

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 1
с. Вольно-Надеждинское Надеждинского района» им. А.А. Курбаева
Приморский край

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
«Открытия 2030»

Номинация: «Ландшафтная экология и почвоведение»

Объединение: «Юный эколог»

Биоразнообразие залива Петра Великого в условиях глобальных климатических изменений и антропогенного воздействия

Пелих Валентина Константиновна
учащаяся 10 класса

Руководитель: Звягинцева Татьяна Яковлевна
педагог дополнительного образования МБОУ СОШ №1
с. Вольно-Надеждинское имени А.А. Курбаева

Приморский край
с. Вольно-Надеждинское
2022 г.

Оглавление

Введение.....	3
1. Физико-географическая характеристика района исследования.....	5
2. Материал и методы исследования.....	6
3. Результаты исследования.....	6
3.1. Влияние климатических изменений на биоразнообразие залива Петра Великого.....	6
3.2. Влияние хозяйственной деятельности человека на экосистемы залива Петра Великого	9
3.3. Роль чужеродных видов в изменении биоразнообразия залива.....	12
3.4. Последствия нерационального использования биоресурсов залива Петра Великого.....	14
Заключение.....	15
Выводы.....	15
Список использованной литературы.....	16
Приложение.....	18

Введение

На Земле обитает множество живых существ, каждому из которых отмерено свое время на геологических часах. Вымирание вида - это естественный процесс. Но в последнее время этот процесс многократно ускорился. В значительной степени это связано с прямыми последствиями деятельности человека. Основными причинами ухудшения состояния популяций животных и растений и сокращения видового разнообразия являются: уничтожение, разрушение и загрязнение местообитаний; чрезмерное изъятие и истребление биоресурсов; вселение чужеродных видов; антропогенное изменение климата.

Мы живем на берегу залива Петра Великого. Это крупнейший из заливов в северо-западной части Японского моря, один из богатейших районов дальневосточных морей по обилию и разнообразию населяющих его животных и растений. Здесь обитают около 640 видов морских водорослей, среди которых встречаются ценные виды, используемые в пищевой и медицинской промышленности (анфельция, агарум, три вида сахарины); около 70 видов морских грибов; около 100 видов кишечнорастных животных; 677 видов плоских, круглых и кольчатых червей; 322 вида моллюсков, среди которых такие ценные промысловые объекты, как гребешок, мидия, устрица, нептуinea, головоногие моллюски (кальмары и осьминоги); 618 видов ракообразных, в том числе 93 вида десятиногих раков, из которых ценными объектами промысла являются камчатский, синий, колючий, волосатый крабы, десятки видов креветок; 74 вида иглокожих, из которых наиболее ценными являются дальневосточный трепанг, японская кукумария и пять видов морских ежей; более 300 видов рыб – от многочисленных и обычных промысловых видов до субтропических; 2 вида морских черепах и 2 вида морских змей; около 60 видов морских птиц; более 15 видов морских млекопитающих (тюлени, дельфины, косатка, кашалот и др.) [1].

На сегодняшний день в заливе Петра Великого описано около 4000 видов морских организмов. Некоторые из них включены в Красную книгу и нуждаются в особой охране. В заливе происходит нерест и воспроизводство большинства видов морской фауны. Здесь находится Дальневосточный морской биосферный заповедник.

Глобальное изменение климата и усиление антропогенной нагрузки оказывают негативное воздействие на морские экосистемы и видовое разнообразие залива Петра Великого. Для того, чтобы сохранить наше море живым и чистым, нужно объединить усилия всех жителей прибрежных регионов. Однако большинство людей имеют слабое представление об обитателях залива и его экологических проблемах. Чтобы восполнить этот пробел, в нашей школе был создан морской экологический музей (Рис. 1). В музейной экспозиции более 350 видов морской флоры и фауны. Значительную часть экспозиции представляют обитатели залива Петра Великого.



Рис. 1. Морской музей МБОУ СОШ № 1 села Вольно-Надеждинское.

На базе музея школьники занимаются исследовательской работой. Большая часть их работ посвящена изучению животных, обитающих в заливе Петра Великого [14]. Мы решили, используя исследовательские работы наших учащихся, а также экспозицию школьного музея, обобщить результаты исследований о негативном влиянии климатических изменений и антропогенной нагрузки на биологическое разнообразие залива Петра Великого.

Цель работы: Изучить биоразнообразие залива Петра Великого в условиях климатических изменений и усиления антропогенной нагрузки.

