

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК
"УСТЬ-ЛЕНСКИЙ"**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГУ ГПЗ
"Усть - Ленский"
_____ А.Ю.Гуков
1 сентября 2009 года

О Т Ч Ё Т
по теме:

**Исследование, анализ и оценка
экологического состояния бассейна бухты
Тикси и залива Булункан**

И.А.Якшина

Ведущий научный сотрудник

ФГУ ГПЗ "Усть-Ленский"

В.М Карлов

Старший научный сотрудник

ФГУ ГПЗ "Усть-Ленский".

Тикси, 2009

Отчет по теме.

ВВЕДЕНИЕ.

Доклад отражает анализ данных, полученных во время исследования водной экосистемы залива Булункан в 2008 и 2009 годах. В бухте Тикси расположен самый крупный в Якутии морской торговый порт; в этом районе располагается один из очагов загрязнения шельфа моря Лаптевых. Исторически загрязненность донных осадков и берегов накапливалась, начиная с 1902 года, когда здесь была брошена яхта «Заря» - судно Русской полярной экспедиции. Судходство, промышленные и бытовые стоки, сплав леса в 70-е и 80-е годы двадцатого века привели к ухудшению качества вод и условий существования водных организмов, начиная от одноклеточных микроорганизмов, заканчивая полярными дельфинами-белухами. Средняя концентрация нефтяных загрязнителей в бухте Тикси составляет более 0.1 мг/г, причем в заливе Булункан концентрация нередко превышает 1.0 мг/г.

Источник загрязнения моря и донных осадков шельфа - вынос речных вод р.Лены. В воде устьевого участка протоки Быковская концентрация нефтяных углеводородов в течение года изменяется незначительно: в среднем от 0.02-0.04 мг/л в период зимней межени до 0.05-0.08 мг/л в летнюю межень. Наиболее высоким содержание нефтепродуктов было в годы интенсивного судходства: в 1978г. (1.30 мг/л - 26 ПДК) и 1979г. (1.35 мг/л - 27 ПДК). В 1979г. было зарегистрировано и высокое придонное загрязнение (4 ПДК). Повышение концентрации нефтепродуктов в воде до 6 ПДК наблюдалось в устье Лены после катастрофического паводка в мае 2001 г. В районе Кюсюра 31 мая наблюдалась концентрация 0.33 мг/л

Определение содержания растворенного в воде кислорода показывает, что в течение года эти величины близки к природным. Наблюдения за экологическим состоянием шельфа моря Лаптевых проводятся с 1978 г. путем отбора проб на гидробиологический и гидрохимический анализ на станциях в бухте Тикси и заливе Булункан и последующей их обработки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

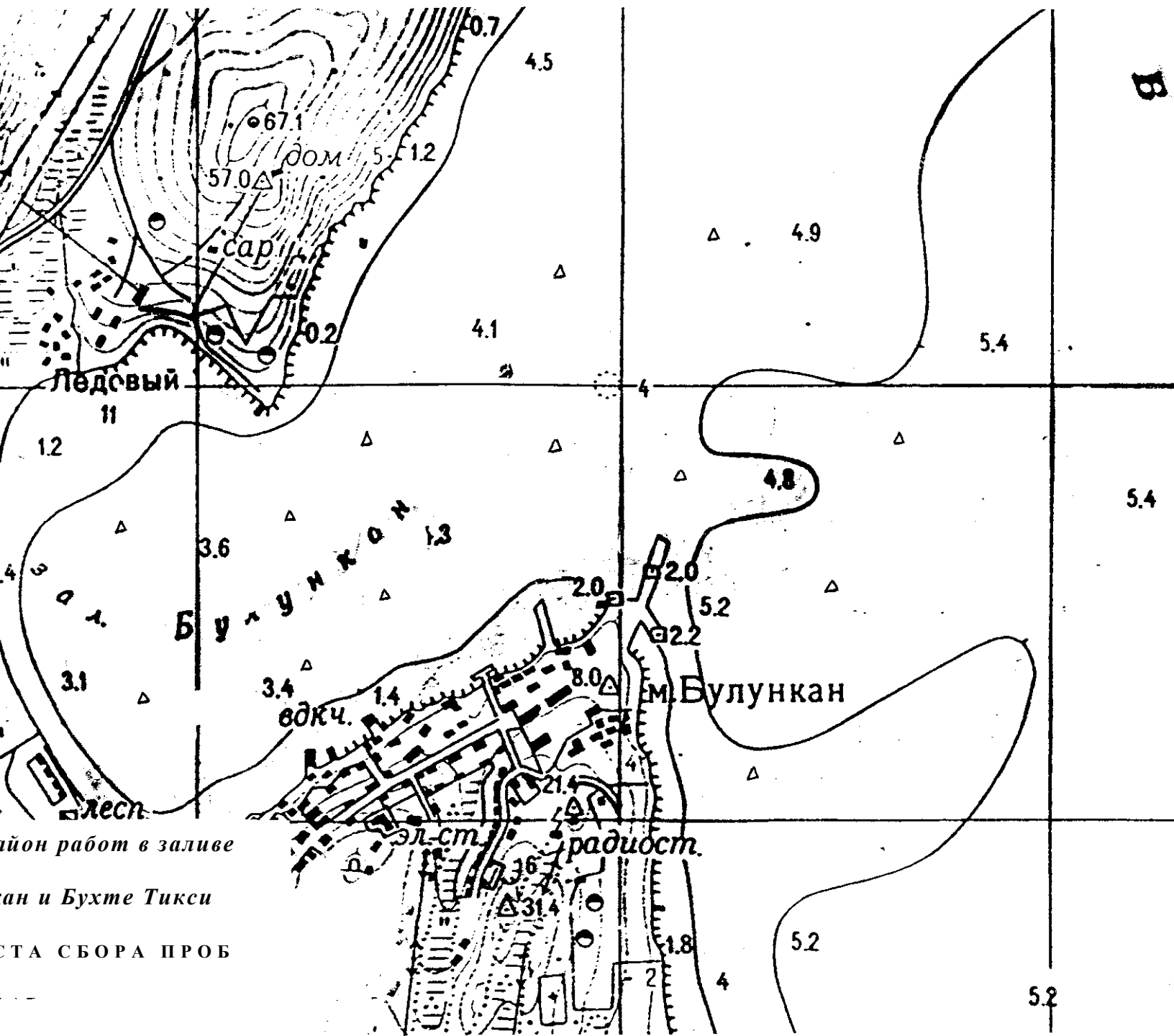
Цель исследований - сравнить состояние зоопланктона и зообентоса в период с 2008 по 2009 годы.

