



Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд. Контролируемый документ

Объекты компании Сахалин Энерджи								
Номер документа:	Объект	Происхождение	Модуль	Дисциплина	Тип документа	Порядковый номер	Номер листа	Язык
	1000	S	90	04	T	0330	00	R
Название:								
СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА В РАЙОНАХ НАГУЛА СЕРЫХ КИТОВ (ESCHRICHTIUS ROBUSTUS) У ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В 2016 ГОДУ								
THE STATE OF BENTHOS IN THE FEEDING GROUNDS OF GRAY WHALES (ESCHRICHTIUS ROBUSTUS) OFF THE NORTHEAST COAST OF SAKHALIN IN 2016								
Ответственное лицо: Саматов Андрей, начальник управления охраны окружающей среды					Классификация: Открытая информация			
Редакция	Цель Публикации	Ответственные лица			Подпись	Дата		
01	удп - Утверждено для применения	Разработал: Виноградов Сергей, специалист отдела экологического мониторинга и сохранения биоразнообразия				17.01.2019		
		Проверил: Царенко Наталья, начальник отдела экологического мониторинга и сохранения биоразнообразия				17.01.2019		
		Утвердил (Сахалин Энерджи): Саматов Андрей, начальник управления охраны окружающей среды				17.01.19		
		Технический контролер (Сахалин Энерджи): «неприменимо»						

Данный документ содержит информацию, являющуюся собственностью Компании, и предназначен для использования только персоналом или компаниями, уполномоченными компанией «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» («Сахалин Энерджи»). Авторские права на данный документ принадлежат компании «Сахалин Энерджи». Все права защищены. Содержание данного контрольного документа не может быть изменено без официального утверждения его разработчика.

Все проверки версий и обновления примечаний производятся электронным способом через систему UNICA. Это определяется Процедурой по контролю документации 1000-S-90-01-P-0002-00

Каждый пользователь данного документа несёт ответственность за проверку текущей версии перед её использованием. Электронная система управления документацией «Сахалин Энерджи» является единственным источником, утверждённым компанией «Сахалин Энерджи» для проверки текущих версий.

**СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА В РАЙОНАХ НАГУЛА СЕРЫХ КИТОВ
(*ESCHRICHTIUS ROBUSTUS*)
У ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В
2016 ГОДУ**



Фото Ю. М. Яковлева

В.В. Ивин

Подготовлен для
«Эксон Нефтегаз Лимитед»
и
«Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд»

ВЛАДИВОСТОК

Март 2017

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР МОРСКОЙ БИОЛОГИИ»
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ННЦМБ ДВО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ННЦМБ ДВО РАН



_____ А.В. Адрианов

« _____ » марта 2017 г.

О Т Ч Е Т

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА В РАЙОНАХ НАГУЛА СЕРЫХ КИТОВ (*ESCHRICHTIUS ROBUSTUS*) У ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В 2016 ГОДУ

Руководитель работ:
к.б.н., зам. директора
ННЦМБ ДВО РАН

_____ В.В. Ивин

Владивосток 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.....	11
2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	12
2.1. Распределение и численность бентоса в пильтунском районе	12
2.1.1. Суммарная биомасса бентоса	12
2.1.2. Биомасса ракообразных (Crustacea)	14
2.1.3. Биомасса равноногих раков или изопод (Isopoda)	15
2.1.4. Биомасса разноногих раков или амфипод (Amphipoda).....	16
2.1.5. Межгодовые изменения биомассы амфипод (Amphipoda)	17
2.1.6. Биомасса песчанки (Ammodytes hexapterus).....	20
2.1.7. Состав и распределение комплексов бентоса	22
2.2. Распределение и численность бентоса в Чайвинском субрайоне	23
2.2.1. Суммарная биомасса бентоса	23
2.3. Распределение и численность бентоса в морском районе	24
2.3.1. Суммарная биомасса бентоса	24
2.3.2. Биомасса разноногих раков или амфипод (Amphipoda).....	25
2.3.3. Состав и распределение комплексов бентоса	26
2.4. Характеристики водной толщи и донных осадков.....	29
2.4.1. Температура воды	29
2.4.2. Структура и распределение донных осадков	29
2.4.3. Органическое вещество и хлорофилл-а в донных отложениях.....	32
ВЫВОДЫ	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38
ПРИЛОЖЕНИЕ	43

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 1. Сеть станций отбора проб бентоса в районе исследований	11
Рисунок 2. А - Дночерпательная проба из Пильтунского района с амфиподами <i>Monoporeia affinis</i> (1), изоподами <i>Synidotea cinerea</i> (2) и изоподами <i>Saduria entomon</i> (3). Б - Аномальное обилие изопод <i>Saduria entomon</i> на ст. 3-1S.....	15
Рисунок 3. Изменения общей биомассы амфипод (г/м ²) в Пильтунском районе на глубинах 11 - 15 м в 2002-2016 гг.....	18
Рисунок 4. Изменения общей биомассы амфипод (г/м ²) в Пильтунском районе в зависимости от глубины отбора проб (на примере данных 2003 г.).....	19
Рисунок 5. Изменения общей биомассы амфипод (г/м ²) в Морском районе в 2014-2016 гг. зависимости от глубины отбора проб.....	26
Рисунок П.1. Расположение станций отбора проб в Пильтунском районе	44
Рисунок П.2. Расположение станций отбора проб в Чайвинском субрайоне.....	47
Рисунок П.3. Расположение станций отбора проб в Морском районе.....	48
Рисунок П.4. Распределение средней биомассы (г/м ²) бентоса в Пильтунском и Чайвинском районах в 2015 г.	51
Рисунок П.5. Распределение средней биомассы (г/м ²) изопод в Пильтунском и Чайвинском районах в 2013-2015 гг.	52
Рисунок П.6. Распределение биомассы (г/м ²) амфипод в Пильтунском и Чайвинском районах в 2013-2015 гг.....	53
Рисунок П.7. Распределение температуры °С (А) и солености ‰ (Б) в Пильтунском и Чайвинском районах в период проведения работ.....	54
Рисунок П.8. Распределение биомассы (г/м ²) песчанки <i>Ammodytes hexapterus</i> в Пильтунском и Чайвинском районах в 2013-2015 гг.....	55
Рисунок П.9. Распределение комплексов бентоса в Пильтунском районе: 1 – амфипод, 2 – плоских ежей, 3 – двустворчатых моллюсков по результатам многолетних исследований.....	56
Рисунок П.10. Распределение средней биомассы (г/м ²) бентоса в Морском районе в 2015 г.	57
Рисунок П.11. Распределение биомассы (г/м ²) амфипод в Морском районе в 2015 г.	57
Рисунок П.12. Распределение комплексов бентоса в Морском районе по результатам многолетних исследований. Номера комплексов приведены в тексте.....	58

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 1. Распределение биомассы (г/м ²) бентоса в Пильтунском районе.....	13
Таблица 2. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Пильтунском районе.....	14
Таблица 3. Средняя глубина бентосных станций (\pm SE), представленных на Рис. 3.....	20
Таблица 4. Состав комплексов бентоса Пильтунского района в 2016 г.	22
Таблица 5. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Чайвинском субрайоне	24
Таблица 6. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Морском районе.....	25
Таблица 7. Количественные характеристики (биомасса, г/м ²) комплексов бентоса Морского района.....	27
Таблица 8. Количественные характеристики (биомасса, г/м ²) <i>A. eschrichti</i> в 2004-2016 гг.....	28
Таблица 9. Значение температуры придонного слоя воды в Прибрежном и Морском районах нагула в 2012-2016 гг.....	29
Таблица П.1. Перечень станций, выполненных на Пильтунском районе в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"	45
Таблица П.2. Перечень станций, выполненных в Чайвинском субрайоне в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"	47
Таблица П.3. Перечень станций, выполненных в Морском районе в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"	49

РЕФЕРАТ

Отчет 58 с., 5 рис., 10 табл., 42 источника, приложение.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА В РАЙОНАХ НАГУЛА СЕРЫХ КИТОВ (*ESCHRICHTIUS ROBUSTUS*) У ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В 2016 ГОДУ

КОРМОВОЙ БЕНТОС, БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ, СЕРЫЕ КИТЫ, *ESCHRICHTIUS ROBUSTUS*, СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ САХАЛИН, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Цель работы – изучение распределения и состояния бентоса в Пильтунском/Чайвинском и Морском районах нагула путем отбора образцов по стандартной сетке станций, с тем, чтобы углубить наши знания о распределении серых китов и их перемещениях относительно кормовых объектов.

В соответствии с Программой исследований кормового бентоса серых китов в 2016 г. у северо-восточного побережья о. Сахалин решались следующие основные задачи:

1. Определение распределения и количественных характеристик бентоса отдельных таксономических групп и массовых видов;
2. Сравнение кормовой биомассы и распределения в Пильтунском/Чайвинском и Морском районах нагула с данными 2002-2015 гг. для предоставления исторического фона обстановки в отношении кормовой базы в 2016 г.;
3. Определение ежегодной изменчивости обилия бентоса в районах исследования;
4. Определение структуры и распределения донных отложений;
5. Оценка влияния гидрологических условий и гранулометрического состава донных отложений на распределение и обилие бентоса;
6. Определение концентрации органического углерода и хлорофилла-а в донных отложениях, как показателей продукционной активности районов исследования.

Методология работы включала: 1) анализ данных о количественных характеристиках макробентоса и его распределения в Прибрежном (Пильтунский/Чайвинский) и Морском районах нагула, полученных в ходе экспедиционных исследований на НИС "Павел Гордиенко" в период с 03 по 26 октября 2016 г.; 2) сравнение полученных результатов с данными 2002-2015 гг. для

предоставления исторического фона обстановки в отношении кормовой базы в 2016 г.; 3) оценка параметров окружающей среды (температура воды, структура и распределение донных осадков, содержание органического вещества и хлорофилла-а в донных отложениях) для предоставления условий существования макробентоса района исследований.

Отчет состоит из введения, описания материала и методов, трех разделов, посвященных анализу распределения и численности бентоса в каждом из трех районов работ (Пильтунский, Чайвинский и Морской), раздела, посвященного анализу характеристик водной толщи и донных осадков, выводов, списка использованных источников и приложения.

В результате проведенных исследований показано, что в Пильтунском нагульном районе в 2016 г. средняя биомасса бентоса не отличалась существенно от значений предыдущих лет. Как и в предыдущие годы, для всего района основная доля суммарной биомассы бентоса приходится на плоских ежей *Echinarachnius parma*, биомасса которых на глубинах более 20 м может превышать 99 %. Распределение биомассы амфипод – основного компонента кормового бентоса серых китов вдоль побережья Пильтунского района нагула в 2002-2016 гг. имеет сходные тенденции – зоны максимальных биомасс приурочены к мелководным прибрежным участкам акватории.

В пределах Пильтунского нагульного района выделен прилагунный комплекс видов амфипод, распространенный в южной и центральной части района, преимущественно до глубины менее 15 м в зоне мелких песков, куда постоянно из лагун поступают опресненные, подтепленные и обогащенные биогенами воды. Доминирует по обилию миксогалинный вид *Monoporeia affinis*. С глубиной вклад этого вида в общую биомассу амфипод, даже в пределах комплекса, резко снижается. Вторым значимым по биомассе в этом комплексе является поли-эвгалинный вид *Eogammarus schmidtii*. С глубиной происходит смена типов донных осадков и массовых видов амфипод.

Анализ многолетней динамики обилия амфипод в Пильтунском нагульном районе показывает резкое снижение биомассы амфипод с 2013 г., по сравнению с предыдущими годами, возможным объяснением которого может являться как резкое снижение солености в результате интенсивной разгрузки р. Амура в ходе

катастрофических паводков 2013 г., так и выедание их серыми китами, численность которых в районе работ стабильно увеличивается.

Наряду со снижением биомассы амфипод в Пильтунском нагульном районе, обращает на себя внимание, продолжающееся с 2015 г. увеличение скоплений другого кормового объекта – бентической рыбы песчанки *Ammodytes hexapterus*.

В Морском районе нагула в 2016 г. биомасса амфиподы *Ampelisca eschrichti* – основного компонента кормового бентоса серых китов в Морском районе составила 1072 г/м², что соответствует показателям за все предыдущие годы наблюдения. Эти значения сопоставимы, а в большинстве случаев и превышают аналогичные показатели в бентосе других высокопродуктивных районов Северной Пацифики. Средние биомассы кормового бентоса в пределах Морского района в 2002-2016 гг. находятся на стабильном уровне без существенных межгодовых изменений.

Анализ характеристик водной толщи и донных отложений в 2016 г. не выявил существенных отклонений от параметров, отмеченных в предыдущие годы исследований.

В целом, программа работ 2016 г. выполнена в полном объеме. Полученные данные позволят оценить в дальнейшем пространственные и временные изменения, происходящие в бентосных сообществах района исследований под воздействием глобальных климатических и иных изменениях окружающей среды.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение кормового бентоса в течение всего нагульного сезона крайне важно для понимания экологии серых китов, в том числе изменений в их распределении и поведении. С другой стороны, информация о временных и пространственных изменениях кормовых ресурсов серых китов позволяет вырабатывать меры, обеспечивающие сохранение группировки серых китов у северо-восточного побережья острова Сахалин и среды ее обитания. Комплекс работ по изучению кормового бентоса и условий нагула серых китов, результаты которого приводятся в настоящем отчете, был проведен в октябре 2016 г. в соответствии с «Программой мониторинга серых китов у северо-восточного побережья острова Сахалин на 2016 г.», разработанной компаниями «Эксон Нефтегаз Лимитед» (ЭНЛ) и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани, Лтд» (Сахалин Энерджи) и согласованной в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти - Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России), с Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и Федеральным агентством по рыболовству (Росрыболовство).

Исследования бентоса проводятся у берегов о. Сахалин ежегодно с 2001 г. Эти исследования сосредоточены на исторических районах нагула серых китов, таких, как прибрежный Пильтунский район, расположенный мористее залива Пильтун, промежуточный район к югу от Пильтунской сетки пробоотбора и включающий прибрежный Чайвинский участок, а также Морской нагульный район и конкретные точки питания китов. К настоящему времени программа исследований бентоса позволила создать обширную базу данных о распространении, изобилии и динамике пищевых ресурсов серых китов в придонных слоях.

Главной целью данного исследования было изучение распределения и состояния бентоса в Пильтунском/Чайвинском и Морском районах нагула путем отбора проб по сетке станций, с тем, чтобы углубить наши знания о распределении серых китов и их перемещениях относительно кормовых объектов. Основные задачи исследования включают:

1. Определение распределения и количественных характеристик массовых видов бентоса, и его основных таксономических групп;

2. Сравнение кормовой биомассы и распределения в Пильтунском/Чайвинском и Морском районах нагула с данными 2002-2015 гг. для предоставления исторического фона обстановки в отношении кормовой базы в 2016 г.;

3. Определение ежегодной изменчивости обилия бентоса в районах исследования;

4. Определение структуры и распределения донных отложений;

5. Оценка влияния гидрологических условий и гранулометрического состава донных отложений на распределение и обилие бентоса;

6. Определение концентрации органического углерода и хлорофилла-а в донных отложениях, как показателей продукционной активности районов исследования.

1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В соответствии с программой исследований работы были проведены в пределах трех полигонов, расположенных на северо-восточном шельфе о. Сахалин (Рис. 1) в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко".

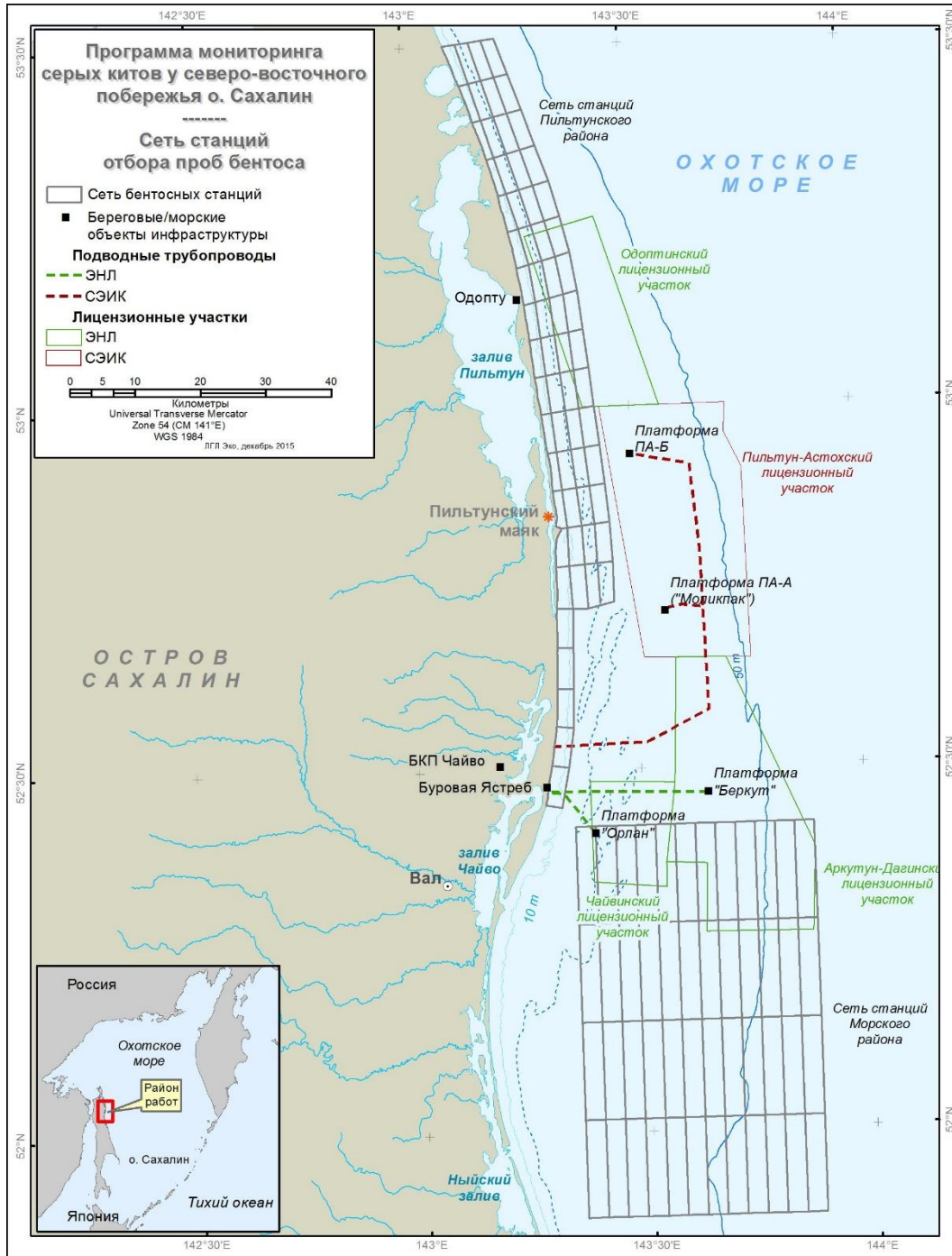


Рисунок 1. Сеть станций отбора проб бентоса в районе исследований

Объем работ предусматривал повторный отбор проб по большой сетке прошлых лет, охватывающей Пильтунский/Чайвинский и Морской районы нагула. Помимо

отбора проб бентоса выполнялся отбор проб донных отложений на определение гранулометрического состава, органического углерода и хлорофилла-а.

