

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром геологоразведка»
(ООО «Газпром геологоразведка»)

Общество с ограниченной ответственностью «Красноярскгазпром
нефтегазпроект»
(ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Камчатский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»
(ФГБНУ «КамчатНИРО»)

Информационный бюллетень:
«Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском
лицензионном участке в 2015-2016 гг.»

г. Красноярск - Петропавловск-Камчатский, 2015

ООО «Газпром геологоразведка»

ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»

ФГБНУ «КамчатНИРО»

Информационный бюллетень:
«Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском
лицензионном участке в 2015-2016 гг.»

«СОГЛАСОВАНО»

Главный инженер

ООО «Газпром геологоразведка»

_____ Р.Н. Окишев

« ____ » _____ 2015 г.

«СОГЛАСОВАНО»

Начальник управления по организации

Геологоразведочных работ на шельфе

ООО «Газпром геологоразведка»

_____ В.Н. Хоштария

« ____ » _____ 2015 г.

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель Группы ОТ, ПБ и ООС

Управления по организации

геологоразведочных работ на шельфе

ООО «Газпром геологоразведка»

_____ А.А. Науменко

« ____ » _____ 2015 г.

«СОГЛАСОВАНО»

Генеральный директор

ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»

_____ Р.С. Теликова

« ____ » _____ 2015 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»

Руководитель работ:

Заместитель начальника Управления

экологии по Восточным проектам

М.С. Жидик

ФГБНУ «КамчатНИРО»

Зам. директора

С.Л. Рудакова

Метеорологические исследования:

Зав.лаб. океанографии и гидрологии пресных вод

О.Б. Тепнин

Гидрологические исследования:

Зав.лаб. океанографии и гидрологии пресных вод

О.Б. Тепнин

Науч. сотр.

В.В. Коломейцев

Гидрохимические исследования:

Инженер

М.В. Лебедько

Инженер

В.Д. Свириденко

Младший научный сотрудник

М.А. Походина

Младший научный сотрудник

В.А. Щеголькова

Качество донных отложений:

Науч. сотр.

Т.Б. Морозов

Гидробиологические исследования:

Зав. лаб. гидробиологии

М.В. Коваль

Зав. лаб. пром. беспозвоночных и водорослей	П.Ю. Иванов
Вед. науч. сотрудник	В.В. Максименков
Вед. науч. сотрудник	Е.В. Лепская
Вед. науч. сотрудник	Е.А. Архипова
Науч. сотр.	Т.Б. Морозов
Младший науч. сотрудник	Д.Д. Данилин
Ихтиологические исследования: И.о. зав. отделом морских биоресурсов	А.И. Варкентин
Вед. науч. сотр.	Д.А. Терентьев
Стажер-исследователь	А.А. Матвеев
Старший научный сотрудник	Т.В. Рязанова
Младший научный сотрудник	Е.А. Грицких
Териологические и орнитологические исследования: Зав. лабораторией морских млекопитающих	С.И. Корнев

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ.....	6
СПИСОК ТАБЛИЦ.....	25
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	30
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	31
ВВЕДЕНИЕ.....	46
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ.....	51
2. ВИДЫ, ОБЪЕМЫ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ... ..	54
2.1. Метеорологические исследования.....	58
2.2. Гидрологические исследования.....	65
2.3. Дешифрование космоснимков.....	68
2.4. Гидрохимические исследования.....	70
2.5. Качество донных отложений.....	79
2.6. Загрязнение гидробионтов.....	85
2.7. Гидробиологические исследования.....	87
2.7.1. Фитопланктон.....	87
2.7.2. Зоопланктон.....	89
2.7.3. Бентос.....	90
2.7.4. Ихтиопланктон.....	90
2.8. Ихтиология и промысловые беспозвоночные (донная траловая съемка).....	93
2.9. Терриологические и орнитологические исследования.....	97
3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВОГО ЭТАПА В 2015 Г.....	99
3.1. Метеорологическая обстановка в период проведения работ в 2015 г. .	99
3.2. Изменение показателей качества воздуха.....	105
3.3. Результаты мониторинга гидрологических условий.....	106
3.4. Анализ материалов дистанционного (спутникового) мониторинга акватории лицензионного участка в июне-июле 2015 г.....	121

3.5. Результаты мониторинга гидрохимических показателей	126
3.6. Результаты химико-аналитических исследований проб донных отложений.....	157
3.7. Загрязняющие вещества в гидробионтах	169
4. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОНТОВ....	182
4.1. Фитопланктон	182
4.2. Зоопланктон	191
4.3. Бентос.....	202
4.4. Ихтиопланктон.....	258
4.5. Результаты донной траловой съемки.....	263
4.5.1. Ихтиофауна	263
4.5.2. Промысловые беспозвоночные	296
5. ТЕРРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	343
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	349
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	366

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1 — Западно-Камчатский лицензионный участок. Зоны уязвимости и ООПТ	52
Рисунок 2.1 — Карта-схема расположения фактических станций, выполненных в июне-июле 2015 года на НИС «Профессор Кизеветтер»: белые — траловые, гидрологические и ихтиопланктонные станции; черные — станции, на которых проводили комплексный отбор проб (система координат UTMS-84)	57
Рисунок 2.1.1 — Аспирационный психрометр МВ-4-2М.....	60
Рисунок 2.1.2 — Проведение анемометрических наблюдений (определение скорости ветра).....	60
Рисунок 2.1.3 — Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	61
Рисунок 2.1.4 — Схема расположения станций отбора проб воздуха	62
Рисунок 2.1.5 — Универсальный газоанализатор ГАНК-4	64
Рисунок 2.2.1. Работа с гидрологическим оборудованием	66
Рисунок 2.2.2 – Спуск гидрологического зонда в воду для проведения измерений.....	66
Рисунок 2.2.3 – Оперативное получение информации о положении слоя скачка.....	68
Рисунок 2.4.1 – Работа с батометрами	70
Рисунок 2.4.2 – Отбор проб воды для гидрохимических исследований	71
Рисунок 2.5.1. Работа с дночерпателем «Океан».....	80
Рисунок 2.7.4.1 — Работа с ИКС–80 (фото 1) и стакан с пробой зоо- и ихтиопланктона (фото 2)	91
Рисунок 2.7.4.2 — Определение видового состава, стадий развития.....	92
Рисунок 2.8.1. Разбор улова из трала (вид с верхней палубы).	94
Рисунок 2.8.2. Выполнение массовых промеров рыб.	94
Рисунок 2.8.3. Промеры крабов из улова.....	95
Рисунок 2.9.1. Наблюдения за морскими млекопитающими	97

Рисунок 3.1.1 — Распределение поля приземного атмосферного давления (гПа) и его аномалии во второй половине июня и первой половине июля 2015 г.	100
Рисунок 3.1.2 — Основные пути перемещения () центров циклонов () и расположение центров антициклонов () над акваторией северо-западной частью Тихого океана в период проведения съёмки 2015 г.	101
Рисунок 3.1.3 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в пятую пентаду июня 2015 г.	102
Рисунок 3.1.4 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в шестую пентаду июня 2015 г.	103
Рисунок 3.1.5 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в первую пентаду июля 2015 г.	104
Рисунок 3.1.6 — График изменения приземного атмосферного давления (мм р.с.) и температуры воздуха (°С) в период проведения исследований. Стрелками обозначены основные тренды изменения ПАД.....	105
Рисунок 3.3.1 — Распределение температуры воды (°С) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	108
Рисунок 3.3.2 — Распределение солёности воды (εps) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	109
Рисунок 3.3.3 — Распределение содержания растворенного в воде кислорода (мг/л) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	110

Рисунок 3.3.4 — Распределение содержания хлорофилла <i>a</i> (мкг/л) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	113
Рисунок 3.3.5 — Распределение мутности воды (ЕМФ) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	114
Рисунок 3.3.6 — Распределение прозрачности воды (м) на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	116
Рисунок 3.3.7 — Распределение величины рН на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	117
Рисунок 3.3.8 — Направление и скорость течений на поверхности и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.	119
Рисунок 3.3.9 — Средневзвешенный размер частиц грунта и его классификация по ГОСТ 25100-2011, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке	120
Рисунок 3.4.1 — Распределение температуры поверхности (в °К) по данным спутникового мониторинга 22 июня 2015 г.	121
Рисунок 3.4.2 — Распределение хлорофилла- α (мг/м ³) осредненное на 8-и дневном периоде (с 18 по 25 июня 2015 г.)	122
Рисунок 3.4.3 — Распределение температуры поверхности (в °К) по данным спутникового мониторинга 30 июня 2015 г.	123
Рисунок 3.4.4 — Распределение хлорофилла- α (мг/м ³) осредненное на 8-и дневном периоде (с 26 июня по 3 июля 2015 г.)	124
Рисунок 3.5.1 — Распределение суточной первичной продукции (мгС/м ³) вповерхностном слое (А), на горизонте 50 м (Б) и в придонном слое (В) на Западно-камчатском лицензионном участке в конце июня – начале июля 2015 г.	127

Рисунок 3.5.2 – Содержание АПАВ (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	142
Рисунок 3.5.3 – Содержание железа (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	145
Рисунок 3.5.4 – Содержание кадмия (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	146
Рисунок 3.5.5 – Содержание бария (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	147
Рисунок 3.5.6 – Содержание меди (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	148
Рисунок 3.5.7 – Содержание ртути (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	150
Рисунок 3.5.8 – Содержание свинца (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	151
Рисунок 3.5.9 – Содержание хрома (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	152
Рисунок 3.5.10 – Содержание цинка (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	153
Рисунок 3.5.11 – Содержание алюминия (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	154
Рисунок 3.5.12 – Содержание нефтепродуктов (мг/дм ³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.....	155
Рисунок 3.7.1 — Средневзвешенный размер частиц грунта и его классификация по ГОСТ 25100-2011, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке	157
Рисунок 3.7.2 — Распределение рН в донных отложениях, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	159
Рисунок 3.7.3 — Содержание ртути и кадмия (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.....	160

Рисунок 3.7.4 — Содержание свинца и мышьяка (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.	162
Рисунок 3.7.5 — Содержание цинка и никеля (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.	163
Рисунок 3.7.6 — Содержание хрома и меди (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.	164
Рисунок 3.7.7 — Содержание алюминия, бария и железа (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.	165
Рисунок 3.7.8 — Содержание углеводородов нефти (мг/кг) и ПХБ (нг/кг) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.	167
Рисунок 3.7.9 — Распределение содержания радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr , Бк/кг) в донных отложениях на Западно-Камчатском лицензионном участке по данным исследований в 2015 году.	168
Рисунок 3.8.1 — Содержание кадмия в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ 2015 г.	170
Рисунок 3.8.2 — Содержание меди в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.	172
Рисунок 3.8.3 — Содержание мышьяка в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.	173
Рисунок 3.8.4 — Содержание ртути в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.	174
Рисунок 3.8.5 — Содержание свинца в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.	175
Рисунок 3.8.6 — Содержание хрома в тканях донных гидробионтов, мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.	176
Рисунок 3.8.7 — Содержание цинка в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.	177
Рисунок 3.8.8 — Содержание бария в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.	178

Рисунок 3.8.9 — Радиоактивность по стронцию-90 образцов тканей рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.....	179
Рисунок 3.8.10 — Радиоактивность по цезию-137 образцов тканей рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.....	180
Рисунок 4.1.1 — Фотографии синезеленых (1), диатомовых (2-10), евгленовых (11-13), хризифитовых (14) и криптофитовых (15) в планктоне 2015 г. (OLYMPUS BX43 x400). 1. <i>Genus</i> sp.; 2. <i>Asterinellopsis karianus</i> ; 3. <i>Chaetoceros decipiens</i> ; 4-5. <i>C. pseudocrinituss</i> ; 6. <i>Coscinodiscus apiculatus</i> ; 7. <i>C. oculus iridis</i> ; 8-9. <i>Navicula directa</i> ; 10. <i>Thalassiothrix</i> cf. <i>antarctica</i> ; 11-13. Euglenophyta; 14. Chrysophyta; 15. <i>Plagioselmis</i> sp.....	186
Рисунок 4.1.2 — Фотографии динофитовых в планктоне 2013 г. (OLYMPUS BX43 x400) 1. <i>Dinophysis acuminata</i> ; 2-3. <i>D. islandica</i> (?); 4-7. <i>D. norvegica</i> ; 8-9. <i>D. rotundata</i> ; 10. <i>Gonyaulax spinifera</i> ; 11. <i>Gymnodinium</i> sp.; 12. <i>Gyrodinium spirale</i> ; 13. <i>Gyrodinium</i> sp.; 14. <i>Protoperidinium conicum</i>	187
Рисунок 4.1.3 — Вертикальное распределение фитопланктона (А — численность (N); Б — биомасса (B)) и его групп (среднее для акватории) на Западно-камчатском лицензионном участке в 2015 г.	188
Рисунок 4.1.4 — Численность (N, кл./л) и биомасса (B, мг/м ³) фитопланктона в поверхностном слое, слое скачка и придонном слое на Западно-камчатском лицензионном участке 21.06–4.07. 2015 г.	190
Рисунок 4.2.1 – Обилие (экз. в куб. м) и состав зоопланктона. 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка	197
Рисунок 4.2.2 – Состав веслоногих рачков (% от численности). 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка	198

Рисунок 4.2.3 – Биомасса (мг в куб. м) и состав зоопланктона. 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка	199
Рисунок 4.2.4 – Состав веслоногих рачков (% от биомассы) 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка	200
Рисунок 4.2.5 – Горизонтальное распределение численности и биомассы зоопланктона в слое «0-дно» (вверху) и в слое «0 до температурного скачка» (внизу).....	201
Рисунок 4.3.1 – Пространственное распределение численности (экз./м ²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	203
Рисунок 4.3.2 – Пространственное распределение биомасс (г/м ²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	203
Рисунок 4.3.3 – Изменение численности (экз./м ²) типа Echinodermata в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	204
Рисунок 4.3.4 – Изменение биомасс (г/м ²) типа Echinodermata в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	204
Рисунок 4.3.5 – Соотношение (%) средних численности (экз./м ²) различных групп типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	205
Рисунок 4.3.6 – Соотношение (%) средних биомасс (г/м ²) различных групп типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	205
Рисунок 4.3.7 – Соотношение (%) средних численности (экз./м ²) различных групп класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	207

Рисунок 4.3.8 – Соотношение (%) средних биомасс (г/м ²) различных групп класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	207
Рисунок 4.3.9 – Изменение численности (экз./м ²) <i>E. parma</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	208
Рисунок 4.3.10 – Изменение биомасс (г/м ²) <i>E. parma</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	208
Рисунок 4.3.11 – Изменение численности (экз./м ²) <i>S. pallidus</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	209
Рисунок 4.3.12 – Изменение биомасс (г/м ²) <i>S. pallidus</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	209
Рисунок 4.3.13 – Изменение численности (экз./м ²) класса Holothuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	210
Рисунок 4.3.14 – Изменение биомасс (экз./м ²) класса Holothuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	211
Рисунок 4.3.15 – Пространственное распределение численности (экз./м ²) класса Holothuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	212
Рисунок 4.3.16 – Пространственное распределение биомасс (г/м ²) класса Holothuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	212
Рисунок 4.3.17 – Изменение численности (экз./м ²) класса Asteroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном в 2015 г.	213