Материалы наблюдений обрабатывались в Лаборатории мониторинга

Тиксинского управления по гидрометеорологии и мониторингу среды и Усть-Ленском госзаповеднике до начала работ по очистке дна бухты Тикси от затонувшей древесины и древесного мусора и после окончания работ.

Для анализа с целью установления многолетних тенденций были использованы все имеющиеся данные, специально были отобраны пробы на зоопланктон и зообентос в бухте Тикси и заливе Булункан (рис.1).

Пробы зоопланктона отбирались сетью Джели с диаметром входного отверстия 12 см по 3 сетки со столба воды. После отбора пробы фиксировались 40 % раствором формалина из расчета 50 мл формалина на



район работ в заливе
 ан и Бухте Тикси
 СТА СБОРА ПРОБ

1000 мл воды или раствором Люголя 10-30 мл на 1000 мл воды. Затем пробы фильтровались в воронке Зейтца через мембранный фильтр №6. Далее весь объем сконцентрированной пробы просматривался в камере Богорова под микроскопами МБС и "Биолам" (Руководство..., 1980). Зоопланктон исследовался на видовой состав, определялись общая численность и биомасса основных видов и групп, а также индекс сапробности по индикаторным организмам.

Отбор проб зообентоса производился дночерпателем Петерсена ДЧ-0.025м². Пробы донного грунта промывались через систему сит, последнее с диаметром ячеек 0.1 мм. Организмы зообентоса разбирались по группам и фиксировались 70% этиловым спиртом. Обработка проб осуществлялась с помощью бинокля МБС-9 и микроскопа "Люмам". Определялись видовой состав, плотность поселения и биомасса зообентоса.

Содержание растворенного в воде кислорода определялось при помощи модифицированного метода Винклера, диоксида углерода прямым тетриметрическим определением, сероводородоокислением йодом в кислой среде (Руководство..., 1977).

Минимальная определяемая концентрация фенолов в донных отложениях составляет 0.2-0.3 мкг/г. Анализ содержания фенола осуществлялся экстракционно-фотометрическим методом с применением бутил ацетата.

ОБЩИЙ ХАРАКТЕР СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАЛИВА БУЛУНКАН.

Важную роль в жизнедеятельности организмов играют микроорганизмы. Биомасса бактерий в среднем изменялась от 0.120 мг С сухого вещества на литр зимой до 0.511 - летом. Биомасса бактерий прямо пропорционально связана с их численностью и возрастает в период открытой воды.

Нефтеокисляющие (углеводородоокисляющие) бактерии играют значительную роль в процессах очищения воды, разлагая различные фракции нефти: мазут, бензин, соляр и др.

Содержание НУ связано с концентрацией нефтяных углеводородов, т.е. чем выше нефтяное загрязнение, тем большее количество углеводородоокисляющих бактерий развивается в воде.

Среднегодовая численность углеводородоокисляющих бактерий изменяется от 1,5 тыс.кл./л в 1982г. до 0.32 млн. кл./л в 1983г. Сапрофитные бактерии меняют свою численность в течение года в среднем от 150 кл./л в апреле до 0.4 млн. кл./л в январе. Максимальных значений сапрофиты достигают обычно в летнее время, что связано с увеличением поступления речных вод, богатых органическими веществами. Максимальное и минимальное развитие фенолоокисляющих бактерий было зарегистрировано в 1989 г.: минимальное в декабре (18 кл./мл), максимальное - в июле (0.4 млн. кл./мл).

Организмы арктического океана обладают широким диапазоном толерантности, они приспособлены к резким изменениям солености и температуры воды. Однако те же организмы очень чувствительны к антропогенному загрязнению, в том числе, сульфидному и хлоридному.

Токсиканты, поступающие в прибрежную часть моря, оказывают отпугивающее и привлекающее действие, изменяют условия нагула, зимовки и нереста рыб, способствуют созданию высоких концентраций рыб на ограниченной акватории, отпугивают их от кормовых организмов, затрудняя тем самым использование кормовой базы и снижая биопродуктивность водоема в целом.