На Пильтунском участке пробы бентоса отобраны на станциях, расположенных на глубинах 7,8 - 33,6 м. Схема расположения станций и их координаты приведены в Приложении (Рис. П.1, Табл. П.1). Сетка отбора проб включает 45 станций, однако на двух станциях (44М, 45М), отбор дночерпательных проб не выполнен в полном объеме в связи с характером грунтов (крупный гравий), неприемлемым для работы дночерпателя Ван-Вина.

На участке Чайво пробы отобраны на 8 станциях. Глубины - 9,9 - 12,4 м. Схема расположения станций и их координаты приведены в Приложении (Рис. П.2, Табл. П.2).

В Морском районе отбор проб выполнен на 34 станциях, расположенных в диапазоне глубин от 22,2 до 61,8 м. Схема расположения станций и их координаты приведены в Приложении (Рис. П.3, Табл. П.3).

Методы исследования, использованные в 2016 году подробно описаны Фадеевым (2013а).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

2.1. Распределение и численность бентоса в пильтунском районе

2.1.1. Суммарная биомасса бентоса

Средняя биомасса бентоса в Пильтунском районе в 2016 г. колебалась от 27,6 (ст. 1-3S, гл. 12,2 м) до значений более 4000 г/м² (ст. 4-3S, гл. 26,5 м) (Рис. П.4), составляя в среднем $621,1 \pm 133,7$ г/м² (n=43). Для сравнения, в 2015 г. значение этого показателя составило $571,4 \pm 119,2$ г/м² (n=55); в 2014 г. – $599,8 \pm 151,5$ г/м² (n=56), а в 2013 г. – $614,1 \pm 132,2$ г/м² (n=58) (см. Табл. 1). Межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05).

Таблица 1. Распределение биомассы (г/м²) бентоса в Пильтунском районе

Таксон	Глубина												Весь район		
	>10-15 м			16-20 м			21-25 м			26-35 м					
	2016	2015	2014	2016	2015	2014	2016	2015	2014	2016	2015	2014	2016	2015	2014
<i>Amphipoda</i>	18,1	22,2	21,3	20,7	6,3	24,4	2,5	3,2	3,2	3,8	6,1	12,4	11,1±2,6	14,1±2,5	16,1±3,3
<i>Isopoda</i>	1,6	5,3	5,1	62,0	7,2	17,8	2,7	6,5	8,8	4,0	0,0	1,4	9,5±6,4	4,5±0,8	7,1±1,7
<i>Bivalvia</i>	29,2	50,9	43,9	97,5	57,0	39,4	106,2	118,0	65,3	38,5	60,3	78,5	60,6±11,8	65,6±13,2	55,0±11,8
<i>Cumacea</i>	0,5	0,5	0,2	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1
<i>Echinoidea</i>	10,7	4,9	7,6	497,7	609,6	552,2	898,6	1095,2	1033,3	877,1	862,6	899,3	496,4±129,7	434,2±120,2	497,2±153,0
<i>Polychaeta</i>	4,1	2,9	3,6	13,8	13,7	25,1	10,5	6,9	15,5	10,4	21,7	9,8	8,3±1,4	8,5±2,1	10,8±3,4
Другие	4,4	35,2	2,4	100,8	15,7	8,1	65,1	44,5	11,6	16,2	75,2	40,9	35±10,5	44,2±13,7	13,4±2,6
Всего	68,5	121,9	84,2	792,8	709,6	667,0	1085,8	1274,3	1137,9	950,1	1026,1	1042,6	621,1±133,7	571,4±119,2	599,8±151,5

В 2016 г., как и предыдущие годы, для всего района основная доля суммарной биомассы бентоса приходится на плоских морских ежей *Echinarachnius parma* – в среднем более 79 %, на глубинах более 20 м доля ежей может превышать 90 %.

В Пильтунском районе зарегистрировано 17 таксономических групп бентоса, существенно различающихся по частоте встречаемости (в процентах от общего числа станций) (Табл. 2).

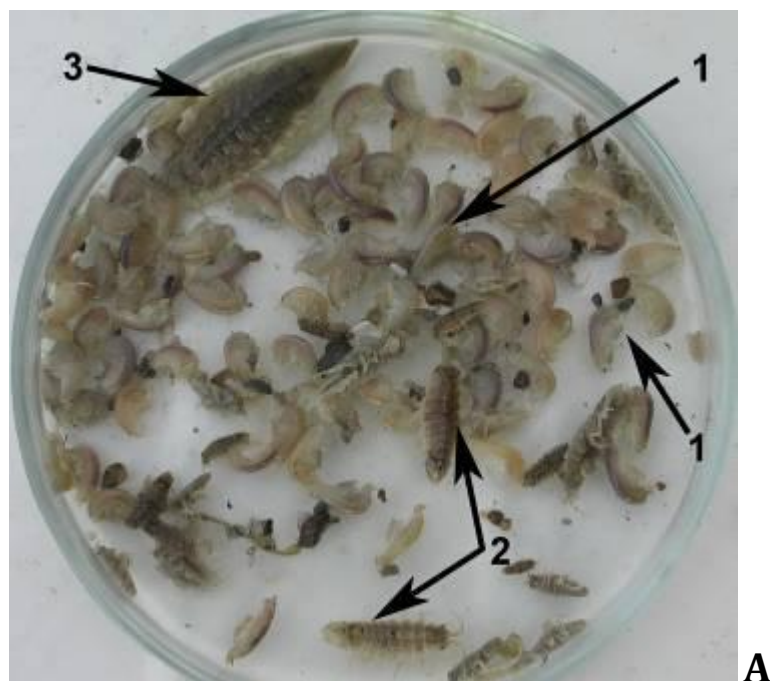
Как и в предыдущие годы, в 2016 г. основу биомассы бентоса на всей акватории Пильтунском района составляют группы с частотой встречаемости более 50 %: амфиподы, многощетинковые черви, кумовые раки, двустворчатые моллюски, изоподы, морские ежи и рыбы. В целом для всего Пильтунского района, эти 7 таксономических групп определяют более 99 % средней суммарной биомассы бентоса.

Таблица 2. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Пильтунском районе

Частота встречаемости (P, %) таксономических групп, n=43							
P >50 %		P = 25-50 %		P = 10-25 %		P <10 %	
Группа	P, %	Группа	P, %	Группа	P, %	Группа	P, %
Amphipoda	100,0	Mysidae	37,2			Actinia	9,3
Polychaeta	100,0	Gastropoda	25,6			Decapoda	7,0
Cumacea	93,0	Nemertini	25,6			Cirripedia	4,7
Bivalvia	90,7					Hydrozoa	4,7
Isopoda	74,4					Sipunculida	4,7
Echinoidea	69,8					Ascidia	2,3
Pisces	62,8					Holoturia	2,3

2.1.2. Биомасса ракообразных (Crustacea)

Ракообразные (амфиподы и изоподы) являются самым важным компонентом кормовой базы питания серого кита (Рис. 2). В 2016 г. основные группы ракообразных имели высокую частоту встречаемости в сборах: амфиподы – 100%, изоподы – > 74 % (Табл. 2), что не отличалось существенно от данных предыдущих лет. По материалам 2016 г. в районе зал. Пильтун суммарная доля ракообразных в биомассе макробентоса составляла 70,9 % на глубинах менее 11 м; 28,8 % в диапазоне глубин 11–15 м; и только 0,8 % на глубинах свыше 25 м.



А



Б

Рисунок 2. А - Дночерпательная проба из Пильтунского района с амфиподами *Monoporeia affinis* (1), изоподами *Synidotea cinerea* (2) и изоподами *Saduria entomon* (3). Б - Аномальное обилие изопод *Saduria entomon* на ст. 3-1S

2.1.3. Биомасса равноногих раков или изопод (Isopoda)

В 2016 г. биомасса изопод в Пильтунском районе (Рис. П.5) колебалась от 0 до 274,4 г/м² (ст. 3-1S, гл. 20,5 м), составляя в среднем $9,5 \pm 6,4$ г/м², что выше показателей предыдущих лет (см. Табл. 1). Пространственное распространение изопод имеет четко

выраженный мозаичный характер. В 2016 г., как и в предыдущие годы, наиболее значительные скопления изопод, наблюдались в южной части района (Рис. П.5). Большое значение в биомассе изопод Пильтунского района имеет мелкая изопода *Synidotea cinerea* (средний вес тела – 0,02 г; Рис. 2А). В 2016 г. в районах исследований эта изопода имела значительную частоту встречаемости - >50 %.

Пятна повышенных биомасс ракообразных (> 20 г/м²) на глубинах более 20 м образованы крупной изоподой *Saduria entomon* – одним из важных компонентов кормовой базы серого кита. Эти крупные изоподы (вес тела - до 5 г, средний вес – 2,1 г; Рис. 2 А-Б) встречается в Пильтунском районе значительно реже и в более глубоких водах. Однако этот вид может образовывать локальные скопления, что позволяет рассматривать *S. entomon*, наряду с другими ракообразными, в качестве потенциального кормового объекта серых китов. В отличие от *S. cinerea*, биомасса этого вида увеличивается с глубиной. Характерной особенностью 2016 года является аномальное обилие изопод *Saduria entomon* на станции 3-1S со средней биомассой 274,4 ± 16,0 г/м² (Рис. 2Б).

Без учета аномальных показателей на станции 3-1S, средняя биомасса изопод колебалась от 0 до 36,1 г/м², составляя в среднем 3,14 ± 1,1 г/м² (n=43). Это несколько ниже показателей прошлых лет (Табл. 1); вместе с тем, межгодовые вариации биомассы не обнаруживают статистически значимых отличий (t-test, p>0.05) от данных 2013-15 гг.

2.1.4. Биомасса разноногих раков или амфипод (Amphipoda)

В 2016 г. биомасса амфипод в Пильтунском районе (Рис. П.6) колебалась от 0,07 (ст. 3-4S, гл. 24,2 м) до 81,8 (ст. 2-4N, гл. 20,7 м) г/м², составляя в среднем 11,1 ± 2,6 г/м² (n=43), что несколько ниже показателей предыдущих лет. Для сравнения, в 2015 г. значение этого показателя составило 14,1±2,5 г/м² (n=55); в 2014 г. – 16,13±3,29 г/м² (n=56). Межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05) и показаны на Рис. П.6. Основу общей биомассы амфипод (от 47 до 89%) составляет *Monoporeia affinis* (Рис. 2).

В 2016 г. скопления амфипод со средней биомассой свыше 40 г/м² локализовались мозаично в разных частях Пильтунского района, в прибрежной зоне у изобаты 10 м в зоне мелких песков. Участки наибольших биомасс в 2016 г. были приурочены как к южной части района (выход из лагуны Пильтун), так и к мористой

области северной части района. На схемах распределения солености и температуры воды (Рис. П.7) в прибрежных зонах района работ отчетливо прослеживаются локальные участки с более прогретой и опресненной морской водой. Наличие водных масс, различающихся по термогалинным характеристикам, по-видимому, сильно влияет на пространственное распределение и “размеры” агрегаций амфипод в Пильтунском районе.

Прилагунный комплекс видов амфипод распространен в южной и центральной части Пильтунского района преимущественно до глубины менее 15 м в зоне мелких песков, куда поступают опресненные, подтепленные и обогащенные биогенами воды трансформированного стока реки Амур. Доминирует здесь солоноватый (миксогалинный) вид *Monoporeia affinis*. По типу питания *M. affinis* роющий детритофаг. С глубиной вклад этого вида в общую биомассу амфипод резко снижается (Табл. 1). Вторым значимым по биомассе в этом комплексе является поли-эвгалинный вид *Eogammarus schmidti*. С глубиной происходит смена типов донных осадков и массовых видов амфипод (Ивин, Демченко, 2014).

Данное явление объясняется значительным воздействием на бентосные организмы природных факторов. Хорошо известно, что в Прибрежном районе на глубине 10-20 м проходит сезонный термоклин, границы которого могут смещаться под воздействием ветровых апвеллингов и даунвеллингов (Красавцев и др., 2000; Рутенко и др., 2009; Рутенко, Соснин, 2014). Также, у северо-восточного побережья о-ва Сахалин известен водный поток, отчетливо выделяющийся пониженными значениям солености и движущийся со скоростью 7-9 см/с, достигая залива Набиль (Пищальник, Архипкин, 1999).

2.1.5. Межгодовые изменения биомассы амфипод (Amphipoda)

Для анализа межгодовых изменений суммарной биомассы амфипод традиционно (см. Фадеев, 2013б) используются материалы всех станций из Пильтунского района нагула, выполненных по сетке и в точках питания китов с 2002 по 2016 годы. Эти станции представляют собой подмножество набора станций по сетке и расположены в прибрежной зоне Пильтунского района на глубинах менее 15 м, т.е. в диапазоне наибольшего количественного обилия амфипод. Поскольку наибольшее количество сборов в течение всего периода наблюдений выполнено на глубинах от 11

до 15 м, мы ограничим анализируемый массив данных материалами, полученными в данном диапазоне глубин.

Изменения суммарной средней биомассы амфипод приведено на Рисунке 3. На основании рисунка, традиционно предполагается (см. Фадеев, 2013б), что биомасса амфипод уменьшается от максимальных значений в 2002 ($115,5 \pm 19,6$ г/м²) и 2004 ($104,0 \pm 21,1$ г/м²) годах до минимальных в 2009 году ($23,5 \pm 4,3$ г/м²). В период с 2005 по 2008, в 2010 и 2012 гг. средняя биомассы амфипод в прибрежной зоне Пильтунского района находилась в пределах 60-65 г/м².

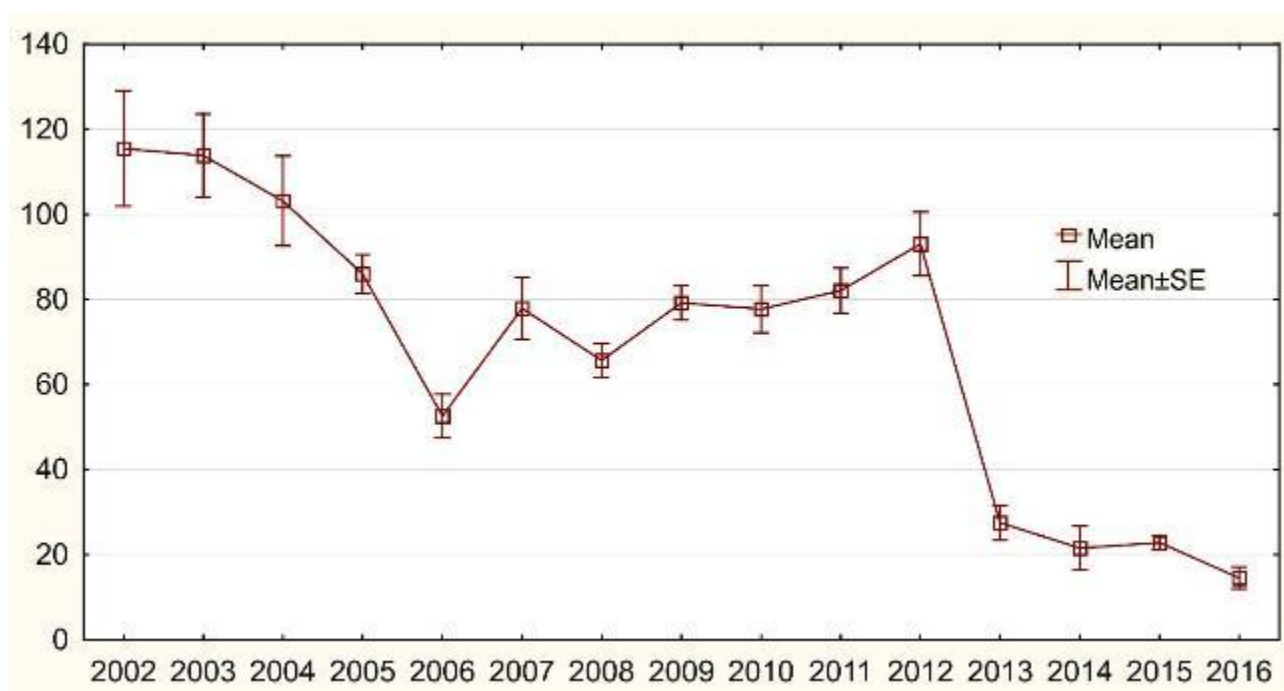


Рисунок 3. Изменения общей биомассы амфипод (г/м²) в Пильтунском районе на глубинах 11 - 15 м в 2002-2016 гг.