Рисунок 4.3.18 – Изменение биомасс (г/м^2) класса <i>Asteroidea</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	214
Рисунок 4.3.19 – Изменение численности (экз./м^2) класса <i>Ophiuroidea</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	215
Рисунок 4.3.20 – Изменение биомасс (г/м^2) класса <i>Ophiuroidea</i> в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	215
Рисунок 4.3.21 – Пространственное распределение численности (экз./м^2) класса <i>Ophiuroidea</i> на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	216
Рисунок 4.3.22 – Пространственное распределение биомасс (г/м^2) класса <i>Ophiuroidea</i> на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	217
Рисунок 4.3.23 – Карта-схема распределения плотности поселения (экз./м^2) и биомассы (г/м^2) ракообразных на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г., с обозначениями номеров станций.	224
Рисунок 4.3.24 – Распределение биомассы и плотности поселения ракообразных в 2015 г. в зависимости от глубины.	225
Рисунок 4.3.25 – Карта-схема распределения биомассы (г/м^2) и плотности поселения (экз./м^2) амфипод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.	226
Рисунок 4.3.26 – Распределение биомассы и плотности поселения амфипод в 2015 г. в зависимости от глубины.	227
Рисунок 4.3.27 – Колония <i>Erichthonius tolli</i> образованная на трубке <i>Polihaeta</i> (ст.32).	228

Рисунок 4.3.28 – Распределение биомассы и плотности поселения кумовых раков в 2015 г. в зависимости от глубины.....	229
Рисунок 4.3.29 – Карта-схема распределения биомассы (г/м ²) и плотности поселения (экз./м ²) кумовых раков на Западно-Камчатском лицензионном в 2015 г. с обозначениями номеров станций. .	229
Рисунок 4.3.30 – Распределение биомассы и плотности поселения остракод в 2015 г. в зависимости от глубины.	230
Рисунок 4.3.31 – Карта-схема распределения биомассы (г/м ²) и плотности поселения (экз./м ²) остракод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.	231
Рисунок 4.3.32 – Карта-схема распределения биомассы (г/м ²) и плотности поселения (экз./м ²) изопод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.	232
Рисунок 4.3.33 – Численность Scaphopoda (экз./м ²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).	234
Рисунок 4.3.34 – Численность Loricata (экз./м ²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).....	234
Рисунок 4.3.35 – Численность Gastropoda (экз./м ²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).	235
Рисунок 4.3.36 – Численность Bivalvia (экз./м ²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).....	235
Рисунок 4.3.37 – Биомасса Bivalvia (г/м ²) на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).	236

Рисунок 4.3.38 – Биомасса Scaphopoda (г/м^2) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).....	236
Рисунок 4.3.39 – Биомасса Loricata (г/м^2) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).....	237
Рисунок 4.3.40 – Биомасса Gastropoda (г/м^2) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).....	237
Рисунок 4.3.41 – Численность моллюсков на разных типах грунта на лицензионной площади (по оси ординат количество (экз./м^2), по оси абсцисс – тип грунта).....	238
Рисунок 4.3.42 – Биомасса Bivalvia (г/м^2) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).....	239
Рисунок 4.3.43 – Пространственное распределение суммарной численности моллюсков на Западно–Камчатском лицензионном участке .	240
Рисунок 4.3.44 – Пространственное распределение суммарной биомассы моллюсков на Западно–Камчатском лицензионном участке .	240
Рисунок 4.3.45 – Распределение плотности поселения Polychaeta на лицензионном участке в период исследований. Шкала: экз/м^2	246
Рисунок 4.3.46 – Распределение биомассы Polychaeta на лицензионном участке в период исследований. Шкала: г/м^2	246
Рисунок 4.3.47 – Изменение плотности поселения (экз/м^2) и биомассы (г/м^2) Polychaeta на лицензионном участке в период исследований с увеличением глубины.	248

Рисунок 4.3.48 – Изменение плотности поселения (экз/м ²) и биомассы (г/м ²) Polychaeta на лицензионном участке в период исследований на различных типах грунтов (Га – галька, И – ил, ИП – илистый песок, ИПГр – илисто-печано-гравийный грунт, Кр – каменисто-ракушечный грунт, П – песчаный грунт, Пга – песчано-галечный грунт, ПКГр – песчано-каменисто-галечный грунт, ФИ – фораминиферовый ил).....	249
Рисунок 4.3.49 – Плотность поселения Bryozoa в пределах лицензионного участка в 2015 г. Шкала: колонии/м ²	252
Рисунок 4.3.50 – Изменение численности (экз./м ²) “прочих” представителей бентоса в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.....	254
Рисунок 4.3.51 – Изменение биомассы (г/м ²) “прочих” представителей бентоса в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	254
Рисунок 4.3.52 – Пространственное распределение численности (экз./м ²) представителей бентоса группы "прочие" на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	255
Рисунок 4.3.53 – Пространственное распределение биомасс (г/м ²) представителей бентоса группы "прочие" на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	256
Рисунок 4.3.54 – Пространственное распределение общей численности бентоса (экз./м ²) на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	257
Рисунок 4.3.55 – Пространственное распределение общей биомассы (г/м ²) бентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	257
Рисунок 4.4.1 — Распределение икры желтоперой камбалы на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	259

Рисунок 4.4.2 — Распределение икры минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	260
Рисунок 4.4.3 — Распределение личинок минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	261
Рисунок 4.4.5 — Размерный состав личинок минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	262
Рисунок 4.5.1.1 – Распределение учтенной биомассы на обследованном участке у западного побережья Камчатки по диапазонам глубин в 2015 г.	272
Рисунок 4.5.1.2 – Распределение ромбовых скатов на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	273
Рисунок 4.5.1.4 – Распределение наваги на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	276
Рисунок 4.5.1.5 – Распределение трески на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	276
Рисунок 4.5.1.6 – Распределение минтая на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	277
Рисунок 4.5.1.7 – Распределение рогатковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	277
Рисунок 4.5.1.8 – Распределение волосатковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	278
Рисунок 4.5.1.9 – Распределение психролютовых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	279
Рисунок 4.5.1.10 – Распределение лисичковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	279
Рисунок 4.5.1.11 – Распределение липаровых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	280
Рисунок 4.5.1.12 – Распределение бельдюговых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	281

Рисунок 4.5.1.13 – Распределение стихеевых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	281
Рисунок 4.5.1.14 – Распределение азиатского стрелозубого палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	282
Рисунок 4.5.1.15 – Распределение малорота Стеллера на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	282
Рисунок 4.5.1.17 – Распределение белокорого палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	284
Рисунок 4.5.1.18 – Распределение двухлинейной камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	284
Рисунок 4.5.1.19 – Распределение желтоперой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	285
Рисунок 4.5.1.20 – Распределение сахалинской камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	286
Рисунок 4.5.1.21 – Распределение хоботной камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	287
Рисунок 4.5.1.22 – Распределение звездчатой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	287
Рисунок 4.5.1.23 – Распределение четырехбугорчатой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	288
Рисунок 4.5.1.24 – Распределение черного палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	289
Рисунок 4.5.1.25 – Размерный состав ($n=1861$, $m=32,4$) минтая в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	290

Рисунок 4.5.1.26 – Стадии зрелости гонад минтая в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	290
Рисунок 4.5.1.27 – Размерный состав ($n=312$, $m=28,6$) сельди в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	291
Рисунок 4.5.1.28 – Размерный состав ($n=469$, $m=26,9$) наваги в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	292
Рисунок 4.5.1.29 – Стадии зрелости гонад наваги в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	292
Рисунок 4.5.1.30 – Размерный состав ($n=198$, $m=51,3$) трески в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	293
Рисунок 4.5.1.31 – Стадии зрелости гонад трески в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	294
Рисунок 4.5.1.32 – Размерный состав ($n=712$, $m=27,7$) желтоперой камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	295
Рисунок 4.5.1.33 – Стадии зрелости гонад желтоперой камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	295
Рисунок 4.5.1.34 – Размерный состав ($n=442$, $m=24,1$) сахалинской камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	296

Рисунок 4.5.2.1 — Распределение камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. А — промысловых самцов, Б — пререкрутов, В — молоди, Г — самок.....	298
Рисунок 4.5.2.2 — Размерный состав камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	299
Рисунок 4.5.2.3 — Межлиночное состояние промысловых самцов камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	300
Рисунок 4.5.2.4 — Функциональное состояние самок камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	301
Рисунок 4.5.2.5 — Соотношение функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	301
Рисунок 4.5.2.6 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	303
Рисунок 4.5.2.7 — Размерный состав синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	305
Рисунок 4.5.2.8 — Соотношение функциональных групп синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	305
Рисунок 4.5.2.8 — Межлиночные стадии промысловых самцов (А) и биологическое состояние самок (Б) синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	306
Рисунок 4.5.2.9 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	308

Рисунок 4.5.2.10 — Размерный состав краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	309
Рисунок 4.5.2.11 — Соотношение функциональных групп краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	309
Рисунок 4.5.2.12 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	311
Рисунок 4.5.2.13 — Соотношение функциональных групп краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	312
Рисунок 4.5.2.14 — Размерный состав краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	313
Рисунок 4.5.2.15 — Межлиночные стадии промысловых самцов (А) и биологическое состояние самок (Б) краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	313
Рисунок 4.5.2.16 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	315
Рисунок 4.5.2.17 — Соотношение функциональных групп волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	316
Рисунок 4.5.2.18 — Размерный состав самцов волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	317

Рисунок 4.5.2.19 — Межлиночные стадии самцов волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	317
Рисунок 4.5.2.20 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	319
Рисунок 4.5.2.21 — Размерный состав самцов и самок равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	321
Рисунок 4.5.2.22 — Соотношение функциональных групп равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	321
Рисунок 4.5.2.23 — Межлиночные стадии самцов равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	322
Рисунок 4.5.2.24 — Биологическое состояние самок равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	322
Рисунок 4.5.2.25 — Распределение уловов кукумарии в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	324
Рисунок 4.5.2.26 — Географическая распространенность инфекционных (А) и паразитарных (Б) заболеваний у ракообразных в районе исследований	326
Рисунок 4.5.2.27— Абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса (↑): небольшой участок повреждения у краба-стригуна Бэрда (А) и поражение всей правой части органа у камчатского краба (Б).....	327

Рисунок 4.5.2.28 — Микроскопические отличия при некрозе гепатопанкреаса: скопление бактерий (↑) в полости трубочки гепатопанкреаса (А) и колонии риккетсий (↑) в цитоплазме клеток эпителия (Б). Ув.: 1000	328
Рисунок 4.5.2.29 — Метацеркарии трематод (↑) у краба-стригуна Бэрда: видные невооруженным глазом в мускулатуре ходильных конечностей (А), в гистологическом препарате мышечной ткани (м) при увеличении X 50 (Б)	331
Рисунок 4.5.2.30 — Зараженный корнеголовым раком <i>Briarosaccus callosus</i> равношипый краб: экстерна паразита (↑) под абдоменом хозяина (А), зеленые отростки интерны (↑) среди трубочек гепатопанкреаса хозяина (экстерна и покровы абдомена удалены) (Б)	332
Рисунок 4.5.2.31 — Наиболее массовые паразиты в популяциях обследованных рыб: А — <i>Anisakis</i> sp.; Б — <i>A. pacifica</i> ; В — <i>Stephanostomum</i> sp.; Г — <i>E. Gadi</i>	339
Рисунок 4.5.2.32 — Паразиты потенциально опасные для здоровья человека: А — <i>P. phocarum</i> ; Б — <i>Diphyllobotrium</i> sp.; В — <i>C. strumosum</i> ; Г — <i>P. decipiens</i>	340
Рисунок 4.5.2.33 — Микроспоридия <i>G. punctifera</i> : А — циста в мышечном волокне минтая; Б — споры (x400)	341
Рисунок 4.5.2.34 — Папилломатозные опухоли у камбал: А — <i>L. aspera</i> ; Б — <i>H. elassodon</i>	342
Рисунок 5.1 — Распределение китообразных на акватории Западной Камчатки в июне-июле 2015 г.	344
Рисунок 5.2 — Распределение и количество массовых видов птиц по станциям в период наблюдений в 2015 г.	346
Рисунок 5.3 — Распределение и количество видов птиц, встреченных в небольшом количестве по станциям в период наблюдений в 2015 г.	347

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1 – Список сотрудников, участвующих в рейсе на НИС «Профессор Кизеветтер» в 2015 г.	47
Таблица 3 – Количество измерений и отобранных проб, в период проведения полевых работ 2015 г. на НИС «Профессор Кизеветтер».....	49
Таблица 2.1 — Сводная таблица количества измерений, отобранных, обработанных и проанализированных проб в 2015 г.	54
Таблица 2.2 – Фактические координаты станций (система координат UTMS-84) при выполнении отбора проб на НИС «Профессор Кизеветтер» в 2015 г.	58
Таблица 2. Спецификации гидрологического зонда RINKO-Profilier ASTD102	67
Таблица 3.5.1 – Первичная продукция планктона (ПП, гС/м ²) на ЗКЛУ в конце июня – начале июля 2015г.	127
Таблица 3.5.2 — Значения величины рН в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	128
Таблица 3.5.2 — Значения величины БПК ₅ (мг О ₂ /л) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	130
Таблица 3.5.3 — Значения величины общей щелочности (ммоль/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	130
Таблица 3.5.4 — Содержание гидрокарбонат-иона (мг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году....	131
Таблица 3.5.5 — Содержание сульфат-иона (г/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	132
Таблица 3.5.6 — Содержание взвешенных веществ (мг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году....	133

Таблица 3.5.7 — Содержание минерального, органического и валового фосфора (мкг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	135
Таблица 3.5.8 — Содержание аммонийного, нитритного и нитратного азота (мкг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	137
Таблица 3.5.9 — Содержание органического и валового азота (мкг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	139
Таблица 3.5.10 — Содержание биогенного железа (мкг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	140
Таблица 3.5.10 — Содержание кремния (мг/дм ³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.	141
Таблица 4.1.1 — Видовой состав, численность и биомасса (средние для акватории Западно-камчатского лицензионного участка) водорослей в планктоне в 2015 г.	183
Таблица 4.2.1 – Таксономический состав видов зоопланктона и его характеристики.	192
Таблица 4.2.2 – Частота встречаемости (%) организмов зоопланктона.	195
Таблица 4.3.1 – Изменение средних численности (экз./м ²) и биомасс (экз./м ²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	202
Таблица 4.3.2 – Средние численность (экз./м ²) и биомасса (экз./м ²) класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	206
Таблица 4.3.3 – Список видов ракообразных на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	219

Таблица 4.3.4. Таксономический список видов, встречаемость и плотностные характеристики Polychaeta, Nemertea, Sipuncula, Priapulida, Actinaria и Ascidiacea лицензионного участка в 2015 г.	241
Таблица 4.3.5. Видовой список и плотность поселения мшанок в пределах лицензионного участка в 2015 г.	250
Таблица 4.3.6 – Изменение средних численности (экз./м ²) и биомасс (г/м ²) "прочих" представителей бентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	253
Таблица 4.3.7 – Средняя численность (экз./м ²) и биомасса (г/м ²) зообентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.	256
Таблица 4.4.1 — Видовой состав ихтиопланктона (%) на обследованной акватории в июне–июле 2015 г.	258
Таблица 4.4.2 — Соотношение стадий развития икры, общее количество учтенной икры и личинок массовых видов рыб на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	260
Таблица 4.4.3 — Длина личинок и в пробах ихтиопланктона на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.	262
Таблица 4.5.1.1 Видовой состав и встречаемость (%) рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	263
Таблица 4.5.1.2 Численность (тыс. экз.) и доля в уловах (%) рыб по результатам съемки на участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	266
Таблица 4.5.1.3 – Биомасса (т) и доля в уловах (%) рыб по результатам съемки на участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.	270