В заливе Булункан возможно возникновение предзаморных явлений и заморов. Они происходят вследствие естественного ухудшения аэрации водоема при его замерзании или в результате антропогенного загрязнения водоема окисляющимся органическим загрязнителем, в т.ч. в связи со скоплением гниющей растительности, древесины или развитием микроорганизмов, выделяющих токсические вещества. Замор может возникнуть и от прямого отравления вод ядовитыми веществами и отходами производства. Заморы бывают летние (во время цветения воды) и зимние (в период существования ледового покрова содержание кислорода снижается до 5-30 % нормального насыщения).

У дна концентрация кислорода может составлять 6.1 мг/л. Недостаток кислорода оказал влияние на состояние гидробионтов. В структуре донных биоценозов были обнаружены полихеты (более 70% общей численности организмов бентоса), нетребовательные к кислороду. Наиболее чувствительные к недостатку кислорода ракообразные, мизиды, изоподы и амфиподы составляли менее 5% от общей численности бентоса.

Содержание кислорода в заливе Булункан падает под воздействием нескольких процессов. В течение зимы происходит постепенное нарастание ледяного покрова, толщина которого достигла к июню 215 см. Увеличение мощности льда уменьшает объем воды в заливе, способствует концентрации органических, биогенных и загрязняющих веществ в заливе.

Сокращение в зимнюю межень стока реки Лены сокращает поступление в бухту Тикси и залив Булункан речных вод, богатых кислородом. При разложении и гниении затонувшей древесины активно идут процессы поступления загрязняющих веществ и поглощения кислорода.

В качестве биологических сигналов предзаморного состояния нами используется факт подъема к прорубям во льду ювенильных особей ряпушки, омуля, сайки концентрация у нижней поверхности льда мизид, амфипод и равноногих раков, гибель планктонных организмов (до 20% особей).

СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ЗАЛИВЕ БУЛУНКАН.

Сравнительный анализ количественных характеристик зоопланктона в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива

Н. тыс.кл\л.

2008г.

2009г.

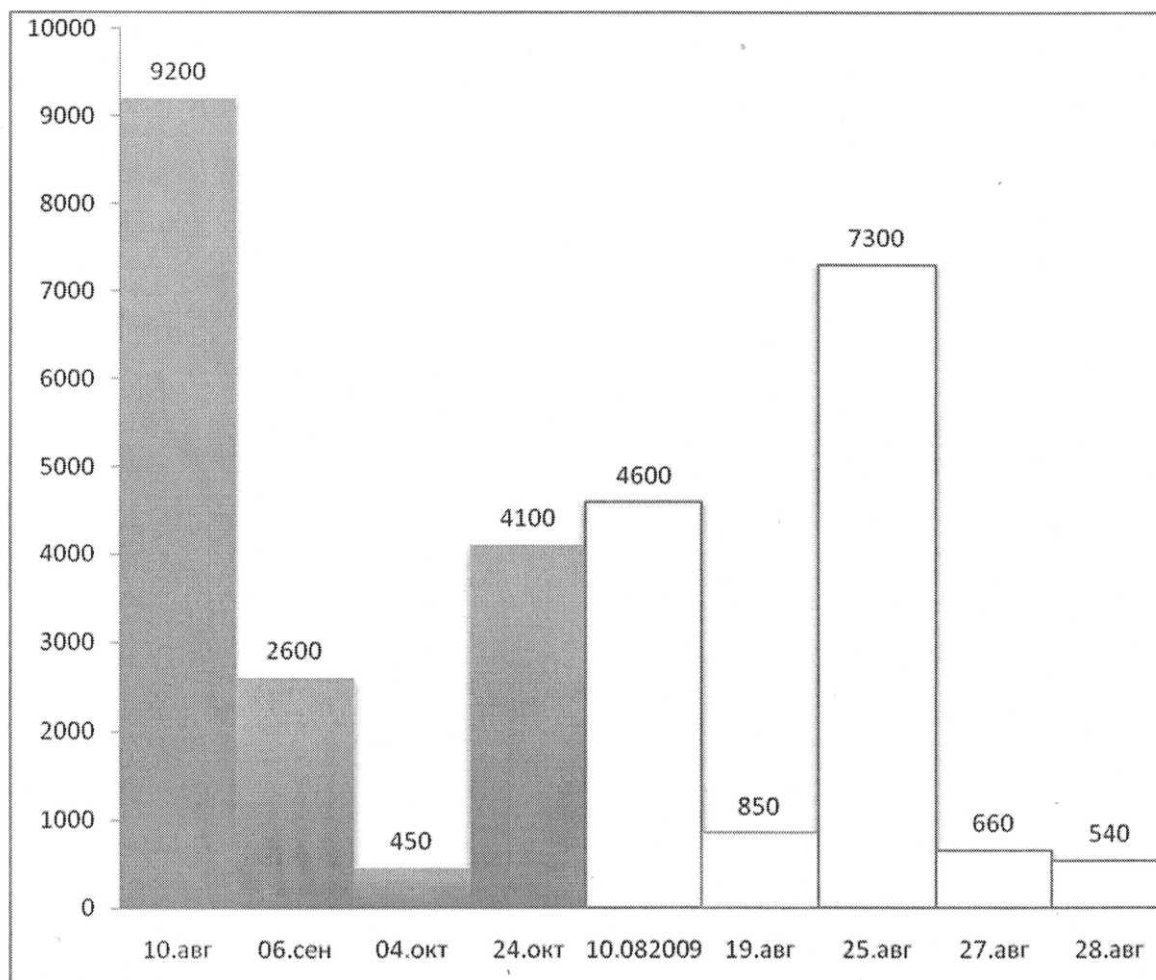


Рис 2. Характеристика общей численности зоопланктона залива Булункан в 2008-2009 гг.

Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от 450 тыс.кл\л в октябре до 9200 тыс.кл\л. в августе. Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя изменился -от 540 тыс.кл\л до 7300 тыс.кл\л. (табл.1). 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений , это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования водных организмов.

Анализ колебаний биомассы зоопланктона в 2008 и 2009 годах также подтверждает тенденцию изменения биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от 0,87 мг\л в октябре до 0,36 мг\л. в августе. Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя составляет от 0,89 мг.\л тыс.кл.\л до 0,86 мг\л. 25.08.2009, г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений , это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Общее количество видов зоопланктона в заливе Булункан составляет 35 видов, не считая мелких представителей гарпактикоид, а также ранние копеподитные стадии ракообразных (веслоногих). Зимой средняя численность организмов составляет 2300 экз./м³, биомасса -150 мг/м³.

Максимум численности отмечается, как правило, в летнее время. Пик численности зоопланктона запаздывает по отношению к максимуму годового развития зоопланктона: в летнее время его общая численность колеблется от 750 до 5217 экз./м³. Состав зоопланктона залива Булункан

складывается в процессе взаимодействия прибрежных распресненных вод с холодными и более солеными арктическими водами.

Кроме видов морского комплекса, обитающих при солености, приближенной к нормальной морской, большое значение имеет солоноватоводный комплекс. Виды этого комплекса, в большинстве своем являющиеся эндемичными для окраинных арктических морей, в массе выносятся течениями из распресненных прибрежных районов моря.

Зимой в районе залива Булункан наиболее часто встречаются солоноватоводные виды. Доминирующее положение занимал дрепанопус, доля этого вида составляет 1-90 % общей численности зоопланктона и 1-80 % общей биомассы. Присутствие половозрелых самок, самцов, значительного количества науплиев и копеподитов ранних стадий (до 80 % общей численности) указывают на размножение этого вида в марте-апреле (Абрамова, 1996).

Видовой состав характеризуется преобладанием организмов солоноватоводной и пресноводной фауны (до 70% видов - речные). Доминируют солоноватоводные виды: дрепанопус, лимнокалянус, яшновия и

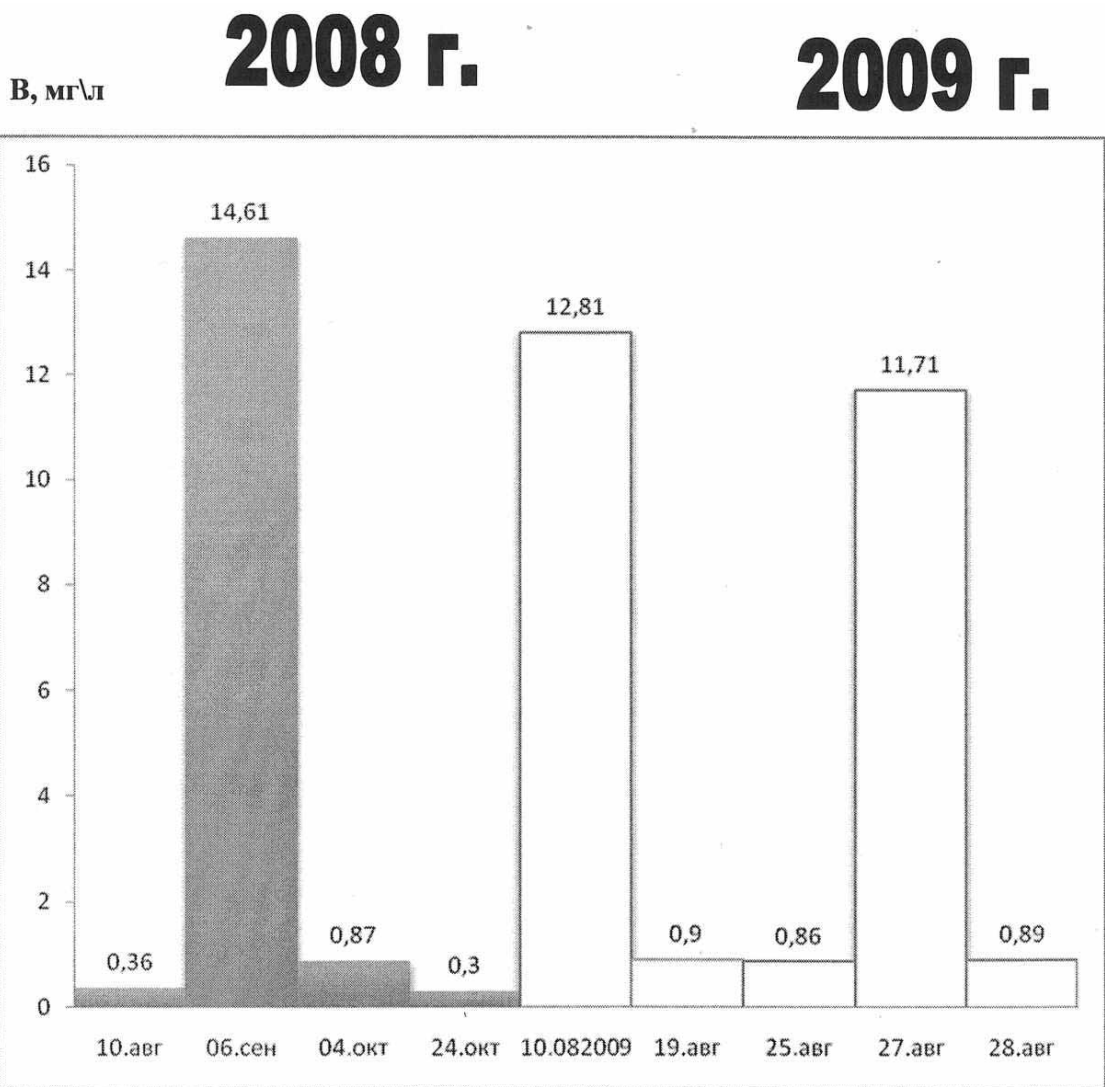


Рис. 3. Характеристика биомассы зоопланктона в заливе Булункан в 2008-2009 году.