Значительные флуктуации обилия амфипод в течение всего периода наблюдений могут быть связаны как с изменениями гидрологических условий, так и с межгодовой и сезонной динамикой ракообразных, основными из которых являются:

- время и сезон сбора материала;
- минимальная и максимальная глубина сбора проб;
- количество станций, выполненных на минимальной и максимальной глубине;
- вертикальные, сезонные и суточные миграции амфипод;
- агрегированное распределение амфипод и сильная межстанционная изменчивость их количественного обилия и размерного состава;

- локализация и размеры скоплений в зависимости от гидрологической обстановки;
- жизненный цикл массовых видов амфипод (например, весной или в начале лета происходит естественная элиминация из популяции взрослых самок после размножения, а поздней осенью погибают самцы после копуляции).

В ходе предыдущих исследований (Ивин, Демченко, 2014) нами была предпринята попытка объяснить межгодовую флуктуацию обилия амфипод методическими причинами, связанными с преобладанием разных диапазонов глубин отбора проб в отдельные годы. Хорошо известно (Фадеев, 2002-2013; Fadeev, 2003-2012), что в Пильтунском районе количественное обилие амфипод значительно убывает с возрастанием глубины (Рис. 4).

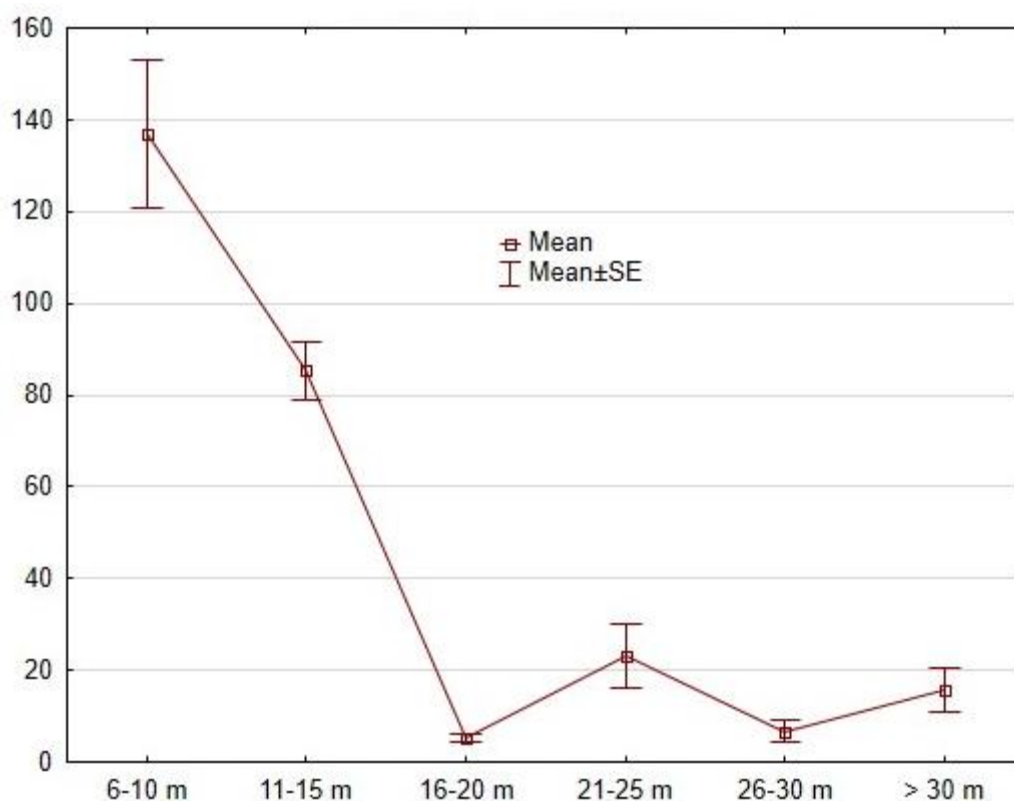


Рисунок 4. Изменения общей биомассы амфипод (г/м²) в Пильтунском районе в зависимости от глубины отбора проб (на примере данных 2003 г.).

Приведенный график достаточно наглядно демонстрирует, что максимальное обилие амфипод наблюдается до глубины менее 15 м. Здесь, на мелких песках, доминирует солоноватый комплекс амфипод с преобладанием *M. affinis*. На глубине свыше 20 м на гравийно-песчаных грунтах повышенные биомассы образуют другие виды амфипод из морского комплекса, прежде всего *Anisogammarus pugettensis* и *Anonyx*

пигах. Гранулометрический состав грунтов, соленость и температура, по-видимому, контролируют распределение солоноватого и морского комплексов видов амфипод в Пильтунском районе.

Вместе с тем, анализ глубин, на которых были отобраны материалы, представленные на Рисунке 3 (Табл. 3) не предполагает наличия каких-либо методологических ошибок и не позволяет объяснить межгодовую флуктуацию обилия амфипод методическими причинами. Это в очередной раз свидетельствует как о необходимости крайне осторожной интерпретации получаемых результатов, так и о необходимости тщательного планирования при проведении полевых экспедиционных исследований.

Таблица 3. Средняя глубина бентосных станций (\pm SE), представленных на Рис. 3.

Год	Средняя глубина, м	Год	Средняя глубина, м
2002	13,3 \pm 1,4	2010	13,2 \pm 1,0
2003	13,1 \pm 0,9	2011	13,4 \pm 1,4
2004	14,0 \pm 1,3	2012	12,9 \pm 1,3
2005	13,8 \pm 1,3	2013	13,2 \pm 1,0
2006	14,2 \pm 1,0	2014	12,5 \pm 1,2
2007	13,4 \pm 1,0	2015	12,6 \pm 0,7
2008	13,7 \pm 1,0	2016	13,1 \pm 0,4
2009	13,3 \pm 0,9		

Поскольку распределение амфипод в исследуемом районе контролируется многими факторами, возможными объяснениями резкого снижения их биомассы в 2013-2016 гг. могут являться как резкое снижение солености в результате интенсивной разгрузки р. Амура в ходе катастрофических паводков 2013 г., так и выедание их серыми китами, численность которых в районе работ стабильно увеличивается.

2.1.6. Биомасса песчанки (*Ammodytes hexapterus*)

В 2016 г. биомасса песчанки *Ammodytes hexapterus* в Пильтунском районе (Рис. П.8) колебалась от 0 до 323,2 г/м² (ст. 4-1S, гл. 18,4 м), составляя в среднем 32,8 \pm 10,5 г/м² при частоте встречаемости по всему району исследований >63 % (n=43), что выше показателей предыдущих лет. Для сравнения, в 2015 г. средняя биомасса этого вида составила 27,1 \pm 5,2 г/м² (n=55); в 2014 г. – 5,35 \pm 1,51 г/м² (n=56), а в 2013 г. – 7,04 \pm 1,49

г/м² (n=58). Наиболее плотные скопления этого вида отмечены в центральной и южной частях района исследования (Рис. П.8) на участках песчаных грунтов с примесью гравия.

Результаты предыдущих исследований (Фадеев, 2013б) свидетельствуют, что в Пильтунском районе отмечена значительная межгодовая изменчивость, как количественного обилия песчанки *A. hexapterus*, так и ее частоты встречаемости (процент проб, в которых встречена песчанка).

В 2002-2003 гг. частота встречаемости песчанки *A. hexapterus* в Пильтунском районе (процент проб, где встречалась песчанка) составляла 5-8% при средней биомассе 4,6-6,2 г/м². В 2004 г. частота встречаемости песчанки составила 15% при средней биомассе 14,8±4,8 г/м². В пределах локальных скоплений биомасса песчанки варьировала от 68 до 166 г/м², что составляло от 25 до 48% общей биомассы макробентоса в пробах.

В 2004-2005 гг. песчанка встречалась в небольших количествах по всему Пильтунскому району, но наиболее плотные скопления отмечены в северной и средней частях района. В 2005 г. при частоте встречаемости по всему району 15%, в северной части она достигала 40-60%. Средняя биомасса для всего района составила 16,3±4,4 г/м², в пределах локальных скоплений достигала 150 – 236 г/м².

Средняя биомасса песчанки в Пильтунском районе в 2008 и 2009 гг. (8,8±3,7 г/м² и 12,9±5,4 г/м²) была ниже, чем в 2007 г. (27,7±12,1 г/м²), при этом наблюдалось существенное снижение частоты встречаемости песчанки в северной части Пильтунского района от 40-60% в 2005 г. до 20-25% в 2006-2007 гг. и 8-12% в 2008 -2010 гг. Причины этого неизвестны, но могут быть связаны с началом естественного снижения ее численности. В 2010 г. частота встречаемости песчанки в северной части района возросла до 20%. В 2010 г. наблюдались две точки кормления серых китов с биомассой песчанки 66 и 78 г/м².

Значительное увеличение средней биомассы песчанки, наблюдаемое в Пильтунском районе с 2015 г., по сравнению с предыдущими годами, позволяет надеяться на увеличение запасов этого кормового вида.

2.1.7. Состав и распределение комплексов бентоса

На основании предыдущих исследований в Пильтунском районе выделено три комплекса бентоса (Фадеев, 2002-2013; Fadeev, 2003-2012) – комплекс *Amphipoda*, комплекс *Bivalvia* и комплекс плоских морских ежей *E. parma* (Рис. П.9). Выделенные комплексы бентоса отличаются как по составу, так и по количественному обилию таксономических групп (Табл. 4).

Комплекс *Amphipoda* встречается на 13 станциях на глубинах от 7,9 до 33,4 м (средняя глубина – 15,1 м) в зоне мелких и средних песков. Комплекс имеет поясное распределение вдоль побережья Пильтунского района (Рис. П.9). Средняя биомасса комплекса ($52,8 \pm 5,2$ г/м²) определяется, преимущественно, амфиподами – 45,5 % и двустворчатыми моллюсками – 28,2 %; несколько меньший вклад в общую биомассу вносят многощетинковые черви – 12,4 %.

Таблица 4. Состав комплексов бентоса Пильтунского района в 2016 г.

Таксономическая группа	Комплекс <i>Amphipoda</i>	Комплекс <i>Bivalvia</i>	Комплекс <i>E. parma</i>
	В, г/м ²	В, г/м ²	В, г/м ²
<i>Amphipoda</i>	24,0 ± 4,3	10,6 ± 7,3	2,3 ± 0,6
<i>Bivalvia</i>	14,9 ± 3,4	66,9 ± 9,8	98,5 ± 25,7
<i>Cumacea</i>	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0
<i>Decapoda</i>	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0,0 ± 0,0
<i>Echinoidea</i>	0,8 ± 0,8	55,4 ± 20,1	1217,7 ± 240,1
<i>Isopoda</i>	1,8 ± 0,5	27,0 ± 24,8	5,1 ± 2,4
<i>Pisces</i>	3,3 ± 2,0	2,0 ± 1,1	76,9 ± 23,0
<i>Polychaeta</i>	6,5 ± 2,2	12,1 ± 4,5	7,7 ± 1,0
Total	52,8 ± 5,2	178,9 ± 39,1	1410,3 ± 230,7

Комплекс *Bivalvia* встречается на 11 станциях на глубинах от 12,1 до 29,8 м (в среднем – 18,4 м) на мелких песках и смешанных гравийно-песчаных грунтах. В отличие от комплекса амфипод он имеет выраженное пятнистое распространение в районе (Рис. П.9). Средняя биомасса комплекса ($178,9 \pm 39,1$ г/м²) определяется, преимущественно, двустворчатыми моллюсками – 37,4 % и плоскими морскими ежами – 31,0 %; значительно меньше вклад в общую биомассу изопод – 15,1 % и многощетинковых червей – 6,7 %.

Необходимо отметить обнаружение в пределах данного комплекса скоплений изопод (преимущественно *Sentomon*). В ходе предыдущих исследований (Фадеев, 2002-

2013; Fadeev, 2003-2012) отмечалось, что биомасса ракообразных данного комплекса может достигать 50 % от биомассы моллюсков. Также, регистрировалось, что в этих местах обычно кормятся серые киты.

Комплекс плоских ежей *E. parva* детально описан ранее (Фадеев, 2007). На Рисунке П.9 показано распространение этого комплекса в Пильтунском районе нагула. Обращает на себя внимание появление в пределах данного комплекса скоплений другого кормового объекта - песчанки *A. hexapterus*.

Резюмируя анализ распределения комплексов макробентоса, отметим два комплекса, занимающих основную площадь дна в Пильтунском районе: мелководный прибрежный комплекс амфипод с высокой долей кормовых организмов по биомассе и более глубоководный комплекс плоских морских ежей с низкой долей кормовых организмов биомассе. Условная граница между комплексами располагается на глубинах около 20 м.

2.2. Распределение и численность бентоса в Чайвинском субрайоне

2.2.1. Суммарная биомасса бентоса

Средняя биомасса бентоса в Чайвинском субрайоне в 2015 г. колебалась от 21,6 (ст. In12, гл. 11,4 м) до 108,5 г/м² (ст. Ch02, гл. 11,5 м) (Рис. П.4), составляя в среднем $43,3 \pm 10,1$ г/м² (n=8). Для сравнения, в 2015 г. значение этого показателя составило $66,8 \pm 10,0$ г/м² (n=12); в 2014 г. – $52,4 \pm 5,9$ г/м² (n=12) и в 2013 г. – $62,9 \pm 6,8$ г/м² (n=12). Межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05).

В Чайвинском субрайоне зарегистрировано 7 таксономических групп бентоса, существенно различающихся по частоте встречаемости (в процентах от общего числа станций) (Табл. 5). Как и в предыдущие годы, в 2015 г. основу биомассы бентоса на всей акватории Чайвинского субрайона составляют группы с повсеместной встречаемостью (100 %): амфиподы, изоподы, многощетинковые черви, кумовые раки и двустворчатые моллюски. В целом для всего субрайона, эти 5 таксономических групп определяют более 85 % средней суммарной биомассы бентоса.

Таблица 5. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Чайвинском субрайоне

Частота встречаемости (P, %) таксономических групп, n=8							
P >50 %		P = 25-50 %		P = 10-25 %		P <10 %	
Группа	P, %	Группа	P, %	Группа	P, %	Группа	P, %
Amphipoda	100,0	Mysidae	50,0	Decapoda	12,5		
Isopoda	100,0						
Polychaeta	100,0						
Cumacea	100,0						
Bivalvia	100,0						

В 2016 г., как и предыдущие годы, для всего субрайона основная доля суммарной биомассы бентоса приходится на амфипод – 55,1 %.

2.3. Распределение и численность бентоса в морском районе

2.3.1. Суммарная биомасса бентоса

В Морском районе в 2016 г. выполнено 34 станции (102 дночерпательные пробы) на глубинах от 22,5 до 61,4 м. Средняя глубина станций составила $45,2 \pm 1,8$ м (n=34). Схема расположения станций в Морском районе представлены на Рисунке П.3.

Средняя биомасса бентоса в Морском районе колебалась от 99,7 (ст. В1-2, гл. 30,1 м) до значений более 4400 г/м² (ст. В5-4, гл. 32,5 м) (Рис. П.10), составляя в среднем $878,9 \pm 140,1$ г/м² (n=34). Для сравнения, в 2015 г. значение этого показателя составило $879,3 \pm 92,5$ г/м² (n=48), в 2014 г. - $963,8 \pm 125,7$ г/м² (n=48), в 2013 г. - $896,2 \pm 112,9$ г/м² (n=48), 2012 г. - $469,7 \pm 112$ г/м² (n=48), в 2011 г. - 435 ± 178 г/м² (n=38) и 2010 г. - $578,6 \pm 123,3$ г/м² (n=48). Значительное увеличение средней биомассы бентоса с 2013 г. связано с возрастанием биомассы морских ежей. В предыдущие годы, межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05).

Основная часть Морского района занята песчаными грунтами – основная часть (17 проб из 19) проб, отобранных в этом районе представлены хорошо сортированным мелким песком. В 2016 г. в Морском районе зарегистрировано 22 таксономических групп бентоса, существенно различающихся по частоте встречаемости (в процентах от общего числа проб) (Табл. 6).

Как и в предыдущие годы, в 2016 г. основу биомассы бентоса на всей акватории Морского района составляют группы с частотой встречаемости более 50 %: амфиподы, многощетинковые черви, двустворчатые моллюски, актинии, кумовые раки,

брюхоногие моллюски и десятиное раки. В целом для всего Морского района, эти 7 таксономических групп определяют более 58 % средней суммарной биомассы бентоса.

Таблица 6. Частота встречаемости таксономических групп бентоса в Морском районе

Частота встречаемости (P,%) таксономических групп, n=48							
P>50%		P = 25-50%		P = 10-25%		P<10%	
Группа	P,%	Группа	P,%	Группа	P,%	Группа	P,%
Amphipoda	100,0	Pisces	41,2	Holothuroidea	20,6	Caprellidae	8,8
Polychaeta	100,0	Nemertini	38,2	Mysidaceae	20,6	Isopoda	5,9
Bivalvia	100,0	Sipunculida	32,4	Hydrozoa	17,6	Anthozoa	2,9
Actinia	94,1	Echinoidea	26,5	Echiuridae	14,7	Ophiuroidea	2,9
Cumacea	91,2			Ascidia	11,8		
Decapoda	70,6			Bryozoa	11,8		
Gastropoda	70,6						

2.3.2. Биомасса разноногих раков или амфипод (Amphipoda)

В 2016 г. биомасса амфипод – наиболее важного компонента в питании китов в Морском районе, колебалась от 0,14 (ст. В12-1, гл. 61,4 м) до 802,1 г/м² (ст. В12-2, гл. 60,0 м), составляя в среднем 161,3±39,8 г/м² (Рис. П11). Для сравнения в 2015, 2014, 2013, 2012 и 2011 гг. эта величина составила – 132,3±28,0 г/м², 178,8±41,3 г/м², 119,7±20,6 г/м², 245,8±106,2 г/м² и 176,7±78,5 г/м², соответственно. Межгодовые вариации средней биомассы амфипод статистически не достоверны (p>0.05), что согласуется с данными прошлых лет (Fadeev, 2011, 2009, 2007).