Таблица 4.5.1.4 – Средняя плотность распределения (кг/км ²) наиболее массовых семейств и видов на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2014 г. по диапазонам глубин.....	274
Таблица 4.5.2.1 — Средние и максимальные уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	297
Таблица 4.5.2.2 — Размерные характеристики камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	299
Таблица 4.5.2.3 — Численность и плотности распределения функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	302
Таблица 4.5.2.4 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	304
Таблица 4.5.2.5 — Размерные характеристики синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	304
Таблица 4.5.2.6 — Численность и плотность распределения синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	306
Таблица 4.5.2.7 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	307
Таблица 4.5.2.8 — Численность и плотность распределения краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	310

Таблица 4.5.2.9 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	312
Таблица 4.5.2.10 — Численность и плотность распределения краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	314
Таблица 4.5.2.11 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	316
Таблица 4.5.2.12 — Численность и плотность распределения волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	318
Таблица 4.5.2.13 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп равношипого краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	320
Таблица 4.5.2.14 — Численность и плотность распределения равношипого краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.	323
Таблица 4.5.2.17 — Встречаемость (%) патогенов и заболеваний у промысловых крабов в районе исследований в 2015 г.	333
Таблица 4.5.2.17 — Количественные показатели паразитарных инвазий у рыб на шельфе Западной Камчатки в 2015 г.	335
Таблица 5.1 — Видовой состав и число отмеченных особей морских млекопитающих на Западно-Камчатком шельфе в июне-июле 2015 г.	343
Таблица 5.2 — Встречаемость птиц во время мониторинговых работ в июне-июле 2015 г. в Охотском море.	346

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ЗКЛУ – Западно-Камчатский лицензионный участок;

СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

ПАУ – полиароматические углеводороды;

ХОП – хлорорганические пестициды;

ПХБ – полихлорированные бифенилы;

НУ – нефтяные углеводороды;

ПБА – полный биологический анализ рыб;

МП – массовые промеры рыб;

АС – длина рыбы по Смиту;

АД – промысловая длина рыб;

ЕСП – естественный синоптический период;

ПДК_{мр} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20-30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека

ЕМФ – единицы измерения мутности по Формазину

ЕПС – единица практической солености

Экз. – экземпляр

с.ш. – северная широта;

в.д. – восточная долгота;

ШК – ширина карапакса;

sp. – (сокр. от лат. species) — вид; используется после родового названия и обозначает, что таксон определен с точностью до рода

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «Красноярскгазпром
нефтегазпроект»

« » 201 г.
Р.С. Теликова



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Газпром геологоразведка»

« » 201 г.
Временно исполняющий обязанности
генерального директора
ООО «Газпром геологоразведка»
П.Н. Окинцев
А.В. Давыдов
действующий « »
№ от г.



Вид расходов:

Отрасль, полезные ископаемые:

Основание выдачи технического задания:

Организация-исполнитель:

Источник финансирования:

геоэкологические работы

нефть и газ

Лицензия на право пользования недрами № ШОМ 14718 НР от 22 июля 2009 г., требования природоохранного законодательства РФ

средства Недропользователя

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение работ по объекту: «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатского лицензионном участке в 2015-2016 гг.»

1. ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТ, ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРАНИЦЫ ОБЪЕКТА, ОСНОВНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1.1. Целевое назначение

Целевым назначением работ является организация эффективной системы локального экологического мониторинга, позволяющего контролировать состояние окружающей среды в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка, получение необходимой информации для обеспечения рационального и экологически безопасного природопользования, выполнения прогноза активизации, возникновения и развития негативных процессов и явлений.

1.2. Пространственные границы объекта

Лицензионный участок недр государственного значения «Западно-камчатский» расположен в акватории Охотского моря на территории западного шельфа полуострова Сахалин. Площадь участка недр составляет 37760 км².

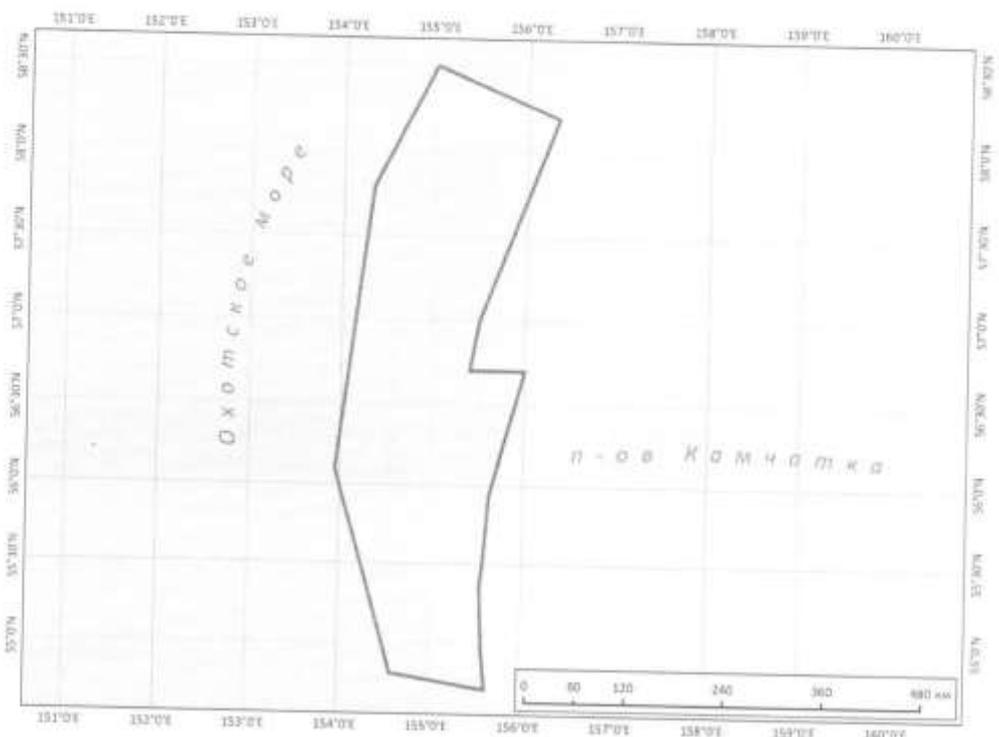


Рисунок 1. Обзорная схема расположения Западно-Камчатского лицензионного участка

1.3. Нормативная база

При проведении работ учитывать требования природоохранного законодательства и нормативно-правовых документов, в том числе:

Положения действующего законодательства Российской Федерации в сфере экологии и безопасного природопользования:

«Водный кодекс РФ» № 74-ФЗ от 03.06.2006 г.;

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. N 7-ФЗ;

Федеральный закон «О недрах» от 21.02.1992 г. № 2395-1;

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 15.11.1995 г. № 174-ФЗ;

Федеральный закон «О континентальном шельфе Российской Федерации» от 30.11.1995 г. № 187-ФЗ;

Федеральный закон «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» от 17.12.1998 г. № 191-ФЗ;

Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ;

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» № 166-ФЗ от 20 декабря 2004 г.;

Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне РФ» от 13.07.1998 г. № 155-ФЗ;

Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ;

Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ;

Федеральный закон «О космической деятельности» от 20.08.93 г. №5663-1 с дополнениями от 29.11.96 г. №147-ФЗ;

Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации» от 20.02.95 г. №24-ФЗ;

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. №52-ФЗ;

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ, с изменениями от 23.07.2008 г. № 160-ФЗ

Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации (утв. Приказом ГКЭ № 372 от 16 мая 2000 г.);

Правила безопасности при разведке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе (утв. Постановлением Горгостехнадзора России от 05.06.2003 г.);

Постановление Правительства РФ № 60 от 2.02.06 г. «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга»;

«Положение о создании и ведении Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении», утвержденное постановлением Правительства РФ от 21 декабря 1999 г. № 1410;

Постановление Правительства РФ № 177 от 31.03.03 г. «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды»;

«Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219, пункт 8;

«Положение об осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 25 декабря 2006 г. N 801, пункт 9 б;

«Положение о государственном учете вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 21.04. 2000 г. № 373;

«Положение о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказывать негативное воздействие на окружающую природную среду». Утверждено Постановлением Правительства РФ от 14 февраля 2000 г. № 128.

Международное законодательство:

Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов, Вашингтон, Лондон, Мехико, Москва, от 29 декабря 1972 г. № 2594, ратиф. 15 декабря 1975 г. (СССР);

- Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте ООН. Экономический и Социальный Совет. Европейская экономическая комиссия. Финляндия. 25.02-01.03.1991 г. Подписана Правительством СССР 06.07.1991 г., период действия - с 06.07.1991 г. Подтверждено Правительством РФ от 13.01.1992 г. № Н-11, ГП МИД РФ;
- Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий, Хельсинки, 17.03.1992 г., ратиф. 18.03.1992 г., введена в действие с 04.11.1993 г. решением Правительства РФ от 04.11.1993 г. № 1118.;
- Конвенция о водно-болотных угодьях имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц, Рамсар, 02.02.1971 г., ратиф. СССР в 1976 г. Подтверждено постановлением Правительства РФ от 13.09.1994 г. за № 1050;
- Конвенция ООН по морскому праву (10.12.1982 г.);
- Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. (МАРПОЛ);
- Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью 1992 г.;
- Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 13.11.1979 г., ратифицирована в 1980 г.);
- Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 05.06.1992 г., ратифицирована в 1995 году);
- Конвенция о континентальном шельфе (Женева, 1958 г., ратифицирована 1960 г.)»
- Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения. Вашингтон. 3 марта 1973.
- Нормативно-методические документы:**
- СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения;
- СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования;
- СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства;
- СП 11-114-2004 «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений», М, 2004;
- ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения;
- ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов;
- ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ;
- ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы, Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами;
- ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков;

- ГОСТ 17.1.3.08-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод;
- Руководство по гидрологическим исследованиям в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. – М.: Гидрометеониздат, 1972;
- Руководства по организации наблюдений, проведению работ и выдаче разрешений на сброс отходов в море с целью захоронения. – М.: Гидрометеониздат, 1964;
- Методические указания № 40 по организации системы наблюдений и контроля за загрязнением морей и устьев рек. Главное управление гидрометеорологической службы при СМ СССР. – М.: 1977;
- Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. – Л.: Гидрометеониздат, 1987;
- Методические указания № 43 по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях. Государственный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. – М.: 1979;
- Методические указания № 45 по определению загрязняющих веществ в морской воде на фоновом уровне. Государственный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. – М.: 1982;
- Методические указания № 46 по химическому анализу опресненных вод морских устьевых областей рек и эпиконтинентальных морей. Государственный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. – М.: 1984;
- РД 52.10.556-95 «Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси»;
- РД 52.10.243-92 «Руководство по химическому анализу морских вод»;
- РД 52.18.595-96 «Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды». Госстандарт России, М., 1996 с дополнениями 1997-2001 гг.;
- РД 52.17.262.91 «Методы отбора, обработки и концентрирования проб морской воды, льда, снежного покрова, донных отложений и образцов зообентоса в условиях морской экспедиции»;
- РД 52.10.183-89 «Методические указания. Идентификация нефтяных разливов в море»;
- РД 51-01-11-85 «Экологические исследования при инженерных изысканиях на континентальном шельфе»;
- ГОСТ 17.1.3.08-82 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод»;
- РД 52.44.2-94 Методические указания. Охрана природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой. Росгидромет, Москва 1996 г.;
- РД 52.18.595-96 Федеральный Перечень методик выполнения измерений допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга

загрязнения окружающей среды. Госстандарт России, М., 1996 год, с дополнениями 1997-2001 годов;

СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 7 июля 2009 г. N 47;

СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)";

ГОСТ Р 53241-2008. Требования к охране морской среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений континентального моря и прибрежной зоны. ООО «НИПИ МПРР». 01.01.2010 г.;

Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Введены Госкомгидрометом СССР 01.08.1988 г.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ ПО ОБЪЕКТУ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

2.1. Основные требования к ведению работ

Полевые, лабораторные и камеральные работы выполнять в соответствии с утвержденной программой работ по объекту: «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015-2016 г.» (программа работ, будет предоставлена Подрядчику после подписания договора), и действующими методическими указаниями. Уточнение программы может производиться после разработки и согласования недропользователем технологической схемы освоения месторождения и выработки проектных решений ГРР.

Программа включает проведение гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и ихтиологических исследований; а также изучение качества атмосферного воздуха, морских вод и донных отложений; проведение визуальных наблюдений за морскими млекопитающими и птицами в границах акватории лицензионного участка.

Обеспечить выполнение в полном объеме исследований на планируемых участках (точках) наблюдений и выполнение измерений запланированного перечня контролируемых показателей и соблюдение методик химико-аналитических исследований по каждому изучаемому компоненту окружающей среды.

Подготовить рекомендации для проведения производственного экологического мониторинга на этапах бурения поисковых скважин и сейсморазведки.

Предусмотреть использование разновременных данных космической съемки для оценки динамики экологического состояния лицензионного участка в целом и изменения техногенной нагрузки. Картографические приложения должны быть составлены в геоинформационной системе семейства ArcGIS в системе координат Пулково 1942 г.

Обеспечить наполнение автоматизированной базы данных результатами измерений и химических анализов по пунктам мониторинга состояния окружающей среды в формате MS Excel, включающей данные по местоположению пунктов отбора проб, глубине, времени опробования, времени и месту проведения аналитических работ, количественным характеристикам концентраций химических элементов и соединений в различных средах.

Информировать Заказчика в оперативном режиме в случае выявления неблагоприятных процессов и явлений.

По окончании полевого этапа представить Заказчику краткий информационный отчет.

По завершении мониторинговых исследований в 2015 году представить информационный бюллетень с составлением заключения о современном состоянии экосистемы и тенденциях ее изменений, включающий в себя следующие данные:

- период проведения полевых работ;
- список сотрудников участвующих в рейсе;
- описание выполненных в течение этапа исследований;
- список приборов и оборудования используемого для выполнения морских работ;
- фактический каталог координат станций пробоотбора;
- объем выполненного опробования по станциям и реестры отобранных проб;
- краткая характеристика экологической ситуации во время выполнения полевого этапа;
- основные фотографии, иллюстрирующие процесс выполнения работ;
- карто-схемы (карта фактического материала, карты пространственного распределения исследуемых параметров, обобщающая карта экологического состояния, карта биологического разнообразия ихтиофауны акватории и др.).

По результатам экологического мониторинга за период наблюдений в 2015-2016 гг. предоставить Заказчику отчет о результатах исследований с оценкой современного состояния экосистемы и тенденций ее изменения.

Итоговый отчет должен состоять из текстовой, табличной, графической и картографической информации и включать следующие разделы:

- нормативную базу работ,
- анализ фондовых, опубликованных и других материалов о состоянии окружающей среды;
- краткие сведения о природных условиях исследуемой территории; сведения о существующих техногенных объектах;
- состав и объем собранных материалов (с приведением координат точек отбора проб);
- методы отбора проб и обработки первичных данных;

- время отбора проб и сроки наблюдений, методики проведения анализов и оборудование;
- результаты лабораторных определений;
- оценка современного состояния и динамика наблюдаемых характеристик природной среды исследуемой акватории;
- рекомендации по дальнейшему изучению.

Вместе с отчетом по экологическим исследованиям Исполнителями Заказчику (или его представителю) в обязательном порядке предоставляются все материалы морских экологических исследований, а именно:

- таблицы координат точек отбора проб;
- таблицы первичных данных по станциям.