другие копеподы (95 % и более от общей численности и 98.6 % от общей биомассы).

По сравнению с бухтой Тикси залив Булункан характеризуется, по данным многолетнего мониторинга, пониженными значениями численности, биомассы и видового состава зоопланктона. Во время исследований в 2007 г. в водах залива было отмечено 8 видов зоопланктона, что значительно меньше, чем в бухте Тикси (22 вида). Это связано с антропогенным загрязнением, низким содержанием кислорода в зимний период и высоким уровнем концентрации сульфидов и хлоридов.

Летом средняя численность составляла 932 экз./м³, биомасса- 67.2 мг/м³. В это время в планктоне доминировали веслоногие ракообразные (55% от общей численности и 92 % от биомассы).

Таблица 1. Характеристика зоопланктона залива Булункан

Год	Общая численность, тыс.кл./л	Биомасса, мг/л	Класс сапробности вод
10.08.2008	9200	0.36	-мезосапробный
06.09. 2008	2600	14.61	-мезосапробный
04.10. 2008	450	0.87	-мезосапробный
24.10.2008	4100	0.30	-мезосапробный
10.08.2009	4600	12.81	-мезосапробный
19.08.2009	850	0.90	-мезосапробный
25.08.2009	7300	0.86	-мезосапробный
27.08.2009	660	11.71	-мезосапробный
28.08.2009	540	0.89	-мезосапробный

СОСТОЯНИЕ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ В ЗАЛИВЕ БУЛУНКАН.

Деградация экосистемы залива Булункан крайней западной части бухты Тикси связана с деятельностью морского порта судоходством и загрязнением водной среды со стороны реки Лены. Отмеченные в массе в донных дражных пробах 1926 года, собранных Хмызниковым, полихеты *Euchone papillosa*, видимо, утратили свое доминирующее значение в биоценозе олигохет в заливе Булункан. В настоящее время эта экологическая ниша заполнена другими видами, видимо, морскими червями *Ampharete vega* и *Marezellaria wireni*.

Произошли некоторые другие явные изменения в населении дна бухты Тикси. Составляющие до 90% всей численности в дражных пробах мизиды *Mysis relicta* сейчас встречаются в гораздо меньших количествах и, видимо, гораздо реже. В пробах 1926 года не присутствуют такие заметные приапулиды, как *Halicryptus spinulosus*, хотя сейчас их биомасса достигает нередко 10-15% от общей. Явно в экосистеме дна за 100 лет произошли