Задачи:

1. Оценить результаты влияния климатических изменений на биоразнообразие залива.
2. Изучить последствия хозяйственной деятельности человека на побережье и акватории залива Петра Великого.
3. Выявить роль чужеродных видов в изменении биоразнообразия.
4. Оценить последствия нерационального использования биоресурсов залива.
5. Подготовить экскурсионную программу о необходимости сохранения биоразнообразия залива Петра Великого.

Время проведения исследования: декабрь 2020 г. – январь 2021 г.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, д.б.н. А.Ю. Звягинцеву за консультации при написании работы и А.А. Омеляненко за предоставление подводных фотографий.

1. Физико-географическая характеристика залива Петра Великого

Залив Петра Великого расположен на стыке умеренной и субтропической зон в северо-западной части Японского моря между мысом Поворотный на востоке и устьем реки Туманной на юго-западе. Берега залива сильно изрезаны и образуют внутренние заливы: Посъета, Амурский, Уссурийский, Восток, Находка. В пределах залива Петра Великого находится множество островов (Рис. 2). Протяженность береговой линии залива, включая острова, около 1700 км, его ширина почти 200 км, а площадь 55600 км² [11]. В залив впадает несколько крупных рек и много мелких речек. В открытой части зал. Петра Великого соленость поверхностных вод обычно находится в пределах 32-34‰. Однако в устьях рек и при ливнях в полузакрытых бухтах вода иногда сильно опресняется. Залив Петра Великого расположен в зоне смешения холодных вод Приморского течения и теплых вод Северо-Корейского течения.



Рис. 2. Карта залива Петра Великого Японского моря.

Температура воды в заливе в поверхностных слоях достигает в августе 23° С, а в полузакрытых бухтах даже 25-26° С. Зимой температура воды отрицательная и снижается в феврале до -1,7° С. Под влиянием муссонного климата в районе Южного Приморья наблюдаются устойчивые северные ветры

зимой и южные и юго-восточные летом. Значительное выпадение осадков (особенно летом во время тайфунов) приводит к разливу рек и опреснению приустьевых районов залива. Грунты в заливе разнообразны. У крутых берегов скалы и крупные камни простираются до глубины 10-14 м, сменяясь далее галькой, песком, песчано-илистым грунтом. В вершинах бухт преобладают мягкие грунты: песок, илистый песок, ил [2]. Такое разнообразие типов берегов, грунтов и гидрологического режима определяет многообразие населяющих залив Петра Великого животных и растений, часть из которых встречается далеко на юге – в субтропиках, а многие распространены в северной части Японского моря и в других дальневосточных морях.

2. Материалы и методы исследования

Для выполнения своей работы мы проанализировали научную литературу, информацию из Интернета, исследовательские работы учащихся нашей школы (Список литературы), изучили экспозицию Морского экологического музея МБОУ СОШ № 1 села Вольно-Надеждинское, а также использовали собственные фотографии.

3. Результаты исследования

3.1. Влияние климатических изменений на биоразнообразие залива Петра Великого

Климат на Земле меняется с тех пор, как она существует. На протяжении миллионов лет естественным образом чередовались теплые и холодные периоды. Но потепление, происходящее в настоящее время, большинство ученых связывают с хозяйственной деятельностью человека. Усиленное развитие промышленности, освоение полезных ископаемых и их добыча способствовали выделению большого количества парниковых газов, что привело к росту температуры поверхности планеты. С середины девятнадцатого века температура воздуха в каждое десятилетие была выше, чем в предыдущее, а за последние 100 лет средняя температура нижних слоев атмосферы и морей повысилась примерно на $0,8^{\circ}\text{C}$. Средняя поверхностная температура воды Японского моря за период с 1982 по 2006 г. увеличилась на $1,09^{\circ}\text{C}$. В заливе Петра Великого наибольшее увеличение температуры воды за 100-летний период отмечено в районе г. Владивостока и составляет $0,79^{\circ}\text{C}$ [1]. Результатами роста глобальной температуры являются повышение уровня моря, изменение количества и характера осадков, а также увеличение частоты экстремальных погодных явлений: ураганов, наводнений и засухи.

Глобальное потепление воздействует на биологическое разнообразие. Из-за резкой смены климатических условий растениям и многим видам животных придется к ним приспособливаться. Те, кто не успеют сделать это быстро, будут обречены на вымирание. Исследователи отмечают, что некоторые виды уже мигрировали в сторону полюсов, северного или южного, для того, чтобы сохранить необходимые им условия обитания. Если потепление климата не остановить, то до 30-40% видов растений и животных исчезнут, поскольку их

среда обитания будет изменяться быстрее, чем они смогут приспособиться к этим изменениям.