По завершению работ по объекту разработать программу со сметой затрат на ведение мониторинга состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2017-2018 гг.

Программу согласовать со специализированными рыбохозяйственными институтами и с территориальными органами исполнительной власти, утвердить Заказчиком.

2.2. Последовательность проведения работ

Сбор и анализ материалов о состоянии окружающей среды в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка. Приобретение космоснимков и топографических основ, дешифрирование материалов ДЗЗ.

Исполнение программы мониторинга.

Ежегодный комплекс работ включает 3 основных этапа:

- 1 этап. Мобилизационные работы;
- 2 этап. Экспедиционные работы;
- 3 этап. Камеральные и лабораторные работы, подготовка отчета.

Этап 1. Мобилизация

Мобилизация включает подготовку судна, принадлежащего Подрядчику, для проведения экспедиционных работ, подготовку Программы проведения комплексной экспедиции в районе исследований, рейсового задания на проведение комплексных экологических исследований, получение всех необходимых разрешений и согласований на выполнение экспедиционных работ в Охотском море.

По завершении мобилизационных процедур Подрядчик передает Заказчику копии следующих документов, являющихся основанием для проведения экспедиционных работ:

- Программу проведения комплексной экспедиции в районе исследований;
- Разрешения и согласования на выполнение экспедиционных работ в Охотском море.

Этап 2. Экспедиционные работы в соответствии с согласованной Заказчиком Программой работ

В состав экспедиционных исследований входят следующие виды работ:

- метеорологические исследования;
 - оценка загрязнения воздушной среды;
 - гидрологические исследования;
 - гидрохимические исследования;
 - оценка загрязненности воды, донных отложений и биоты;
 - радиологические исследования;
 - гидробиологические (исследование планктонных организмов (зоопланктон, фитопланктон, ихтиопланктон) и макробентоса);
 - визуальные наблюдения за морскими млекопитающими и птицами;
- По окончании экспедиции, в 20-тидневный срок, Подрядчик представляет Заказчику информационный экспедиционный (полевой) отчет.

Этап 3. Камеральные и лабораторные работы, подготовка отчетов

Камеральная обработка данных включает:

- лабораторные химико-аналитические работы;
- обработка и анализ материалов состояния компонентов биоты;
- оценка современного экологического состояния района изысканий;
- создание картосхем пространственного распределения исследуемых параметров в ГИС ArcGIS версии 10.0 или старше;
- наполнение автоматизированных баз данных
- редактирование, форматирование, оформление и тиражирование отчетной документации по работам.

Камеральная обработка данных, анализ полученных материалов и подготовка соответствующих разделов отчёта должны производиться с привлечением квалифицированных специалистов научно-исследовательских организаций. Камеральная обработка проб осуществляется в стационарных аккредитованных лабораториях в соответствии с существующими (действующими) инструкциями и методическими рекомендациями.

Отчеты должны соответствовать требованиям Национального стандарта РФ ГОСТ Р 53579-2009 и других нормативных документов Российской Федерации.

3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Сводный перечень показателей состояния окружающей среды, количество станций и проб необходимых при проведении мониторинга состояния окружающей среды:

Сводный перечень показателей состояния окружающей среды, количество станций и проб, необходимых при проведении мониторинга состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке, за один год работ

Вид исследований	Измеряемые показатели	Условия отбора проб	Количество станций/проб
Метеорологические	- температура воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность, атмосферные осадки, погодные явления	В течение всего периода нахождения судна в районе работ, судовая метеостанция и штурманский состав судна	Ежедневно, дискретность измерений 4 раза в сутки в основные синоптические сроки 00, 06, 12, 18 по судовому времени
	- качество воздуха: <ul style="list-style-type: none"> • оксид азота; • диоксид азота; • диоксид серы; • сажа; • оксид углерода; • взвешенные вещества; • углеводороды 	Точки отбора проб (измерений) выбираются случайным образом.	Всего 15 станций (15 проб)
Гидрологические:	- волнение, ледовая обстановка	дистанционные методы наблюдения	-
	- температура воды; электропроводность (соленость) воды, растворенный кислород, хлорофилл-а, мутность	определение гидрологической структуры от поверхности до дна производится на 2-3-х горизонтах на каждой станции (в зависимости от глубины) и совмещается с тралениями;	75/209
	- скорость и направление течений	точечные измерения доплеровским	75/168

Вид исследований	Измеряемые показатели	Условия отбора проб	Количество станций/проб
		измерителем течений	
Гидрохимические:	Запах, цветность, pH, взвешенные вещества, биогенные элементы (азот общий, азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, фосфор общий, кремний, фосфаты, карбонаты, сульфаты, биодоступное железо), щелочность, (в эвфотическом слое).	В районах расположения перспективных морских площадок, входящих в структуру лицензионного участка, одновременно с проведением гидробиологических исследований	28 станций (на станциях глубиной менее 20 м — 0 м и дно; менее 50 м — 0 м, 20 м, дно; более 100 м — 0 м, 20 м, 50 м, дно; Не менее 101 пробы
	Загрязняющие вещества морских вод: металлы (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As) по формам нахождения, нефтепродукты, СПАВ, ХПК, фенолы, бенз(а)пирен, ХОС, ПХБ. Первичная продукция.		28 станций. Не менее 2-х горизонтов (0 м; дно)/не менее 56 проб
Качество донных отложений	Гранулометрический состав, pH, металлы (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), нефтепродукты, ХОС, ПХБ, радионуклиды	Отбор проб донных отложений производится дночерпателем одновременно с отбором проб гидробионтов, на тех же станциях.	28 станций/28 проб
Гидробиологические	Видовой состав; общая численность и биомасса; численность и биомасса основных систематических групп и видов зоо- и ихтиопланктона; площадное распределение количественных показателей; вертикальное распределение количественных	На каждой станции: бентос отбирается в 3-х повторностях, зоопланктон — в двух слоях водной толщи - от дна до нижней границы слоя скачка плотности, от этой границы до поверхности воды; фитопланктон отбирается с 3-х горизонтов — поверхность, слой скачка, придонный.	28 станций/ по 84 пробы фитопланктона и бентоса; 56 проб зоопланктона и 28 проб ихтиопланктона

Вид исследований	Измеряемые показатели	Условия отбора проб	Количество станций/проб
	показателей, перечень основных сообществ бентоса; средняя биомасса и средняя численность макрозообентоса каждого выделенного сообщества; наличие промысловых видов бентоса	Для отбора проб икhtiопланктона, выполняется один вертикальный облов	
Ихтиологические	Определение общей величины улова, видового состава гидробионтов в единицах численности и биомассы в пересчете на 1 час траления, сведения о размерных характеристиках и средней массе. Основные биологические показатели массовых видов гидробионтов (размерный, весовой, половой составы, соотношение стадий зрелости гонад, наполнение желудка в баллах, визуальное определение состава пищевого комка и др.). зараженность патогенами	Ихтиологические исследования включают выполнение донной траловой съемки на акватории лицензионного участка. Съемка выполняется донным тралом с мелкочечной вставкой. Скорость траления составляет около 3 узлов, продолжительность – 30 мин. или менее в зависимости от типа грунта, метеоусловий. Выполнение массовых промеров со вскрытием и без него, полных биологических анализов с взятием регистрирующих возраст структур.	75 станций/75 проб
Термиологические	Визуальные наблюдения в период полевых работ, занесение в полевой журнал даты, времени, места и вида морского животного (при встрече/обнаружении), количество и поведение животного, а также изучение кормовых миграций и поведения	Наблюдения на судне проводятся штурманским составом и научной группой поочередно, не менее 8 часов в сутки	ежедневно

Вид исследований	Измеряемые показатели	Условия отбора проб	Количество станций/проб
	морских млекопитающих при кормодобывании		
Орнитологические:	Численность, видовой состав авифауны	Условия производства наблюдений определяются в техническом задании, выдаваемом исполнителем экологического мониторинга	Ежедневно
Загрязненности биоты:	Содержание загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), радионуклидов (^{137}Cs ; ^{90}Sr) в тканях беспозвоночных содержание загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), ПХБ и ХОП, радионуклидов (^{137}Cs ; ^{90}Sr) в тканях рыб	Отбор проб производится из тралов, одновременно с отбором проб на ихтиологические исследования	75 станций/75 сборных проб беспозвоночных и рыб

Все химико-аналитические исследования воды и донных отложений должны выполняться с привлечением аттестованных и аккредитованных на соответствующие виды анализов лабораторий. На все виды химико-аналитических исследований необходимо оформлять акты отбора проб и протоколы количественного химического анализа.

Точность измерения химических показателей должна удовлетворять требованию сопоставления их значений с ПДК, регламентируемыми нормативными документами.

4. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ФОРМЫ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

4.1. Ожидаемые результаты

Результаты наблюдений на постах экологического мониторинга в 2015 гг. Оценка экологического состояния компонентов окружающей среды и прогноз их изменения, автоматизированная база данных. Рекомендации по оптимизации системы экологического мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке.

4.2. Форма отчетной документации

В 2015 году предоставить:

а) Рейсовое задание на проведение комплексных экологических исследований и разрешение на выполнение экспедиционных работ в море.

б) Информационный (полевой) отчет о проведении экспедиционных работ в твердой и электронной копии.

в) По завершении исследований в 2015 году информационный бюллетень в твердой и электронной копии.

В 2016 году предоставить:

а) Рейсовое задание на проведение комплексных экологических исследований и разрешение на выполнение экспедиционных работ в море.

б) Информационный (полевой) отчет о проведении экспедиционных работ в твердой и электронной копии.

в) Результаты анализов (протоколы КХА).

г) Отчет о результатах исследований по объекту «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015-2016 гг.» с комплектом карт на бумажном носителе в жестком переплете в 5 экземплярах. На машинном носителе представляется электронная копия отчёта в формате Microsoft Word, автоматизированная база данных, цифровые картографические приложения с полным комплектом файлов векторных слоев (тем, покрытий).

Отчет направляется:

1-ый экз. – в ФБУ НПП «Росгеолфонд»;

2-ый экз. – Морской филиал ФГУНПП «Росгеолфонд»;

3-й и 4-й экземпляры – Заказчику;

5-й экземпляр – Исполнителю работ.

д) Согласованная и утвержденная программа работ со сметой затрат по объекту: «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском

лицензионном участке в 2016-2017 гг.» в жестком переплете в двух экземплярах и электронная копия на диске.

4.3. Сроки выполнения технического задания

Начало работ – июль 2015 г., окончание – декабрь 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Работы по объекту «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015–2016 гг.» выполнялись на основании договора № НПП-706/15 от 18.08.2015 (далее Договор) заключенного между ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект» и ООО «Газпром геологоразведка». Соисполнителем работ является ФГБНУ «КамчатНИРО». Работы, выполненные в 2015 году, включали в себя полевые сборы, химико-аналитические исследования и камеральную обработку отобранных материалов. Весь комплекс работ проводили в соответствии с утвержденной программой «Мониторинг состояния окружающей среды на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015–2016 гг.». Которая в свою очередь была разработана с учетом действующего международного экологического законодательства, нормативно-правовых актов РФ, регламентирующих природопользование, охрану окружающей среды, «Специальных экологических и рыбохозяйственных требований для проведения геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья», согласованных Федеральным агентством по рыболовству в 2010 г., а также с учетом результатов и опыта проведения мониторинга состояния окружающей среды на западно-камчатском лицензионном участке в 2013-2014 гг.

Полевые работы выполняли 10 сотрудников ФГБНУ «КамчатНИРО» на НИС «Профессор Кизеветтер» в июне-июле 2015 г. в границах Западно-Камчатского лицензионного участка. Список сотрудников, участвующих в рейсе представлен в таблице 1. В соответствии с Договором мониторинговые работы включали в себя выполнение 75 донных тралений и сопутствующих им гидрологических, ихтиопланктонных станций. На 28 из 75 станций были проведены комплексные экологические исследования (гидрологические, гидробиологические, гидрохимические, анализ качества донных отложений и загрязненности биоты), на 15 станциях провели исследования атмосферного воздуха для определения содержания загрязняющих веществ. На протяжении

всего рейса вели териологические и орнитологические наблюдения.

Таблица 1 – Список сотрудников, участвующих в рейсе на НИС «Профессор Кизеветтер» в 2015 г.

Специализация	ФИО
Начальник рейса, гидролог	В.В. Коломейцев
Ихтиолог	А.А. Матвеев
Ихтиолог	Е.А. Михалютин
Ихтиолог	Д.А. Терентьев
Гидробиолог	Е.В. Пучнина
Гидробиолог	А.С. Красненко
Гидробиолог, маммолог	И.А. Блохин
Специалист по промысловству	С.И. Субботин
Гидрохимик	И.А. Заочный
Паразитолог	Е.А. Грицких

Непосредственно отбор проб на Западно-Камчатском лицензионном участке проходил с 21 июня по 4 июля 2015 г. Общая продолжительность съемки составила 30 судосуток (включая переходы, посадку и снятие научной группы, штормовые, поломки оборудования, бункеровку).

Для выполнения поставленных задач при проведении морских работ использовали следующие приборы и оборудование:

1. Промысловое снаряжение:

- поисковые гидроакустические приборы и приборы контроля хода трала: видеокамера Drift Host S и световой прибор ПСП-500 для рабочих глубин 500 м
- донный трал 27.1/24.4 — 4 шт.;
- донный трал 27.1/27.9 — 1 шт. (экспериментальный оборудован нижней подборой с пластинчатым грунтопом с бобинцами для тяжелых задевистых грунтов);
- мелкоячейная вставка (10 мм) длиной 10 м для донных тралов;

- дель для ремонта тралов.

2. Океанологическое, метеорологическое, гидрохимическое оборудование:

- газоанализатор атмосферного воздуха ГАНК-4А;
- анемометр;
- океанологический многопараметровый зонд ASTD-102 RinkoProfiler;
- доплеровский измеритель течений SonTek Argonaut-MD;
- рН-метр + кислородомер портативный Horiba D-55;
- солемер;
- фотоэлектроколориметр ФЭК-3;
- установка для титрования;
- колонка с кадмием для восстановления нитратов;
- фильтровальная установка;
- компрессор воздушный;
- диск Секки;
- батометры типа Нискина 12 л для отбора проб воды;
- блок-счетчик;
- гидрологический трос 2500 м;
- размеченный фал 30 м.

4. Гидробиологическое оборудование:

- дночерпатель типа «Океан»;
- стол для просеивания грунта;
- ихтиопланктонная сеть ИКС-80;
- планктонная сеть Джели.

3. Ихтиологическое оборудование:

- весы «Marel» до 120 кг;
- весы «Marel» до 5 кг;
- весы аптекарские с разновесами;
- штангенциркули.

4. Прочее:

- морозильная камера (для заморозки проб) — 2 шт.;
- бинокль для наблюдений за птицами и млекопитающими;
- фотоаппарат для фотосъёмки птиц и млекопитающих, а также рабочих моментов.

После доставки проб на берег все химико-аналитические исследования воды, гидробионтов, донных отложений выполнены с привлечением аттестованных и аккредитованных на соответствующие виды анализов лабораторий. На все виды химико-аналитических исследований оформлены акты отбора проб (представлены ранее в Рейсовом отчете) и протоколы количественного химического анализа (КХА).

