**Дальневосточное отделение РАН**

**Тихоокеанский институт географии**

**Камчатский филиал**

Результаты исследований,

выполненных в 2021 г. по плановой теме

«Изучение восстановительного потенциала прибрежных экосистем юго-восточной Камчатки, динамики популяций морских млекопитающих в условиях масштабных ВЦВ в водах Камчатки и прилегающих акваторий дальневосточных морей России в районах массовой гибели гидробионтов»

Петропавловск-Камчатский, 2021

**Список исполнителей**

1. Бурдин А.М., вед.н.с. лаборатории гидробиологии, д.б.н.;
2. Бурканов В.Н., к.б.н., вед.н.с. лаборатории экологии высших позвоночных, руководитель раздела;
3. Васюков Е.С., инженер лаборатории экологии высших позвоночных;
4. Гаев Д. Н., инженер лаборатории экологии высших позвоночных;
5. Данилин Д.Д., врио зам. директора по научной работе, к.б.н.;
6. Жигадлова Г.Г., ст.н.с. лаборатории гидробиологии, к.б.н.;
7. Иванова А.С., студент-практикант;
8. Кириллова А.Д., мл. н. с. лаборатории экологии высших позвоночных;
9. Коростелев С.Г., врио директора, д.б.н.;
10. Крюкова Н.В., к.б.н., ст. н. с. лаборатории экологии высших позвоночных;
11. Мурашева М.Ю., м.н.с. лаборатории гидробиологии;
12. Панина Е.Г., н.с. лаб. гидробиологии, к.б.н.;
13. Санамян К.Э., ст.н.с. лаборатории гидробиологии;
14. Санамян Н.П., ст.н.с. лаборатории гидробиологии, к.б.н.;
15. Токранов А.М., руководитель лаборатории гидробиологии, гл.н.с., д.б.н. (ответственный исполнитель);
16. Усатов И.А., мл. н. с. лаборатории экологии высших позвоночных.

**Реферат**

Отчёт 38 с., 14 рис., 40 источников.

ЛИТОРАЛЬ, ВЕРХНЯЯ СУБЛИТОРАЛЬ, ДОННЫЕ ГИДРОБИОНТЫ, ВИДОВОЙ СОСТАВ, НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ, ЛАСТОНОГИЕ, СИВУЧ, КАЛАН, АНТУР, ВРЕДОНОСНОЕ ЦВЕТЕНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ, КРАСНЫЙ ПРИЛИВ, НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ, СМЕРТНОСТЬ.

Объект исследования – биота литорали и верхней сублиторали отдельных участков юго-восточной Камчатки, на которых осенью 2020 г. отмечалась массовая гибель донных организмов, вызванная бурным развитием токсичных одноклеточных водорослей.

Цель работы – оценка современного состояния и восстановительного потенциала биоты литорали и верхней сублиторали юго-восточной Камчатки.

Использованы стандартные качественные (визуальный осмотр и фотофиксация) и количественные (взятие бентосных проб учётной рамкой) методы.

В отчете представлены данные обследования акваторий и побережья Камчатки во время вредоносного цветения водорослей (ВЦВ) осенью 2020 г. и после его завершения зимой, весной и летом 2021 г.

Изучалось воздействие органических токсинов одноклеточных водорослей на представителей различных групп флоры и фауны, в том числе морских млекопитающих (ММ). Установлено, что степень негативного воздействия неблагоприятной экологической обстановки осени 2020 г. на обитателей литорали значительно ниже, чем верхней сублиторали. Не выявлено её воздействия на видовой состав и обилие водорослей-макрофитов. Наиболее пострадали донные гидробионты, обитающие на открытой поверхности дна. Неблагоприятные экологические условия практически не повлияли на жизнедеятельность донных беспозвоночных, рыб и ММ, способных активно избегать участков с токсичными водорослями. В Авачинском заливе осенью 2020 г. не вызвало массовой гибели ММ. Выводы основаны на результатах прямых наблюдений и косвенных данных, полученных во время ВЦВ осенью 2020 г, архива изображений с автоматических фоторегистраторов с м. Кекурный, а также наблюдений на лежбищах северного морского котика и сивуча на Командорских островах и данных обследования лежбищ сивуча у восточного побережья Камчатки. Были также использованы сведения из Интернет-медиа о находках погибших китообразных в 2020-2021 гг.. Кроме этого, имевшие место случаи выброса на берег погибших ММ в разных районах полуострова указывают на то, что ВЦВ может быть причиной гибели ММ, а сами погибшие животные могут быть ценным источником информации, или индикаторами фактов ВЦВ, которые остаются не замеченными человеком. Поэтому рекомендуется наладить мониторинг и установить причины гибели ММ в Камчатском крае.

**Оглавление**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Обозначения и сокращения | 5 |
|  | Введение | 6 |
|  | Обзор литературы | 8 |
|  | Материал и методы | 11 |
|  | Результаты и обсуждение | 17 |
|  | Выводы | 32 |
|  | Список использованных источников | 36 |

1. **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

ВЦВ – вредоносное цветение воды (красный прилив);

ДК – домоевая кислотая;

ММ – морские млекопитающие;

ООПТ – особо охраняемая природная территория;

СТХ – сакситоксин.

1. **ВВЕДЕНИЕ**

Осенью 2020 г. в прибрежных водах Южной Камчатки сложилась неблагоприятная экологическая обстановка, вызвавшая массовую гибель донных морских организмов. Прибывшие на полуостров специалисты различных российских исследовательских центров и природоохранных организаций провели совместно с камчатскими учёными довольно обстоятельное обследование прибрежной акватории, после чего пришли к заключению, что причина возникшей неблагоприятной экологической обстановки – природное явление, называемое «красным приливом», вызванное бурным развитием токсичных одноклеточных водорослей рода *Korenia*. Вредоносное цветение воды (ВЦВ) обычно встречается в тропических и умеренных широтах, однако в связи с наблюдаемым в последние годы глобальным изменением климата и его последствиями, такими как снижение ледовитости в полярных и приполярных районах, повышение температуры воды в океане, вероятно, происходит расширение географии и продолжительности благоприятных условий, способствующих возникновению красного прилива [1, 2]. Хорошо известно, что в водах, омывающих Камчатку, имеется несколько токсичных видов фитопланктона [16]. Диатомовые водоросли из рода *Pseudo-nitzschia*, которые в процессе жизнедеятельности производят домоевую кислоту (ДК), уже давно были обнаружены далеко на севере, в восточной Арктике [3]. Именно они вызывают амнестическое отравление моллюсками. Динофлагелляты из рода *Alexandrium* производят другие токсины, вызывающие паралитическое отравление при поедании ядовитых моллюсков. Наиболее известным и мощным из них является сакситоксин (СТХ). Как ДК, так и СТХ влияют на центральную нервную систему позвоночных. Сакситоксин действует как блокатор натриевых каналов и предотвращает потенциальную активность в нервах, вызывающую паралич в первую очередь дыхательной системы [4]. Домоевая кислота является эксайтотоксином, который чрезмерно стимулирует глутаминовые рецепторы в центральной нервной системе позвоночных, вызывая стимуляцию нервов [5, 6]. Нейротоксин (бреветоксин, БТХ), вырабатываемый одноклеточной водорослью *Karenia brevis,* широко распространенной у побережья Флориды и в Мексиканском заливе, нарушает возбуждение нервных клеток и вызывает гибель ММ [7]. Отравление этим токсином происходит как в результате питания моллюсками или рыбой, так и воздушным путем. При воздушном отравлении наблюдаются симптомы нарушения дыхания, раздражения глаз и кожи. На Камчатке и Аляске случаи отравления людей первыми двумя токсинами известны еще с 18 века, случаи отравления БТХ зафиксированы не были. Все три вида токсинов в высоких концентрациях смертельно опасны для ММ. Случаи отравления ММ документально фиксируются относительно недавно (с середины ХХ в), но это вероятнее всего связано с тем, что такие случаи редко документируются и редко исследуются.

В зоне верхней сублиторали Южной Камчатки «красный прилив» отмечали и ранее [8-11]. Однако в 2020 г. это природное явление проявилось более заметно, в связи с чем, возникла необходимость оценки степени его воздействия на представителей различных групп флоры и фауны, в том числе потенциальное воздействие ВЦВ на морских млекопитающих (ММ) северной части Тихого океана. [12].

Несмотря на то, что случаи отравления людей указанными токсинами на Аляске и Камчатке известны еще с 18 века, случаи отравления ММ отмечаются лишь недавно и изредка, что вероятнее всего, связано с тем, что они редко документируются и расследуются.

Обобщение результатов визуальных наблюдений в местах гибели морских донных организмов, анализа литоральных и водолазных сборов, а также подводных фото- и видеоматериалов, сделанных в октябре 2020 г. и мае-августе 2021 г. в прибрежных водах Южной Камчатки о. Шумшу (Северные Курилы), позволило выяснить степень негативного воздействия данного природного явления на обитающих здесь представителей различных групп гидробионтов, а также в первом приближении оценить восстановительный потенциал прибрежных сообществ юго-восточной Камчатки и прилегающих акваторий после негативного воздействия на них бурного развития токсичных одноклеточных водорослей.