Процесс потепления последних десятилетий негативно сказался на общей рыбопродуктивности залива Петра Великого. Снизилась численность массовых промысловых холодолюбивых видов рыб, таких как навага, сельдь, минтай, камбалы. С другой стороны, произошло некоторое возрастание численности в водах залива ряда теплолюбивых видов, таких как сайра, сарган, сельдь-коносир, полурыл и др. [11].

В связи с потеплением климата изменилось видовое разнообразие фитопланктона залива Петра Великого. Повысилась численность вредоносных токсических микроводорослей. Это, наряду с загрязнением, приводит к возникновению «красных приливов» (феномен массового «цветения» вредоносных микроводорослей) [9]. Интенсивное размножение токсических водорослей приводит к гибели рыб и беспозвоночных, которые ими питаются.

В результате потепления значительно увеличилось в заливе количество рыб и других морских животных – сезонных мигрантов из южных морей. Недавно в нашем музее появились новые экспонаты – два экземпляра рыб фугу разных видов, пойманных на мелководье Амурского залива в районе станций Океанская и Чайка (Рис. 3). Этим рыбам посвящено две исследовательские работы [19, 20]. Авторы работ определили необычных рыб: бурый скалозуб (*Takifugu rubripe*) и полосатая собака-рыба (*Takifugu xanthopterus*) (Рис. 4). Обычно рыбы фугу у берегов Приморья встречаются очень редко. В последние годы в связи с потеплением климата их становится больше. У приморских берегов обнаружено 8 смертельно ядовитых видов иглобрюхов из рода *Takifugu*.



Рис. 3. Внешний вид пойманных рыб. Слева – рыба, пойманная в сентябре 2016 г. в районе ст. Океанская, справа – рыба, пойманная в августе 2017 г. в районе ст. Чайка.



Рис. 4. Новые экспонаты в школьном морском экологическом музее.

Все чаще отмечаются в заливе Петра Великого и другие тропические и субтропические виды рыб, в том числе, и акулы [16]. В 2011 г. впервые в истории Приморья произошли два случая нападения акул на купальщиков. По мнению ученых, это были белая акула и акула мако. За последние 10 лет в водах южного Приморья отмечено 17 субтропических и тропических видов рыб, новых для региона [11]. В связи с потеплением климата в заливе Петра Великого стали появляться и другие южные животные. В 2008 г. у побережья залива Посыета был пойман живой экземпляр морской змеи двуцветной пелаமிды, а в 2012 г. там же впервые была обнаружена зеленая черепаха [12].

Огромные голубые медузы ропилемы – наиболее заметные из южных мигрантов. Большую исследовательскую работу по изучению этой медузы провел в 2008 г. учащийся нашей школы Трофимов Михаил. Медуза ропилема – обитатель теплых южных морей. Еще двадцать лет назад ропилему нельзя было встретить в наших широтах, но с изменением течения из Восточно-Китайского моря эту красивую медузу стало заносить летом в залив Петра Великого в невероятных количествах. После участия в размножении медузы погибают, образуя огромное количество органики, гниющей в воде или в выбросах на берегу. Автором работы подсчитано, что общая биомасса медуз, выброшенных на участке побережья длиной 1 км в районе станции Угольная (Рис. 5), составила 70800 кг! Появление таких крупных животных в массовых количествах вызывает загрязнение залива, нарушает пищевые цепи. Большая часть ропилем скапливается на мелководье залива Угловой, где нагуливается молодь ряда видов промысловых рыб. Молодь рыб наряду с личинками беспозвоночных является пищей этих медуз. Возможно, и по этой причине в последнее время снижаются запасы промысловых рыб и беспозвоночных в заливе Петра Великого. Кроме того, отмечено вытеснение ропилемой аборигенных видов медуз. В местах массового скопления ропилем обычные для этих мест аурелии нам не встречались [22]. Некоторые исследователи считают, что при дальнейшем потеплении климата этот южный мигрант вполне может прижиться в водах залива Петра Великого.

Появление в заливе Петра Великого экзотических видов животных из южных широт в результате потепления может привести к непредсказуемым изменениям в морских экосистемах.



Рис. 5. Трофимов Михаил с зонтиком крупной ропилемы (слева); медузы в октябре 2008 г. на литорали Амурского залива в районе ст. Угольная (справа).

3.2. Влияние хозяйственной деятельности человека на экосистемы залива Петра Великого

Береговая зона залива Петра Великого, занимая около 12% территории Приморского края, является наиболее освоенной частью. Здесь расположена большая часть населенных пунктов Приморья, железные дороги, морские порты Владивосток, Находка, предприятия горнодобывающей, судоремонтной, рыбообрабатывающей, энергетической, строительной, пищевой и легкой промышленности, сельскохозяйственные площади. Строительство и реконструкция портов, гидротехнических объектов, создание хозяйств марикультуры, строительство морских нефтяных и угольных терминалов значительно увеличивают нагрузку на биоразнообразие и экосистемы прибрежной зоны.