Объем выполненного опробования по станциям представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Количество измерений и отобранных проб, в период проведения полевых работ 2015 г. на НИС «Профессор Кизеветтер»

Вид исследований	Количество станций/проб
Метеорологические	Ежедневно в основные синоптические сроки/15 измерений показателей качества атмосферного воздуха
Гидрологические	75 станции/75 гидрологических зондирования с дискретностью 1 м; 75 станции/168 измерений направления и скорости течений в поверхностном слое и у дна; 28 измерений прозрачности
Гидрохимические	28 станций экологического мониторинга/101 стандартных горизонтов (проб)
Качество донных отложений	28 станций/28 проб донных отложений
Гидробиологические	28 станций/84 пробы фитопланктона и бентоса; 56 проб зоопланктона; 28 проб ихтиопланктона
Ихтиологические,	75 траления/8388 — массовых промеров рыб,

Вид исследований	Количество станций/проб
гидробиологические, паразитологические.	15912 — полных биологических анализов рыб и беспозвоночных, 15380 — осмотров рыб на наличие признаков патологии.
Загрязненность биоты	75 сборных проб беспозвоночных и рыб
Териологические	Ежедневно.
Орнитологические	Ежедневно.

Камеральная обработка включала обобщение и интерпретацию полученных данных, математическую обработку результатов анализов, пополнение баз данных первичной информацией. В камеральной обработке материалов принимали участие 30 сотрудников ФГБНУ «КамчатНИРО».

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

Западно-Камчатский шельф относится к Охотской нефтегазоносной провинции, на которой сосредоточено более 75% ресурсов углеводородов всего Дальневосточного региона страны. Здесь расположены Западно-Камчатский и Шелиховский бассейны с потенциальными геологическими ресурсами в 3,6 млрд. тонн условного топлива (Гринь, 2004). На рисунке 1 обозначены границы Западно-Камчатского участка, ограниченные контуром. Площадь участка составляет 37 тыс. км². Западно-Камчатский шельф является одним из наиболее мощных по биопродуктивности районов Мирового океана, уникальным районом воспроизводства наиболее ценных видов биоресурсов, самым значимым районом отечественного рыболовства (рис. 1). При этом районы предполагаемого освоения нефтегазовых месторождений полностью совпадают с центрами воспроизводства промысловых видов рыб и крабов и с зонами активного рыболовства.

Район изысканий примыкает к двум административным районам Камчатского края – Тигильскому (бывший район Корякского АО) и Соболевскому району. Ближайшие населенные пункты – поселки Крутогоровский и Ичинский – расположены на побережье Западной Камчатки, ограничивающем участок с запада.

Морская акватория в районе планируемых работ представляет собой открытый участок шельфа, простирающийся до изобаты 500 м. На акватории Западно-Камчатского участка большинство нефтеперспективных структур располагаются на глубинах от 50 до 150–200 м.

Особо охраняемые территории. Согласно Рамсарской «Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц» (The Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat) от 10.02. 1971 г. в список водно-болотных угодий вошли, в том числе и ВБУ «Мыс Утхолук» и

«Река Морошечная», расположенные на побережье, примыкающему к Западно-

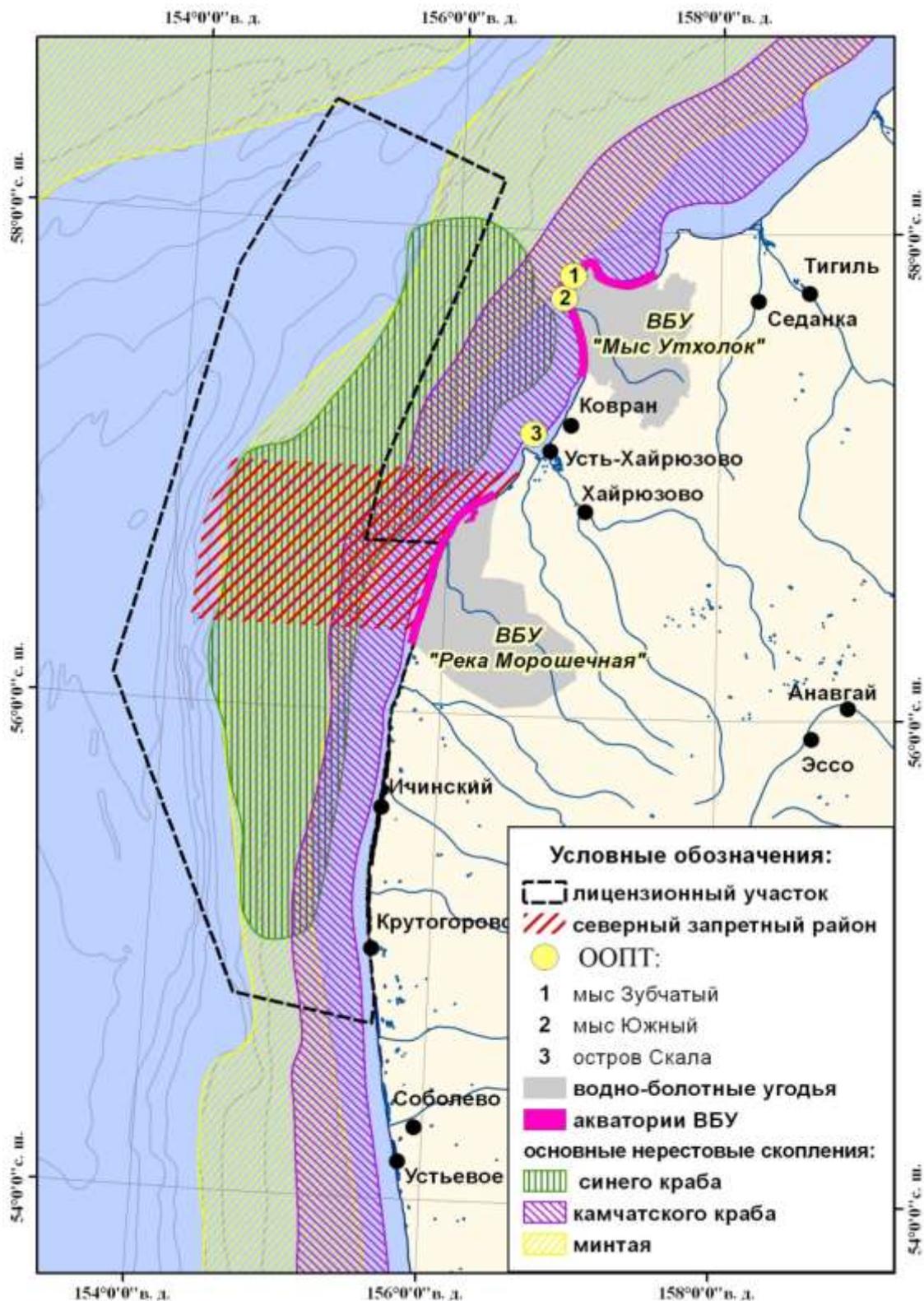


Рисунок 1 — Западно-Камчатский лицензионный участок. Зоны уязвимости и ООПТ

Камчатскому лицензионному участку. Правительством СССР данная Конвенция была подписана в 1974 году, ратифицирована — в 1975 году. Постановлением Правительства Российской Федерации от 13.09.1994 г. № 1050 утвержден «Список находящихся на территории Российской Федерации водно-болотных угодий, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц, от 02 февраля 1971 г.».

В целом, статуса особо охраняемых природных территорий регионального значения водно-болотные угодья Камчатского края в настоящее время не имеют. Тем не менее, в рамках «Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года» в 2010 году была разработана «Территориальная схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Камчатского края на период до 2025 года и на перспективу после 2025 года». В рамках Схемы, кроме реорганизации ряда действующих ООПТ, в качестве приоритетных проектируемых ООПТ, рассматриваются территории, ранее зарезервированные под биологические заказники и водно-болотные угодья международного значения - «Река Морошечная», «Мыс Утхолук». Скорее всего, в состав территории данных ВБУ войдут акватории, ранее зарезервированные под одноименные заказники регионального значения (в настоящее время потеряли статус ООПТ, т.к. не прошли перерегистрацию).

Помимо водно-болотных угодий на акватории лицензионной площади и прилегающей к ней прибрежной части, находятся три ООПТ регионального значения: Памятник природы «Остров Скала», Памятник природы «Мыс Южный» и Памятник природы «Мыс Зубчатый». Границы ООПТ показаны на рисунке 1.

2. ВИДЫ, ОБЪЕМЫ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Объектами мониторинговых исследований в отчетный период являлись атмосферный воздух, вода, донные отложения, морская биота. Камеральная обработка включала в себя разборку проб, подготовку и проведение измерений химических показателей, определение видового и количественного состава гидробионтов и фитопланктона в пробах, обобщение и интерпретацию полученных данных, математическую обработку результатов анализов, пополнение баз данных первичной информацией. В камеральной обработке материалов принимали участие 30 сотрудников ФГБНУ «КамчатНИРО» и сотрудники сторонних организаций.

Сводная информация об объеме собранного и обработанного материала представлена в таблице 2.1, на рисунке 2.1 представлена карта-схема, а в таблице 2.2 координаты фактического расположения станций отбора проб, выполненных в период с 21 июня по 4 июля 2015 г. на НИС «Профессор Кизеветтер».

Таблица 2.1 — Сводная таблица количества измерений, отобранных, обработанных и проанализированных проб в 2015 г.

Вид исследований	Количество проб	Место проведения камеральной обработки
<i>Метеорологические</i> (температура, скорость и направление ветра, атмосферное давление)	Ежедневно, дискретность измерений 4 раза в сутки в основные синоптические сроки 00, 06, 12, 18 по судовому времени	ФГБНУ «КамчатНИРО»

Вид исследований	Количество проб	Место проведения камеральной обработки
<i>Качество воздуха</i> (оксид азота, диоксид азота, диоксид серы, сажа, оксид углерода, взвешенные вещества, углеводороды)	По 15 проб на 15 станциях	ФГБНУ «КамчатНИРО»
<i>Гидрологические</i> (волнение, ледовая обстановка, температура воды; электропроводность (соленость) воды, растворенный кислород, хлорофилл-а, мутность, рН, скорость и направление течения)	75 гидрологических зондирования с дискретностью 1 м; определение гидрологической структуры от поверхности до дна производится на 2-3-х горизонтах на каждой станции (в зависимости от глубины) и совмещается с тралениями 28 измерений прозрачности и зондирований доплеровским измерителем течений Итого 209 проб	ФГБНУ «КамчатНИРО»
<i>Гидрохимические</i> - запах, цветность, БПК5, взвешенные вещества, биогенные элементы (азот общий, азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, фосфор общий, кремний, фосфаты, карбонаты, сульфаты), щелочность, первичная продукция <i>Загрязняющие вещества морских вод:</i> - металлы (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As) по	28 станций/по 101 пробе на каждый показатель	ФГБНУ «КамчатНИРО» ФГБУ «Камчатская МВЛ» ЦЛАТИ по

Вид исследований	Количество проб	Место проведения камеральной обработки
формам нахождения, нефтепродукты, СПАВ, фенолы, бенз(а)пирен, ХОС, ПХБ.		Камчатскому краю
<i>Качество донных отложений</i> - гранулометрический состав, органический углерод, рН, металлы (Fe, Cu, Co, Mn, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), нефтепродукты, ХОС, ПХБ, радионуклиды	28 станций/по 28 проб на каждый показатель	Эколого-аналитический центр ДВФУ ФГБУ «Камчатская МВЛ»
Гидробиологические	75 станций/75 проб фитопланктона и бентоса; 56 проб зоопланктона; 28 проб ихтиопланктона	ФГБНУ «КамчатНИРО»
Ихтиологические (рыбы и беспозвоночные)	75 станций/75 тралений. 8388 — массовых промеров рыб, 15912 — полных биологических анализов рыб и беспозвоночных, 15380 — осмотров рыб на наличие признаков патологии.	ФГБНУ «КамчатНИРО»
Териологические и орнитологические	Ежедневно	ФГБНУ «КамчатНИРО»
<i>Загрязненность биоты:</i> - нефтяные углеводороды, тяжелые металлы (Fe, Cu, Al, Ba, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), ПХБ и ХОП, радионуклиды (¹³⁷ Cs; ⁹⁰ Sr)	75 станций/75 смешанных проб беспозвоночных и рыб	ФГБУ «Камчатская МВЛ»

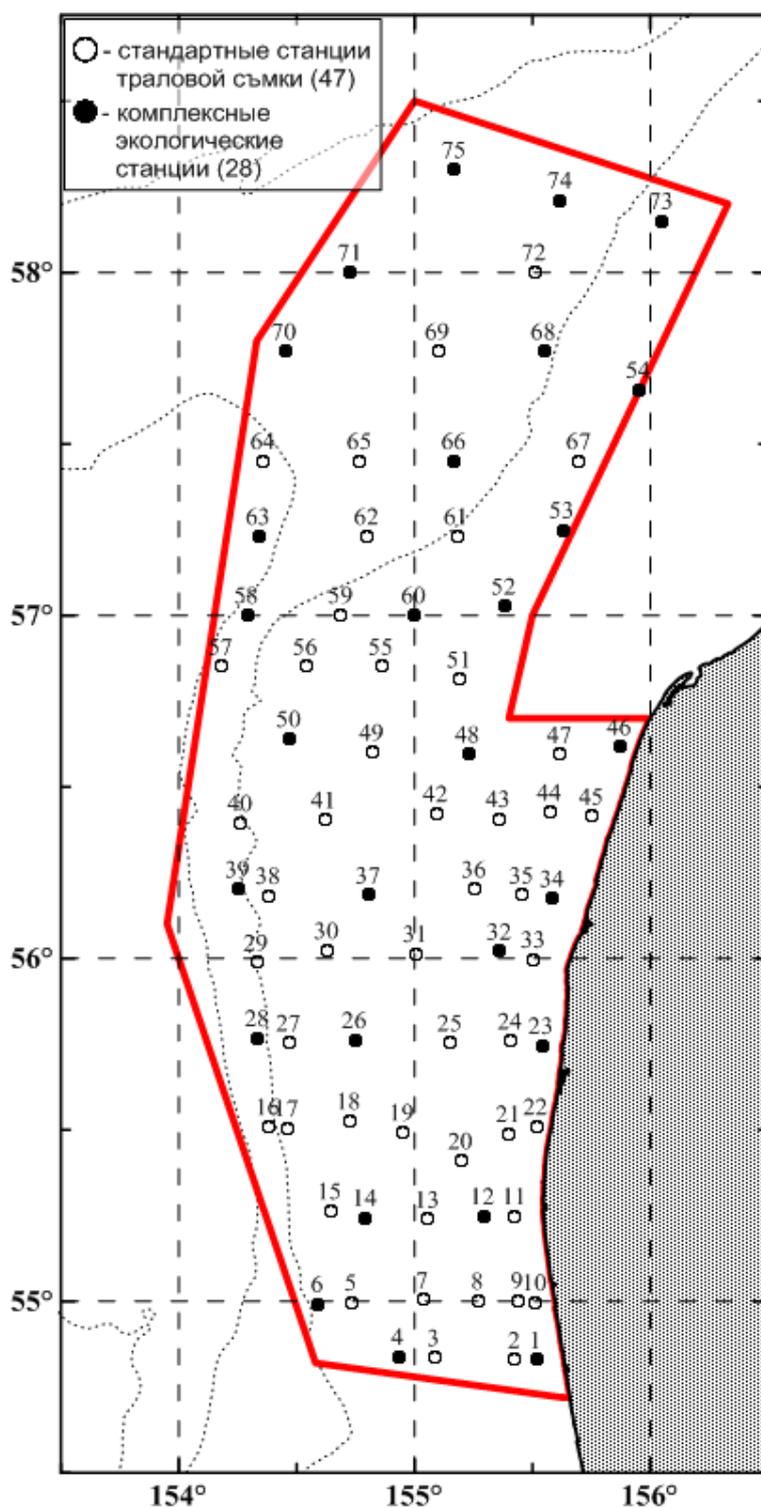


Рисунок 2.1 — Карта-схема расположения фактических станций, выполненных в июне-июле 2015 года на НИС «Профессор Кизеветтер»: белые — траловые, гидрологические и ихтиопланктонные станции; черные — станции, на которых проводили комплексный отбор проб (система координат UTMS-84)

Таблица 2.2 – Фактические координаты станций (система координат UTMS-84) при выполнении отбора проб на НИС «Профессор Кизеветтер» в 2015 г.

