.

11. Звягинцев А.Ю., Селифонова Ж.П. Исследования балластных вод коммерческих судов в морских портах России // Русский журнал биологических инвазий. 2008. № 2. С. 23-33.

12. Иванова М.Б. Исследования литорали дальневосточных морей России под руководством академика О.Г. Кусакина // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 4. С. 19-23.

13. Измятинский Д.В. Состав и биомасса рыб в сублиторали залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 66 – 83.
14. Ким Л.Н., Пиядин Р.Л., Ким Д.М. Любительское рыболовство – только ли любительское? // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 163. С. 199-206.
15. Кобликов В.Н., Борилко О.Ю., Пономарёв С.С. О росте численности синего краба (*Paralithodes platypus*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 68-78.
16. Ковековдова Л.Т., Симоконь М.В. Тенденции изменения химико-экологической ситуации в прибрежных акваториях Приморья. Токсичные элементы в донных отложениях и гидробионтах // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 310-320.
17. Колпаков Н.В., Барабанщиков Е.И., Чепурной А.Ю. Видовой состав, распределение и биологическое состояние чужеродных видов рыб в эстуарии реки Раздольной (залив Петра Великого, Японское море) // Русский журнал биологических инвазий. 2008. № 2. С. 55-66.
18. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Нигматулина Л.В. и др. Комплексная химико-экологическая оценка состояния Уссурийского залива (Японское море) // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, №5 С. 615-622.
19. Лукьянова О.Н. Молекулярные биомаркеры энергетического метаболизма мидий при антропогенном загрязнении зал. Петра Великого Японского моря // Экология. 2006. N 3. С. 227-231.
20. Лукьянова О.Н., Боярова М.Д., Черняев А.П. и др. Хлорорганические пестициды в водных экосистемах Дальнего Востока России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2007. № 2. С. 31-35.
21. Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Макрозообентос залива Петра Великого (Японское море): состав, распределение, ресурсы // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 140. С. 170-195.
22. Наумов Ю.А. Антропогенез и экологическое состояние геосистемы прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 2006. 300 с.

23. Нигматулина Л.В. Сравнительная оценка поступления загрязняющих веществ со сточными водами на акваторию Амурского и Уссурийского заливов (Японское море) // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы Всерос. конф.— Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. С. 595-600.

24. Огородникова А.А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. 193 с.

25. Орлова Т.Ю. Красные приливы и токсичные микроводоросли в дальневосточных морях России // Вестн. ДВО РАН. 2005. № 1. С. 27-31.

26. Петрова А.С., Черняев А.П. Определение содержания ксеноэстрогена 4-нонилфенола в водах Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 157. С. 168-174.

27. Поляков Д.М. Многолетние изменения концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива // Вестн. ДВО РАН. 2008. №6. С. 134 – 140.

28. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Климат, рыбный промысел и динамика разнообразия ихтиофауны зал. Петра Великого на вековом срезе // Вестн. ДВО РАН. 2005. №1. С. 43-50.

29. Сяпина И.Г., Ващенко М.А. Физиологическое состояние массовых видов донных беспозвоночных животных и рыб в прибрежных районах залива Петра Великого (Японское море) // Реакция морской биоты на изменение природной среды и климата. Владивосток: Дальнаука. 2007. С. 264-296.

30. Тищенко П.Я., Сергеев А.Ф., Лобанов В.Б. и др. Гипоксия придонных вод Амурского залива // Вестн. ДВО РАН. 2008. №6. С. 115-133.

31. Христофорова Н.К., Журавель Е.В., Миронова Ю.А. Рекреационное воздействие на залив Восток (Японское море) // Биол. моря. 2002. Т. 28, №4. С. 300-303.

32. Челомин В.П., Бельчева Н.Н., Довженко Н.В. Мониторинг загрязнения прибрежных вод на основе биохимических маркеров // Дальневосточные моря России. Кн. 2. Исследования Морских экосистем и биоресурсов. М.: Наука. 2007.С. 617-632.

33. Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л. Экотоксикологический анализ состояния прибрежных экосистем залива Петра Великого (Японское море) // Вопросы рыболовства. 2005. Т. 6. №4(24). – С. 637-652.

34. Чернова А.С., Лишавская Т.С., Севастьянов А.В. Концентрации загрязняющих веществ в заливе Петра Великого (Японское море) в 2004-2008 гг. // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 164. С. 330-339.

35. Черняев А.П., Лукьянова О.Н., Черкашин С.А. Распределение нефтяных углеводородов и оценка состояния биоты в Амурском заливе (Японское море) // Экологич. химия. Т. 15, N 1, 2006. С. 28-38.

36. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. Владивосток: Дальнаука, 2004. 279 с.

37. Syasina I.G., Durkina V.B. Health of flatfish from Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan) Vol. 1. Vladivostok: Dalnauka, 2008. P. 223-266.

Лукьянова Ольга Николаевна, д.б.н., вед.н.с. (ТИНРО-Центр) onlukyanova@tinro.ru

Черкашин Сергей Александрович, к.б.н., ст.н.с. (ТИНРО-Центр) cherkashin@tinro.ru

Симоконь Михаил Витальевич, к.б.н., зав. лаб. (ТИНРО-Центр) simokon@tinro.ru

Конт. тел. 2-400-805, 89084400-956, 89084554862

Владивосток 690950 пер.Шевченко, 4, ТИНРО-Центр.