Основными источниками поступления загрязняющих веществ, таких как нефтепродукты, пестициды, фенолы, тяжелые металлы, бытовой мусор, являются сбросы сточных вод г. Владивостока и близлежащих населенных пунктов, а также реки, впадающие в северные части Амурского и Уссурийского заливов. Морские суда также являются источником таких загрязняющих веществ как нефтепродукты и технические масла. Очистные сооружения г. Владивостока работают не на полную мощность, поэтому Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Примгидромета отмечено, что за период наблюдений с 2015 по 2019 г. на всей акватории залива Петра Великого наблюдалось ухудшение качества воды.

Акватории залива Петра Великого подвержены загрязнению в разной степени. Самые загрязненные акватории – бухта Золотой Рог и пролив Босфор Восточный, где концентрации металлов и углеводородов выше естественного

фона и «безопасного» уровня в несколько раз. Амурский залив характеризуется более умеренным уровнем загрязнения, а Уссурийский – является наиболее чистым среди изученных районов [8]. Попадая в прибрежные воды залива, загрязняющие вещества оказывают влияние на качество морской среды и на населяющие ее организмы.

Основную опасность для морской биоты представляют следующие явления, связанные с загрязнением среды: дефицит кислорода в придонном слое воды, обусловленный расходом растворенного кислорода на окисление органических соединений; нарушение баланса питательных веществ, связанное с поступлением в больших количествах в прибрежные воды органических и минеральных соединений азота и фосфора; накопление гидробионтами и передача по трофической цепи загрязняющих веществ, включающихся в метаболизм организма и вызывающих разнообразные токсические эффекты. Пестициды, гербициды, нефтепродукты, тяжелые металлы поражают и убивают морские организмы.

Конечно, морская среда обладает очень мощными способностями к самоочищению и устойчивостью к загрязнению. Но в последние десятилетия этот процесс стал давать сбои и сейчас наблюдается очевидная деградация экологической системы. Согласно материалам аналитического доклада ИБМ ДВО РАН в районах интенсивного антропогенного воздействия отмечены изменения в составе и структуре популяций массовых видов донных беспозвоночных. Возрастает смертность моллюсков, в наиболее загрязненных местах (бухта Золотой Рог) исчезают совсем ранее массовые виды беспозвоночных. В Амурском заливе зарегистрировано сокращение численности морских ежей, морских звезд, офиур и двустворчатых моллюсков и, наоборот, появление и широкое распространение устойчивых к загрязнению видов полихет.

Негативное влияние на экосистемы залива Петра Великого оказывают загрязненные стоки рек Туманная и Раздольная. В нижнем течении реки Туманной отмечается крайне высокий уровень загрязнения неочищенными сбросами целлюлозной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности КНР и КНДР. Объем неочищенных промышленных вод, сбрасываемых в реку Туманная и выносимых в залив Петра Великого, составляет 326 млн. т в год. Более 120 млн. т загрязненных стоков приносит ежегодно в залив река Раздольная [1].

Речка Шмидтовка, протекающая на окраине села Вольно-Надеждинское, своими неочищенными сточными водами также загрязняет залив Петра Великого. Учащиеся нашей школы обнаружили в начале осени 2017 г. в русле Шмидтовки большое количество погибшей рыбы [17]. Ее дно и берега были усыпаны мертвыми рыбами на протяжении около одного километра. Школьники установили видовой состав погибших рыб (Рис. 6) и выяснили, что массовая гибель рыб произошла в результате попадания в речку ядовитых веществ вместе с неочищенными бытовыми стоками. Очевидно, что кроме рыб в речке много мелких беспозвоночных животных – червей, мелких ракообразных, личинок насекомых и т. д. И они, конечно, тоже пострадали.

Отравленными речными обитателями питаются птицы, в том числе и краснокнижные. Они также болеют и погибают. Загрязненная вода попадает из реки в залив Петра Великого. Вредные химические вещества накапливаются в тканях морских обитателей.



Рис. 6. Видовой состав рыб, погибших в результате замора в реке Шмидтовка: молодь симы; голянь Лаговского; вьюн амурский; пескарь Солдатова; голянь озерный (слева). Массовая гибель голяньев Лаговского (справа).