N, экз./м² **2008 г.** **2009 г.**

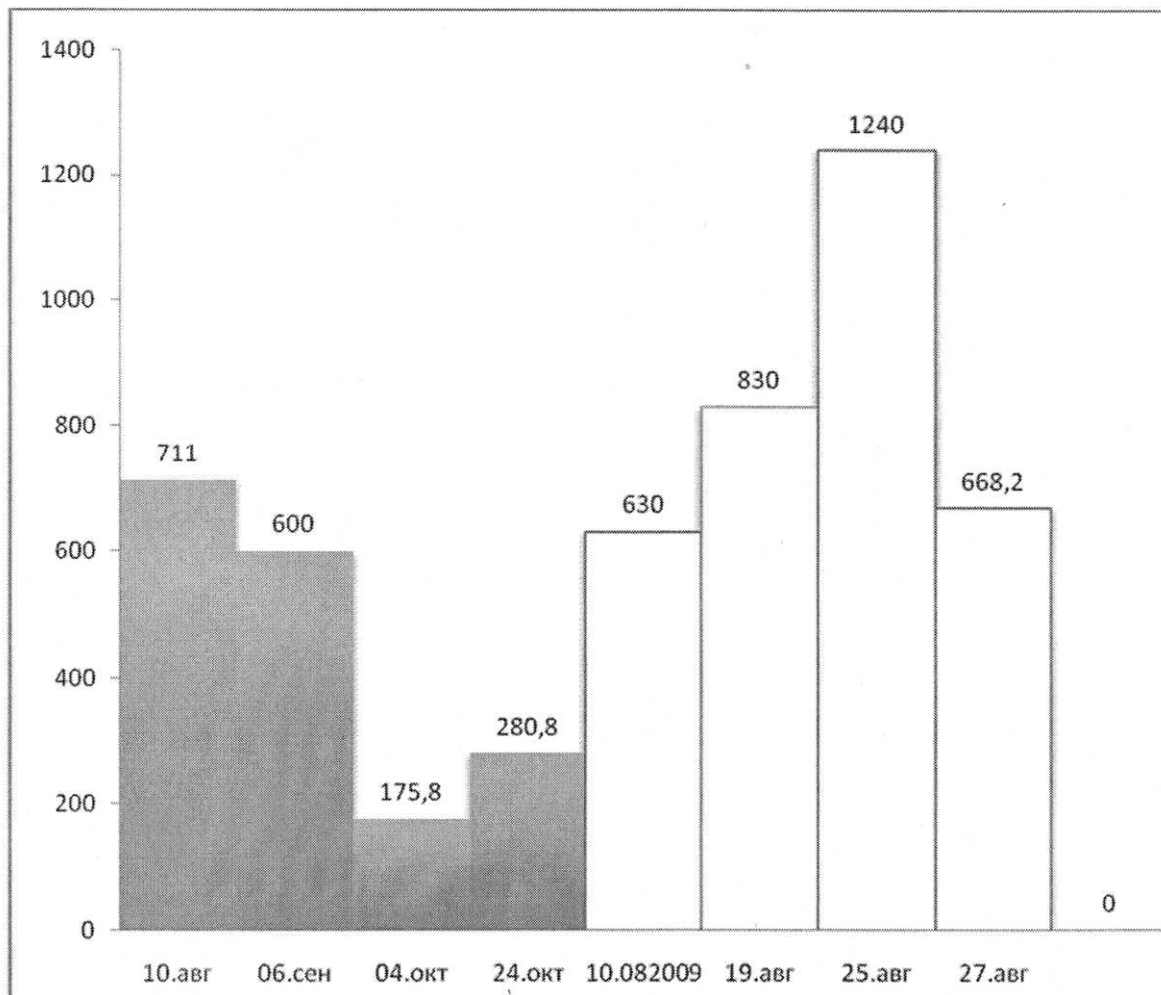


Рис. 4. Характеристика плотности поселения зообентоса в заливе Булункан в 2008-2009 гг.

изменения. Это связано не с глобальным потеплением, а антропогенным загрязнением района бухты Тикси. Один из крупнейших морских портов центрального сектора Арктики оказывает ощутимое воздействие на состав и состояние зообентоса в бухте Тикси. Район акватории морского порта характеризуется обедненной фауной грунтов, как в качественном, так и в количественном отношении. Здесь существует донный биоценоз *Oligochaeta* (при средней многолетней биомассе 12.2 г/м^2 и средней плотности поселения 1200 экз. занимающий залив Булункан (Гуков, 1989).

Сравнительный анализ количественных характеристик зообентоса в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от $175,8 \text{ экз/м}^2$ до 711 экз/м^2 . Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя (табл.2) изменился - от 630 до 1240 экз/м². 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений, это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Сравнительный анализ биомассы зообентоса в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от $5,83 \text{ г/м}^2$ до $30,4 \text{ г/м}^2$. Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя изменился - от $25,7 \text{ г/м}^2$ до $35,6 \text{ г/м}^2$. 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений, это свидетельствует об

относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Обнаружено, что в донном населении бухты Тикси полностью отсутствуют пресноводные формы, в основном здесь распространены солоноватоводные и наиболее эвригалинные морские виды.

Материалы многолетнего мониторинга, подтверждают значительную изменчивость показателей в разные годы. Средняя плотность поселения в период с 1987 по 1993г. изменялась от 120 экз./кв.м (в 1990г.) до 711 экз./кв.м (в 1987г.), биомасса - от 5.6 г/кв.м (в 1991г.) до 30.4 г/кв.м (в 1987г.). Увеличение количественных показателей в период с 2000 по 2004 гг. в Булункане может быть связано с относительной стабилизацией экологической обстановки, в худшем- в смене доминирующих видов. Плотность поселения в среднем составляла в 2003 г. 1240 экз. \кв.м, в 2004 г. -1200. Биомасса увеличилась по сравнению с 90-ми годами, соответственно, до 44.4 и 32.0 г\ кв.м. В структуре бентоса произошли изменения, увеличился процент видов (до 61 % общей биомассы), стойких к загрязнению - олигохет