1. **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Случаи возникновения так называемых «красных приливов» (ВЦВ) в прикамчатских водах, вызывающих гибель морских организмов, достоверно известны достаточно давно. По сообщению капитана дальнего плавания С.П. Лебедева [13], в сентябре 1945 г. у северо-восточного побережья Камчатки район Берингова моря между м. Наварин и м. Олюторским выглядел совершенно безжизненным, а вся видимая прибрежная поверхность вод на несколько миль была покрыта коричнево-красными полосами. О подобном же явлении в Авачинской губе в начале 1970-х годов сообщал И.И. Куренков [14], а в первой половине 1980-х – Орлова с соавторами [15]. Одно из наиболее полных исследований «красных приливов» в северной части Тихого океана представлено в опубликованной в 1995 г. специальной брошюре д.б.н. Г.В. Коноваловой [16], в которой приведена карта-схема всех известных на то время случаев распространения токсичных «красных приливов» у берегов Камчатки.

Согласно результатам подводных исследований масштабной совместной экспедиции Камчатского отделения ТИНРО и лаборатории подводных исследований ВНИРО по изучению кормовой базы калана в июле-августе 1985 г. (общая протяженность исследованного прибрежья тогда составила более 500 морских миль), значительная часть прибрежного мелководья Камчатки (от м. Сивучий до м. Лопатка по западному побережью, на о. Шумшу и далее от м. Лопатка на север до Кроноцкого полуострова по восточному побережью) оказалась подверженной заморным явлениям, с почти 100% гибелью всех гидробионтов [11, 13]. Наиболее «пострадали» от замора северное побережье о. Шумшу и Кроноцкий залив [11], в котором в б. Ольги температура поднималась до 14-15°С, а прозрачность воды из-за большого количества взвеси, начиная с глубины 5 м и до дна (10-15 м), снижалась до нуля. Заморная зона распространялась далеко на юг и на значительное расстояние от берега до глубины 20-25 м. В б. Моржовой этого залива на глубине 10-20 м зафиксировано много погибших колючих крабов и крабов-стригунов, а также различных двустворчатых Аналогичную картину водолазы экспедиции наблюдали и в других бухтах [11]. Т.е., произошедшая осенью 2020 г. массовая гибель морских донных организмов у побережья Южной Камчатки практически в точности повторила события 35-летней давности.

В последние годы подобные случаи массовой гибели гидробионтов в результате действия ВЦВ зарегистрированы и в некоторых других районах Северной Пацифики. Например, в 2011 г. массовая гибель различных морских организмов из-за возникновения «красного прилива» отмечена на почти 100 км калифорнийского побережья США [17]. В сентябре-октябре 2021 г. аналогичное явление произошло в тихоокеанских водах японского о. Хоккайдо, нанеся серьёзный ущерб лососевому хозяйству и фермам по культивированию морских беспозвоночных [18]. Поскольку конкретные причины бурного развития в отдельные годы токсичных одноклеточных водорослей, вызывающих гибель морских обитателей, в различных частях Северной Пацифики до настоящего времени до конца так и не выяснены, а подобные события, по прогнозам морских биологов, будут неизбежно повторяться, чтобы в дальнейшем минимизировать возможный ущерб для населения прибрежных регионов от этого грозного природного явления, необходимо вести мониторинг состояния прибрежных морских сообществ.

О гибели ММ, в результате ВЦВ на Камчатке впервые стало известно в начале 1980-х гг., когда начали обнаруживать множество трупов моржа в заливах и бухтах у Корякского и северо-восточного побережья полуострова (Бурканов В.Н. неопубл. данные). Пик смертности наблюдался в 1988 г., когда, по данным инспекторов Службы охраны морских млекопитающих Качатрыбвода, в сентябре-октябре в разных местах Карагинского залива было обнаружено 35 павших особей, в Олюторском заливе в районе лежбища у м. Серый – 15, к северу от м. Олюторский (бухты Тюленье озеро, Мачевна, Амаян, Анастасии, Дежнева и др.) – 65 особей (Бурканов В.Н. неопубл. данные) [19,20]. Красные приливы наблюдались и позднее. В июле, 1997 г. в б. Анастасия в центральной части Корякского побережья было обнаружено 30 погибших моржей. Отмечались и случаи массовой гибели других видов ММ и в других районах Дальнего Востока. Так, в 2001 г в Ямской губе у северного побережья Охотского моря было обнаружено 200-300 погибших особей лахтака [21]. Известно об обнаружении осенью – зимой 2016-2017 гг. восьми погибших китов-финвалов на западном побережье Камчатки (от р. Озерной до р. Крутогоровой). В ноябре-декабре 2020 г сообщалось и о погибшем взрослом финвале у западного побережья в районе р. Крутогорова, и молодой косатке к северу от р. Озерной. Оба животных были вполне упитаны, без каких-либо внешних повреждений, что позволяет предположить их гибель от отравления токсинами ВЦВ. Приведенные сведения охватывают лишь малую часть проблемы воздействия ВЦВ на морских млекопитающих в Камчатском регионе, т.к. они отражают лишь действительно массовую гибель (как это было с моржом в середине 1980-х гг., либо были получены из случайных источников (гл. образом интернет-медиа). Планомерного и регулярного обследования побережья, отбора проб и реального расследования случаев выброса погибших ластоногих или китов на Камчатке никогда не проводилось. Выводы о том, что гибель ММ происходила от ВЦВ, были сделаны в значительной степени лишь по внешнему осмотру животных и методом исключения других потенциальных причин – отсутствие ран, травм, повреждений или иных явных признаков патологии, которые могли бы служить причиной гибели животных. В некоторых случаях к этому выводу приводила и визуальная регистрация воды необычно красного, бурого или белесого цвета в местах обнаружения погибших ММ. В августе и сентябре (в эти же месяцы, как и на Камчатке в середине 1980-х гг.) на Аляске на побережье п-ва Сьюард в районе Берингова пролива было обнаружено 39 погибших моржей. Анализ проб показал, что в желудке и кишечнике, в фекалиях погибших животных были обнаружены в малой и средней концентрации токсины ДК и СХТ [22]. При этом в других органах и тканях их не было. Исследователи не связывают гибель моржей с токсинами, но наличие последних в погибших животных указывает, что моржи подвергаются воздействию ВЦВ и могут погибать от них при высоких концентрациях.

Характер воздействия токсинов одинаков для всех видов млекопитающих, в том числе и человека. При невысоких дозах ДК как у людей, так и животных наблюдается расстройство желудочно-кишечного тракта, а при высоких – нарушение ориентации, координации движений (качание из стороны в сторону), припадки, судорога и смерть. Первыми симптомами отравления СТХ являются онемение языка, губ, конечностей, расстройство желудочно-кишечного тракта, головокружение, тахикардия и головная боль, нарушение координации и дыхания. Смерть наступает от остановки дыхания в течение от 1 до 24 часов после отравления.

Среди ММ впервые ДК как причина гибели была выявлена в Калифорнии у калифорнийского морского льва в 1998 г. [23]. С тех пор и особенно с 2003 г., количество случаев гибели калифорнийских львов от отравления ДК увеличивается. Львы накапливают токсин в своем организме, питаясь мелкой рыбой, главным образом, калифорнийским анчоусом, в который токсин попадает по пищевым цепям и аккумулируется. При малых концентрациях ДК длительное время сохраняется в околоплодных водах у беременных самок и циркулирует в организме от нескольких дней до нескольких недель. При этом возможны благополучные роды. Однако в годы с высокой интенсивностью ВЦВ наблюдается высокая смертность щенков от голода, что связывают с гибелью их матерей в результате отравления ДК во время уходов с лежбищ на кормежку. Следует подчеркнуть, что калифорнийский морской лев является ближайшим родственником камчатского сивуча с очень сходной биологией. До последнего времени случаев отравления сивуча ДК или СТК не отмечалось. Но в связи с расширением географии ВЦВ, продолжительностью благоприятных условий для их появления такие случаи могут возникать. Лечение возможно только в случае легкого отравления. Из 109 калифорнийских морских львов, попавших с диагнозом отравления ДК в Калифорнийский центр реабилитации морских млекопитающих между 1998 и 2000 гг., 80% погибли в промежутке от 1 дня до 10 месяцев после поступления. Было установлено, что токсин попадал в результате питания мелкой рыбкой северным анчоусом, аккумулирующим его от цветения диатомовой водоросли *Psuedonitzschia australis* [24]. За десятилетний период исследований здоровья калифорнийских морских львов было установлено, что в настоящее время существуют два отдельных клинических синдрома: острый токсикоз, вызванный ДК, как это описано выше, и второй новый – неврологический синдром. Он сопровождается эпилепсией, которая связана с хроническими последствиями предыдущего слабого воздействия ДК на животных. Животные выживали, но через несколько лет у них появляется стойкая эпилепсия [25]. Это исследование показывает, что ДК и в малых дозах наносит хронический ущерб здоровью ММ.

Воздействие СТХ на ММ изучено менее детально, чем изложенное выше воздействие ДК. Первый отчет о смертности 14 горбачей у мыса Код у восточного побережья Северной Америки в результате отравления СТХ относится к 1980м гг. [26]. СТХ вероятно оказался причиной гибели 60 каланов на Аляске и 117 средиземноморских тюленей-монахов у западного побережья Африки [27, 28].

Анализ проб от 998 тюленей (ларга, кольчатая нерпа, лахтак и крылатка), добытых коренным населением Аляски в 2005-2019 гг., показал, что оба вида токсинов ВЦВ ДК и СТХ были обнаружены у трех видов – ларги, кольчатой нерпы и лахтака. Однако концентрации были невысокими и местные жители, добывшие тюленей для личного потребления, не отмечали каких-либо особенностей в поведении тюленей и сами не испытывали признаков отравления [29]. По сравнительным данным анализа концентрации обоих этих токсинов в желудках лахтака за разные годы, было обнаружено существенное увеличение количества токсинов по годам. Это открытие согласуется с другими данными о том, что расширяется не только ареал распространения ВЦВ, но и усиливается их мощность, что ведет к повышению токсичности для ММ, обитающих в северной части Тихого океана и Арктики.