№ Ст.	Широта	Долгота	№ Ст.	Широта	Долгота	№ Ст.	Широта	Долгота
1	54°50'2	155°31'0	26	55°45'0	154°45'4	51	56°50'0	155°11'4
2	54°51'5	155°25'4	27	55°47'2	154°27'8	52	57°01'7	155°22'3
3	54°48'3	155°04'8	28	55°47'2	154°19'6	53	57°14'8	155°37'8
4	54°51'6	154°55'9	29	56°01'6	154°15'8	54	57°38'6	155°57'3
5	55°01'6	154°44'9	30	56°00'3	154°35'8	55	56°50'0	154°51'3
6	54°59'5	154°35'2	31	56°02'0	154°59'0	56	56°50'7	154°33'0
7	54°58'6	155°02'2	32	56°00'3	155°21'4	57	56°53'7	154°13'5
8	55°00'8	155°15'9	33	56°01'2	155°30'8	58	57°00'2	154°16'6
9	54°58'8	155°26'4	34	56°10'2	155°35'1	59	57°00'8	154°42'3
10	55°00'6	155°30'6	35	56°11'0	155°28'5	60	57°00'5	155°01'3
11	55°12'9	155°24'4	36	56°12'1	155°15'9	61	57°15'5	155°15'1
12	55°15'5	155°17'5	37	56°11'2	154°47'9	62	57°14'5	154°51'6
13	55°12'4	155°04'4	38	56°11'3	154°22'5	63	57°13'5	154°20'5
14	55°14'1	154°47'5	39	56°14'3	154°14'0	64	57°30'4	154°19'4
15	55°17'4	154°37'6	40	56°24'9	154°17'5	65	57°25'3	154°48'3
16	55°32'2	154°21'7	41	56°24'0	154°38'3	66	57°27'1	155°09'9
17	55°28'3	154°26'2	42	56°24'6	155°04'7	67	57°27'0	155°42'0
18	55°32'9	154°42'7	43	56°24'1	155°20'7	68	57°45'5	155°33'4
19	55°29'8	154°56'2	44	56°27'0	155°34'6	69	57°46'0	154°59'8
20	55°23'8	155°11'8	45	56°23'2	155°45'0	70	57°46'0	154°25'2
21	55°27'4	155°23'8	46	56°37'6	155°53'2	71	58°01'0	154°43'0
22	55°31'9	155°31'0	47	56°35'8	155°36'4	72	58°00'2	155°30'7
23	55°43'9	155°32'5	48	56°36'4	155°13'3	73	58°07'8	156°01'9
24	55°46'8	155°24'9	49	56°36'7	154°48'8	74	58°09'5	155°36'3
25	55°44'2	155°10'4	50	56°39'0	154°26'9	75	58°17'1	155°13'3

Примечание: жирным цветом выделены координаты комплексных экологических станций

2.1. Метеорологические исследования

Согласно «Наставлениям гидрометеорологическим станциям и постам» (Наставления гидрометеорологическим станциям и постам, Гидрометеиздат, С-П., 2005, Вып.9, ч. III — Гидрометеорологические наблюдения,

производимые штурманским составом на морских судах) гидрометеорологические станции, развернутые на борту НИС НИС Профессор Кизеветтер в 2015 г. относятся к станциям третьего разряда, которые обслуживаются штурманским составом судна. Гидрометеорологические наблюдения производились 8 раз в сутки в стандартные синоптические сроки (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 час, время +10 к гринвичскому). Порядок проведения работ, которого придерживался штурманский состав, был следующим:

1) За 12-15 мин. до очередного срока наблюдатель (вахтенный штурман) выходил на верхний мостик и вешал с наветренной стороны аспирационный психрометр МВ-4-2М (рис. 2.1.1);

2) производил проверку работоспособности анемометра ручного индукционного АРИ-49 (рис. 2.1.2);

3) определял по компасу направление ветра и волнения;

4) производил визуальные наблюдения над облачностью, атмосферными явлениями, видимостью и волнением моря;

5) за 4 мин. до срока смачивал батист в психрометре и заводил aspirator;

6) снимал показания анемометра, при малой интенсивности ветра – один раз, при большой порывистости – среднее значение на основании нескольких измерений (рис. 2.1.3);

7) точно в срок производил отсчет показания психрометра;

8) сразу же после этого возвращался в рубку и снимал показания барометра БАММ-1 (рис. 4);

9) здесь же снимал сведения о курсе и скорости судна и о его местонахождении (координаты);

11) вносил все собранные показания в электронный журнал (Приложение 1, таблица 1).

В темное время суток (ночь) визуальные наблюдения производились при потушенных или затемненных огнях. Для отсчетов по приборам пользовались фонариком.

Работы в районе исследований проводились в период с 21 июня по 4 июля. За это время выполнено 112 метеорологических станции, результаты наблюдений на которых представлены в Приложении 1, таблица 1.



Рисунок 2.1.1 — Аспирационный психрометр МВ-4-2М

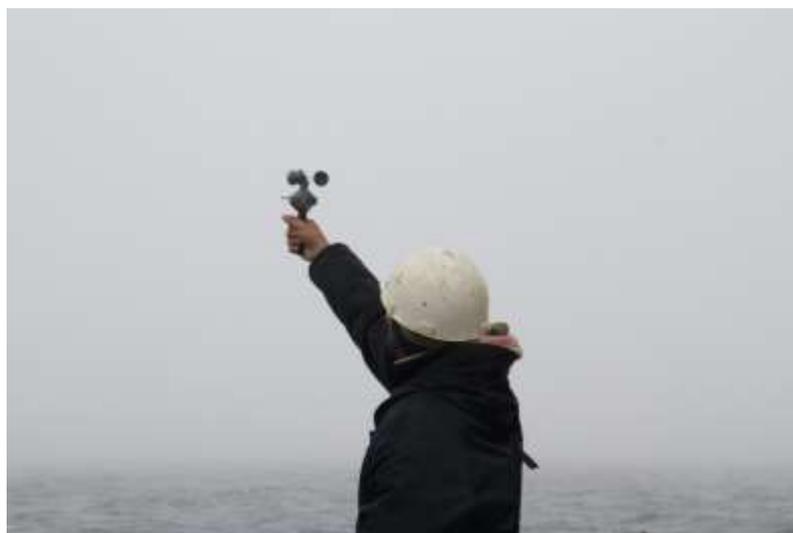


Рисунок 2.1.2 — Проведение анемометрических наблюдений (определение скорости ветра)



Рисунок 2.1.3 — Барометр-анероид метеорологический БАММ-1

Для проведения последующего синоптического анализа района исследований и прилегающих акваторий Охотского моря, четыре раза в сутки (0, 6, 12, 18 часов по Гринвичу), производился сбор факсимильных карт погоды, составляемых и распространяемых Японским метеорологическим агентством (Токио, JMA). Карты за весь период работ 2015 г., приведены в Приложении 1. На основании оцифровки данных о приземном атмосферном давлении с ежедневных факсимильных карт, строились карты с различным периодом временного осреднения: пентада, неделя, декада и месяц.

Кроме того, для анализа ветровой обстановки над всем Охотским морем и исследуемой его частью, использовались данные дистанционного (спутникового) мониторинга за скоростью и направлением ветра на уровне 10 м от подстилающей поверхности. Материалы, находящиеся в свободном доступе на сайте <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/rsad/>, представляют из себя ежедневную обработку информации со спутников DMSP SSMI F08, F10, F11, F13, F14 F15; TMI; QuikSCAT; AMSR-E посредством алгоритма простой пространственно-временной интерполяции версии 1.2 (Simple spatiotemporally weighted Interpolation (SI), V.1.2) в узлы регулярной сетки с шагом по долготе и широте 0.25°. Ежедневные данные в формате NetCDF (сетевой формат обмена

научными данными), после выборки по территории, заносились в общую базу данных для последующей обработки, осреднения и визуализации.

Во время проведения мониторинговых работ, в 15 точках по периметру всей исследуемой акватории (рис. 2.1.4) проводились отборы проб воздуха для определения следующих параметров (мг/м³):

- уровня разовой концентрации оксид азота;
- уровня разовой концентрации диоксид азота;
- уровня разовой концентрации диоксид серы;
- уровня разовой концентрации сажа;
- уровня разовой концентрации оксид углерода;
- взвешенные вещества;
- уровня разовой концентрации углеводородов.

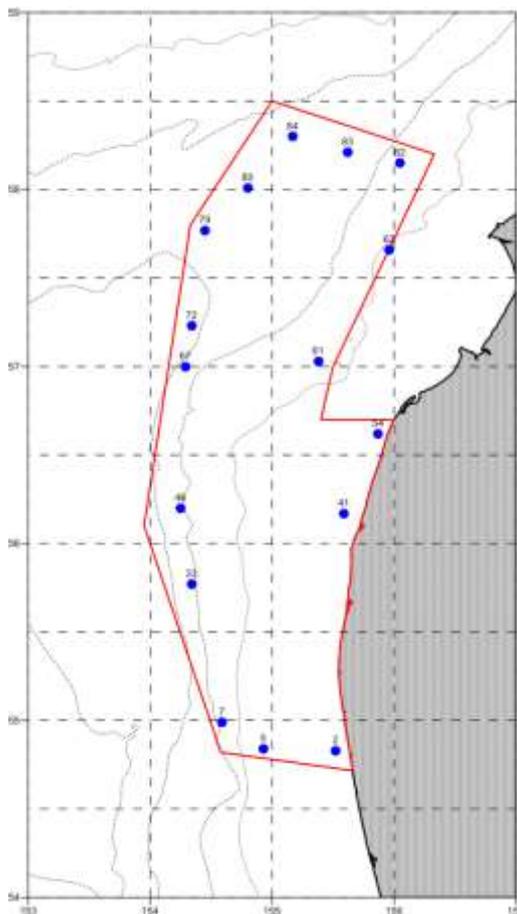


Рисунок 2.1.4 — Схема расположения станций отбора проб воздуха

Методики отбора проб воздуха:

Отбор проб и анализ проводился посредством универсального газоанализатора ГАНК-4, согласно Руководству по эксплуатации КПКУ 413322 002 РЭ версия V 8.21. Прибор внесен в Государственный реестр №24421–09, имеет свидетельство RU.C.31.076.A №36646 и сертификат соответствия РОСС RU.ME20.BO06059. №7888645.

Прибор ГАНК-4 представляет собой моноблок с габаритными размерами 250 x 200 x 150 мм (рис. 2.1.5), крепление осуществляется на любой плоской поверхности. Один прибор способен производить контроль над содержанием вредных веществ в 16 точках отбора проб, находящихся на расстоянии до 100 м друг от друга, при помощи 16 гибких воздухозаборных шлангов диаметром 4 мм. Для этого используется устройство отбора проб УП–1, оснащенное автономным насосом и системой клапанов, дающих возможность осуществлять отбор проб по очереди в каждой из точек. Пробоотбор и выдача цифровых показаний занимает не более 60 с.





Рисунок 2.1.5 — Универсальный газоанализатор ГАНК-4

Работа прибора ГАНК-4 на НИС Профессор Кизеветтер осуществлялась следующим образом. Прибор имеет сменные химические кассеты с бумажной лентой, на которую нанесен слой, чувствительный к газам. Сквозь ленту с газочувствительным слоем, посредством встроенного насоса, происходит прокачка воздуха. Оптоэлектронный считыватель замеряет скорость потемнения ленты и отправляет информацию на микропроцессор. Спустя доли секунды расчетный результат появляется на цифровом дисплее в мг/м³, в полном соответствии со стандартными требованиями. В случае превышения предельно допустимых концентраций (ПДК), происходит автоматическое включение звуковой и световой сигнализации. Химические кассеты высокочувствительны и селективны. Для них не страшны высокие концентрации вредных веществ, так как при осуществлении каждого замера механизм, протягивающий ленту, подает новый участок ленты.

В газоанализаторе ГАНК-4 один рулон ленты обеспечит до 12 месяцев непрерывного контроля без дополнительного обслуживания.

Для увеличения числа контролируемых веществ, в приборе установлены датчики различного типа: термокаталитические, полупроводниковые, электрохимические, фотоионизационные. Существенный недостаток многих датчиков в том, что они выходят из строя или на долгое время теряют свою

чувствительность при воздействии на них высоких концентраций вредных веществ. Газоанализатор ГАНК–4С не имеет подобного недостатка, так как в нем используется активная пневматическая система защиты датчиков от возможных перегрузок.

Результаты обработки проб воздуха на всех выполненных станциях приведены в Приложении 1, таблица 2.

2.2. Гидрологические исследования

Гидрологические исследования включали в себя визуальные наблюдения за волнением моря, измерения температуры и солености воды, растворенного кислорода, хлорофилла *a*, мутности, прозрачности, направления и скорости течения.

Вертикальную структуру толщи вод определяли посредством зондирования гидрологическим многопараметровым зондом RINKO-Profilер ASTD-102 (JFE Advantech, Япония), оснащенным датчиками давления, температуры, электропроводности, мутности, кислорода (фосфоресцентный датчик) и хлорофилла *a* (флуориметр) от поверхности до дна на всех 75 станциях (рис. 2.2.1, 2.2.2). Спецификации датчиков представлены в таблице 2.



Рисунок 2.2.1. Работа с гидрологическим оборудованием



Рисунок 2.2.2 – Спуск гидрологического зонда в воду для проведения измерений

Таблица 2. Спецификации гидрологического зонда RINKO-Profiler ASTD102

Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Разрешение	Точность
Глубина (Давление)	0–600/1000 м	0.01 м	±0.3 %
Температура	–5+40 °С	0.001 °С	±0.01 °С
Электропроводность	0–70 мСм/см	0.001 мСм/см	±0.01 мСм/см
Соленость	0–40 епс	0.001 епс	±0.01 епс
Мутность	0–1000 FTU (ЕМФ)	0.03 FTU	±0.3 FTU
Хлорофилл <i>a</i>	0–400 ppb	0.01 ppb	±1 %
Растворенный кислород	0–20 мг/л (0–200 %)	0.001 мг/л 0.01 %	±2 % ±2 %

Прозрачность воды измеряли с помощью диска Секки по стандартной методике на каждой комплексной экологической станции.

Волнение определяли визуально в стандартные метеорологические сроки и при выполнении всех станций мониторинга.

Измерения скорости и направления течений на поверхности и у дна выполняли акустическим измерителем течений Argonaut-MD (SonTek, США).

Полученные первичные данные обрабатывали при помощи программного обеспечения от фирмы-производителя зонда, для последующего построения пространственных полей, вертикальных профилей основных измеренных величин и расчёта вспомогательных характеристик использовали Surfer 11 (Golden Software, США) и Ocean Data View (Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2015) (рис. 2.2.3).