Как и в предыдущие годы исследований, биомасса амфипод Морского района увеличивается при продвижении от берега к более глубоководным участкам (Рис. 5; Рис. П.12). Максимальное обилие амфипод с биомассой ≥300 г/м² стабильно отмечается на глубинах более 50 м (Рис. 5).

Остальные массовые группы бентоса (актинии, двустворчатые моллюски, кумовые раки и плоские ежи), составляющие основную часть биомассы, имеют четко выраженное пятнистое распространение. Участки повышенных биомасс этих групп находятся на периферии зоны обилия амфипод.

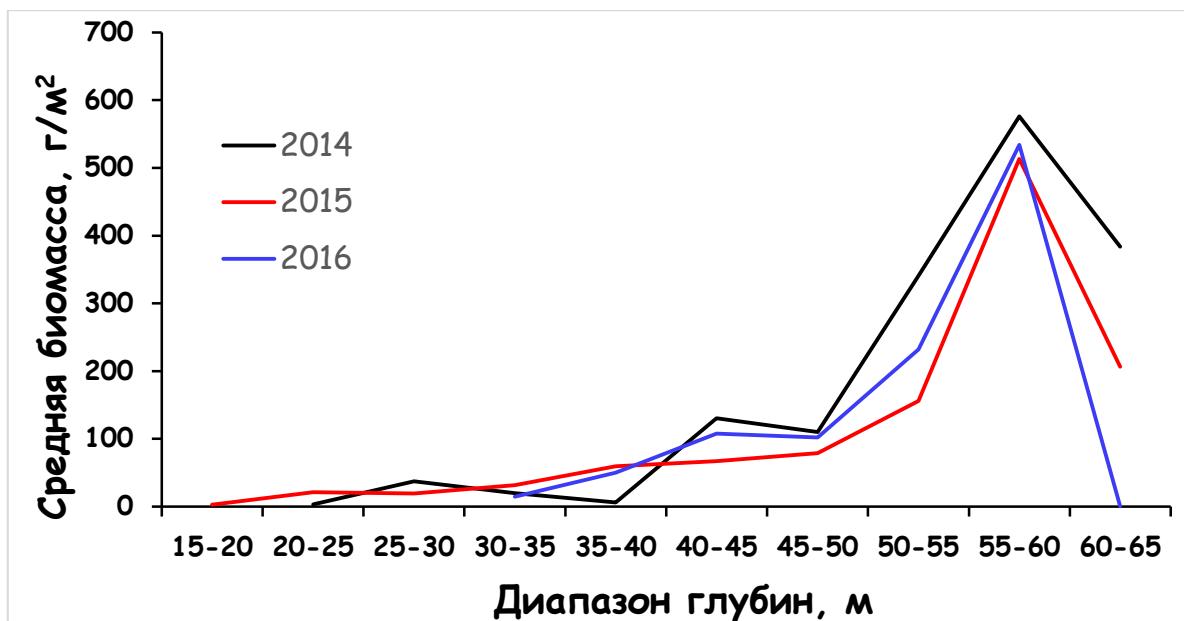


Рисунок 5. Изменения общей биомассы амфипод (г/м²) в Морском районе в 2014-2016 гг. зависимости от глубины отбора проб

2.3.3. Состав и распределение комплексов бентоса

За период 2002-2012 гг. (48 станций) в Морском районе были выделены четыре комплекса макробентоса: комплекс плоских морских ежей (Комплекс I), комплекс кумовых раков (Комплекс II), комплекс амфиподы ампелиски с актиниями и двустворчатыми моллюсками (Комплекс III) и комплекс амфиподы ампелиски (Комплекс IV), занимающий наибольшую площадь акватории и имеющий большое значение для нагула серых китов (Рис. П.12).

На протяжении всего периода исследований отмечены разные вариации данных комплексов с неизменным сохранением основных доминирующих видов (Фадеев, 2002-2013; Fadeev, 2003-2012; Ивин, Демченко, 2014).

Комплекс бентоса I

Комплекс с доминированием плоских морских ежей *Echinarachnius parma* (Табл. 7) присутствует в основном в северной части Морского района (Рис. П.12). Средняя глубина – $48,3 \pm 4,3$ м (7 станций на глубинах 32,5-61,4 м). На всех станциях доминируют плоские ежи со средней биомассой $1673,7 \pm 477,2$ г/м² (88 % от суммарной биомассы). Общая биомасса комплекса составляет $1901,7 \pm 468,7$ г/м². Субдоминирующим видом является роющая актиния *Epiactis arctica* с биомассой $109,8 \pm 39,6$ г/м².

Подобный комплекс детально описан в Пильтунском районе на глубинах более 20 м (Фадеев, 2007).

Комплекс бентоса II

Комплекс с доминированием двустворчатых моллюсков (Табл. 6). Средняя глубина – 33,2±1,4 м (6 станций на глубинах 30,1-38,3 м). Суммарная средняя биомасса комплекса составляет 258,0±52,6 г/м², на долю доминирующих видов приходится >77% биомассы (двустворчатые моллюски – 56,7%). Комплекс распространен мозаично на глубинах от 20 до 46 м в западной части района на мелкозернистых и смешанных песках. Субдоминирующими видами, являются амфиподы ампелиски *Ampelisca eschrichti* с биомассой 28,2±14,8 г/м²; роющая актиния *E. arctica* (25,1±10,7 г/м²) и кумовые раки *Diastylis bidentata* (25,0±11,1 г/м²).

С увеличением глубины плотность поселения кумовых раков *D. bidentata* значительно возрастает (Fadееv, 2003). В участках наибольшего обилия их плотность достигает огромных значений, достигающих до 87000 экз/м².

Таблица 7. Количественные характеристики (биомасса, г/м²) комплексов бентоса Морского района

Показатель	Таксономическая группа					Средняя общая биомасса (B_{summ})
	<i>Amphipoda</i>	<i>Actinia</i>	<i>Bivalvia</i>	<i>Echinoidea</i>	<i>Cumacea</i>	
Комплекс I. <i>Echinarachnius parma</i>						
Средняя биомасса	14,4	109,8	24,3	1673,7	31,8	1901,7
Ст. ошибка	6,9	39,6	10,5	477,2	19,8	468,7
Доля в B_{summ} , %	0,8	5,8	1,3	88,0	1,7	
Комплекс II. <i>Bivalvia</i>						
Средняя биомасса	28,2	25,1	146,2	0,0	25,0	258,0
Ст. ошибка	14,8	10,7	55,3	0,0	11,1	52,6
Доля в B_{summ} , %	10,9	9,7	56,7	0,0	9,7	
Комплекс III. <i>Actinia</i> + <i>Ampelisca eschrichti</i>						
Средняя биомасса	100,7	266,6	49,2	1,9	31,9	533,3
Ст. ошибка	15,9	45,1	7,8	1,9	17,7	54,7
Доля в B_{summ} , %	18,9	50,0	9,2	0,4	6,0	
Комплекс IV. <i>Ampelisca eschrichti</i>						
Средняя биомасса	557,2	116,0	216,7	0,0	0,9	1012,6
Ст. ошибка	84,6	29,4	82,1	0,0	0,5	141,2
Доля в B_{summ} , %	55,0	11,5	21,4	0,0	0,1	

Комплекс бентоса III

Комплекс с доминированием актиний и амфиподы ампелиски *A. eschrichti*. Средняя глубина – 44,8±1,7 м (13 станций в диапазоне 33,9-56,2 м). Комплекс расположен мозаично на периферии комплекса ампелиски. Средняя биомасса комплекса – 533,3±54,7 г/м². Более 68 % суммарной биомассы комплекса приходится на долю доминирующих видов. В составе комплекса зарегистрировано 19 видов двустворчатых моллюсков. Доминирующие в комплексе бентоса по биомассе виды: актиния *E. arctica*, двустворчатые моллюски *Serripes groenlandicus* и *Liocyma fluctuosum*, амфиподы *A. eschrichti*.

Комплекс бентоса IV

Комплекс с доминированием амфиподы *A. eschrichti* был определен на 7 станциях со средней глубиной 56,5±1,3 м (в диапазоне 50,3-60,0 м). Комплекс занимает восточную часть Морского района. Средняя суммарная биомасса составляет 1012,6±141,2 г/м², биомасса доминирующей группы - амфипод - более 550 г/м² (55,0 % от суммарной биомассы). В состав комплекса входит 36 видов амфипод, из них 14 видов встречено только в Морском районе. По частоте встречаемости, плотности поселения и биомассе резко доминирует один вид - *A. eschrichti*. На отдельных станциях ее биомасса составляет 95-100% суммарной биомассы амфипод. Максимальная биомасса ампелиски имела высокие значения весь период исследований, при частоте встречаемости 90-100% в сборах. Максимальная биомасса ампелиски имела высокие сходные значения весь период исследований, при частоте встречаемости 90-100% в сборах (таблица 8).

Таблица 8. Количественные характеристики (биомасса, г/м²) *A. eschrichti* в 2004-2016 гг.

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Максимальная биомасса, г/м ²	1094	1334	1061	1077	1039	1085	1052	1459	1230	1672	905	1072

Плотность поселения и биомасса ампелиски в Морском районе сопоставимы, а в большинстве случаев превышают значения в бентосе других высокопродуктивных районов Северной Пацифики (Кузнецов, 1964; Кобликов, 1983 а,б; 1986; Макаров, 1937) и районов нагула серых китов восточной популяции (Stoker, 1981; Nerini and Oliver, 1983; Oliver et al., 1983; Dunham and Duffus, 2001, 2002; Moore et al., 2007).

2.4. Характеристики водной толщи и донных осадков

2.4.1. Температура воды

Значения температуры придонного слоя воды в Прибрежном и Морском районах нагула в октябре 2016 г. были сопоставимыми с показателями аналогичных сезонов прошлых лет (Табл. 9), за исключением наблюдений 2015 года со значимо более низкими температурами придонного слоя.

Таблица 9. Значение температуры придонного слоя воды в Прибрежном и Морском районах нагула в 2012-2016 гг.

Показатель	Прибрежный район					Морской район				
	2012 IX	2013 X	2014 X	2015 IX-X	2016 X	2012 IX	2013 X	2014 X	2015 IX-X	2016 X
Среднее	9,9	8,0	9,0	4,8	8,6	8,2	5,2	8,2	2,7	5,6
Ст. ошибка	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,04	0,9	0,2
Минимум	5,9	6,6	8,1	3,2	6,1	3,9	1,6	7,7	-0,4	1,3
Максимум	12,3	9,6	10,4	8,1	9,4	10,1	7,8	9,4	6,6	7,0
Наблюдения	37	58	58	16	53	30	48	48	9	34

Примечание: Римскими цифрами обозначены месяцы: IX – сентябрь, X – октябрь.

2.4.2. Структура и распределение донных осадков

Гранулометрический состав донных отложений в 2016 г. исследован на основе лабораторных анализов 36 проб грунта, отобранных на бентосных станциях (19 станций в Прибрежном (Пильгунский/Чайвинский) районе и 17 – в Морском районе). Для донных осадков большинства станций всей акватории характерно преобладание песчаных (псаммитовых) фракций. Из 36 станций, выполненных во всех районах, на <94% станций преобладают пески, а >6% приходится на долю гравийно-галечных грунтов с примесью разнозернистых песков. При этом доля мелкопесчанистой фракции на большинстве станций превышает 75%.

Прибрежный район

При описании распределения грунтов по материалам экспедиций 2002-2015 гг. отмечалось, что вдоль всего района на глубинах до 10-15 м преобладают мелкопесчаные грунты. С увеличением глубины они сменяются средними, крупными песками и участками гравийно-галечных грунтов с примесью разнозернистых песков.

Данные 2016 г. подтвердили такое пространственное распределение. В Прибрежном районе на более чем на 73 % станций преобладали мелкие пески, средние преобладали на более чем 21 % станций. Гравийно-галечные грунты часто с примесью

разнозернистых песков встречаются мозаично на глубинах более 15-20 м. Максимальная доля (более 10%) алеврито-глинистой фракции в отложениях отмечена на локальном участке на глубинах менее 20 м в районе протоки лагуны Пильтун. Вероятно, что активная гидродинамика района способствует переносу мелких фракций грунта на большие глубины. При этом участки с повышенным содержанием алеврито-глинистой фракции расположены как севернее, так и южнее выхода из лагуны. Это подтверждает данные гидрологии о том, что в период отлива и действия апвеллингов вдоль-береговое течение в прибрежной зоне Пильтунского района может менять направление с южного на северное.

Морской район

В Морском районе глубины плавно увеличиваются от 18 до 68 м. Содержание алеврито-глинистой фракции в грунте увеличивается с глубиной. В целом в Морском районе мелкие пески преобладали на >95% станций. Гравийные грунты и крупнозернистые пески имеют пятнистое распределение и расположены в относительно мелководной западной части района.

Данные 2016 г. подтвердили такое пространственное распределение. Большинство проб (15 из 17), отобранных в Морском районе классифицированы как мелкозернистые пески.

Классификация станций по сходству гранулометрического состава

Данные по фракционному составу донных отложений на станциях в Прибрежном и Морском районах были сгруппированы (классифицированы) с использованием процедур кластер-анализа (Фадеев, 2007б). Как следует из анализа дендрограмм, во всех районах выделяется 3 группы станций по сходству гранулометрического состава - А, В, С. В таблице 10 приведены усредненные характеристики каждой из групп осадков для Пильтунского и Морского районов на основе данных 2012-2015 гг.

Группа А объединяет станции с преобладанием в осадке фракции 0,1-0,25 мм (мелкий песок). По данным 2002-2015 гг. в осадках Пильтунского района доля этой фракции варьируется от 60 до 96% от сухого веса осадка. Нормированный энтропийный коэффициент сортировки составляет в среднем 0,35 и колеблется от 0,17 до 0,47 (идеально сортированный осадок имеет значение, равное 0). Данная группа осадков встречается в Пильтунском районе на глубинах 9 - 23 м, при средней глубине 15 м.

Таблица 10. Характеристики групп осадков в Прибрежном и Морском районах

Группы осадков	Фракции осадков (% целого)						H _s	H _s /H _{max}	Код
	Га	Гр	Пк	Пс	Пм	Ал+Пе			
Прибрежный район, 2016 г.									
A	0.00	0.43	1.33	12.60	84.38	1.25	0.55	0.25	Sf
C	0.00	21.05	13.13	39.69	24.62	1.50	1.53	0.69	Gr+Sfmc
Прибрежный район, 2015 г.									
A	0.00	0.53	0.69	3.59	93.71	1.48	0.30	0.15	Sf
B	0.00	1.55	4.32	42.99	50.77	0.36	0.79	0.42	Sfm
C	2.66	28.04	19.57	37.89	11.00	0.84	1.42	0.70	Gr+Sfmc
Прибрежный район, 2014 г.									
A	0	9,60	3,36	16,45	68,25	2,34	0,98	0,61	Sf
B	0	8,58	26,16	47,63	16,69	0,94	1,26	0,78	Smf
Прибрежный район, 2013 г.									
A	0,00	0,85	3,30	20,50	71,94	3,50	0,83	0,52	Sf
B	0,00	14,30	15,73	27,78	39,92	2,27	1,38	0,86	Smf
C	0,00	27,04	20,22	35,14	12,74	4,86	1,45	0,90	Gr+Sfmc
Морской район, 2016 г.									
A	0.00	0.43	0.53	3.02	91.77	4.26	0.39	0.18	Sf
C	0.00	37.70	19.46	15.14	25.26	2.43	1.69	0.77	Gr+Sfmc
Морской район, 2015 г.									
A	0.08	0.25	0.38	2.27	95.8	1.17	1.85	0.11	Sf
B	0.00	0.13	0.29	1.61	91.01	6.95	1.83	0.21	Sf+Al
C	0.00	1.97	2.37	34.90	58.70	2.07	1.89	0.45	Sfm
D	5.10	18.90	1.10	1.50	67.40	5.90	2.20	0.57	Gr+Sf+Al
Морской район, 2014 г.									
A	0,00	0,24	0,56	4,44	88,20	6,56	0,47	0,29	Sf
C	0,00	4,30	6,00	16,30	64,37	9,03	1,10	0,68	Gr+Smf
Морской район, 2013 г.									
A	0,00	0,38	0,74	5,69	85,99	7,20	0,54	0,34	Sf
B	0,00	3,01	7,00	25,40	57,00	7,59	1,16	0,72	Smf
C	0,20	39,20	7,50	25,50	19,20	8,40	1,44	0,89	Gr+Smf

Примечание: H_s – энтропийный индекс сортировки грунта, H_s/H_{max} – нормированный энтропийный индекс сортировки. **Жирным** шрифтом выделена преобладающая фракция грунта (Преобладание определено как содержание > 50 % от общей сухой массы образца).

В группу В входят станции с преобладанием в грунте среднезернистого песка с примесью до 20% крупного песка. Значение энтропийного индекса сортировки варьируется от 0,44 до 0,73, а нормализованное значение в среднем составляет 0,61. Средняя глубина, на которой данная группа осадков встречается в Пильтунском районе – 22 м (диапазон глубин 14-26 м).

Группа С объединяет станции без явного преобладания какой-либо из фракций. Грунт слагается гравийной фракцией с примесью песчаных фракций. Наибольшие значения имеют фракции 0,5-1,0 мм (крупный песок) и 1,0-2,0 мм (мелкий гравий). Значение энтропийного индекса сортировки варьируется от 0,79 до 0,87 (абсолютно несортированный осадок имеет значение равное 1). Средняя глубина станций этой группы осадков в Пильтунском районе составляет 25 м (диапазон глубин 20-37 м).