Случаи обнаружения и поражения токсинами ВЦВ известны и для китообразных - серого кита, финвала, горбача, атлантического гладкого кита и даже карликового кашалота.

Помимо прямого влияния на ММ токсины ВЦВ даже в малых дозах могут существенно влиять на ориентацию и реакцию ММ, что может приводить их к запутыванию в орудиях рыболовства и плавающем мусоре. У таких животных выше вероятность столкновения с проходящими судами [30].

Прямое влияние изменения климата на расширение районов обитания ВЦВ может также усиливаться в результате интенсивности судоходства через Северный морской путь. Это повышает вероятность распространения видов ВЦВ в северные широты вместе с водой в балластных танках и тем самым ускоряет распространение видов ВЦВ и повышает вероятность более частых явлений ВЦВ в северных районах Тихого океана и Арктике [31].

Для оценки воздействия ВЦВ на популяции ММ в водах Камчатки, помимо информации о характере воздействия токсинов ВЦВ важно иметь и полные современные сведения о численности, сезонной динамике, использовании мест обитания, возрастной и половой структуре видов ММ, потенциально подверженных влиянию ВЦВ – калана, антура, сивуча, моржа, серого кита и др. Из указанных видов ММ имеются наиболее полные и свежие данные только о численности сивуча [32, 33, 34, 35, 36, 37]. Последние данные о полном обследовании мест обитания и оценки численности калана у побережья Камчатки относятся лишь к началу 1980-х гг. [33]. В последние 15-20 лет и численность, и распределение калана у побережья Камчатки очень сильно изменились. В южной части полуострова численность калана снизилась в несколько раз, а в таких районах массового обитания этого вида как мыс Лопатка данный вид практически исчез (Пинигин Е.В. личное сообщение). Примерно такая же ситуация наблюдается и с численностью моржа. Полное обследование лежбищ этого вида на Камчатке последний раз проводилось тоже в середине 1980-х гг. [33]. Не лучше обстоит и ситуация с мониторингом численности островного тюленя – антура. Последние наиболее полные данные о численности и распределении этого вида у берегов полуострова также относятся к началу 1980-х гг. [33]. Современные данные о численности этого вида совершенно отсутствуют. Необходима организация и проведение целой серии работ по оценке численности указанных видов ММ, постоянно обитающих в прибрежных водах полуострова, и организация регулярного мониторинга их численности.

1. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для оценки степени воздействия на разные биотопы и представителей различных групп донных организмов возникшей осенью 2020 г. неблагоприятной экологической обстановки в прибрежье Южной Камчатки, был исследован видовой состав выброшенных волнами на берег в октябре 2020 г. погибших гидробионтов, сборы водолазов (рис 2.1.), обследовавших в это время зону верхней сублиторали юго-восточного побережья полуострова (глубины до 20-30 м), результаты выполненной ими фото- и видеосъёмки, а также данные контрольных удебных обловов рыб и учётов морских млекопитающих в местах массовой гибели донных организмов.

Рисунок 4.1. Подготовка оборудования к спуску водолаза на борту судна (фото слева). Водолаз спускается для отбора проб в бухте Вилючинская с борта судна «Ларус» (фото справа)

В мае-августе 2021 г. во время максимальных отливов обследована литоральная зона трёх участков северо-восточной части Авачинской губы в черте г. Петропавловска-Камчатского (в районе Сероглазка, у сопки Никольской и у м. Сигнального в самом центре города) [38], а также о-вов Старичков и Крашенинникова, бухт Безымянной, Вилючинской, Листвинничной, Пираткова и Вестник, где осенью 2020 г. отмечена массовая гибель донных организмов (рис. 2.2). В конце июня 2021 г. в литоральной зоне 4 бухт Южно-Камчатского природного парка (Вестник, Пираткова, Листвинничная, Жировая) стандартной рамкой площадью 0,25 кв. м выполнена количественная учётная бентосная съёмка, в процессе которой собрана информация, характеризующая численность и биомассу различных донных беспозвоночных в этом биотопе [39]. В настоящее время собранные материалы обрабатываются специалистами.



Рисунок 4.2. Обследованные в 2021 г. участки побережья юго-восточной Камчатки

Одновременно с исследованием биоты приливно-отливной зоны в мае-августе 2021 г. с помощью водолазов обследованы глубины до 15-20 м. Во время погружений по стандартной схеме сделаны описания обследованных участков, подтверждённые подводными фотографиями наиболее типичных ландшафтов и объектов, взяты пробы гидробионтов (водорослей, беспозвоночных и рыб) для дальнейшей камеральной обработки. Произведены контрольные удебные обловы рыб в различных участках прибрежья этих районов.

В августе и ноябре 2021 г. (рис. 2.3) выполнены три гидрологических и одно гидробиологическое обследование б. Вилючинской до глубины 16-18 м, во время которых с помощью профилографа (AAQ-RINKO) были измерены следующие показатели водной среды: температура воздуха у поверхности воды, температура воды у поверхности и на глубине с интервалом в пять метров, pH воды, мутность, соленость, процент растворенного кислорода, хлорофилл., а также, используя стандартную рамку с площадью 0,25 кв. м, в ноябре водолазами с глубин от 4 до 15 м взято 10 количественных проб бентоса и 2 пробы мейобентоса, которые в настоящее время обрабатываются специалистами-гидробиологами.



Рисунок 4.3. Взятая проба бентоса на борту судна (ноябрь 2021 г.)

Во время всех выходов сотрудники выполняли визуальный учёт морских млекопитающих в обследованных участках прибрежья юго-восточной Камчатки.

Для оценки воздействия на ММ наблюдавшегося осенью 2020 г. ВЦВ у восточного побережья Камчатки планировалось детальное обследование побережья ранней весной 2021 г с использованием вертолета МИ-2 с целью поиска и регистрации трупов погибших ММ. После выявления районов и количества погибших ММ планировался выезд в эти места для полного вскрытия, описания состояния погибших животных и отбора проб для исследования и выявления причин их гибели. К сожалению, в связи с поздним поступлением средств (сентябрь 2021 г.) и крайне ограниченным объемом финансирования эту работу выполнить не представилось возможным.

Для анализа использовались лишь данные, собранные осенью 2020 и летом 2021 гг. во время наблюдений, сделанных на случайных попутных судах.

В конце сентября и октябре 2020 г. проводились наблюдения с борта попутного катера в Авачинском заливе и у юго-восточного побережья Камчатки на участке от м. Шипунский до о. Уташуд. Два раза был обследован м. Кекурный и б. Русская, в районе которых имеются постоянное лежбище сивуча и скопления калана. Во время движения судна вдоль побережья в светлое время по стандартной методике выполнялись визуальные наблюдения за встречами и поведением ММ на пути следования судна.

В программе исследований на 2021 г планировалось обследование мест обитания калана, антура и сивуча и выполнение учетных работ для оценки численности трех видов ММ, потенциально подверженных влиянию ВЦВ. Для получения сравнительных данных по численности с предыдущими годами, работы необходимо выполнять в июне или начале июля. Однако в связи с задержкой финансирования эту работу в полном объеме выполнить не представилось возможным. Были выполнены лишь маршрутные наблюдения за встречами ММ на удалении 3-5 миль от берега на попутных судах в Авачинском заливе, у юго-восточного и юго-западного побережья в мае, конце июня и августе.

Дважды за летний сезон года был обследовано лежбище сивуча и побережье в районе м. Кекурный и б. Русской. На лежбище сивуча на м. Кекурный в течение всего 2020 и 2021 годов работали два автономных архивных фоторегистратора, которые вели съемку с интервалом 10 минут. За период с 1 сентября 2020 г. по 1 июня 2021 г. с помощью их было получено 29631 фотография двух участков лежбища сивуча. Они позволили восстановить хронологию событий, происходивших на лежбище во время ВЦВ в Авачинском заливе осенью 2020 г и в зимний сезон 2020-2021 гг.

Помимо попутных полевых наблюдений регулярно просматривались сообщения в новостных каналах Интернет-медиа (Фейсбук, Инстаграм, Ватсап, Телеграмм и др.) для поиска сведений о случаях обнаружения на побережье Камчатки погибших ММ. Всего за период с сентября 2020 по ноябрь 2021 г. таким способом было выявлено 9 случаев обнаружения на побережье Камчатки от с. Усть-Хайрюзово до Карагинского залива погибших крупных китообразных. По возможности, выявленные случаи перепроверялись, очевидцы опрашивались для получения более подробных сведений.

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты визуальных наблюдений, обследования ряда участков литоральной (приливно-отливной) зоны во время максимальных отливов и водолазных сборов на глубинах от 5-6 до 18 м (сопровождаемых подводной фото- и видеосъёмкой), сделанных в апреле-сентябре 2021 г. на различных участках прибрежья юго-восточной Камчатки, позволили оценить степень негативного воздействия сложившейся осенью 2020 г. неблагоприятной экологической обстановки, вызванной бурным развитием токсичных одноклеточных водорослей (природное явление, называемое «красным приливом»), на обитающих здесь представителей различных групп гидробионтов.