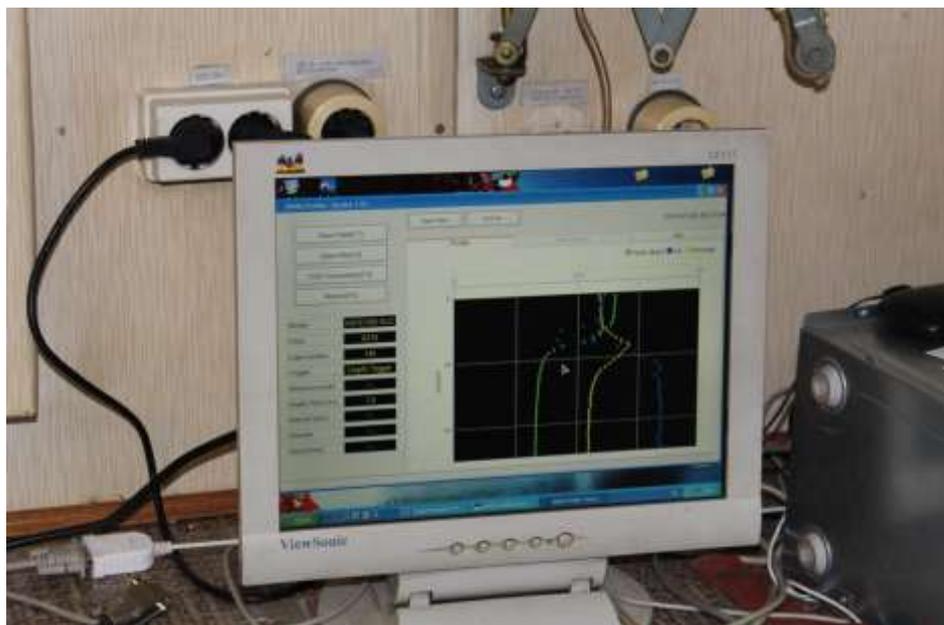


Рисунок 2.2.3 – Оперативное получение информации о положении слоя скачка

Организацию палубных гидрологических работ проводили с помощью стандартных общепринятых методов, описанных в руководстве (Руководство по гидрологическим..., 1977). Наблюдения выполняли откалиброванным и поверенным оборудованием. Всего проведено 225 измерений гидрологических параметров воды от поверхности до дна на 3-х горизонтах каждой из 75 станций, одновременно с выполнением тралений.

2.3. Дешифрование космоснимков

1. Данные о распределении температуры поверхности с пространственным разрешением 1 км (регулярная сетка с шагом в 1 км по широте и долготе), полученные с интернет ресурса: <http://data.nodc.noaa.gov/>. Материалы, представленные на данном сайте, являются результатом ежедневной обработки группой JPL OUCOCEAN данных с нескольких спутниковых сенсоров, таких как радиометр высокого разрешения AVHRR (the Advanced Very High Resolution Radiometer), вдоль трекового сканирующего радиометра AATSR (the Advanced Along Track Scanning Radiometer), а также

SEVIRI (the Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager), AMSRE (the Advanced Microwave Scanning Radiometer-EOS), TMI (the Tropical Rainfall Measuring Mission Microwave Imager), MODIS (the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), GOES (the Geostationary Operational Environmental Satellite Imager), MTSAT-1R (the Multi-Functional Transport Satellite 1R) radiometer. В обработке также учитываются данные прямых наблюдений в море с судов и дрейфующих буев. Методика обработки подробно описана в [1].

Исходные данные представляются в формате NetCDF (один из наиболее популярных научных формат сетевого обмена данными). Последующая обработка и визуализация распределений выполнялись посредством программы Ocean Data View (ODV v4.6.3).

2. Данные о распределении хлорофилла- α (мг/м^3) с интернет ресурса Giovanni который представляет собой сетевой интерфейс для визуализации и анализа научных данных о Земле на основе данных Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC DAAC). Источником материалов о распределении хлорофилла- α является спектрорадиометр высокого разрешения MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) являющийся основным мультиканальным (36 спектральных частот) инструментом спутника Aqua (EOS PM) [2]. На съемку всей поверхности Земли у спутников серии Terra уходит от 1 до 2 дня. Т.к. полоса охвата спутникового спектрорадиометра относительно узка, использовать ежедневные данные для исследуемого района практически невозможно, и, как правило, для анализа используются результаты осреднения показателя обратного отражения на 8-и дневном периоде.

Выбранные по району данные в формате NetCDF (формат сетевого обмена научными данными) обрабатывали и визуализировали в программе Ocean Data View.

Все исходные материалы записаны на твердые носители (DVD).

2.4. Гидрохимические исследования

Гидрохимические исследования включали определения: запаха, цветности морской воды, концентрации растворенного кислорода, биогенных элементов, щелочности, взвешенных веществ, первичной продукции, загрязняющих веществ и радиологических показателей.

Для определения гидрохимических показателей производили отбор воды батометрами Нискина объемом 12 л. (рис. 2.4.1).



Рисунок 2.4.1 – Работа с батометрами

Количество горизонтов для отбора проб воды определялось глубиной места. Для станций, глубиной менее 20 м пробы отбирали на двух горизонтах

(поверхностный и придонный слои), для глубин от 20 до 50 м — три горизонта (поверхность, 20 м, придонный слой), для глубин более 100 м — четыре горизонта (поверхность, 20м, 50м, придонный слой) (рис. 2.4.2). Пробы воды для определения содержания загрязняющих веществ (ПХБ, ХОС, металлы, фенолы, нефтепродукты, СПАВ) отбирали на двух горизонтах — поверхность и дно. Всего на 28 станциях, было отобрано 103 пробы.

Комплекс гидрохимических показателей включал в себя: запах, цветность, растворенный кислород, БПК5, рН, взвешенные вещества, биогенные элементы (азот общий, азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, фосфор общий, фосфор фосфатный, кремний, карбонаты, сульфаты, биодоступное железо), щелочность, первичная продукция.

Состав показателей качества (уровня загрязненности) морских вод определяли металлы (Fe, Cu, Ba, Al, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn), нефтепродукты, СПАВ, фенолы, бенз(а)пирен, ХОС, ПХБ.



Рисунок 2.4.2 – Отбор проб воды для гидрохимических исследований

Анализы «первого дня» проводили в экспедиционной лаборатории.

Пробоподготовку, консервацию и хранение остальных проб осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 51592 2000, ГОСТ 17.1.5.04-81 и общепринятыми методиками.

Определение цветности и запаха проводили на борту судна сразу после отбора проб воды из батометра.

Измерения величины рН проводили в судовой лаборатории откалиброванным рН-метром HoriBa D-55.

Растворенный в воде кислород определяли йодометрическим методом Винклера с визуальным окончанием. При помощи сифона или трубки из батометра воду отбирали в кислородную склянку и фиксировали растворами хлористого марганца и йодистого калия в едком калии. Выделившийся свободный йод титровали тиосульфатом натрия, количество которого эквивалентно количеству кислорода в пробе. Записывали номер кислородной склянки, место и время отбора пробы. При расчете процентного насыщения воды кислородом использовалась растворимость кислорода по Вэйсу.

Для определения биохимического потребления кислорода (БПК₅) пробу воды отбирали из батометра в тефлоновую ёмкость. Затем её насыщали кислородом при помощи компрессора и разливали в три кислородные склянки. Воду в одной из склянок фиксировали растворами хлористого марганца и йодистого калия в едком калии и определяли массовую концентрацию кислорода по методике определения растворенного кислорода. Две склянки инкубировали и записывали номера склянок, время фиксации пробы. После пятисуточной экспозиции определяли концентрацию остаточного кислорода. По разнице между концентрациями растворенного кислорода в 1-й день и после пятисуточного термостатирования рассчитывали величину биохимического потребления кислорода за пять суток.

Первичную продукцию определяли кислородно-скляночным методом (Винклера) (Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, 1983). Для измерения первичной

продукции из батометра наполняли 5 кислородных склянок. В одной из них сразу фиксировали кислород для определения его начальной концентрации. Остальные склянки выставляли на экспозицию 24 часа, погружая в проточную забортную воду (2 склянки оставляли в неизменном виде (светлые), 2 склянки затемняли темной материей (темные)). После экспозиции эти пробы фиксировали и титровали тиосульфатом натрия для определения содержания остаточного кислорода на борту судна.

Для определения концентраций биогенных веществ (азот общий, нитритный, нитратный, аммонийный, фосфор общий, фосфаты, кремний) пробу воды отбирали в пластиковую посуду, записывали номер пробы и место отбора. После предварительной фильтрации через мембранный фильтр пробу фиксировали хлороформом. Пробы на определение содержания общих форм азота и фосфора не фиксировали и хранили в

Пробу воды для определения содержания взвешенных веществ отбирали в пластиковую бутылку на 1,5 л. Записывали номер пробы и место отбора. В судовой лаборатории фильтровали через подготовленные стекловолоконистые фильтры, которые затем хранили в морозильной камере до поступления в стационарную лабораторию.

Для определения фенолов пробу морской воды отбирали в стеклянную посуду и сразу экстрагировали. Для этого 250 мл пробы переливали в делительную воронку, затем, добавляя 5% NaOH, доводят pH до 11 и приливали 10–15 мл гексана, встряхивали в течение 1 минуты и разделяли. После этого водный слой доводили до pH 3–6, добавляя 25 мл бутилацетата, встряхивали и разделяли, сливая водный слой. К бутилацетату приливали 5 мл 1% NaOH и встряхивали в течение 30 секунд. Водный щелочной слой собирали в коническую колбу, чтобы не попал бутилацетат, и доводили его до pH 3–6 молярным раствором HCl (соляной кислоты). Затем полученные экстракты хранили в холодильнике до их окончательного определения.

Пробы морской воды для определения концентрации нефтепродуктов

отбирали в стеклянные бутылки объемом 1 литр, подготовленные в лаборатории, с прокладкой из фольги между пробой и крышкой.

Пробы морской воды на содержание синтетических поверхностных активных веществ (СПАВ) отбирали в стеклянные бутылки емкостью 0,5 л. Фиксировали хлороформом из расчета 2 мл на 0,5 дм³ воды и хранили в охлажденном месте при температуре 2–5 °С.

Пробу воды для определения концентраций растворенных форм металлов отбирали в подготовленную пластиковую емкость 1 литр, фиксировали концентрированной азотной кислотой (1:1) до рН 3–4 из расчета 10 мл на 1 л пробы. Отдельно отбирали пробу для анализа на содержание ртути (Hg) в объеме 0,5 литра и консервировали 15 мл концентрированной азотной кислотой до двух единиц водородного показателя.

Для анализа суммы ПХБ и ХОС пробы воды отбирали в 1 л стеклянные бутылки с прокладкой из фольги между пробой и крышкой, подготовленные в лаборатории. Пробы хранили в прохладном месте до проведения анализа.

Определение щелочности для эвфотического слоя проводили на борту судна.

Для определения содержания гидрокарбонатов пробу морской воды отбирали в отдельную склянку (250 мл) с притертой крышкой и фиксировали 2 каплями 10% раствора КОН. Затем в судовой лаборатории 100 мл пробы переливали в колбу для титрования, добавляли 3 капли фенолфталеина и титровали 0.05 N HCl (соляной кислоты) до обесцвечивания. Это необходимо для нейтрализации щелочи. Далее прибавляли 5 капель метилроta и титровали соляной кислотой до окраски в устойчивый розовый цвет.

Для анализа содержания сульфатов воду отбирали в пластиковые ёмкости и хранили в холодильнике до проведения анализа.

Для определения полиароматических углеводородов (ПАУ) (нафталин, бенз(а)пирен) пробу воды наливали в 1 л бутылку темного стекла и хранили в холодильнике.

В лаборатории океанографии и гидрологии пресных вод ФГБНУ «КамчатНИРО» карбонатную и общую щелочность определяли в соответствии с ГОСТ Р 52963-2008 потенциометрическим титрованием пробы соляной кислотой до значений рН 5,4 и 4,5.

Содержание сульфатов определяли согласно РД 52.24.405-2005 турбидиметрическим методом измеряя на длине волны 315 нм оптическую плотность растворов, содержащих сульфат-ион, при добавлении хлорида бария в кислой среде.

Концентрацию взвешенных веществ измеряли весовым методом.

Фотометрическим методом проводили определение биогенных элементов: железо общее, кремний, фосфор общий и фосфор фосфатов, аммоний, азот нитратов, азот нитритов, общий азот.

Проведение анализа включало в себя следующие этапы:

Фосфаты по фосфору. К исследуемой пробе прибавляют смешанный реактив и раствор аскорбиновой кислоты. Растворы тщательно перемешивают и через 10 мин измеряют их оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при светофильтре, наиболее близком к этой длине волны, с кюветой сравнения, наполненной исследуемой морской водой без реактивов. Зная оптическую плотность пробы и рассчитанный по градуировочному графику коэффициент для используемой кюветы, вычисляют концентрацию минерального фосфора в морской воде (мкг/л) (Методы гидрохимических исследований..., 1978; Руководство по методам химического анализа..., 1977; РД 52.10.243-92).

Фосфор общий. Пробу морской воды кипятят с надсернистым калием и образовавшийся ион ортофосфата определяют с помощью молибденовокислого аммония на фотоэлектроколориметре при длине волны 882 нм с соответствующим светофильтром.

После охлаждения до комнатной температуры содержимое колбы количественно переносят в цилиндр Нesslerа на 50 мл с помощью дистиллированной воды и ею же доводят раствор до метки. После

перемешивания приливают последовательно смешанный реагент и раствор аскорбиновой кислоты. Раствор еще раз перемешивают и через 5 мин измеряют оптическую плотность в кювете длиной 100 мм на КФК-3 при длине волны 882 нм против кюветы, наполненной холостой пробой. По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мкг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по химическому анализу..., 1977).

Азот нитритов. Метод основан на диазотировании содержащихся в морской воде нитритов сульфаниловой кислотой при последующем взаимодействии образовавшегося диазосоединения с α -нафтиламином, вызывающим появление красной азокраски.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мкг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по химическому анализу..., 1977).

Азот нитратов. В работе для восстановления нитратов до нитритов использовали омедненный мелкокристаллический кадмий. Образующаяся гидроокись кадмия со временем снижает восстановительную активность металла. Для предотвращения этого явления применяют двунатриевую соль ЭДТА (трилон Б), связывающую ионы Cd^{2+} в прочный комплекс. Наибольшая полнота восстановления в пробе достигается при $pH \approx 9,6$. При этом pH раствора трилона Б, добавляемого в морскую воду перед ее пропуском через редуктор, должен составлять 12,3–12,6. Высокая щелочность раствора является к тому же гарантией длительности работы восстановителя, поскольку диссоциация двузамещенной натриевой соли ЭДТА усиливается с увеличением pH , а диссоциация комплекса кадмия с этой солью при увеличении pH ослабляется.

К каждой пробе добавляют реактив Грисса-Илосвая, растворы тщательно

перемешивают и через 50–60 мин измеряют их оптические плотности на спектрофотометре при длине волны 543 нм, или на фотоэлектроколориметре при светофильтре с наиболее близкими к этой длине волны характеристиками.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мкг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по химическому анализу..., 1977).