В последние десятилетия настоящим бедствием становится морской мусор. По данным Морского экологического фонда, на дне залива находится около 1000 затонувших судов [1]. В заливе Петра Великого в 2009 г. было зафиксировано в среднем около 690 г (83 предмета) морского мусора на 100 кв. м прибрежной полосы, причем около 25% этого мусора составляли пластиковые предметы и около 8% – полиэтиленовые пакеты. Много на морском дне различных веревок, металлических тросов и рыбацких сетей. Животные глотают предметы из пластика, полиэтиленовые пакеты и другой мусор и погибают. Рыболовные сети, которые оставляют в Японском море северокорейские браконьеры в большом количестве, смертельно опасны для всех морских обитателей. На дне в эти сети попадают моллюски, морские ежи, звезды, рыбы, крабы. В сетях, остающихся на воде, погибают морские птицы и млекопитающие, в том числе киты и тюлени (Рис. 7).

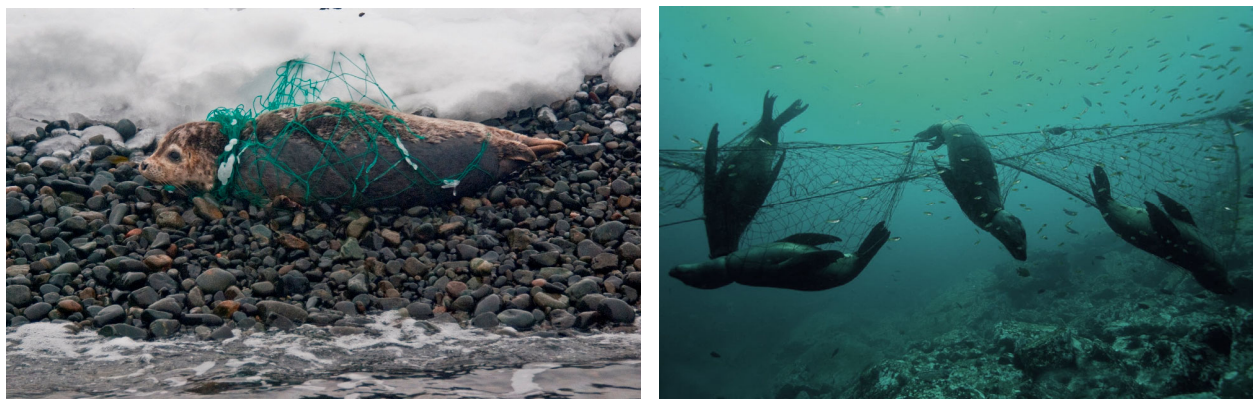


Рис. 7. Тюлени, запутавшиеся в рыболовных сетях.

В 2012 г. у побережья залива Посъет впервые была обнаружена зеленая черепаха, которая находится под угрозой вымирания и включена в Международную Красную книгу (Рис. 8). Эта черепаха погибла, запутавшись в сетях на глубине 4 м [12].

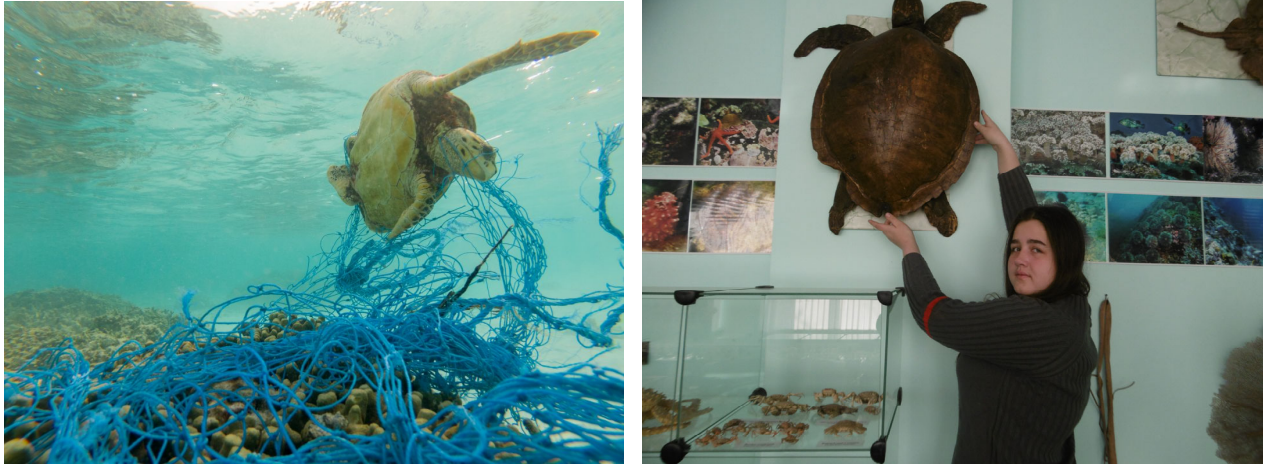


Рис. 8. Черепаха, запутавшаяся в сетях (слева), и зеленая черепаха в экспозиции школьного морского музея (справа).