Первые последствия неблагоприятной экологической обстановки проявились в районе Халактырского пляжа 29.09.2020 г. 12 октября 2020 г. сотрудниками КФ ТИГ ДВО РАН была обследована б. Бечевинская [11]. Никаких признаков неблагоприятной экологической обстановки при этом не наблюдалось. Исследования проводили от литоральной зоны до глубины 40 м. Все морские гидробионты и водоросли находились в естественном состоянии, а спустя несколько дней (16 октября 2020 г.) на входе в бухту появились выбросы мертвых моллюсков, звезд и морских ежей. Аналогичная картина наблюдалась и на охотоморском побережье Камчатки. Но там выбросы появились с 12 октября, т.е. спустя две недели с момента обнаружения выбросов в районе Петропавловска-Камчатского. Выбросы наблюдались на морском побережье от устья р. Озерной до устья р. Опалы до 17 октября 2020 г. Многие выброшенные животные были еще живы, и зафиксированы факты употребления их в пищу на м. Лопатка и на о. Парамушир. Никаких отравлений при этом не отмечено, все животные, осьминоги, рыбы и ежи были превосходного вкуса и качества. Но все гидробионты находились в некотором «анабиозе», подобные явления уже были описаны сотрудниками КамчатНИРО с побережья Олюторского залива, тогда отмечалось малоподвижное, «вялое» поведение горбуши, прошедшей через пятна «цветения» В 2020 г. сотрудниками лаборатории гидробиологии был проведен эксперимент, в котором моллюсков поместили в искусственную соленую воду и, как показали наши наблюдения, все виды моллюсков очень быстро пришли в себя и прожили более двух месяцев в искусственном аквариуме.

Анализ имеющихся материалов свидетельствует, что степень негативного воздействия «красного прилива» на видовой состав и численность донных организмов, обитающих на литорали, оказалась значительно ниже, чем на гидробионтов верхней сублиторали [38, 39, 40. На обследованных участках литорали встречались достаточно плотные поселения тихоокеанской мидии в возрасте от 1 до 6 лет и усоногих раков, в отливных лужах под камнями – типичные для данного биотопа представители червей-сипункулид, брюхоногих моллюсков,равноногих и разноногих ракообразных, а также особи бурого морского петушка в возрасте от 1 до 6 лет. Сложившаяся осенью 2020 г. у побережья Камчатки неблагоприятная экологическая обстановка не оказала негативного воздействия на видовой состав и обилие в прибрежье водорослей-макрофитов (рис. 5.1). Проведённый специалистами Камчатского государственного технического университета по договору о научном сотрудничестве химический анализ проб бурых водорослей, собранных в прибрежье о-вов Старичков и Крашенинникова, позволяет говорить о том, что состав их тканей также не претерпел сколь-нибудь существенных изменений.



|  |
| --- |
| Рис. 5.1. Литораль о-ва Крашенинникова во время сизигийного отлива 25.06.2021 г. (фото А.М. Бурдина) |

Однако выполненное в 2021 г. с помощью водолазов обследование прибрежных вод юго-восточной Камчатки свидетельствует, что в целом на глубинах от 4-5 до 18 м произошло сильное обеднение фауны (рис. 5.2), из состава которой выпали не только отдельные виды, но и целые группы (даже типы) животных [40].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рисунок 5.2. Вид одного из подводных валунов у о. Старичков в Авачинском заливе в июле 2020 (слева) и 2021 (справа) годов (фото А.В. Коробка)

Согласно полученным данным (сборы специалистов-гидробиологов Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН и фото-видеосъемка, произведённая другими дайверами), практически полностью исчезли губки. Это заключение основано на прямых наблюдениях большой площади дна. Только на закрытом участке (б. Безымянная внутри Авачинской губы) зафиксировано частичное восстановление колоний трех видов корковых губок .Подобное явление ранее в регионе никогда не отмечали. Крупные и массовые виды губок ранее всегда являлись важным компонентом сообществ на твердых субстратах и местом обитания или питания для многих донных организмов. Поэтому их исчезновение существенно влияет на видовой и количественный состав гидробионтов. Освободившиеся от губок и других обрастателей поверхности камней в настоящее время покрыты розовыми точками молодых корковых кораллиновых водорослей.

Из 17 известных на мелководье камчатского побережья видов актиний в летний месяцы 2021 г. удалось встретить только 8, причём половину из них – в единичных экземплярах. Не вызывает опасения судьба двух видов рода *Metridium*: оба они ранее являлись массовыми и сейчас встречены почти везде, хотя большей частью представлены мелкими молодыми экземплярами, а там, где раньше были заросли крупных актиний с некоторыми особями высотой до 1 м, сегодня сохранились только отдельные экземпляры не более 30 см высотой. Этим видам свойственен такой вид бесполого размножения, как педальная лацерация, т.е. отделение фрагментов от края подошвы и нижней части тела, из которых затем образуются самостоятельные актинии – вероятно, столь эффективная способность к регенерации помогает им быстро восстанавливать численность. Почти не пострадала популяция обычного на литорали и в сублиторали, отличающегося высокой толерантностью к колебаниям абиотических факторов, закапывающегося вида актиний *Anthopleura orientalis*, хотя некоторые другие закапывающиеся и ранее распространенные виды, найдены лишь в единичных экземплярах. Те же их представители, которые и раньше были довольно редкими, пока не обнаружены. Полностью исчез самый массовый вид актиний *Cnidopus japonicus*, обитавший в регионе практически повсеместно на твёрдом субстрате. Еще один ранее обычный вид – *Urticina grebelniy*, сейчас встречается в небольшом количестве на твёрдом субстрате. Его крупные экземпляры, 10-20 см в высоту и диаметре щупальцевой короны, выжили за счет отделения слизи и регенерации покровов, что было видно по прошлогодним осенним фотографиям, на которых зажатые актинии этого вида выглядели как бы «линяющими». Другие актинии, ранее обычные обитатели твёрдых субстратов, пока не обнаружены вовсе.

В настоящее время не встречаются многолетние колонии ранее обычного, а местами массового вида восьмилучевого коралла *Gersemia rubiformis*, отмечены лишь редкие новые мелкие экземпляры размером 1-2 см, к концу лета – до 3-4 см в диаметре распущенной колонии. На водорослях от о. Крашенникова на севере до о. Шумшу на юге местами зарегистрировано довольно много ставромедуз, особенно на литорали и в верхней сублиторали до глубины 8 м. Также восстанавливаются колонии гидроидов: местами на валунах они образуют заросли из нескольких видов. В местах, где раньше было много одиночных гидроидов *Monocoryne bracteata*, удалось найти лишь один экземпляр крупного размера (длиной до 8 см); позже на подводных фотографиях из этого места обнаружена густая поросль мелких нитевидных молодых (без гонофоров) гидроидов данного вида. Вероятно, теперь биота пройдет через «игольное ушко», и выжившие её представители заселят освободившееся пространство, потеряв, однако, в видовом и генетическом разнообразии.

В зарослях гидроидов в летние месяцы 2021 г. питались и размещали кладки различные мелкие голожаберные моллюски*.* На грунте часто встречались более крупные голожаберные моллюски. Однако другие брюхоногие моллюски попадались очень редко, чаще отмечали только морские блюдечки. Такая обычная для этих мест ранее *Margarites helicinus* и многие другие виды брюхоногих моллюсков не были зарегистрированы. Хитоны являлись также малочисленными, а крупные криптохитоны Стеллера встречались единично.

Повсеместно разрослись форониды. Также были обычны колонии инкрустирующих мшанок (на некоторых из них видны зарастающие следы повреждений), однако кустистые формы почти пропали.

Анализ имеющихся материалов свидетельствует, что многие колонии трубчатых многощетинковых червей практически не пострадали: в октябре прошлого года они скрылись в своих трубках-домиках и почти из них не высовывались, а в этом году выглядели нормально, из трубок торчали венчики их перистых щупалец (рис. 5.3). Среди других сидячих многощетинковых червей также многие уцелели, под камнями встречалась свободноживущая *Glycera capitata*, на уцелевших крупных морских звездах были найдены черви-комменсалы.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рисунок 5.3. Колония многощетинковых червей *Schizobranchia insignis* в октябре 2020 г. (слева) и июне 2021 (справа) годов (фото А.В. Коробка)

В некоторых местах – у о-вов Крашенинникова и Шумшу – в летние месяцы практически совершенно отсутствовали иглокожие, только изредка можно было встретить небольшие экземпляры морских звёзд. В других районах (Авачинская губа, о. Старичков, б. Вилючинская) отмечены мелкие морские ежи рода *Strongylocentrotus* не более 4 см в диаметре, в то время как крупных экземпляров не зарегистрировано вовсе. Особенно многочисленны эти мелкие морские ежи были в б. Безымянной внутри Авачинской губы на практически голых валунах, инкрустированных только корковыми кораллиновыми водорослями, где они скапливались на останках погибших гидробионтов. Из морских звезд чаще встречались *Asterias rathbuni*, особенно молодые и ювенильные экземпляры. У некоторых морских звёзд были потеряны 1-2 луча, которые летом 2021 г. отрастали. Такие ранее обычные здесь морские звезды, как хищные *Crossaster papposus* и *Solaster endeca*, а также живородящие звезды рода *Pteraster*, питающиеся в основном губками, полностью отсутствовали. Под камнями попадались крупные офиуры, но численность их сильно сократилась: за неимением обычных мест укрытия в губках, кустистых мшанках и других обрастателях твердого субстрата, из которых всегда торчал «лес рук» офиур.