Группа А соответствует хорошо сортированным мелкозернистым пескам, **группа В** – средне сортированным разнозернистым пескам (смесь мелких и средних песков), **группа С** - плохо сортированным песчаным грунтам характеризующихся содержанием гравия различных размеров, гальки и ракушечного детрита. Характеристики состава групп осадков в Пильтунском районе, описанные по данным 2013 - 2016 гг. хорошо согласуется с результатами анализа грунтов по материалам работ предыдущих лет (Фадеев 2007).

2.4.3. Органическое вещество и хлорофилл-а в донных отложениях

Общеизвестным является тот факт, что большая часть первичной продукции на Земле образуется в результате фотосинтеза органического вещества зелеными растениями (Одум, 1986), содержащими фотосинтетический пигмент – хлорофилл-а. Главным источником органического вещества в Мировом океане является морской фитопланктон (Скопинцев, 1967; Хайлов, 1971; Behrenfeld et al., 2001; Романкевич и др., 2009). В донных осадках прибрежной зоны, особенно в их верхних слоях, основную роль в образовании органической продукции играет сообщество перифитонных (донных) организмов, состоящее в основном из одноклеточных микроводорослей, или микрофитобентос (Хайлов, 1971; Чербаджи, Тарасов, 1980). Поскольку в основе биологической продукции лежит фотосинтетическая деятельность, о продуктивности прибрежной экосистемы можно судить по содержанию главного фотосинтетического пигмента – хлорофилла-а. На примере фитопланктона показано, что 1 г хлорофилла в 1 ч ассимилирует 3,7 г углерода (Ryter, Yentsch, 1957), чем обуславливается прямая зависимость между содержанием хлорофилла и биологической продуктивностью водоема.

В ходе предыдущих исследований, по соотношению стабильных изотопов углерода и азота показано, что основными источниками органических веществ для

массовых видов зообентоса – основы кормовой базы серых китов района исследования, являются фитопланктон и микрофитобентос (Фадеев, 2008; 2009; 2012; 2013).

Таким образом, содержание органического вещества, определяемого в виде углерода органических соединений ($S_{орг.}$) и хлорофилла в донных отложениях являются интегральными показателями продукционных акватории. В то же время, как показано выше, эти показатели связаны между собой. Вместе с тем, содержание хлорофилла и $S_{орг.}$ в донных отложениях находится в прямой зависимости от гранулометрического состава осадка, увеличиваясь от песков к алевритам и пелитам (Романкевич, Ветров, 2001).

Такое распределение $S_{орг.}$ по гранулометрическим типам осадков обусловлено дисперсным составом основной массы органического вещества, сорбционными процессами на глинистых минералах (оксидах), а также гидродинамическими и литодинамическими законами перемещения частиц.

В донных осадках Прибрежного района в 2016 г. содержание $S_{орг.}$ изменялось от 0,01 до 0,21 %, составляя в среднем $0,07 \pm 0,01$ %. Полученные показатели значительно ниже показателей 2015 и 2014 гг. - $0,21 \pm 0,11$ и $0,28 \pm 0,12$ %, соответственно.

Содержание хлорофилла-а в донных отложениях Прибрежного района в 2016 г. изменялось от 0,51 до 20,42 мг/100 г осадка, составляя в среднем $5,04 \pm 1,27$ мг/100 г. Полученные значения значительно выше показателей 2015 и 2014 гг. - $1,76 \pm 0,61$ и $2,03 \pm 0,82$ мг/100 г, соответственно.

В донных осадках Морского района в 2016 г. содержание $S_{орг.}$ изменялось от 0,07 до 0,83 %, составляя в среднем $0,31 \pm 0,06$ %. Полученные значения несколько выше показателей 2015 и 2014 гг. - $0,16 \pm 0,07$ и $0,24 \pm 0,11$ %, соответственно.

Содержание хлорофилла-а в донных отложениях Морского района в 2016 г. изменялось от 2,16 до 11,23 мг/100 г осадка, составляя в среднем $5,95 \pm 0,78$ мг/100 г. Полученные показатели значительно выше показателей 2015 и 2014 гг. - $1,36 \pm 0,47$ и $1,42 \pm 0,61$ мг/100 г, соответственно.

В целом, несмотря на значительные отличия от показателей прошлых лет, содержание органического вещества и хлорофилла-а в донных отложениях соответствует основным типам осадков, представленных в районе исследования.

ВЫВОДЫ

1. В Пильтунском нагульном районе в 2016 г. средняя биомасса бентоса составляла $621,1 \pm 133,7$ г/м² (n=43) не отличалась существенно от значений предыдущих лет (t-test, p>0,05). Как и в предыдущие годы, для всего района основная доля суммарной биомассы бентоса приходится на плоских ежей *Echinarachnius parma* – в среднем более 79 %, на глубинах более 20 м доля ежей может превышать 90 %. Количественное обилие основного компонента кормового бентоса серых китов – амфипод и изопод – не отличалось существенно от данных предыдущих лет. Суммарная доля ракообразных в биомассе макробентоса составляла 70,9 % на глубинах менее 11 м; 28,8 % в диапазоне глубин 11–15 м; и только 0,8 % на глубинах свыше 25 м.

2. Средняя биомасса амфипод снизилась до $11,1 \pm 2,6$ г/м², что несколько ниже значений 2015 ($14,1 \pm 2,5$; n=55) и 2014 гг. ($16,13 \pm 3,29$; n=56). Межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05). Основу общей биомассы амфипод (от 45 до 88%) составляет *Monoporeia affinis*. Распределение биомассы амфипод вдоль побережья Пильтунского района нагула в 2002-2016 гг. имеет сходные тенденции – зоны максимальных биомасс приурочены к мелководным прибрежным участкам акватории.

3. Многолетняя динамика биомассы амфипод в прибрежной зоне Пильтунского района заключается в статистически значимом снижении биомассы в 2009 году по сравнению с 2002-2008 годами. Наблюдаемый в 2010-2012 годах рост биомассы амфипод не привел пока к достижению максимальных значений биомассы, соответствующих уровню 2002-2003 годов (сохраняются статистически значимые различия). С 2013 г. наблюдается резкое снижение биомассы амфипод, возможным объяснением которого может являться как резкое снижение солености в результате интенсивной разгрузки р. Амура в ходе катастрофических паводков 2013 г., так и выедание их серыми китами, численность которых в районе работ стабильно увеличивается.

4. В 2016 г. скопления амфипод со средней биомассой свыше 40 г/м² локализовались в южной и центральной частях Пильтунского района, в прибрежной зоне в районе изобаты 10 м в зоне мелких песков, при этом участки наибольших биомасс в 2016 г. были приурочены как к южной части района (выход из лагуны Пильтун), так и к мористой области северной части района.

5. В пределах Пильтунского нагульного района выделен прилагунный комплекс видов амфипод, распространенный в южной и центральной части района,

преимущественно до глубины менее 15 м в зоне мелких песков, куда постоянно из лагун поступают опресненные, подтепленные и обогащенные биогенами воды. Доминирует по обилию миксогалинный вид *Monoporeia affinis*. С глубиной вклад этого вида в общую биомассу амфипод, даже в пределах комплекса, резко снижается. Вторым значимым по биомассе в этом комплексе является поли-эвгалинный вид *Eogammarus schmidtii*. С глубиной происходит смена типов донных осадков и массовых видов амфипод.

6. В ходе анализа многолетних данных межгодовой и сезонной динамики амфипод выявлены значительные ограничения, связанные с сезоном сбора материала; диапазоном глубин сбора материала; количеством станций, выполненных на минимальных и максимальных глубинах; особенностях сезонных и суточных миграций амфипод; их агрегированным распределением и сильной межстанционной изменчивостью их количественного обилия и размерного состава; локализацией и размером скоплений в зависимости от гидрологической обстановки; особенностями жизненного цикла массовых видов.

7. Анализ глубин, на которых были отобраны материалы в период с 2002 по 2016 гг. не предполагает наличия каких-либо методологических ошибок и не позволяет объяснить межгодовую флуктуацию обилия амфипод методическими причинами.

8. В 2016 г. в Пильтунском районе отмечено продолжающееся увеличение средней биомассы песчанки *Ammodytes hexapterus* до $32,8 \pm 10,5$ г/м² при частоте встречаемости по всему району исследований >63 % (n=43), что выше показателей предыдущих лет. Для сравнения, в 2015 г. средняя биомасса этого вида составила $27,1 \pm 5,2$ г/м² (n=55); в 2014 г. – $5,35 \pm 1,51$ г/м² (n=56), а в 2013 г. – $7,04 \pm 1,49$ г/м² (n=58). Значительное увеличение средней биомассы песчанки, наблюдаемое в Пильтунском районе с 2015 г., по сравнению с предыдущими (2013-14) годами, позволяет надеяться на увеличение запасов этого кормового вида.

9. В биоценоотическом комплексе двустворчатых моллюсков Пильтунского района обнаружены значительные скопления изопод (преимущественно *Sentomon*) с биомассой $27,0 \pm 24,8$ г/м², что составляет более 40 % от биомассы моллюсков. По наблюдениям прошлых лет регистрировалось, что в этих местах обычно кормятся серые киты.

10. В Чайвинском районе нагула в 2016 г. средняя биомасса бентоса составила $43,3 \pm 10,1$ г/м² (n=8), что ниже аналогичного показателя в 2015 г., составлявшего $66,8 \pm 10,0$ г/м² (n=12). Вместе с тем, межгодовые вариации биомассы не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05).

11. В Морском районе нагула в 2016 г. средняя биомасса бентоса составила $878,9 \pm 140,1$ г/м² (n=34), что несколько ниже значений 2015 ($879,3 \pm 92,5$; n=48) и 2014 гг. ($963,8 \pm 125,7$; n=48). Межгодовые вариации биомассы в период после 2013 г. не являются статистически значимыми (t-test, p>0,05)

12. Биомасса амфипод в Морском районе в 2016 г. составила $161,3 \pm 39,8$ г/м² (n=34), по сравнению с $132,3 \pm 28,0$ г/м² (n=48) в 2015 г. и $178,8 \pm 41,3$ г/м² (n=48) в 2014 г. Межгодовые вариации средней биомассы ампелиски статистически не достоверны. Пространственное распределение биомассы бентоса в 2006-2016 гг. носит сходный характер. Биомасса амфипод в Морском районе увеличивается при продвижении от берега к более глубоководным участкам в восточной части района. Биомасса кормового бентоса в Морском районе в 2002-2016 гг. находилась на стабильном уровне, существенных межгодовых изменений не наблюдается.

13. В 2016 г. максимальная биомасса амфипод в биоценоотическом комплексе *Ampelisca eschrichti* составила 1072 г/м², что соответствует показателям за все предыдущие годы наблюдения, что сопоставимо, а в большинстве случаев и превышают значения в бентосе других высокопродуктивных районов Северной Пацифики.

14. Как и в предыдущие годы исследований, биомасса амфипод Морского района увеличивается при продвижении от берега к более глубоководным участкам. Максимальное обилие амфипод с биомассой ≥ 300 г/м² стабильно отмечается на глубинах более 50 м.

15. Содержание хлорофилла-а в донных отложениях Прибрежного района в 2016 г. изменялось от 0,01 до 0,21 %, составляя в среднем $0,07 \pm 0,01$ %. Полученные показатели значительно ниже показателей 2015 и 2014 гг. - $0,21 \pm 0,11$ и $0,28 \pm 0,12$ %, соответственно. В донных отложениях Морского района значение этого показателя изменялось от 2,16 до 11,23 мг/100 г осадка, составляя в среднем $5,95 \pm 0,78$ мг/100 г. Полученные показатели значительно выше показателей 2015 и 2014 гг. - $1,36 \pm 0,47$ и $1,42 \pm 0,61$ мг/100 г, соответственно.

16. Содержание $C_{\text{орг}}$ в донных осадках Прибрежного района в 2016 г. изменялось от 0,01 до 0,21 %, составляя в среднем $0,07 \pm 0,01$ %. Полученные показатели значительно ниже показателей 2015 и 2014 гг. - $0,21 \pm 0,11$ и $0,28 \pm 0,12$ %, соответственно. В донных отложениях Морского района значение этого показателя изменялось от 0,07 до 0,83 %, составляя в среднем $0,31 \pm 0,06$ %. Полученные значения несколько выше показателей 2015 и 2014 гг. - $0,16 \pm 0,07$ и $0,24 \pm 0,11$ %, соответственно.

17. В целом, несмотря на значительные отличия от показателей прошлых лет, содержание хлорофилла-а и $C_{\text{орг}}$ в донных отложениях соответствует основным типам осадков, представленных в районе исследования. Преобладание песчанистых грунтов с минимальным содержанием тонкодисперсных алевритовых фракций не способствует накоплению органического вещества и хлорофилла-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ивин В.В., Демченко Н.Л. 2014. «Состояние бентоса в районах нагула серых китов (*Eschrichtius robustus*) у побережья северо-восточного Сахалина в 2014 году.» Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.
- Кобликов В.Н. 1983а. Количественная характеристика донного населения присахалинских вод Охотского моря. // Количественное и качественное распределение бентоса: кормовая база бентосоядных рыб. Москва: ВНИРО. С. 4-21.
- Кобликов В.Н. 1983б Состав и количественное распределение макробентоса на охотоморском шельфе Сахалина // Изв. ТИНРО. Т. 106. С. 90-97.
- Кобликов В.Н. 1986. Бентосные сообщества континентального шельфа и верхней части склона побережья Охотского моря Сахалина. ТИНРО. Рук., депонированная в ЦНИИТЕИРХ. 54 С.
- Красавцев В.Б., Пузанков К.Л., Шевченко Г.В. Формирование апвеллинга на северо-восточном шельфе острова Сахалин // Тематический выпуск ДВНИГМИ №3. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 106-120.
- Кузнецов А.П., 1964. Распределение бентосной фауны в западной части Берингова моря [Kuznetsov, A.P. 1964. Distribution of benthic fauna in the western Bering Sea by trophic zones and general issues of trophic zonation // Trans. Inst. Okeanol. AN SSSR. V. 69, P. 98-177.]
- Макаров В.В. 1937. Материалы по количественному учету донной фауны северной части Берингова и Чукотского морей // Исслед. Дальневосточных морей СССР. Вып. 25. С. 260 – 289.
- Одум Ю. 1986. Экология. М.: Мир. В 2-х т.
- Пищальник В.М., Архипкин В.С. Сезонные вариации циркуляции вод на Охотоморском шельфе острова Сахалин // Тематический выпуск ДВНИГМИ №2. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 84-95.
- Романкевич Е.А., Ветров А.А. 2001. Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 302с.

- Романкевич Е.А., Ветров А.А., Пересыпкин В.И. Органическое вещество мирового океана // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 4. С. 401-411.
- Рутенко А.Н., Храпченков Ф.Ф., Соснин В.А. Прибрежный апвеллинг на шельфе о. Сахалин // Метеорология и гидрология. 2009. №2. С. 44–53.
- Рутенко А.Н., Соснин В.А. Гидродинамические процессы на шельфе о. Сахалин в прибрежном Пильтунском районе кормления серых китов и их связь с атмосферной циркуляцией // Метеорология и гидрология. 2014. № 5. С. 74–93.
- Скопинцев Б.А. О балансе органического углерода в водах Мирового океана // Докл. АН СССР. 1967. Т. 174, № 6. С. 1417-1425.
- Фадеев, В.И. 2002. "Водолазные исследования бентоса в районах нагула серых китов в 2001 г.". Неопубликованный окончательный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия. 113 с.
- Фадеев, В.И. 2004. "Исследования бентоса и кормовой базы в районах нагула серых китов западной популяции, 2003 г.". Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.
- Фадеев, В.И. 2005. "Исследования бентоса и кормовой базы в районах нагула серых китов западной популяции, 2004 г.". Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.
- Фадеев, В.И. 2006. "Исследования бентоса и кормовой базы в районах нагула серых китов западной популяции, 2005 г.". Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-

Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.

Фадеев, В.И. 2007а. "Исследования бентоса и кормовой базы в районах нагула серых китов западной популяции, 2006 г". Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.

Фадеев, В.И. 2013а. «Состояние бентоса в районах питания сахалинской нагульной группировки серых китов в 2012 году. Методы и анализ» Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.

Фадеев, В.И. 2013б. «Состояние бентоса в районах питания сахалинской нагульной группировки серых китов в 2012 году.» Неопубликованный отчет по контракту Института морской биологии, Дальневосточное отделение Российской Академии Наук, Владивосток, Россия, для компаний "Эксон Нефтегаз Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед", Южно-Сахалинск, Россия.

Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море. Киев: Наук. думка, 1971. 252 с.

Чербаджи И.И., Тарасов В.Г. Фотосинтез и дыхание донных сообществ на мягких грунтах залива Восток (Японское море) // Биология моря. 1980. № 2. С. 21-30.

Behrenfeld M.J., Randerson J.T., McClain C.R. Biospheric primary production during an ENSO transition // Science. 2001. Vol. 291. P. 2594-2597.

Dunham, J.S. and D.A. Duffus. 2001. Foraging patterns of gray whales in central Clayoquot Sound, British Columbia. Marine Ecology Progress Series 223:299-310.

Dunham, J.S. and D.A. Duffus. 2002. Diet of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Clayoquot Sound, British Columbia, Canada. Marine Mammal Science 18: 419-437.

Fadeev, V.I. 2003. Benthos and Prey Studies in Feeding Grounds of the Okhotsk-Korean Population of Gray Whales. Report on materials from field studies on the research vessel Nevelskoy in 2002. Report by the Institute of Marine Biology, Far East Branch of

Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia - 118 pp.