На биологическое разнообразие бухты Золотой Рог, кроме других загрязнений, оказывает влияние термальное загрязнение в результате сброса в море нагретых вод из системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 [4]. В месте сброса подогретых вод происходит повышение температуры в среднем на 5-6° С, что вызывает подавление размножения, а иногда и гибель местных видов морских обитателей. Еще одним серьезным последствием термального загрязнения является вселение новых видов.

3.3. Роль чужеродных видов в изменении биоразнообразия залива

Проблема расселения видов входит в число важнейших экологических проблем XXI века. Процесс расселения видов за пределы их исторических ареалов происходит постоянно, но в связи с деятельностью человека в последнее время он многократно ускорился. Вселение нового вида обычно нарушает экологическое равновесие, изменяет сложившиеся цепи питания, ведет к вытеснению местных видов [3]. За последнее столетие в связи с бурным развитием судоходства участились случаи расселения видов с помощью судов в самые различные районы Мирового океана. Залив Петра Великого расположен на стыке умеренной и субтропической зон. Это создает благоприятные условия для вселения экзотических видов из южных морей, что может привести к изменению видового разнообразия залива. Ежегодно в порты залива Петра Великого заходят более 16 тысяч судов. С обрастанием этих судов и их балластными водами в залив занесены 66 новых видов, находящихся на разных стадиях акклиматизации [5]. Некоторые из них (8 видов), представлены в школьном музее. Подготовлена исследовательская работа по изучению проблемы расселения видов на примере обитателей залива Петра Великого,

представленных в экспозиции школьного морского музея [18]. В этой работе охарактеризованы виды-вселенцы в залив Петра Великого: многощетинковые черви (полихеты) *Pseudopotamilla ocellata* и *Hydroides elegans*, усконогий рак необычный морской желудь *Balanus improvises*, рак-отшельник *Diogenes nitidimanus*, брюхоногий моллюск морское ушко *Haliotis disc* (Рис. 9), заднежаберный моллюск морской заяц *Aplysia parvula*, асцидии *Ciona savignyi* и *Molgula manhattensis*.



Рис. 9. Виды-вселенцы в залив Петра Великого в экспозиции школьного музея: рак-отшельник *Diogene snitidimanus* (слева) и морское ушко *Haliotis discus* (справа).

Процессу вселения тепловодных видов в бухту Золотой Рог способствует сброс подогретых вод систем охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2, которые используют для охлаждения морскую воду. Отработанные нагретые воды поступают в р. Объяснения, впадающую в кутовую часть бухты Золотой Рог. В результате значительного повышения температуры воды в этом районе смогли прижиться некоторые теплолюбивые виды. Исследовательская работа учащегося нашей школы Палий Михаила подтверждает этот факт. В месте сброса термальных вод ВТЭЦ-2 автором работы обнаружено 6 видов-вселенцев (Рис. 10).



Рис. 10. Камеральная обработка проб (слева); асцидии *Molgula manhattensis* в обрастании экспериментальной пластины (справа).

Это асцидия *Molgula manhattensis*, усконогие раки *Amphibalanus improvisus*

и *Amphibalanu samphitrite*, разноногий рак *Corophium acherusicum*, многощетинковые черви *Hydroides elegans* и *Polydora limicola*. Они благополучно акклиматизировались и процветают в подогретых водах бухты Золотой Рог [21].

Серьезных экологических катастроф, вызванных чужеродными видами, как это произошло в европейских морях России, в дальневосточных морях до настоящего времени не зарегистрировано. Но даже незначительное изменение климата, в частности – повышение температуры воды, может привести к непредсказуемым последствиям.

3.4. Последствия нерационального использования биоресурсов залива Петра Великого

Одной из основных угроз для биоразнообразия морских экосистем является чрезмерная добыча (перелов) морских биоресурсов (рыб, морских беспозвоночных, водорослей). Серьезную проблему создает использование орудий и методов лова, разрушающих сообщества и среду их обитания. В настоящее время в заливе прибрежным рыболовством занимаются более 100 предприятий. Погоня за прибылью при отсутствии строгого и жесткого контроля неминуемо ведет к хищнической эксплуатации морских биоресурсов, особенно имеющих повышенный спрос. Стремясь получить максимальную выгоду, рыбопромышленники выбирают минтай, нерку, кету, треску и выбрасывают за борт всю мелкую и другую рыбу, имеющую меньшую рыночную стоимость. Чрезмерный промысел в 1980-е гг. привел к снижению численности таких видов рыб как сельдь, камбаловые, навага, горбуша, кета, сима, корюшка-зубатка [10]. В результате перелова в заливе Петра Великого также резко уменьшилась численность ценных морских беспозвоночных: крабов, креветок, морских ежей, спизулы. Согласно экспертным оценкам превышение оптимально допустимых уловов в дальневосточных морях по различным промысловым объектам составляет от 2 до 10 раз [13].