Из голотурий хорошо сохранились только зарывающиеся в песок *Psolus phantapus*. Из других видов, обитающих на твердом субстрате, были найдены лишь единичные экземпляры двух видов кукумарий и крупный красный псолюс.

Повсеместно зарегистрировано много раков-отшельников, очень много бокоплавов и морских козочек (значительная часть с потомством). Причём отмечено большое количество необычно крупных морских козочек, длиной до 5 см – возможно, в отсутствие пресса хищников эти оседлые ракообразные смогли достичь максимальных размеров за осенне-весенний период. Также сейчас очевидно восстановление популяции усоногих раков: поселений крупных экземпляров, зафиксированных на фотографиях в октябре прошлого года, в сублиторали сейчас не наблюдается, но твёрдый субстрат густо покрыт очень мелкими домиками их молоди (диаметром 1-2 мм). Из крабов часто встречались крабы-декораторы, реже – пятиугольные волосатые крабы. Под камнями можно было найти мелких крабоидов – каменного и подкаменщика Гребницкого. Также попадались ювенильные экземпляры колючего и молодь камчатского крабов.

Уцелевшие колонии асцидий в октябре 2020 г. находились в зажатом «спящем» состоянии, а в 2021 г. отдельные их представители отродились: местами колониальные асцидии *Placentela crystallina* и некоторые другие виды находятся в хорошем состоянии, являясь теперь, наряду с колониями гидроидов, доминирующей группой обрастателей, местами – небольшие колонии *Aplidium* еще только восстанавливаются. Встречались и одиночные асцидии *Dendrodoa aggregata*. Однако многие виды колониальных и одиночных асцидий пока не обнаружены.

Сложившиеся осенью 2020 г. экологические условия практически не повлияли на жизнедеятельность активно перемещающихся донных беспозвоночных (крабы), рыб (разнопёрые терпуги – зайцеголовый, пятнистый, бурый, рогатковые, широколобый окунь) и морских млекопитающих (ларга, сивуч, калан), способных избегать участков прибрежной акватории с неблагоприятной средой обитания.

Согласно результатам выполненной в конце августа 2021 г. в б. Вилючинской гидрологической съёмки, к началу сентября повсеместно на глубине до 15 м зарегистрирована температура воды выше 15°С и только глубже 20 м её значения снижались до 10°С. Столь сильный прогрев толщи воды в этой бухте, по мнению специалистов, мог способствовать повторению прошлогодней ситуации в прибрежной зоне Камчатки. Однако бурного развития токсичных одноклеточных водорослей рода *Korenia* осенью 2021 г. у побережья юго-восточной Камчатки не произошло.

***Наблюдения за поведением ММ во время ВЦВ осенью 2020 г.***

В начале октября 2020 г., сразу после появления сообщений о случаях отравления серферов в районе Халактырского пляжа и выбросов погибших беспозвоночных на судне ГПБЗ «Кроноцкий» было сделано несколько рейсов вдоль побережья Авачинского залива и юго-востока Камчатки для оценки размеров и характера гибели животных (рис. 5.4).

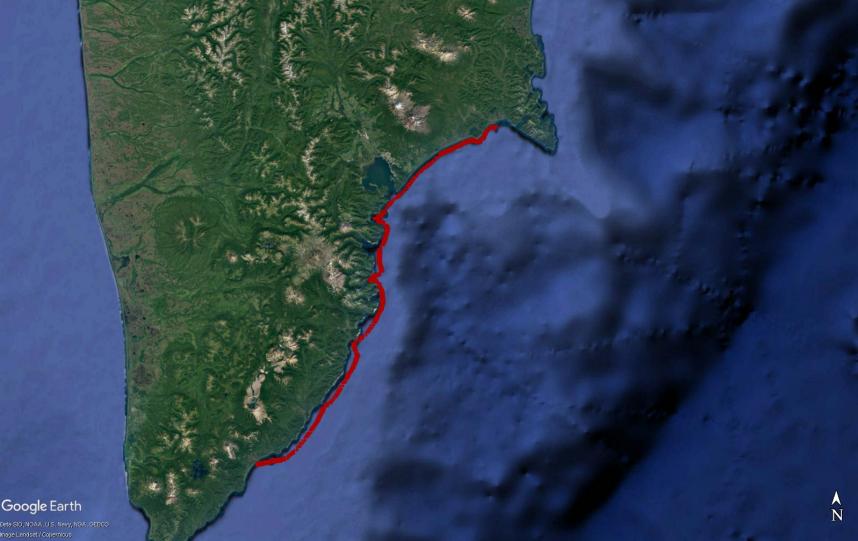


Рисунок 5.4. Район обследования побережья Авачинского залива и юго-востока Камчатки во время ВЦВ осенью 2020 г на «Анисифор Крупенин» (5-13 октября)

В светлое время суток во время движения судна с верхнего мостика проводился осмотр акватории, регистрация встреч и наблюдения за поведением ММ. Во время перехода от ворот Авачинской бухты в район м. Кекурный и б. Русская по курсу и обоим бортам судна до границы видимости наблюдалось ярко выраженное цветение воды. Вода была темного коричневого цвета на глубину не менее 3-4 м. Во многих местах на поверхности наблюдались несколько необычные следы желтоватой пены. Были осмотрены известные лежбища ММ в обследованном районе – на м. Кекурный (сивуч), в бухте Лиственничной (ларга, антур), на о. Уташуд (калан, ларга, антур, сивуч) и о. Крашенинникова (ларга, антур, калан). По всему маршруту движения судна и на лежбищах всего было встречено только 6 видов ММ (табл. 5.1).

Таблица 5.1. Регистрация встреч ММ во время обследования 5-13 октября 2020 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Лежбище/Акватория** | **Вид** | **Численность** |
| Лежбище о. Старичкова | Ларга | ~5 |
| Лежбище о. Уташуд | Ларга | ~30 |
| Лежбище м. Кекурный | Сивуч | 50 |
| Акватория б. Русская | Калан | 25 |
| Акватрия у о. Уташуд | Калан | 0 |
| Акватрия у о. Уташуд | Серый кит | 1 |
| Акватрия у о. Старичкова | Калан | 2 |
| Акватрия у о. Крашенниникова | Калан | 2 |
| Акватрия у о. Крашенниникова | Серый кит | 0 |
| Лежбище о. Крашенниникова | Ларга | 2 |
| На траверзе б. Зеленая | Горбатый кит | 1 |
| Акватория б. Листвиничная | Ларга | 1 |
| Устье р. Налычева | Ларга | 0 |
| На траверзе м. Крашенниникова | Малый полосатик | 1 |

Павших ММ во время всего обследования встречено не было. Поведение всех видов ММ не отличалось от нормального. Вызывает лишь некоторую настороженность низкая численность ММ во всех обследованных местах и полное отсутствие калана на о. Уташуд. Ранее этот вид всегда отмечался в районе этого острова в любой сезон года. В Интернет-медиа имелись сообщения о том, что в районе устья р. Налычева в конце сентября поведение ларги, обычно образующей в устье реки скопления на плаву из нескольких десятков животных, явно отличалось от нормального. Животные не боялись людей и подпускали их очень близко. Казалось, что они находятся под интоксикацией. Для проверки этого факта устье р. Налычева было обследовано нами, но ларга в устье и в прибрежной части моря в районе эстуария отсутствовала. О погибших ларгах в районе р. Налычева нам достоверной информации получить не удалось.

***Результаты наблюдений за встречами ММ при попутных рейсах летом 2021 г.***

В летний сезон было проведено несколько обследований акватории прибрежных вод Камчатки в районе Авачинского залива, юго-востока и юго-запада Камчатки и в районе полуострова Шипунский.

10 мая 2021 г. на парусном судне «Эсперанз» сделан выход из порта П-Камчатский к м. Кекурный и б. Русская. На мысе Кекурный на лежбище находилось более 300 сивучей разного пола и возраста, включая самок, кормящих сеголетков. Отмечено 7 меченых особей, из которых 2 были с о. Медный, 2 с о. Анциферова (северные Курилы), 1 с о. Тюлений (о. Сахалин) и 2 с м. Козлова (Камчатка) (рис. 5.5). В б. Русской по всей акватории наблюдались одиночные особи и небольшие группы кормящихся каланов, включая и самок с детенышами (всего 46 особей, в т.ч. 10 детенышей). В вершине бухты у северного берега была встречена группа ларг из 5 особей, а на входе в бухту – два кормящихся горбача. Участок побережья от м. Пирамидный до б. Тихирка, включая и всю б. Русскую, был обследован с расстояния 100-200 м от береговой линии. Погибших ММ нигде обнаружено не было. Поведение всех встреченных зверей, включая и сивучей на лежбище у м. Кекурный, также не имело каких-либо отклонений.

 A picture containing text, water

Description automatically generated

Рисунок 5.5. Сивучи на лежбище у м. Кекурный 10 мая 2021 г. Номерами (снимок справа) показаны меченые животные из разных мест происхождения (К – мыс Козлова, Y – о. Анциферова)

В конце июня и в августе 2021 г были выполнены наблюдения за встречами ММ на попутных судах на участке прибрежных вод от м. Лопатка до порта Петропавловск (3 маршрута) и от м. Лопатка до р. Озерной (2 маршрута). Судно двигалось параллельно берегу на удалении 3-4 миль со скоростью 7 узлов. В дневное время, когда проводились наблюдения, видимость была более 10 км, ветер умеренный, волнение менее 4 баллов на всех указанных маршрутах. Всего было встречено 3 горбача, 2 косатки, 1 серый кит и 3 группы белокрылых морских свиней общей численностью 18 особей. Поведение всех встреченных китообразных не отличалось от нормального. Павших ММ обнаружено не было.