Fadeev, V.I. 2004. Benthos and Prey in Feeding Grounds of the Okhotsk-Korean Population of Gray Whales. Report on materials from field studies on the research vessel Nevelskoy in 2003 // Report by the Institute of Marine Biology, Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia - 191 pp.

Fadeev, V. I. 2005. Benthos and food supply in feeding areas of the Okhotsk-Korean gray whale population. Report based on results of field work aboard the research vessel Akademic Oparin. Report by the Institute of Marine Biology, Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia. 157 pp.

Fadeev, V. I. 2006. Benthos and food supply in feeding areas of the Okhotsk–Korean gray whale population in 2005. Report by the Institute of Marine Biology, Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 133 pp.

Fadeev, V.I. 2007a. Benthos and food supply in feeding areas of the Okhotsk-Korean gray whale population. Unpublished contract report by the Institute of Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science, Vladivostok, Russia, for Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia. 119 pp.

Fadeev V.I. 2007b. Investigations of benthos and food resources in summer feeding areas of the Korean-Okchotsk population of the gray whale *Eschrichtius robustus* in 2001-2003 // Response of Marine Biota to Environmental and Climatic Changes. Vladivostok: Dalnauka, P. 213–231.

Fadeev, V.I. 2008. Benthos and prey studies in feeding grounds of the Okhotsk-Korean population of gray whales, 2007. Report by Institute of Marine Biology of Far East Branch, Russian Academy of Sciences for Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Fadeev, V.I. 2009. Benthos studies in feeding grounds of the Okhotsk-Korean gray whale population. Report by the Marine biology institute (The Far East Branch), Russian Academy of Sciences. Vladivostok, Russia for Exxon Neftegas Limited,

Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Fadeev, V.I. 2010. Benthos studies in feeding grounds of the Okhotsk-Korean gray whale population in 2009. Chapter 3 In: Western Gray Whale Research and Monitoring Program in 2009, Sakhalin Island, Russia. Volume II Results and Discussion. Report by the Marine Biology Institute (The Far East Branch), Russian Academy of Sciences. Vladivostok, Russia for Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Fadeev, V.I. 2011. Benthos studies in feeding grounds of the Okhotsk-Korean gray whale population in 2010. Chapter 3 In: Western Gray Whale Research and Monitoring Program in 2010, Sakhalin Island, Russia. Volume II Results and Discussion. Report by the Marine Biology Institute (The Far East Branch), Russian Academy of Sciences. Vladivostok, Russia for Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Fadeev, V.I. 2012. Benthos studies in feeding grounds of the Okhotsk-Korean gray whale population in 2011. Chapter 3 In: Western Gray Whale Research and Monitoring Program in 2011, Sakhalin Island, Russia. Volume II Results and Discussion. Report by the Marine Biology Institute (The Far East Branch), Russian Academy of Sciences. Vladivostok, Russia for Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia and Sakhalin Energy Investment Company Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Moore, S. E., K. M. Wynne, J. C. Kinney and J. M. Grebmeier. 2007. Gray whale occurrence and forage southeast of Kodiak, Island, Alaska. *Marine Mammal Science* 23:419–428.

Nerini M.K., J.S. Oliver. 1983. Gray whales and the structure of the Bering Sea benthos // *Oecologia* (Berlin). V. 59. P. 224 – 225.

Oliver, J.S., P.N. Slattery, M.A. Silberstein and E.F. O'Connor. 1983. A comparison of gray whale feeding in the Bering Sea and Baja California // *Fisheries Bull* V. 81. P.:501-512.

Ryter J.H., Yentsch C.S. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. *Limnol. Oceanogr.*, 1957, 2, 281-286.

Stoker, S. W. 1981. Benthic invertebrate microfauna of the eastern Bering/Chuckchi continental shelf. // In: *In the eastern Bering Sea shelf: oceanography and resources*, vol. 1, (eds.) D. W. Hood and J. A. Calder. Off. Marine Pollution Assessment, NOAA. Distributed by University of Washington Press, Seattle.

ПРИЛОЖЕНИЕ

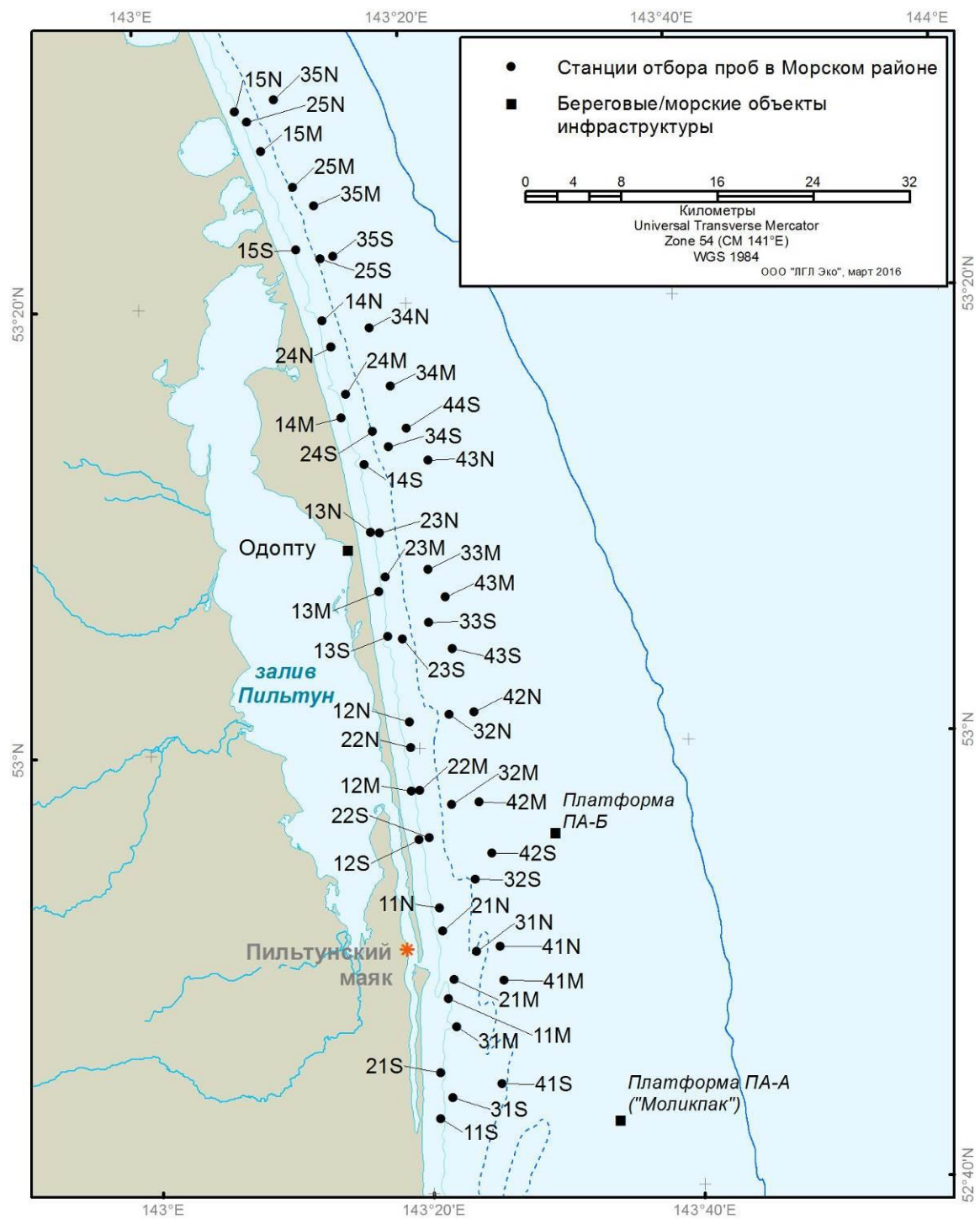


Рисунок П.1. Расположение станций отбора проб в Пильтунском районе

Таблица П. 1. Перечень станций, выполненных на Пильтунском районе в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"

№	Код станции	Координаты		Глубина, м
		Широта	Долгота	
1	1-1N	52,876923	143,345303	12,10
2	1-1M	52,808690	143,354767	7,94
3	1-1S	52,724133	143,352180	13,02
4	1-2M	52,969980	143,320190	11,08
5	1-2S	52,928429	143,331275	10,45
6	1-3N	53,170008	143,284113	12,15
7	1-3M	53,116658	143,288600	10,15
8	1-3S	53,083813	143,300925	12,20
9	1-4N	53,321463	143,228146	13,03
10	1-4M	53,256363	143,253858	12,30
11	1-4S	53,215096	143,273542	13,35
12	1-5M	53,448571	143,158679	13,83
13	2-1N	52,856687	143,360143	15,34
14	2-1M	52,828930	143,366017	13,00
15	2-1S	52,764400	143,355033	11,84
16	2-2N	53,003046	143,336550	14,75
17	2-2M	52,976900	143,351643	20,28
18	2-3M	53,127558	143,305933	15,60
19	2-4N	53,307179	143,253892	20,68
20	2-4S	53,237421	143,287754	21,73
21	2-5M	53,424704	143,194850	23,80
22	2-5S	53,368371	143,229983	23,48
23	3-1N	52,842896	143,395742	21,75
24	3-1M	52,797017	143,387423	16,72
25	3-1S	52,737467	143,385903	20,52
26	3-2N	53,023740	143,373270	24,50
27	3-2M	52,955580	143,371217	24,84
28	3-2S	52,790325	143,376163	19,35
29	3-3M	53,130946	143,351833	23,35

№	Код станции	Координаты		Глубина, м
		Широта	Долгота	
30	3-3S	53,094446	143,350421	26,68
31	3-4N	53,316750	143,287154	28,28
32	3-4M	53,273042	143,310542	25,43
33	3-4S	53,224775	143,307267	24,18
34	3-5N	53,489958	143,178146	29,73
35	3-5M	53,413042	143,221867	26,88
36	4-1N	52,845960	143,426790	23,54
37	4-1M	52,825193	143,428390	21,84
38	4-1S	52,746923	143,420567	18,42
39	4-2M	52,955447	143,405233	27,32
40	4-3N	53,213721	143,356533	28,30
41	4-3S	53,071525	143,378533	26,53
42	4-4M	53,292033	143,329083	29,80
43	4-4S	53,238304	143,331508	26,55
44	4-5N	53,477629	143,211788	33,48
45	4-5M	53,433533	143,245350	33,70

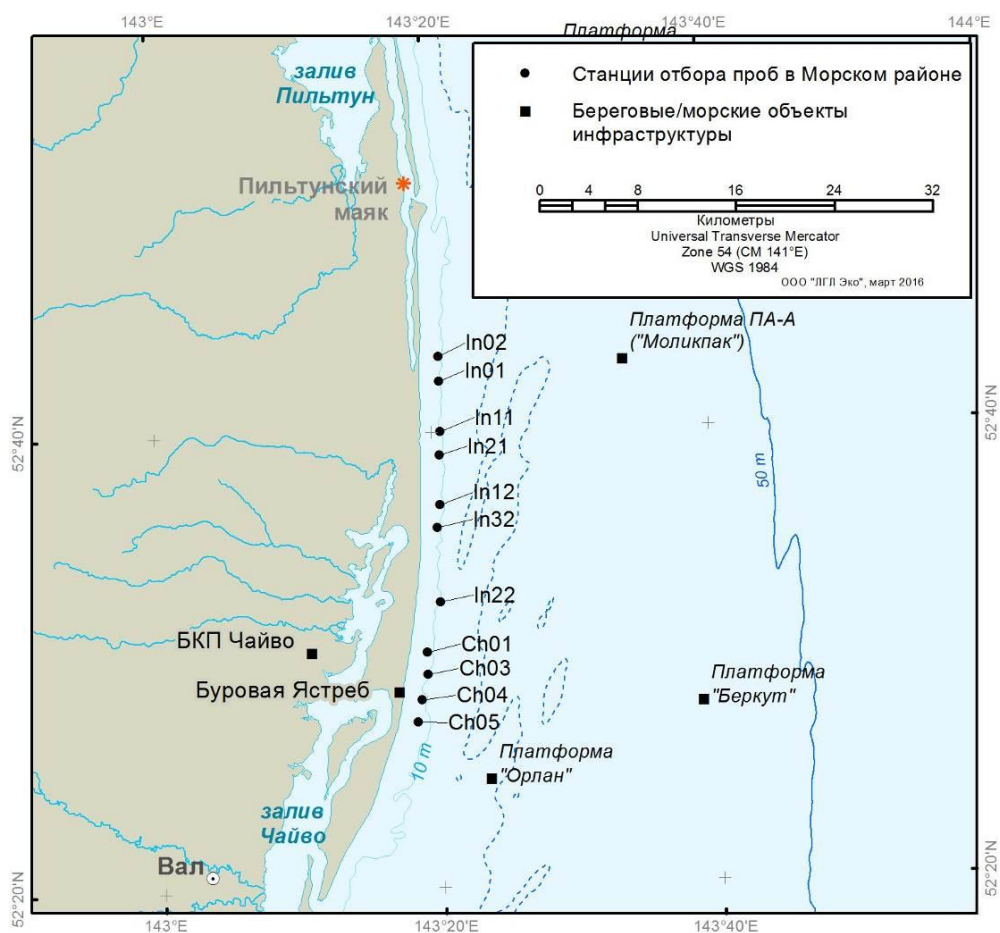


Рисунок П.2. Расположение станций отбора проб в Чайвинском субрайоне

Таблица П.2. Перечень станций, выполненных в Чайвинском субрайоне в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"

№	Код станции	Координаты		Глубина, м
		Широта	Долгота	
1	In21	52,652437	143,341743	10,16
2	In12	52,618108	143,343400	11,40
3	In32	52,590092	143,340450	10,83
4	In22	52,542853	143,337867	12,24
5	Ch01	52,507308	143,325146	11,48
6	Ch02	52,500388	143,322192	11,60
7	Ch03	52,488217	143,319260	11,02
8	Ch04	52,469238	143,313900	11,20

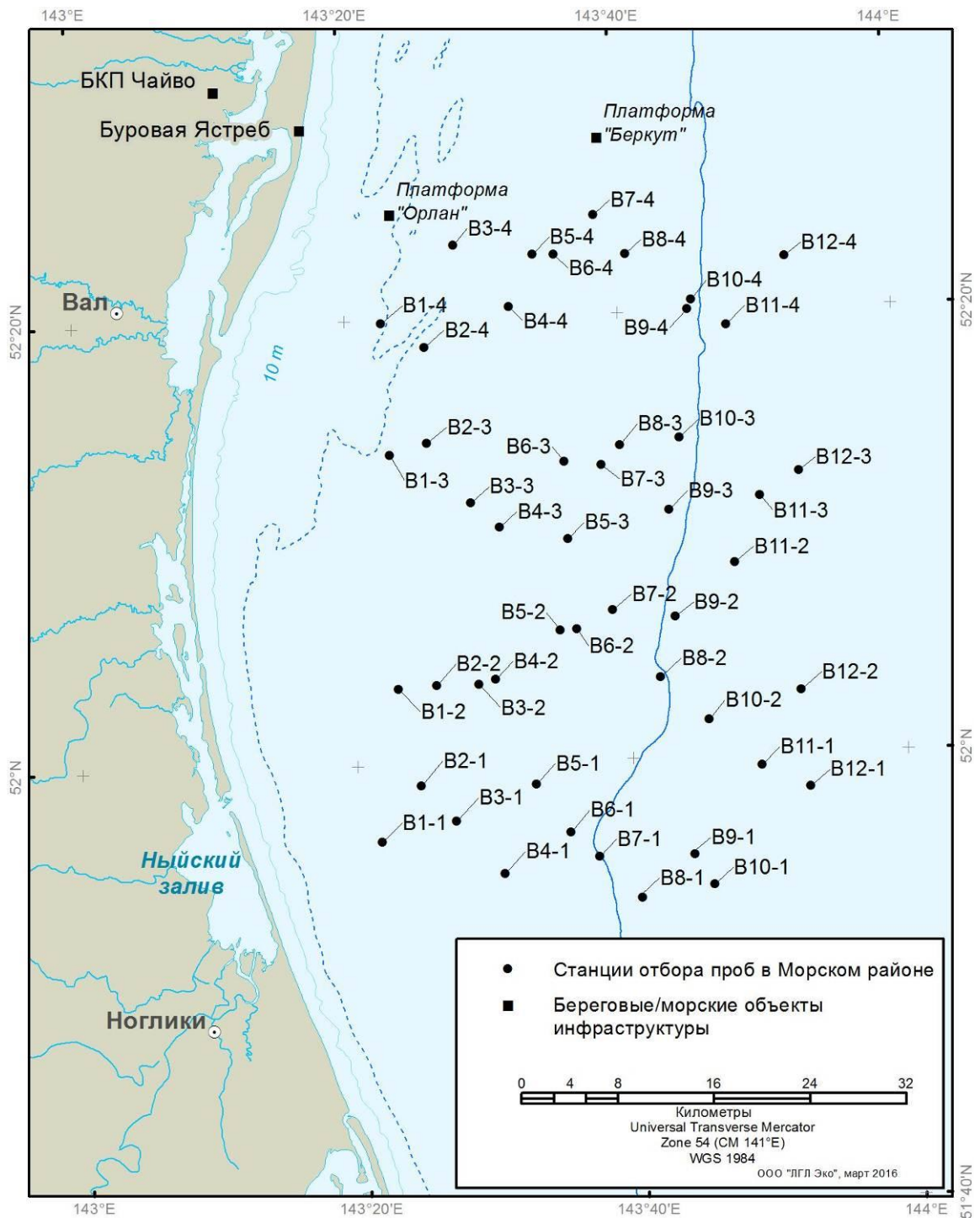


Рисунок П.3. Расположение станций отбора проб в Морском районе

Таблица П.3. Перечень станций, выполненных в Морском районе в период с 03 по 26 октября 2016 г. на НИС "Павел Гордиенко"

№	Код станции	Координаты		Глубина, м
		Широта	Долгота	
1	B1-2	52,058327	143,386317	30,14
2	B1-3	52,226100	143,381329	22,53
3	B2-2	52,062260	143,432373	31,48
4	B3-1	51,958529	143,450417	32,30
5	B3-3	52,197047	143,478483	30,36
6	B4-1	51,918967	143,508913	36,80
7	B4-3	52,178403	143,511280	33,86
8	B5-1	51,982250	143,550608	43,08
9	B5-2	52,100697	143,583813	42,70
10	B5-4	52,377592	143,566458	32,45
11	B6-1	51,947313	143,591797	47,22
12	B6-2	52,098071	143,603063	44,25
13	B6-3	52,225827	143,593707	36,90
14	B6-4	52,377017	143,591850	34,85
15	B7-1	51,926123	143,628697	50,86
16	B7-3	52,229592	143,636175	39,85
17	B7-4	52,402110	143,641623	38,22
18	B8-1	51,894908	143,671338	56,48
19	B8-2	52,048640	143,691860	48,80
20	B8-3	52,232963	143,672879	42,10
21	B9-1	51,921853	143,733937	57,84
22	B9-2	52,106921	143,724975	50,33
23	B9-3	52,185540	143,723413	48,18
24	B9-4	52,330483	143,750367	47,78
25	B10-1	51,903640	143,752703	59,36
26	B10-3	52,235388	143,740279	48,18
27	B10-4	52,341263	143,755457	47,86

Окончание Таблицы П.3.