Кроме чрезмерного промысла серьезные проблемы представляет браконьерство, которое в последние годы приобрело промышленные масштабы. В результате этого в заливе снизилась численность ценных промысловых видов рыб (сима, сельдь, красноперка, зубатая корюшка) и беспозвоночных (дальневосточный трепанг, камчатский краб, приморский гребешок, спизула, корбикула, анадара). Дальневосточный трепанг (Рис. 11) является одним из главных объектов браконьерского промысла. Учащиеся нашей школы в своей исследовательской работе [15] выяснили, что трепанг используется в китайской медицине как средство продления жизни и омоложения. Уникальные свойства этого животного поставили его на грань исчезновения. В настоящее время дальневосточный трепанг занесен в Международную Красную книгу, но это не останавливает браконьеров, в том числе и китайских, которые, нарушая границы, заходят в российские воды специально за этим ценным животным. Незаконная добыча трепанга имеет огромные масштабы. Поэтому он исчез из залива практически полностью.



Рис. 11. Дальневосточный трепанг в экспозиции морского музея.

Вылов камчатского краба в заливе Петра Великого также запрещен, но браконьеры добывают его как с помощью специальных ловушек, так и водолазным способом. В результате браконьерства также резко снизились запасы ранее многочисленного в заливе приморского гребешка [7].

Заключение

В результате проведенного исследования мы выяснили, что глобальное изменение климата и усиление антропогенной нагрузки оказывают негативное воздействие на морские экосистемы и видовое разнообразие залива Петра Великого. Разрушаются местообитания видов, токсичные вещества накапливаются и передаются по пищевым цепям. Снижается численность и биомасса ценных видов из-за их перелова и браконьерства. В результате вторжения чужеродных видов происходит снижение численности местных видов морских организмов. Чтобы сохранить биологическое разнообразие залива Петра Великого, необходимо ослабить антропогенный пресс. Конечно, это должны быть важные решения на правительственном и межгосударственном уровнях. Но немало зависит и от нас, обычных граждан. Посетители нашего музея должны узнать, что богатству флоры и фауны нашего залива грозит опасность. Поэтому по результатам своего исследования мы подготовили экскурсионную программу о необходимости сохранения биоразнообразия залива Петра Великого (Приложение).

Выводы

1. В результате потепления в заливе Петра Великого снизилась численность холодолюбивых видов рыб и повысилась численность теплолюбивых; повысилась численность вредоносных токсических микроводорослей, что приводит к возникновению «красных приливов»; значительно увеличилось количество сезонных мигрантов из южных морей.
2. В районах интенсивного антропогенного воздействия отмечены изменения в составе и структуре популяций донных беспозвоночных. Большую опасность для биоразнообразия залива Петра Великого представляет морской мусор.

3. С обрастанием судов и их балластными водами в залив Петра Великого занесено 66 чужеродных видов, находящихся на разных стадиях акклиматизации. Процессу вселения шести тепловодных видов в бухту Золотой Рог способствовало термальное загрязнение.
4. Чрезмерная добыча морских биоресурсов и браконьерство привели к снижению численности ценных промысловых рыб и беспозвоночных.
5. Для посетителей школьного морского музея подготовлена экскурсионная программа о необходимости сохранения биоразнообразия залива Петра Великого.

Список использованной литературы

1. Адрианов А.В. Проблемы и технологии обеспечения биологической безопасности морских акваторий дальневосточных морей России и продуктов морского происхождения // Биологическая безопасность дальневосточных морей Российской Федерации. Владивосток: Дальнаука. 2014. С. 11-76.
2. Животные и растения залива Петра Великого. Л: «Наука», 1976. 363 с.
3. Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2005. 432 с.
4. Звягинцев А.Ю., Мощенко А.В. Морские техноэкосистемы энергетических станций. Владивосток: Дальнаука, 2010. 343 с.
5. Звягинцев А.Ю., Радашевский В.И., Ивин В.В., Кашин И.А., Городков А.Н. Чужеродные виды в Дальневосточных морях России // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2011. № 2. С. 44-73.
6. Катин И.О., Нестеренко В.А., Дубина В.А. Влияние морского мусора на местообитания ластоногих в Японском море // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 3. С. 48-56.
7. Малютин А.Н., Гульбина А.А. Дальневосточный морской биосферный заповедник ДВО РАН: история создания, биота, современное состояние // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. Владивосток: Издательский дом Дальневост. Федерал. Ун-та, 2012. С. 175-191.
8. Мощенко А.В., Белан Т.А., Борисов Б.М., Лишавская Т.С., Севастьянов А.В. Современное загрязнение донных отложений и экологическое состояние макрозообентоса в прибрежной зоне Владивостока (залив Петра Великого) // Известия ТИНРО. 2019. Том 196, С. 155-181.
9. Орлова Т.Ю. Красные приливы и токсические микроводоросли в Дальневосточных морях России // Вестник ДВО РАН. 2005. № 1, С. 27-31.
10. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Климат, рыбный промысел и динамика разнообразия ихтиофауны залива Петра Великого на вековом срезе // Вестник ДВО РАН. 2005. № 1, С. 43-50.
11. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы залива Петра Великого: 2-е изд., исп. и доп. Владивосток: Дальнаука. 2011. 431 с.
12. Харин В. Е., Вышкварцев Д. И. О первой находке зеленой черепахи *Chelonia mydas (reptilia cheloniidae)* в российских водах // Современная герпетология. 2012. Том 12, вып. 3-4. С. 167-170.

13. Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С., Волков А.Ф., Найденко С.В., Чучукало В.И., Волвенко И.В. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в дальневосточной российской экономической зоне // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 75-176.

Исследовательские работы учащихся МБОУ СОШ № 1

14. Аргеткин В.В., Кусаева Е.И., Куцык В.В., Разживина Д.В., Сармо И.А., Федоренко М.А. и др. Обитатели залива Петра Великого в экспозиции детского морского музея. V Дальневосточная экологическая конференция школьных и студенческих работ. 27-28 марта 2008 г. Тезисы докладов. Владивосток. 2008. С. 7.

15. Боровая Е.Д., Гусева А.В. Родченков А.А., Ситова Е.О. Краснокнижные животные в экспозиции школьного морского музея. С. Вольно-Надеждинское. 2021 г. На правах рукописи.

16. Григорьева А.А., Зяблицкая В.К., Умрихина П.М. Акулы залива Петра Великого Японского моря // Старт в науке. Общероссийский научный журнал для школьников. 2016. № 5. С. 6-10.

17. Григорьева А.А., Зяблицкая В.К., Умрихина П.М., Васильев И.А. Замор рыбы в речке Шмидтовка. С. Вольно-Надеждинское. 2018 г. На правах рукописи.

18. Кусаева Е.И. Проблема расселения видов на примере обитателей залива Петра Великого. Российский национальный конкурс водных проектов старшеклассников: Каталог финалистов 2010 г. – Москва. 2010. С. 15.

19. Мармилов Н.П. Рыба фугу – новый экспонат в школьном морском музее. // Старт в науке. Общероссийский научный журнал для школьников. 2016. № 3. С. 29-32.

20. Мармилов Н.П. Рыбы фугу в заливе Петра Великого Японского моря. С. Вольно-Надеждинское. 2018 г. На правах рукописи.

21. Палий М.А. Влияние термального загрязнения на вселение видов в бухту Золотой Рог. Творческая молодежь – потенциал российской науки. Тезисы XVI краевой конференции школьников – Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2013. С. 24-25.

22. Трофимов М.А. Медуза ропилема – сезонный мигрант в заливе Петра Великого. VI Дальневосточная экологическая конференция школьных и студенческих работ. 26-27 марта 2009 г. Тезисы докладов. Владивосток. 2009. С. 40

ПРИЛОЖЕНИЕ

**План проведения экскурсии в школьном морском музее
«Биоразнообразие залива Петра Великого в опасности»**

1. Общая характеристика обитателей залива Петра Великого с использованием коллекций водорослей, моллюсков, ракообразных, иглокожих, рыб и др.

2. Демонстрация видов животных, численность которых сокращается в связи с загрязнением окружающей среды (морские ежи, морские звезды, офиуры, двустворчатые моллюски и др.).

3. Знакомство с животными, которые страдают от бытового мусора и брошенных сетей (морская черепаха, рыбы, крабы и др.).

4. Демонстрация чужеродных видов и сезонных мигрантов залива Петра Великого (морская черепаха, морские змеи, рыба-фугу, краб-плавунец, усоногие раки, моллюск морское ушко и др.).

5. Знакомство с внешним видом потенциально токсических микроводорослей под микроскопом.

6. Демонстрация видов животных, страдающих от чрезмерного вылова и браконьерства (камчатский краб, креветки, трепанг дальневосточный, моллюски: гребешок приморский, корбикула, спизула, анодара, рыба: сельдь, зубастая корюшка, сима, красноперка и др.).

7. Беседа о путях сохранения морского биоразнообразия и возможности участия в этом местного населения.