***Результаты анализа фотоархива с лежбища сивуча на м. Кекурный за период с 01.09. 2020 по 01.06. 2021 г.***

В указанный период времени в разных частях лежбища сивучей у м. Кекурный находилось два фоторегистратора (рис. 5.6), которые фотографировали лежбище с интервалом в 10 минут. Из-за сильного прибоя во время декабрьского 2019 г. шторма солнечная панель у одной камеры, обеспечивающая зарядку аккумулятора, была смыта со скалы. После разрядки батареи эта камера перестала работать. Вторая камера исправно фотографировала лежбище в течение всей осени и зимы. Анализ фотоснимков показывает, что с начала сентября и до середины октября 2020 г. численность сивуча на лежбище была заметно ниже, чем в предыдущие годы, а в период с 10 сентября по 7 октября лежбище было пустым. На него лишь изредка выходили одиночные сивучи, но находились на берегу короткое время.

**A picture containing outdoor, ground

Description automatically generated**

Рисунок 5.6. Автономный архивный фоторегистратор с камерой высокого разрешения. Сконструирован и изготовлен научным сотрудником КФ ТИГ ДВО РАН, к.б.н. Алтуховым А.В. Используется на многих лежбищах сивуча Дальнего Востока России, Аляски (США), Британской Колумбии (Канада) и в Антарктиде для мониторинга колоний пингвинов

Большая группа сивучей появилась на лежбище лишь утром 7 октября 2020 г. Позднее в течение осени и зимы сивучи присутствовали на наблюдаемых участках регулярно, покидая его ненадолго лишь во время сильных штормов.

В период с 26 сентября по 6 октября 2020 г. на фотографиях хорошо заметно аномальное изменение цвета воды вокруг рифа, на котором, как правило, отдыхают сивучи (рис. 3.6). Обычный в этот период светло-синий или бирюзово-серый цвет воды стал вначале светло-коричневым, а позднее изменился до темно-коричневого цвета, который сопровождался наличием необычайно большого количества желтоватой пены. Эти факты убедительно показывают, что ВЦВ наблюдалось непосредственно у лежбища сивуча. Однако сивучи покинули лежбище, по крайней мере, за две недели до изменения цвета воды, и появились на нем только 7 октября и сразу большой группой, когда цвет воды снова вернулся к нормальному. Вполне возможно, что это была реакция животных на изменение цвета воды. Они уходили от лежбища на время высокой концентрации ВЦВ в воде. Погибших сивучей на лежбище или вокруг лежбища во время его обследования обнаружено не было.

**Waves crashing on rocks

Description automatically generated with low confidence A picture containing water, outdoor, wave

Description automatically generated**

Рисунок 5.7. Аномальное изменение цвета воды районе лежбища сивуча у мыса Кекурный в период с 26.09.2020 г. до 06.10.2020 г. Нормальный цвет воды (верхний снимок, 30.08.2020 г.) и темно-коричневый цвет характерный для ВЦВ (02.10. 2020 г.)

***Результаты анализа доступных сведений о выбросах погибших ММ в 2020-2021 гг.***

Поскольку до настоящего времени мониторинг смертности ММ в Камчатском регионе не ведется ни одной государственной организацией, ответственной за благополучие этих животных, и никаких официальных данных по этому вопросу не существует, мы проанализировали случайную информацию, оказавшуюся в нашем распоряжении из средств массовой информации (гл. образом Интернет).

Собранные данные представлены в таблице 5.2. Всего стало известно о 9 случаях находок живых или погибших ММ, относящихся к 5 видам. Как видно из таблицы, косатка отмечалась в трех случаях, один из них наблюдался на южной оконечности полуострова, мысе Лопатка, а два других – на западном побережье. Во всех трех случаях животные не имели выраженных травм и поэтому можно с большей уверенностью сказать, что они погибли от естественных причин. Одно животное в желудке имело остатки жира и мяса тюленя ларги (рис. 5.8). Следовательно, это животное относилось к плотоядному типу, который рыбой не питается. Низка вероятность, что животное погибло от воздействия ВЦВ, т.к. токсины накапливаются и попадают к ММ через беспозвоночных или мелких рыб, в которых они накапливаются, не оказывая на них негативного влияния.

Таблица 5.2. Сводные сведения о случаях обнаружения погибших ММ в Камчатском крае в период с сентября 2020 г. по ноябрь 2021 г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дата** | **Район** | **Вид** | **Комментарии** |
| 26.10.2020 | устье р. Хайрюзова, западное побережье | Косатка | В отливной прибойной зоне была обнаружена молодая живая косатка. Трое местных жителей отбуксировали зверя к воде и вытолкали на глубокую воду. По их сведениям, косатка ушла в море. |
| 05.11.2020 | 6 км к северу от устья р. Озерная, западное побережье | Косатка | Мертвая некрупная косатка, возможно молодой самец, длиной около 5 м. Появилась на берегу примерно неделю назад. На хвостовом плавнике имеется веревка, но вероятно она привязана была уже после того, как животное было на берегу. Каких-либо признаков повреждений на теле не имеется. |
| 15.11.2020 | в районе пос. Крутогорово, западное побережье | Финвал | Выброшен погибший финвал. Свежий. Взрослая особь, длиной 19 м. Пол неизвестен. |
| 16.05.2021 | Халактырский пляж | Северный плавун | Старый труп, в значительной степени разложения, без внутренностей, длина 10+ м (хвостовой стебель сломан и подогнут под кита), расчетная длина 12 м. Взрослая особь. |
| 27.07.2021 | о. Верхотурова | Малый полосатик | Погибший. Средняя стадия разложения. В прибое в воде. Взрослый. Внешних повреждений нет. |
| 01.09.2021 | Халактырский пляж | Финвал | Погибший. Молодое животное, длина тела 7 м. Свежий, находится в воде в прибое. Внешних повреждений нет. |
| 01.09.2021 | м. Лопатка | Косатка | Погибшая взрослая косатка, самец, труп свежий. Внешних повреждений нет. Вскрыт желудок. Обнаружены куски жира с мясом ларги. Следовательно, это транзитный тип косатки. |
| 18.10.2021 | Севернее устья р. Озерная, западное побережье | Финвал | Старый труп, выброшен давно, в значительной степени разложения, сильно объеден медведями. Опутан вокруг тела несколько раз толстым канатом, похожим на растяжку для ставного невода. Канат проходит через рот, туго затянут. Погиб от запутывания в рыболовном канате. |
| 01.11.2021 | Бухта Англичанка, Авачинский залив | Северный китовидный дельфин | Старый труп, полузамыт в песок, на фото плохо виден. Возможно, ошибка в определении вида. |

A picture containing sky, outdoor, water, beach

Description automatically generated 

Рисунок 5.8. Погибшая косатка на западном побережье недалеко от мыса Лопатка 01.09.2021 г. Косатка была обнаружена свежей сутками раньше. Но обнаружившие ее бурые медведи успели изрядно поесть. На правом фото – содержимое желудка косатки (остатки шкуры, мяса и жира тюленя – ларги)

Из трех случаев гибели финвала в одном можно с уверенностью утверждать, что причиной его гибели стало запутывание в канате от рыболовных снастей (табл. 5.2). Толщина и длина каната позволяет предположить, что это была растяжка ставного невода. Состояние трупа указывает на то, что животное утонуло летом, когда вдоль всего побережья стояло множество ставных неводов. В двух других случаях причину гибели предположить затруднительно.

Повреждения на животных отсутствуют (рис. 5.9). Поэтому не исключено, что оба животных могли оказаться жертвами ВЦВ.

A shark on a beach

Description automatically generated with low confidence

Рисунок 5.9. Свежий труп финвала на западном побережье недалеко от пос. Крутогорово 15.11.2020 г. *Местные жители заметили финвала еще в воде и сразу после того, как он оказался на суше, начали его разделку на мясо для питания собак*

Жертвой ВЦВ также мог оказаться и малый полосатик, обнаруженный на о. Верхотурова 27 июля 2021 г. (табл. 5.2). Труп был полуразложившийся, но на нем также отсутствовали какие-либо видимые повреждения (рис. 5.10).

*A group of dolphins swimming in water

Description automatically generated with low confidence*

Рисунок 5.10. Малый полосатик у юго-восточной оконечности о. Верхотурова, 27.07.2021 г.

Остальные два вида китообразных, северный плавун (рис. 3.10) и северный китовидный дельфин, как и косатка, относятся к зубатым китам. Они обитают в открытом океане, на больших глубинах и, как правило, далеко от берега, где ВЦВ наблюдаются значительно реже. Поэтому гибель от ВЦВ этих погибших ММ мы считаем маловероятной.

**A fish on a beach

Description automatically generated with low confidence**

Рисунок 5.11. Почти разложившийся труп северного плавуна на Халактырском пляже, 16.05.2021 г. Кита выбросило в 3 км севернее базы серфингистов, в том месте, где осенью 2020 г. наблюдалось наиболее сильное ВЦВ

Случаев гибели или обнаружения погибшими ластоногих нам обнаружить не удалось. В первую очередь, это связано с размером животных. Они значительно мельче и их труднее заметить, они быстрее разлагаются или поедаются и утаскиваются с побережья дикими животными, да и люди обращают больше внимания на необычных, крупных животных. Для получения достоверных данных необходимо детальное обследование побережья.