№	Код станции	Координаты		Глубина, м
		Широта	Долгота	
28	B11-1	51,992575	143,813383	57,75
29	B11-2	52,140623	143,810730	53,58
29	B11-2	52,140623	143,810730	53,58
30	B11-3	52,190233	143,833963	56,23
31	B11-4	52,321907	143,800530	53,12
32	B12-1	51,973887	143,878603	61,40
33	B12-2	52,046660	143,866320	59,96
34	B12-4	52,372025	143,872775	60,90

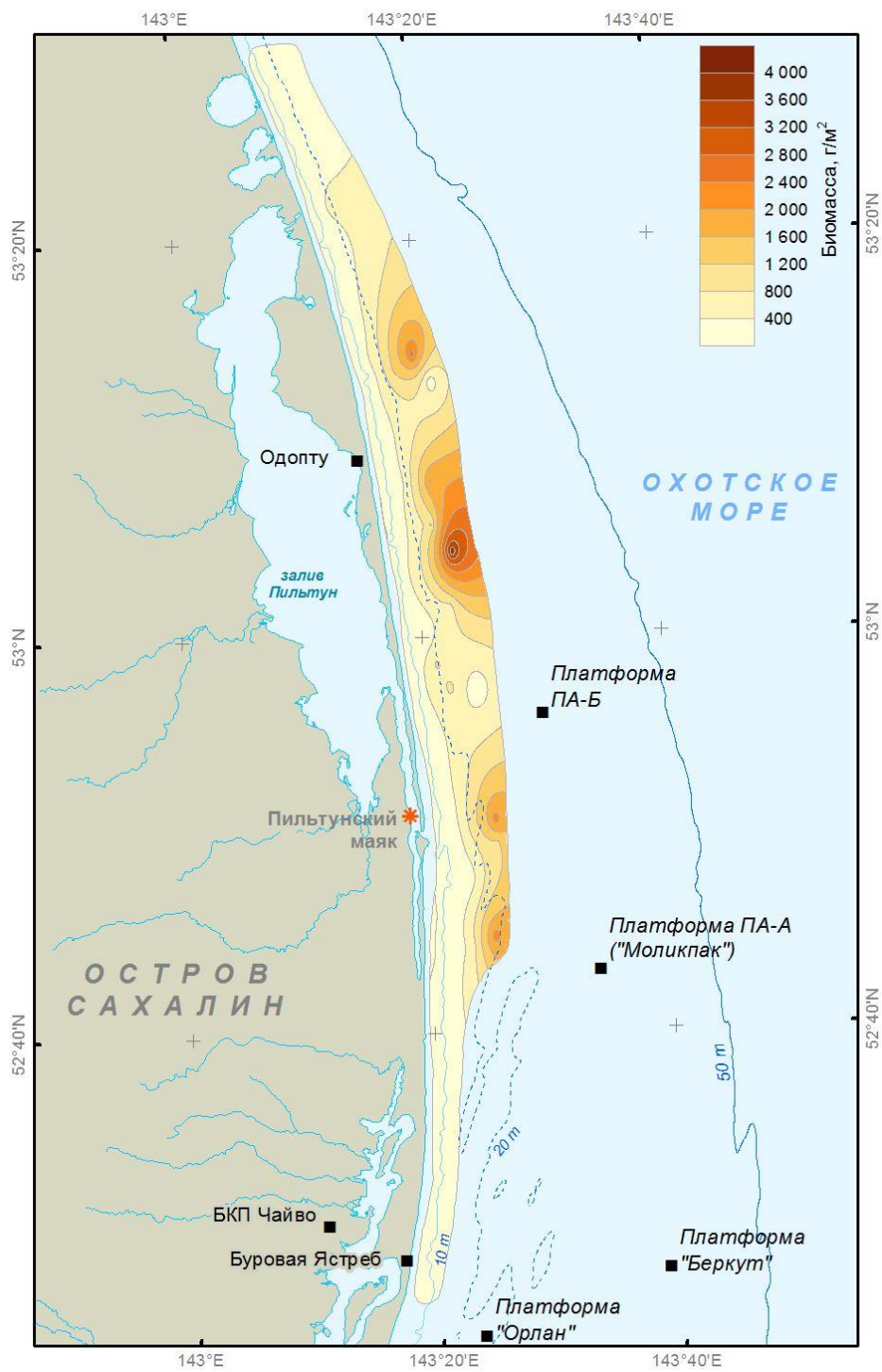


Рисунок П.4. Распределение средней биомассы (г/м²) бентоса в Пильтунском и Чайвинском районах в 2016 г.

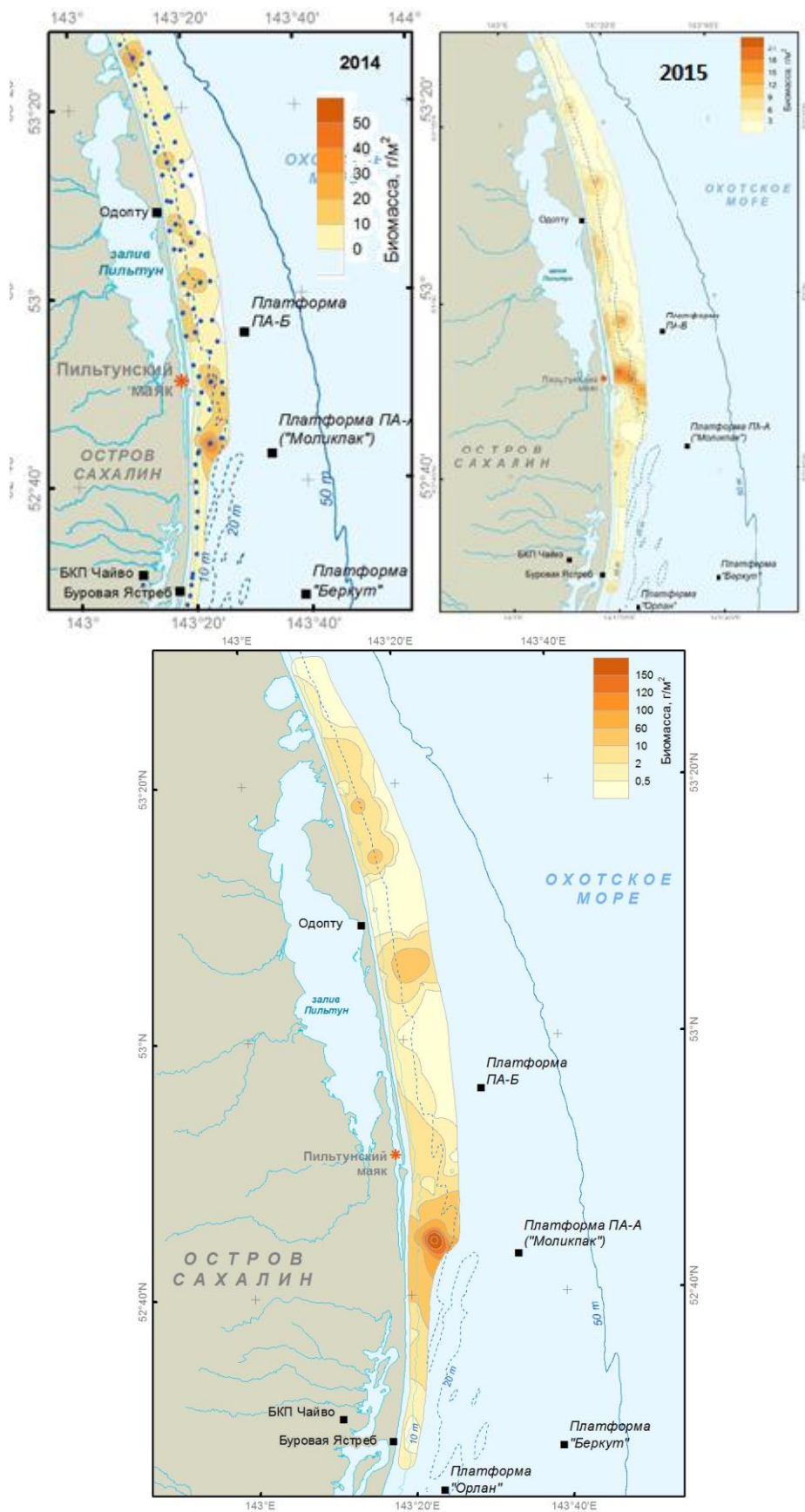


Рисунок П.5. Распределение средней биомассы (г/м²) изопод в Пильтунском и Чайвинском районах в 2014-2016 гг.

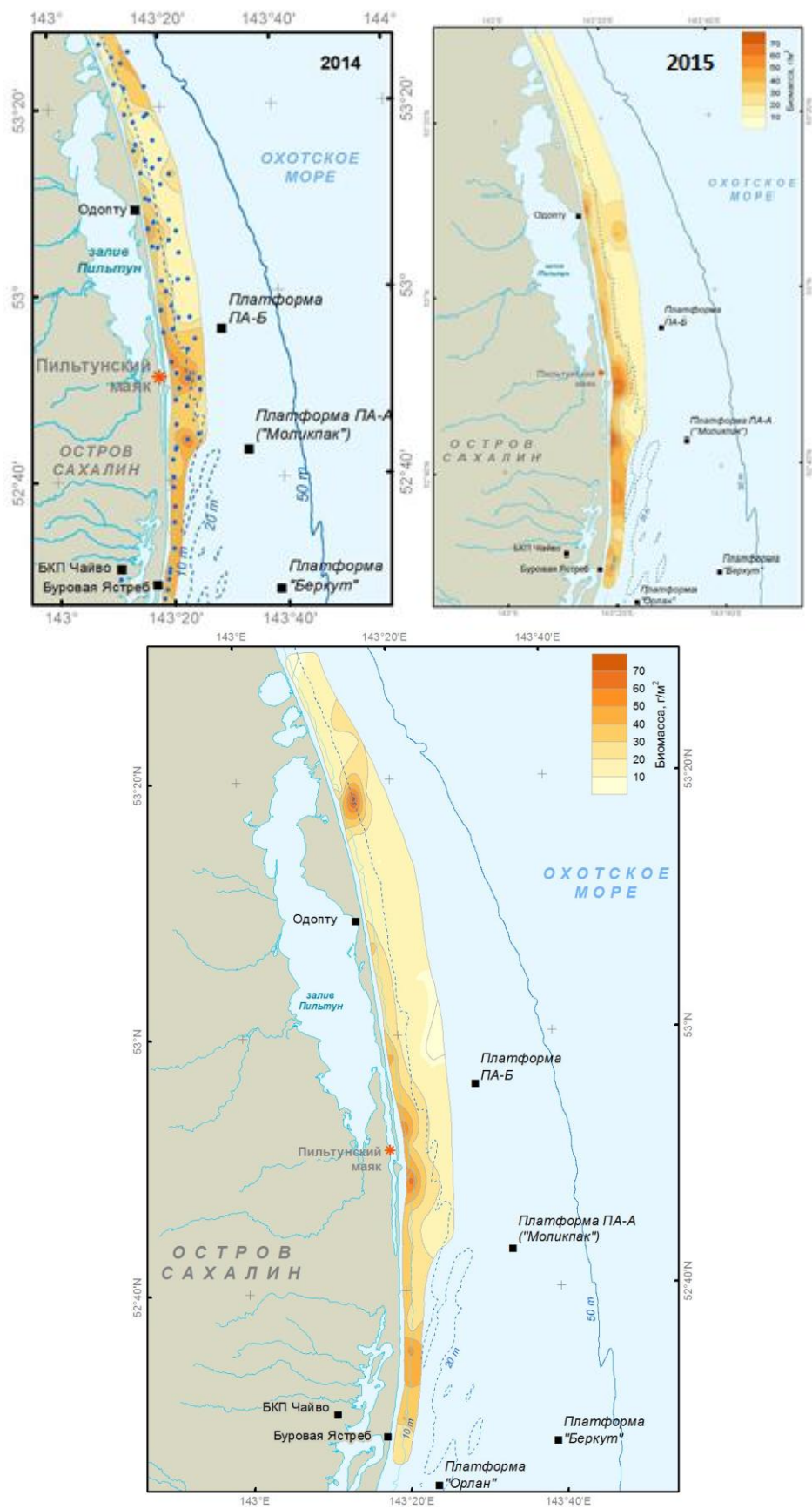
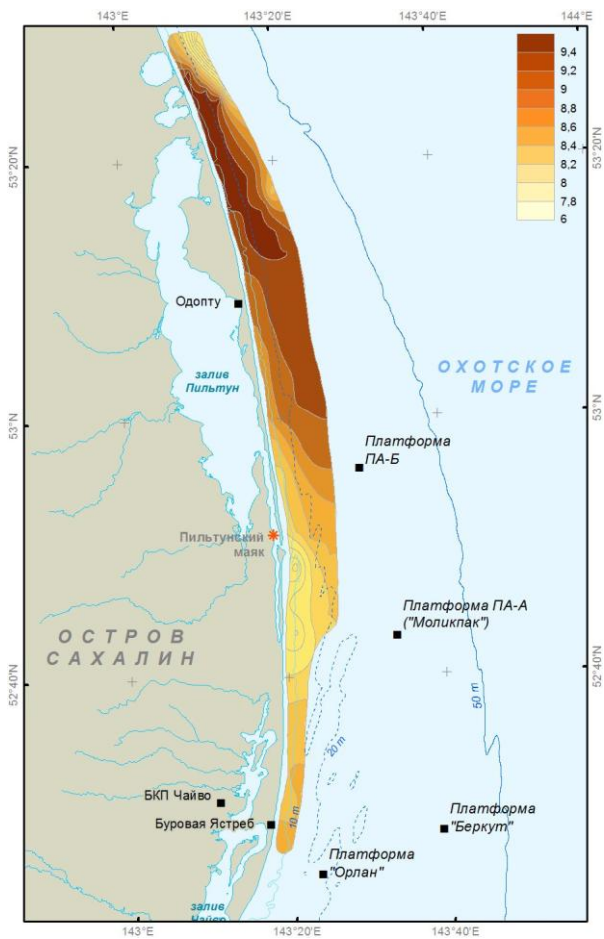
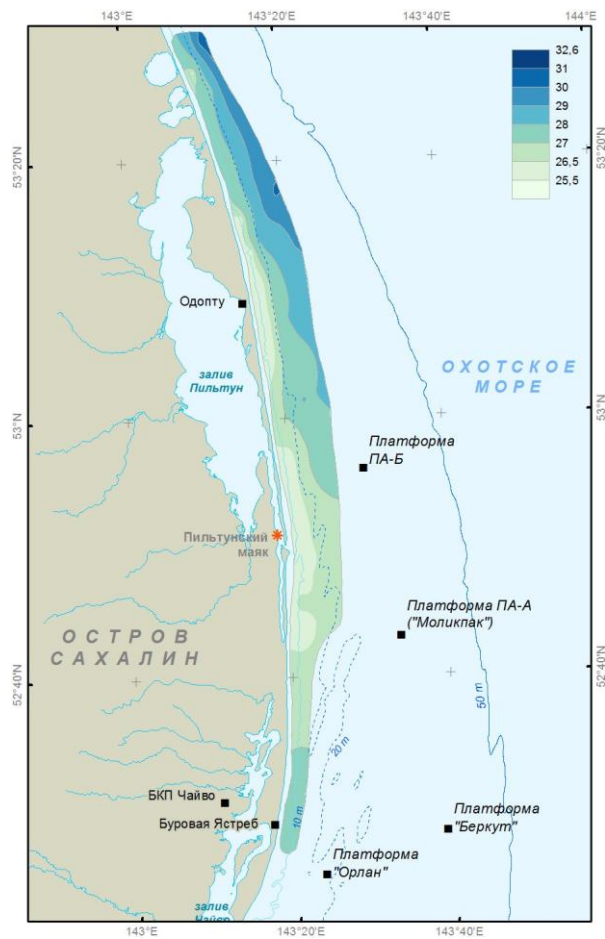


Рисунок П.6. Распределение биомассы (г/м²) амфипод в Пильтунском и Чайвинском районах в 2014-2016 гг.



А



Б

Рисунок П.7. Распределение температуры °С (А) и солёности ‰ (Б) в Пильтунском и Чайвинском районах в период проведения работ.