В, г/м² **2008 г.** **2009 г.**

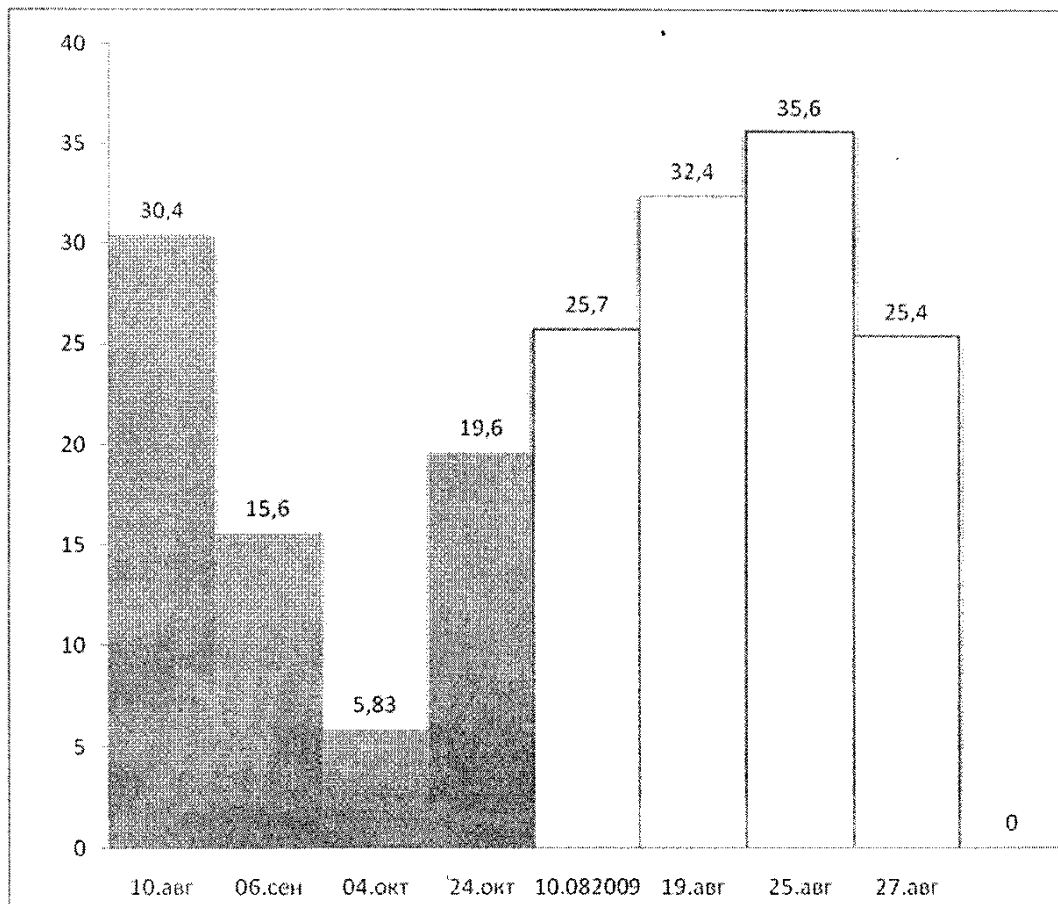


Рис 5. Характеристика биомассы зообентоса в заливе Булункан в 2008-2009 гг.

и нематод. Это произошло за счет стенобионтных рачков и моллюсков, не выносящих загрязнения.

Таблица 2. Характеристика зообентоса в заливе Булункан в 2008г. и 2009г. (средние значения).

Год	Плотность поселения, экз./м	Биомасса, г/м ²
10.08.2008	711	30.4
6.09.2008	600	15.6
4.10.2008	175.8	5.83
24.10.2008	280.8	19.6
10.08.2009	630	25.7
19.08.2009	830	32.4
25.08.2009	1240	35.6
28.08.2009	668.2	25.40

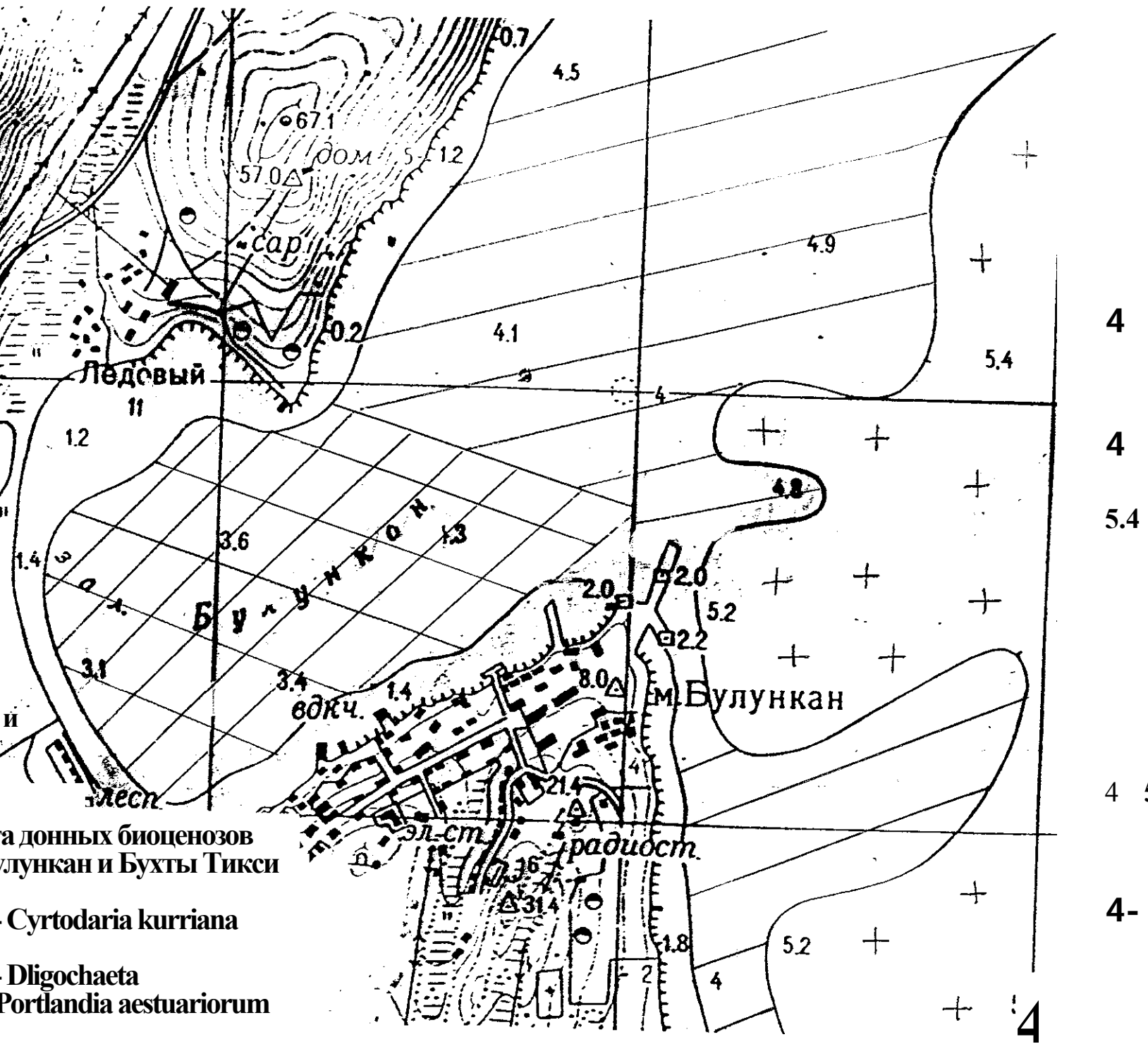
ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ количественных характеристик зоопланктона в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008г. изменялась от 450 тыс.кл\л в октябре до 9200 тыс.кл\л. в августе. Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя изменился - от 540 тыс.кл\л до 7300 тыс.кл\л. 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений, это свидетельствует об

относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Сравнительный анализ биомассы зоопланктона в 2008 и 2009 годах также подтверждает тенденцию изменения биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008г. изменялась от 0,87 мг\л в октябре до 0,36 мг\л. в августе. Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя составляет от 0,89 мг.\л тыс.кл\л до 0,86 мг\л. В конце августа, 25.08.2009г., был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений, это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Сравнительный анализ количественных характеристик зообентоса в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива



а донных биоценозов
 улункан и Бухты Тикси

Cyrtodaria kurriana

Dligochaeta

Portlandia aestuariorum

Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008г. изменялась от 175,8 экз.\м² до 711 экз.\м². Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя изменился - от 630 до 1240 экз\м 25.08.2009г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений, это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Сравнительный анализ биомассы зообентоса в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от 5,83 г\м² до 30,4 г\м². Максимум значений наблюдался 10.08.2008г. В 2009г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений этого показателя изменился -от 25,7 г\м² до 35,6 г\м² . 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. На фоне общего увеличения значений , это свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Тревожная экологическая обстановка в мелководном заливе Булункан - результат воздействия целого комплекса негативных факторов: портовых и строительных работ на берегах, сброса в прибрежную (литоральную) зону стоков, мусора и т.д., судоходства и рыболовства. Большую роль играет загрязнение вод фенолами, затонувшей древесиной и древесными остатками. Угнетающее воздействие на бентос оказывают и повышенные концентрации загрязняющих веществ.

После проведения мероприятий по очистке дна залива концентрации загрязняющих веществ, особенно фенолов, снижаются, т.к. уменьшается количество и объемы гниющей древесины, источника фенолов. По материалам экологического мониторинга известно, что хлоридное и сульфидное загрязнение распространяется примерно из одного центра, ядрами которого служат устье Быковской протоки и, в меньшей степени, залив Булункан. Открытая акватория в бухте Тикси с относительно большими глубинами обладает большими возможностями для самоочищения, возрастания. Устойчивость водных экосистем постепенно возрастает от прибрежной зоны в сторону моря. В целом же устойчивость водных биоценозов мелководий в заливе Булункан к возмущающему воздействию антропогенных факторов весьма низкая, что определяется экстремальностью и резкими изменениями (флуктуациями) водной среды.

Концентрации загрязняющих веществ имеют тенденцию к снижению по мере удаления от устьев протоков дельты р.Лены в сторону моря и с возрастанием глубины моря. В отдельные периоды залповые поступления с речным стоком в устье р.Лены загрязняющих веществ, в том числе, сульфидов и хлоридов, приводят к колебаниям численности и биомассы зоопланктона и мобильной части бентоса. Эти данные свидетельствуют о возможности воздействия на прибрежную, наиболее мелководную часть шельфа моря Лаптевых, со стороны загрязненных речных вод.

ЛИТЕРАТУРА.

Абрамова Е.Н. К изучению зоопланктона Новосибирского мелководья моря Лаптевых // Биология моря. 1996. Т.22. N 2. С.89-93.

Алекин О.А. Основы гидрохимии. - Л: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.

Гуков А.Ю. Донные биоценозы губы Буор-Хая (море Лаптевых) // Океанология, 1989. Т.29. N.2. С.316-317.

Гуков А.Ю. Рост и продукция популяций массовых видов двустворчатых моллюсков в бухте Тикси моря Лаптевых // Океанология, 1994. Т.34. вып.2. С.259-261.

Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т.34.N.5.С. 735-747.

Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях. - М.:Гидрометеиздат, 1979. 39 с.

Руководство по методам химического анализа морских вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.-208 с.

Нефте-продукты	0 пдк	0.05 1	ср.взв.,мг/л / ПДК 0.12 0.05 0.04 0.03 6.2 1 м.1 м.1				0.04 м.1	0.05 1	0.03 м.1	0.06 6.1	0.08 6.1
	дно пдк	0.05 1	0.05 0.02	1	м.1	0.03 м.1	м.1	0.04 м.1	0.04	0.03 м.1	0.04 м.1
Фенолы	0 пдк дно пдк	0.017 17 0.014 14	0.015 15 0.014 14	0.015 15 0.015 15	0.015 15 0.014 14						
Рас-творенный кис-лотный род	0	8.60	8.67	12.80	12.40	12.84	7.84	12.59	11.70		
	пдк	больше 1									
	дно пдк	10.30	8.06	11.80	10.26	12.31	10.45	10.45			
	пдк	больше 1									
рН	0 дно	7.50 7.50	7.45 7.35	7.53 7.58	7.55 7.35	7.52 7.58	7.50 7.35	7.17 7.35	7.45 7.45	7.45 7.50	