Наблюдатели, проводившие продолжительные полевые наблюдения на лежбищах северного морского котика и сивуча на Командорских островах и о. Тюлений у побережья о. Сахалин летом 2021 г., не отмечали какого-либо аномального поведения животных или фактов необычно высокой смертности этих видов на лежбищах. Не наблюдалось также погибших животных и на лежбище у мысов Козлова (Кроноцкий полуостров), Шипунского, б. Железной, м. Сивучьего (Камчатский полуостров) и на Курильских островах во время их обследования в мае-августе 2021 г. Не отмечали мы и заметного изменения численности животных во время обследования разных лежбищ. Половой и возрастной состав животных был характерным для каждого из указанных лежбищ в соответствии с датой обследования. Поэтому можно с большой долей уверенности сказать, что летом 2021 г. ВЦВ не оказывало видимого негативного влияния на эти два вида ластоногих. Однако, лежбища сивуча находятся на обрывистых скалах и рифах, заплескиваемых прибоем и затопляемых водой во время прилива. Погибшие животные быстро смываются водой и уносятся в океан, особенно в зимний период. Поэтому эти данные мы считаем лишь дополнительными, косвенными данными при оценке воздействия особенно сильного цветения водорослей, наблюдавшегося осенью 2020 г.

В целом, представленные здесь сведения никак не могут характеризовать ни видовой состав погибших ММ, ни размах, ни географию их смертности в регионе. Они лишь позволяют сделать предположения о том, какие виды ММ могли быть подвержены влиянию ВЦВ в Камчатском крае или другим опасностям, таким как рыболовство.

1. **ВЫВОДЫ**

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Степень негативного воздействия ВЦВ осенью 2020 г. на видовой состав и численность донных организмов, обитающих на литорали (приливно-отливная зона), оказалась значительно ниже, чем на гидробионтов верхней сублиторали (глубины от 4 до 20 м).

2. Возникшая осенью 2020 г. неблагоприятная экологическая обстановка не оказала негативного воздействия на видовой состав и обилие в прибрежье Южной Камчатки водорослей-макрофитов.

3. В незначительной степени пострадали отдельные группы беспозвоночных, зарывающихся в грунт (некоторые актинии, двустворчатые моллюски) или скрывающихся в своих защитных убежищах – раковинах и трубках (многощетинковые черви, раки-отшельники).

4. «Красный прилив» вызвал гибель значительного количества малоподвижных гидробионтов (панцирные моллюски, чешуйчатые голотурии), или прячущихся в расщелинах подводных скал осьминогов и рыб (преимущественно сем. Stichaeidae).

5. Наибольшее воздействие неблагоприятная обстановка оказала на гидробионтов, сидящих на открытой поверхности подводных камней (губки, актинии, мшанки) или медленно передвигающихся по ней (иглокожие).

6. Неблагоприятные экологические условия практически не повлияли на жизнедеятельность активно перемещающихся донных беспозвоночных (крабы), рыб (терпуги, рогатковые, широколобый окунь) и морских млекопитающих (тюлень ларга, сивуч, калан), способных избегать участков прибрежной акватории с неблагоприятной средой обитания.

7. Красный прилив, наблюдавшийся в Авачинском заливе и Юго-Востоке Камчатки осенью 2020 г. не вызвал массовой смертности ММ. По результатам краткосрочных обследований прибрежных вод осенью 2020 г. и попутных наблюдений зимой, весной и летом 2021 г заметных выбросов погибших ММ обнаружено не было.

8. Автономные архивные фоторегистраторы, установленные на лежбище сивуча у м. Кекурный, зафиксировали интенсивное цветение воды в конце сентября-начале октября 2020г. непосредственно у лежбища сивуча. Однако численность животных на нем была невысока. Возможно, сивучи каким-то образом могут определять появление ВЦВ и могут избегать таких районов.

9. В Камчатском крае не налажен мониторинг и расследование фактов выброса на побережье погибших ММ. Случайные сообщения в Интернет-медиа указывают, что выбросы погибших ММ на берег наблюдаются во многих районах западного, восточного побережья и на Командорских островах. Погибшие ММ могут быть важным источником информации. Они могут быть сигналом о происходящих в океане умеренных ВЦВ, которые влияют на ММ губительно, но остаются для человека не замеченными. Поэтому важно организовать систему сбора такой информации, создать службу реагирования для обследования погибших животных, отбора проб от них и определения причины их гибели. Это позволит получать более полную картину ВЦВ в акваториях, омывающих Камчатку.

Исполнители работ благодарят за помощь при обследовании прибрежья юго-восточной Камчатки и предоставленные для анализа фотоматериалы подводного фотографа А.В. Коробка, участника Курило-Камчатской экспедиции ККО РГО В.А. Анисимова за материалы, собранные в 2021 г. у о. Шумшу, военных водолазов в/ч 31268, осуществлявших сбор количественных гидробиологических проб в б. Вилючинской в ноябре 2021 г., а также руководство ООО «Подводремсервис» и экипаж судна «Ларус» за доставку сотрудников и обеспечение водолазных работ.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Van Dolah F.M. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. // Environ Health Perspect. 2000. Т.108 Suppl 1. № Suppl 1. С. 133-141. doi: 10.1289/ehp.00108s1133.
2. Moore S.K., Trainer V.L., Mantua N.J., Parker M.S., Laws E.A., Backer L.C., Fleming L.E. Impacts of climate variability and future climate change on harmful algal blooms and human health. // Environ Health. 2008. Т.7 Suppl 2. № Suppl 2. С. S4. doi: 10.1186/1476-069x-7-s2-s4.
3. Bursa A. Phytoplankton in Coastal Waters of the Arctic Ocean at Point Barrow, Alaska. // Arctic. 1963. Т.16. № 4. С. 213-292.
4. Cusick K.D., Sayler G.S., 2013. An overview on the marine neurotoxin, saxitoxin: genetics, molecular targets, methods of detection and ecological functions // Mar Drugs. Т.11. № 4. С. 991-1018. doi: 10.3390/md11040991.
5. Todd E.C.D. Domoic Acid and Amnesic Shellfish Poisoning – A Review. // J Food Prot. 1993. Т.56. № 1. С. 69-83. doi: 10.4315/0362-028x-56.1.69.
6. Berman F.W., Lepage K.T., Murray T.F. Domoic acid neurotoxicity in cultured cerebellar granule neurons is controlled preferentially by the NMDA receptor Ca(2+) influx pathway. // Brain Res. 2002. Т.924. № 1. С. 20-9. doi: 10.1016/s0006-8993(01)03221-8.
7. Fire S.E., Wang Z., Byrd M., Whitehead H.R., Paternoster J., Morton S.L., 2011. Co-occurrence of multiple classes of harmful algal toxins in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) stranding during an unusual mortality event in Texas, USA // Harmful Algae. Т.10. № 3. С. 330-336. doi: https://doi.org/10.1016/j.hal.2010.12.001.
8. Сидоров К.С., Бурдин А.М. Исследование кормовых ресурсов камчатской популяции калана // Научно-исследовательские работы по морским млекопитающим северной части Тихого океана в 1984/85 г. М.: ВНИРО, 1986. С. 107-116.
9. Сидоров К.С., Акимов С.Е. Полигонные работы по мониторингу прибрежных сообществ в Командоро-Камчатском районе за 1987 г. // тез. докл. III Всесоюзн. конф. по морск. биол. Киев: АН УССР, 1988. Ч. I. С. 288-289.
10. Бурдин А.М., Данилин Д.Д. О повторяемости ситуации и короткой памяти (к истории «красных приливов» в прибрежных водах Камчатки): матер. XXII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящ. 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского, к.б.н., И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 17-21 DOI: 10.53657/9785961004038\_17.
11. Коростелев С.Г., Данилин Д.Д., Корнев С.И. О масштабах и возможных причинах выбросов морских гидробионтов в сентябре-октябре 2020 г. на побережье юга Камчатки и северных Курильских островов // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики: тез. докл.в II Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. «Моисеевские чтения», посвящ. памяти камчатского ученого Р.С. Моисеева (Петропавловск-Камчатский, 9-10 декабря 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 34-39. DOI: 10.53657/9785961004069\_34.
12. Burek K.A., Gulland F.M., O'hara T.M. Effects of climate change on Arctic marine mammal health. // Ecol Appl. 2008. Т.18. № 2 Suppl. С. S126-34. doi: 10.1890/06-0553.1.
13. Лебедев С.П. Внимание «красный прилив» // Рыбн. хоз-во. 1968. № 5. С. 19-20.
14. Куренков И.И. Красный прилив в Авачинской бухте // Рыбн. хоз-во. 1974. № 4. С. 20-21.
15. Орлова Т.Ю., Коновалова Г.В., Ошурков В.В. «Красный прилив», вызванный «цветением» инфузории *Mesodinium rubrum* в Авачинской губе (Камчатка) // Биол. моря. 1985. № 6. С. 54-61.
16. Коновалова Г.В. «Красные приливы» у восточной Камчатки (Атлас-справочник). Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1995. 56 с.
17. Jurgens L.J., Rogers-Bennett L., Riamondi P.T., Schiebelhut L.M., Dawson M.N., Grosberg R.K., Gaylord B. Patterns of Mass Mortality among Rocky Shore Invertebrates across 100 km of Northeastern Pacific Coastline // PLoS ONE. 2015. Vol. 10. №6. e0126280. doi:10.1371/journal.pone.0126280.