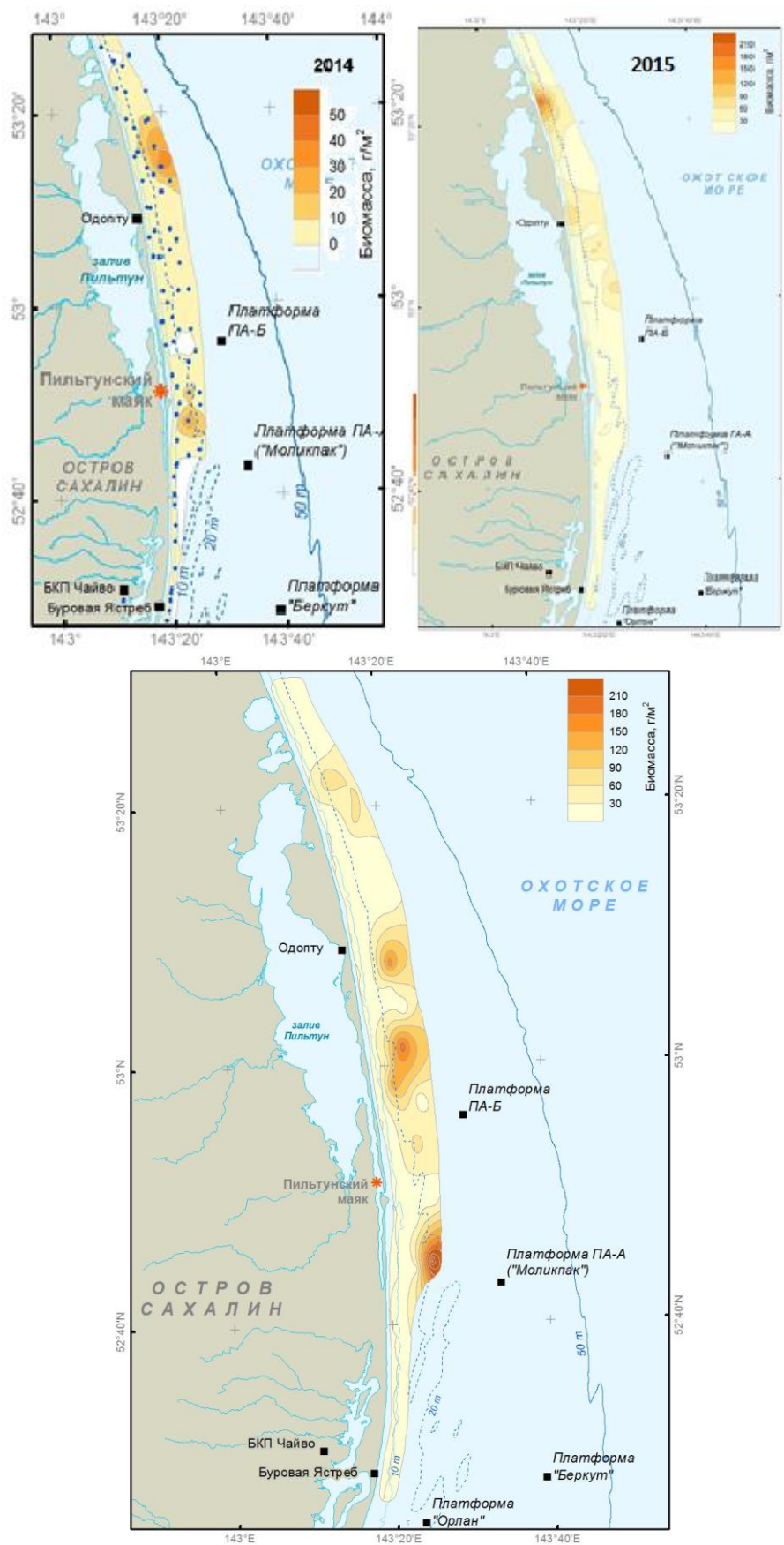


Рисунок П.8. Распределение биомассы (г/м²) песчанки *Ammodytes hexapterus* в Пильтунском и Чайвинском районах в 2014-2016 гг.

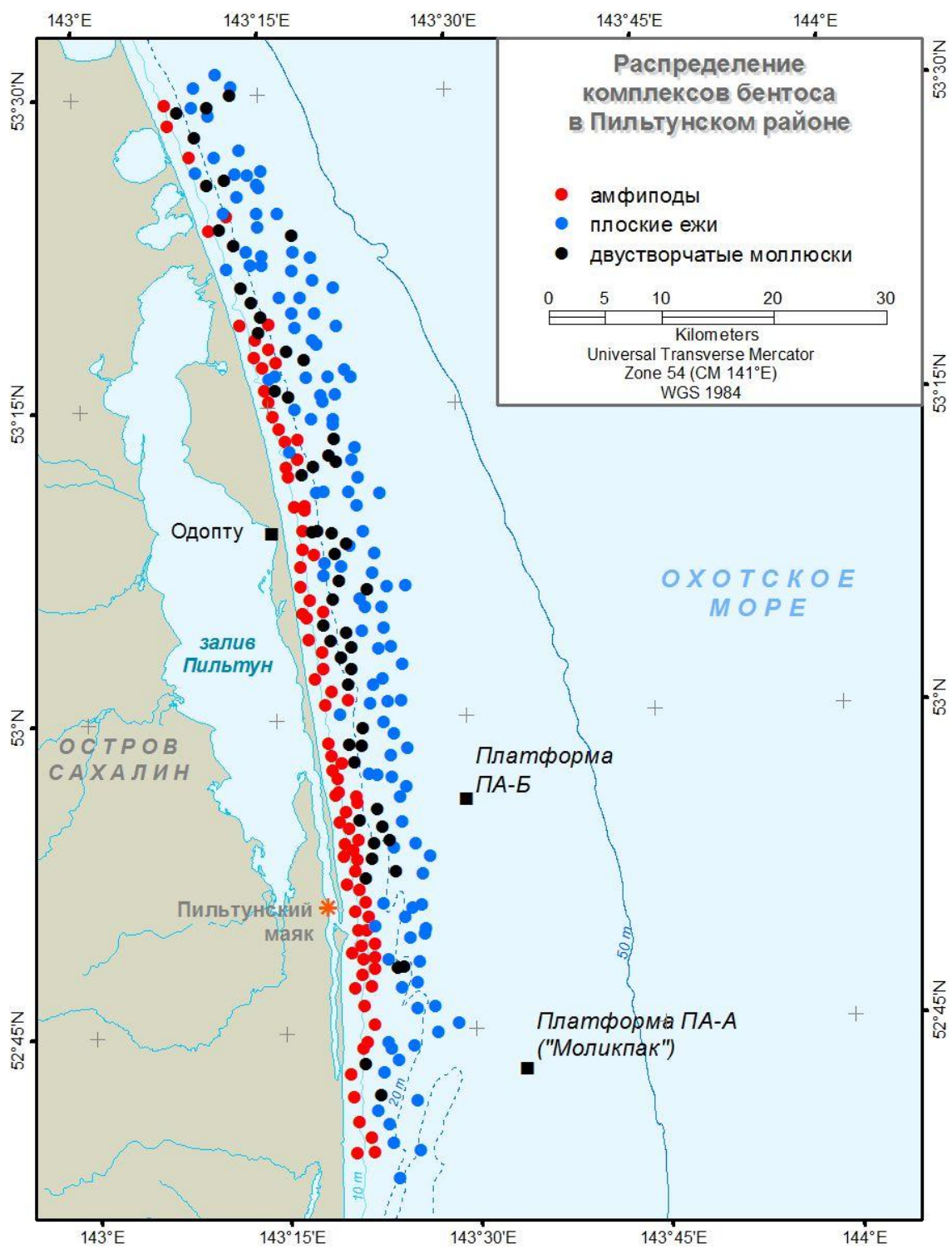


Рисунок П.9. Распределение комплексов бентоса в Пильтунском районе

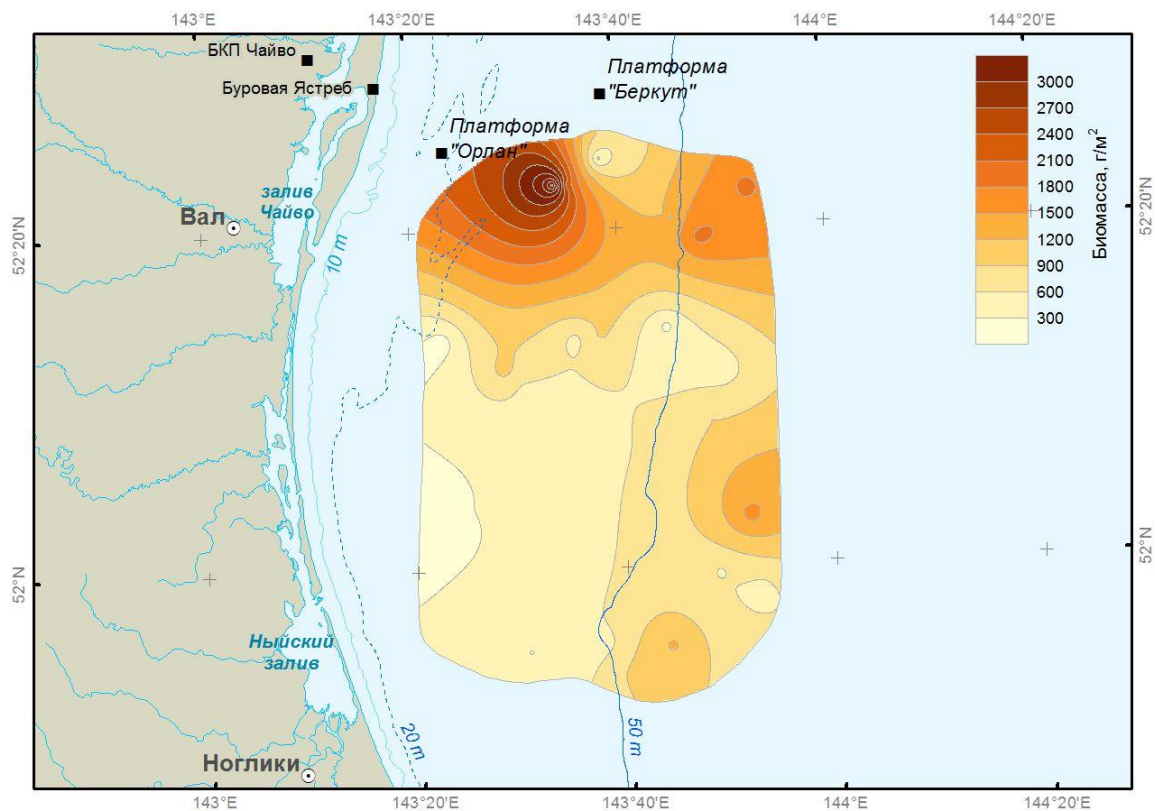


Рисунок П.10. Распределение средней биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) бентоса в Морском районе в 2016 г.

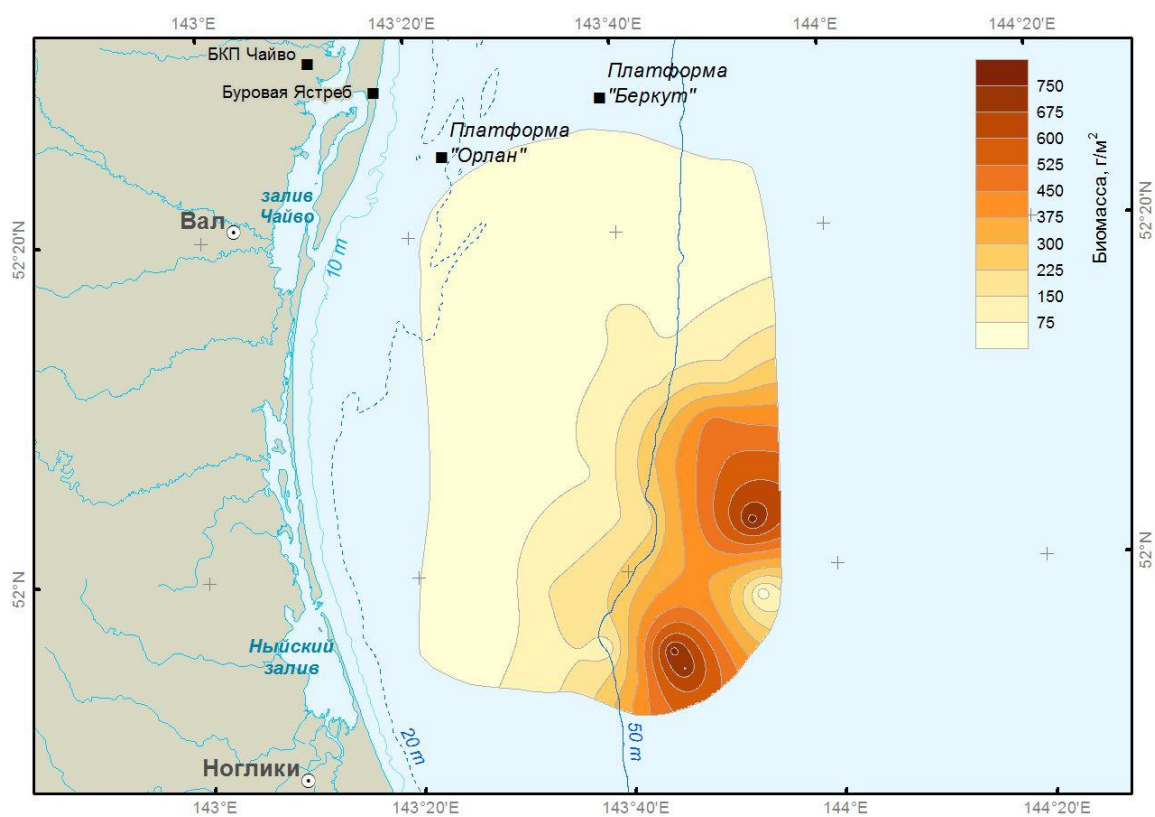


Рисунок П.11. Распределение биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) амфипод в Морском районе в 2016 г.

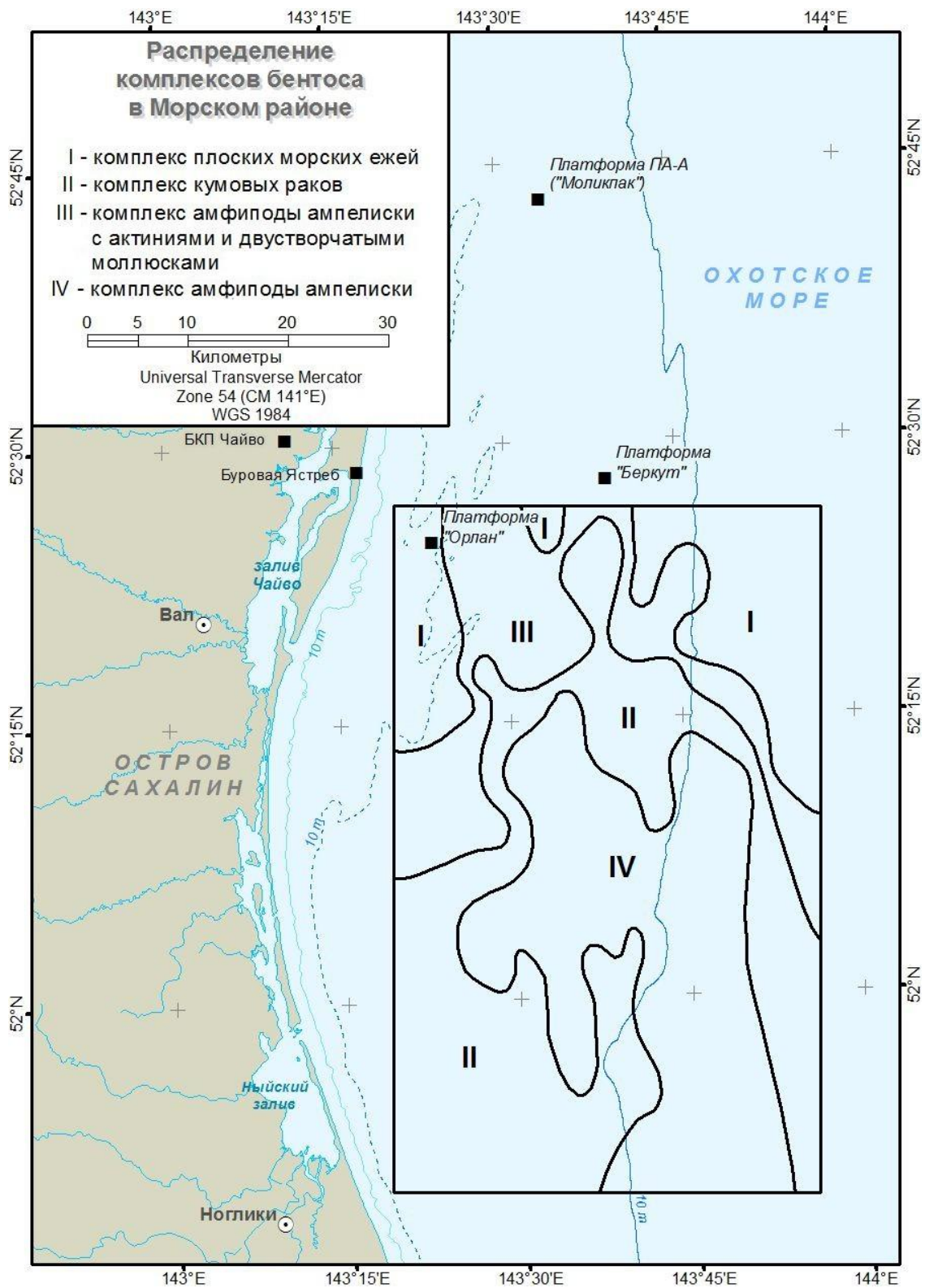


Рисунок П.12. Распределение комплексов бентоса в Морском районе по результатам многолетних исследований. Номера комплексов приведены в тексте.