# Hokkaido Autumn Salmon and sea urchins are dying in large numbers <https://www.tellerreport.com/life/2021-10-12-hokkaido-autumn-salmon-and-sea-urchins-are-dying-in-large-numbers.SJDoWrg7rY.html>.

1. Сомов А.Г. «Красные приливы» и морские млекопитающие в Беринговом и Охотском морях // тез. докл. второй междунар. конф. 2002. Байкал, Россия, 10-15 сентября 2002 г. С. 239-240.
2. Сомов А.Г. «Красные приливы», морские млекопитающие-бентофаги и медицинский аспект проблемы // сб. науч. тр. по материалам третьей междунар. конф. 2004. Коктебель, Крым, Украина, 11-17 октября 2004 г. С. 516-518.
3. Сомов А.Г. Вероятная причина гибели лахтаков в Ямском лимане залива Шелихова Охотского моря в 2001 году. // Труды ВНИРО. 2017. Т.168. С. 40-48.
4. Lefebvre K.A., Quakenbush L., Frame E., Huntington K.B., Sheffield G., Stimmelmayr R., Bryan A., Kendrick P., Ziel H., Goldstein T., Snyder J.A., Gelatt T., Gulland F., Dickerson B., Gill V. Prevalence of algal toxins in Alaskan marine mammals foraging in a changing arctic and subarctic environment. // Harmful Algae. 2016. Т.55. №. С. 13-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.01.007>.
5. Gulland F. Domoic acid toxicity in California sea lions ({IZalophus californianus}) stranded along the central California coast, May-October 1998. [Silver Spring, MD]: U.S. Department of Commerce, 2000. 45 с.
6. Bejarano A.C., Van Dolah F.M., Gulland F.M.D., Schwacke L. Exposure assessment of the biotoxin domoic acid in California sea lions: application of a bioenergetic model. // Marine Ecology Progress Series. 2007. Т.345. №. С. 293-304.
7. Goldstein T., Mazet J.A., Zabka T.S., Langlois G., Colegrove K.M., Silver M., Bargu S., Van Dolah F., Leighfield T., Conrad P.A., Barakos J., Williams D.C., Dennison S., Haulena M., Gulland F.M. Novel symptomatology and changing epidemiology of domoic acid toxicosis in California sea lions (Zalophus californianus): an increasing risk to marine mammal health. // Proc Biol Sci. 2008. Т.275. № 1632. С. 267-76. doi: 10.1098/rspb.2007.1221.
8. Geraci J.R., Anderson D.M., Timperi R.J., Aubin D.J.S., Early G.A., Prescott J.H., Mayo C.A. Humpback Whales (Megaptera novaeangliae) Fatally Poisoned by Dinoflagellate Toxin. // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1989. Т.46. № 11. С. 1895-1898. doi: 10.1139/f89-238.
9. Degange A.R., Vacca M.M. Sea otter mortality at Kodiak Island, Alaska, during summer 1987. // Journal of Mammalogy. 1989. Т.70. № 4. С. 836-838.
10. Costas E., López-Rodas V. Paralytic phycotoxins in monk seal mass mortality. // Veterinary Record. 1998. Т.142. №. С. 643-644.
11. Hendrix A.M., Lefebvre K.A., Quakenbush L., Bryan A., Stimmelmayr R., Sheffield G., Wisswaesser G., Willis M.L., Bowers E.K., Kendrick P., Frame E., Burbacher T., Marcinek D.J. Ice seals as sentinels for algal toxin presence in the Pacific Arctic and subarctic marine ecosystems. // Mar Mamm Sci. 2021. Т.37. № 4. С. 1292-1308. doi: 10.1111/mms.12822.
12. Santora J.A., Mantua N.J., Schroeder I.D., Field J.C., Hazen E.L., Bograd S.J., Sydeman W.J., Wells B.K., Calambokidis J., Saez L., Lawson D., Forney K.A. Habitat compression and ecosystem shifts as potential links between marine heatwave and record whale entanglements. // Nat Commun. 2020. Т.11. № 1. С. 536. doi: 10.1038/s41467-019-14215-w.
13. Reeves R., Rosa C., George J.C., Sheffield G., Moore M. Implications of Arctic industrial growth and strategies to mitigate future vessel and fishing gear impacts on bowhead whales. // Marine Policy. 2012. Т.36. № 2. С. 454-462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.08.005>.
14. Бурканов В.Н. Береговые лежбища и численность сивуча на Камчатке // тез. докл. ix всесоюз. совещания по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих. 1986. Архангельск, 9-11 сентября 1986 г. С. 65-67.
15. Бурканов В.Н. Современное состояние ресурсов морских млекопитающих на Камчатке // Сб. В.Е. Пинигин (Ред.), Рациональное использование биоресурсов Камчатского шельфа. 1988. С. 138-176.
16. Бурканов В.Н. Динамика и современное состояние численности сивуча в водах России, 1989-1999 гг // матер. междунар. конф. 2000. Архангельск, 21-23 сентября 2000 г. С. 56-65.
17. Бурканов В.Н., Артюхин Ю.Б., Браун П., Вада А., Вада К., Вэйт Д., Засыпкин М.Ю., Калкинс Д., Неведомская И.А., Павлов Н.Н., Трухин А.М., Хошино Х. Краткие результаты обследования лежбищ сивуча в водах Дальнего Востока России в 2001 году // тез. докл. второй междунар. конф. 2002. Байкал, 10-15 сентября 2002 г. С. 56-59.
18. Бурканов В.Н., Алтухов А.В., Белобров Р.В., Блохин И.А., Вертянкин В.В., Вэйт Д.Н., Калкинс Д.Г., Кузин А.Е., Лафлин Т.Р., Мамаев Е.Г., Никулин В.С., Пермяков П.А., Пуртов С.Ю., Трухин А.М., Фомин В.В., Загребельный С.В. Краткие результаты учетов сивуча (Eumetopias jubatus) в водах России в 2004-2005 гг. // Морские млекопитающие Голарктики: сб. науч. тр. по матер. четвертой междунар. конф. 2006. Санкт-Петербург, Россия, 10-14 сентября 2006 г. С. 111-116.
19. Бурканов В.Н. Сивуч // *Сб*. М. Л. Болдырев, Е. С. Лебедева and В. Г. Лакеев (Eds.), Морские млекопитающие Российской Арктики и Дальнего Востока: атлас. 2017. С. 201-205.
20. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. Состав литоральной ихтиофауны северо-восточной части Авачинской губы (Восточная Камчатка) в 2014-2021 гг.: матер. XXII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящ. 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского, к.б.н., И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 168-172 DOI: 10.53657/9785961004069\_168.
21. Данилин Д.Д., Будникова Л.Л., Сахаровский С.И., Токранов А.М., Жигадлова Г.Г., Санамян Н.П., Санамян К.Э., Иванова А.С. Предварительные результаты обследования литоральной зоны Южно-Камчатского природного парка // матер. XXII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящ. 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского, к.б.н., И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 184-189. DOI: 10.53657/9785961004038\_184.
22. Токранов А.М., Данилин Д.Д., Жигадлова Г.Г., Санамян К.Э., Санамян Н.П., Усатов И.А. Оценка воздействия возникшей осенью 2020 г. у берегов Камчатки неблагоприятной экологической обстановки на представителей различных групп гидробионтов: сб. трудов X межд. науч.-практ. конф. «Морские исследования и образование. Maresedu-2021» (Москва, 24-28 октября 2021 г.). – В печати.

**Публикации сотрудников по теме за 2021 г.:**

1. Бурдин А.М., Данилин Д.Д. О повторяемости ситуации и короткой памяти (к истории «красных приливов» в прибрежных водах Камчатки): Матер. XXII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящ. 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского, к.б.н., И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 17-21 DOI: 10.53657/9785961004038\_17.
2. Коростелев С.Г., Данилин Д.Д., Корнев С.И. О масштабах и возможных причинах выбросов морских гидробионтов в сентябре-октябре 2020 г. на побережье юга Камчатки и северных Курильских островов // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики: Тез. докл.в II Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. «Моисеевские чтения», посвящ. памяти камчатского ученого Р.С. Моисеева (Петропавловск-Камчатский, 9-10 декабря 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 34-39. DOI: 10.53657/9785961004069\_34.
3. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. Состав литоральной ихтиофауны северо-восточной части Авачинской губы (Восточная Камчатка) в 2014-2021 гг.: Матер. XXII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящ. 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского, к.б.н., И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 168-172 DOI: 10.53657/9785961004069\_168.
4. Данилин Д.Д., Будникова Л.Л., Сахаровский С.И., Токранов А.М., Жигадлова Г.Г., Санамян Н.П., Санамян К.Э., Иванова А.С. Предварительные результаты обследования литоральной зоны Южно-Камчатского природного парка: на XXII международную научную конференцию «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвящённую 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, кандидата биологических наук, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского И.А. Полутова (Петропавловск-Камчатский, 17-18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. С. 184-189. DOI: 10.53657/9785961004038\_184.
5. Токранов А.М., Данилин Д.Д., Жигадлова Г.Г., Санамян К.Э., Санамян Н.П., Усатов И.А. Оценка воздействия возникшей осенью 2020 г. у берегов Камчатки неблагоприятной экологической обстановки на представителей различных групп гидробионтов // Сб. трудов X Межд. науч.-практ. конф. «Морские исследования и образование. Maresedu-2021» (Москва, 24-28 октября 2021 г.). – М., в печати.