Общий азот. Метод основан на окислении азоторганических соединений и аммонийного азота до нитратов и нитритов при кипячении с персульфатом калия в щелочной среде. Сумму нитратов и нитритов восстанавливают омедненным кадмием до нитритов и количественно определяют с помощью реактива Грисса-Илосвая. Методика позволяет определять общий и органический азот в морских и распресненных водах, предназначена для проведения мониторинга этих вод и характеризуется пределом обнаружения азота около 30 мкг/л. Диапазон определяемых концентраций общего и органического азота — 30–5000 мкг/л. Анализу не мешают любые ионы или соединения, присутствующие в чистых или умеренно загрязненных морских водах.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мкг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по химическому анализу..., 1977).

Аммоний по азоту. Метод определения аммонийного азота основан на реакции аммиака в щелочном растворе с избытком гипохлорита с образованием монохлорамина, который в присутствии фенола и иона нитропруссиды дает индофеноловый голубой.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мкг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по

химическому анализу..., 1977).

Кремний. К пробе морской воды прибавляют кислого раствора молибдата аммония, перемешивают и оставляют стоять 10 мин. По истечении этого времени к пробе добавляют раствор щавелевой кислоты и сразу же раствор аскорбиновой кислоты. Раствор хорошо перемешивают и оставляют на 30 мин для развития окраски.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации биогена (мг/л) (РД 52.10.243-92; Руководство по химическому анализу..., 1977).

Железо растворимое. Метод измерения основан на восстановлении Fe (III) гидросиламином до Fe (II) и взаимодействии последнего с 1,10-фенантролином в кислой среде с образованием окрашенного в оранжево-красный цвет комплекса с максимумом в спектре поглощения при 510 нм. Для разрушения комплексов железа с органическими и неорганическими лигандами используют предварительную термическую обработку.

По измеренным значениям оптической плотности исследуемых проб морской воды с помощью градуировочного графика находят соответствующие значения концентрации железа (мкг/л) (РД 52.10.358-2006).

Лабораторные работы по определению содержания: металлов (Fe, Cu, Co, Mn, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn) по формам нахождения, нефтепродуктов, фенолов, бенз(а)пирена, ХОП, ПХБ в морских водах выполнены в Елизовской МВЛ.

Содержание тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ) в воде определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр-5-3» (ФР.1.31.2008.04390 Методика выполнения измерений токсических элементов в пробах пищевых продуктов и продовольственном сырье методом атомно-абсорбционной спектрометрии; РД 52.10.243-921 Руководство по определению ХОП и ПХБ).

Содержание нефтепродуктов и фенолов в воде определяли на анализаторе

жидкости «Флюорат-02-2М» (ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»; ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости 'Флюорат-02').

Содержание бенз(а)пирена в воде определяли на жидкостном хроматографе Хромос – 301 с флуориметрическим детектированием (ФР. 1.31.2004.010 Методика выполнения измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в воде питьевой, минеральной, природной и сточной методом ВЭЖХ).

Лабораторные работы по определению содержания СПАВ в морской воде выполнены в ЦЛАТИ по Камчатскому краю. Исследования проводили на фотометре КФК-3-01-«ЗОМЗ», при этом для определения АПАВ применяли ПНД Ф 14.1:2:4.15-95, а для НПАВ – ПНД Ф 14.1:2:4.194-03.

2.5. Качество донных отложений

Содержание исследований качества донных отложений в рейсе заключалось в отборе проб для определения следующих показателей: гранулометрический состав, органический углерод, рН, металлы (Fe, Cr, Cd, Cu, Pb, Zn, Ba, Hg, Ni, Al, As), нефтепродукты, ХОС, ПХБ, радионуклиды.

Отбор проб донных отложений для химико-аналитических исследований выполняли в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.01 80 и РД 52.24.609-99. Пробы донных осадков отбирали дночерпателем типа «Океан» по одной пробе на каждой комплексной экологической станции (рис. 2.5.1).



Рисунок 2.5.1. Работа с дночерпателем «Океан»

Грунт в ненарушенном состоянии выдавливали и упаковывали в алюминиевую фольгу (для определения нефтяных углеводородов, Сорг, ПАУ, фенолы, ХОС, ПХБ) и двойные полиэтиленовые пакеты (для определения гранулометрического состава, металлов, СПАВ, радионуклиды). Отобранные пробы маркировали и хранили в морозильной камере при температуре -18°C до передачи в стационарную лабораторию.

Пробы донных отложений (тотальные) для анализа фракционного состава отбирали с помощью керамических пробоотборников на всю толщину слоя осадков в дночерпателе. Отобранную пробу помещали в полиэтиленовые пакеты, маркировали и хранили в замороженном состоянии до передачи в стационарную лабораторию.

Лабораторные работы по определению: гранулометрического состава, органического углерода, рН, металлов (Fe, Cu, Co, Mn, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn, As), нефтепродуктов, ХОС, ПХБ в донных осадках выполнены в Эколого-аналитическом центре ДВФУ, по определению содержания радионуклидов в донных отложениях – в Елизовской МВЛ (Протоколы КХА представлены в Приложении №4).

рН донных отложений определяли рН-метром «рН-150М».

Гранулометрический состав грунта определяли по ГОСТ 12536-79, массовую долю фракций определяли ситовым анализом.

Содержание органического углерода определяли методом, который заключается в окислении присутствующего в донных отложениях углерода при нагреве в токе кислорода, с последующим определением выделившейся двуокиси углерода. Расчет содержания органического углерода в пробах рассчитывали, используя в качестве стандарта стандартный образец аттестованный по методу «введено-найдено». Определение органического углерода проводили в соответствии с ИСО 10694. Точность и правильность методики определяли при $P=0,95$ и количестве параллельных измерений – 2. Воспроизводимость рассчитывали из результатов определения в повторных рабочих пробах. Контроль правильности методики осуществляли путем анализа холостой пробы с добавлением стандартных соединений. Предел обнаружения метода составляет 0,01%.

Краткое описание методики определения тяжелых металлов. Подготовка проб к атомно-абсорбционному анализу.

Пробу донных отложений высушивают при 105 °С, пропускают через капроновое сито с диаметром ячейки 0,7 мм. Навеску 1 г. обрабатывают 5–10 мл концентрированной HNO_3 и выдерживают 24 ч при комнатной температуре, затем нагревают при 120 °С в течение 3 ч (стаканчик при этом накрывают часовым стеклом). В охлажденный раствор приливают 3 мл концентрированной HClO_4 и смесь подогревают при температуре 210 °С до появления паров HCl . Остаток фильтруют и доводят до 25 мл в мерной колбе. В полученном минерализате определяются кислоторастворимые формы тяжелых металлов (за исключением ртути).

Подготовка проб к определению ртути заключается в обработке навески пробы (1–2 г.) 50%-ной серной кислотой и 6%-ым перманганатом калия с последующим восстановлением ртути двуххлористым оловом в соответствии с ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.25-02, методикой выполнения измерений содержания общей

ртути в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях беспламенным атомно-абсорбционным методом.

Измерение содержания алюминия, железа, цинка и меди проводится атомно-абсорбционным методом в пламенном режиме на спектрофотометре с дейтериевой коррекцией фона. Анализ проб на содержание мышьяка, бария и кадмия выполняется атомно-абсорбционным методом в режиме электротермической атомизации. Медь, хром и свинец анализируют методом атомной абсорбции в пламенном или термическом режимах в зависимости от содержания элементов в пробах. Ртуть анализируют методом «холодного пара».

Краткое описание методики определения ХОП. Определение влажности образцов донных отложений.

Навеску образца высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 1050С.

Экстракция. К навеске воздушно-сухой пробы (18–20 г) добавляли 10 мл 1% раствора хлористого аммония и оставляли на 24 часа. ХОП экстрагировали смесью растворителей ацетон: гексан по РД 52.18.180-2001. Экстракт отделяли от осадка фильтрованием и сушили безводным сульфатом натрия.

Концентрирование экстрактов.

Концентрирование экстрактов проводили на ротационном испарителе при температуре водяной бани 300 °С до объема 5–7 мл. Упаренный экстракт оставляли при комнатной температуре и упаривали до объема 1 мл.

Хроматографическое разделение и анализ экстрактов ХОП.

Перед проведением анализа донных отложений, проводили ГХ-МС анализ используемых для экстракции растворителей. Для этого 200 мл перегнанных н-гексана и ацетона концентрировали, обрабатывали серной кислотой и по 1 мкл вводили в инжектор хроматографа. В дальнейшем такой холостой опыт проводили с каждой новой партией н-гексана, ацетона и серной кислоты. 1 мкл упаренного экстракта вводили в инжектор газового

хроматографа с масс-спектрометрическим детектором. Хроматографический анализ проводили при программировании температуры от 50 до 2500С без делителя потока газа-носителя.

Идентификацию разделенных пиков проводили, сравнивая времена удерживания с временами удерживания стандартных ХОП и по масс-спектрам разделенных пиков, используя библиотеку NIST. Количественное содержание ХОП оценивали, используя в качестве аналитического сигнала площади пиков соответствующих соединений.

Краткое описание методики определения нефтепродуктов.

Образцы высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, измельчали, протирали через сито с диаметром 0,5 мм, отбирали пробу массой 100 ± 1 г, которую высушивали на воздухе до постоянного веса;

Экстракция нефтепродуктов;

Навеску исследуемой пробы (5 г) экстрагировали трижды четыреххлористым углеродом. Экстракты отделяли от осадка фильтрованием; чистка экстрактов;

Отделение нефтепродуктов от сопутствующих органических соединений других классов проводили методом колоночной хроматографии. В качестве сорбента использовали активированный оксид алюминия;

Количественное определение нефтепродуктов;

Перед проведением анализа донных отложений проводили проверку спектральной чистоты растворителя на ИК-спектрометре;

Очищенный экстракт заливают в кювету и устанавливают в прибор. Количественное содержание нефтепродуктов оценивали используя в качестве аналитического сигнала интенсивность поглощения в ИК-области спектра.

Краткое описание методики определения полихлорированных бифенилов (ПХБ).

Определение влажности образцов донных отложений. Навеску образца высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 1050

°С, (шкаф сушильный ШС-3, Аттестат №8/633 от 31.08.10, протокол о поверке №8/633-3 поверка до апреля 2014 г.).

Экстракция. Навеску воздушно-сухого грунта (15–20 г) экстрагировали смесью растворителей ацетон: гексан по РД 52.18.578-97. Экстракт отделяли от осадка фильтрованием и сушили безводным сульфатом натрия.

Концентрирование экстрактов. Концентрирование экстрактов проводили на ротационном испарителе при температуре водяной бани 300 °С до объема 5–7 мл. Упаренный экстракт оставляли при комнатной температуре и упаривали до объема 1 мл.

Хроматографическое разделение и анализ экстрактов ПХБ. Перед проведением анализа донных отложений, проводили ГХ-МС анализ используемых для экстракции растворителей. Для этого 200 мл перегнанных н-гексана и ацетона концентрировали, обрабатывали серной кислотой и по 1 мкл вводили в инжектор хроматографа. В дальнейшем такой холостой опыт проводили с каждой новой партией н-гексана, ацетона и серной кислоты.

1 мкл упаренного экстракта вводили в инжектор газового хроматографа с масс-спектрометрическим детектором. Хроматографический анализ проводили при программировании температуры от 50 до 2500 °С без делителя потока газа-носителя.

Идентификацию разделенных пиков проводили, сравнивая времена удерживания с временами удерживания стандартных ПХБ и по масс-спектрам разделенных пиков, используя библиотеку NIST.

Количественное содержание ПХБ оценивали, используя в качестве аналитического сигнала площади пиков соответствующих соединений.

Определение содержания радионуклидов (Цезий-137, стронций-90) в донных отложениях проводили с использованием Спектрометрического комплекса УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением «Прогресс» и установки спектрометрической МКС-01А «Мультирад-бета» (ГОСТ Р 54016-2010 Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия-137. ГОСТ Р

54017-2010 Продукты пищевые. Методы определения содержания стронция-90).

Навеску образца (1 кг) просушивали, прокаливали, подвергали радиохимическим манипуляциям. После рассчитывали химический выход носителя иттрия-90. Дочернего элемента стронция-90 (Цезия-137 радиохимический метод не касается).

Счет на спектрометрической установке УСК «Гамма-Плюс». Результатом измерений становится величина общей активности Стронция-90 (иттрия-90).

Проверка точности метода: расчет результатов проводят в соответствии с алгоритмом, реализованном в программном обеспечении спектрометра и аттестованной методикой измерения. Выходным результатом является удельная активность цезия-137 и стронция-90, с соответствующей неопределенностью измерения при доверительной вероятности 95% ($P=0,95$), при количестве параллельных измерений - 3. Контроль погрешности определений проводили с методическими указаниями определения стронция-90, цезия -137. Рассчитывали воспроизводимость результатов определения соединений в повторных рабочих пробах.

2.6. Загрязнение гидробионтов

Для лабораторных исследований гидробионтов на наличие загрязняющих веществ было отобрано 75 сборных проб рыб и ракообразных (акты отбора проб представлены в Рейсовом отчете). Определение содержания полиароматических углеводородов (ПАУ), нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, ХОП, радионуклидов (^{137}Cs ; ^{90}Sr) в тканях гидробионтов выполнено в Елизовской МВЛ.

Краткое описание методики определения ПАУ. Экстракция.

Навеску измельченного образца (50 г) подвергали гидролизу спиртовым раствором гидроксида калия, фильтровали, а целевые компоненты

последовательно извлекали жидкость-жидкостной экстракцией различными органическими растворителями. Экстракт сушили безводным сульфатом натрия.

Фракционирование на колонке с сефадексом LH-20. Фракционирование экстрактов проводили методом твердофазной экстракции (ТФЭ) на сорбенте сефадекс LH-20 (элюент-этиловый спирт), с последующим упариванием досуха.

Хроматографическое разделение и анализ экстрактов ПАУ. Перед проведением анализа гидробионтов, проводили ВЭЖХ анализ используемых для экстракции растворителей. Для этого 200 мл перегнанных растворителей концентрировали и по 1 мкл вводили в инжектор хроматографа. В дальнейшем такой холостой опыт проводили с каждой новой партией растворителей.

1 мкл упаренного экстракта вводили в инжектор жидкостного хроматографа со спектрофлуориметрическим детектором. Хроматографический анализ проводили при градиентном изменении состава элюента.

Идентификацию разделенных пиков проводили, сравнивая времена удерживания с временами удерживания стандартных ПАУ и по ультрафиолетовым спектрам разделенных пиков.

Количественное содержание ПАУ оценивали, используя в качестве аналитического сигнала высоты пиков соответствующих соединений.

Содержание *тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов (ХОП)* в гидробионтах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр-5-3» (ФР.1.31.2008.04390 Методика выполнения измерений токсических элементов в пробах пищевых продуктов и продовольственном сырье методом атомно-абсорбционной спектроскопии; РД 52.10.243-921 Руководство по определению ХОП и ПХБ).

Определение содержания радионуклидов (Цезий-137, стронций-90) в гидробионтах проводили с использованием Спектрометрического комплекса

УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением «Прогресс» и установки спектрометрической МКС-01А «Мультирад-бета» (ГОСТ Р 54016-2010 Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия-137. ГОСТ Р 54017-2010 Продукты пищевые. Методы определения содержания стронция-90).

Навеску образца (1 кг) просушивали, прокаливали, подвергали радиохимическим манипуляциям. После рассчитывали химический выход носителя иттрия-90. Дочернего элемента стронция-90 (Цезия-137 радиохимический метод не касается).

Счет на спектрометрической установке УСК «Гамма-Плюс». Результатом измерений становится величина общей активности Стронция-90 (иттрия-90).

Проверка точности метода: расчет результатов проводят в соответствии с алгоритмом, реализованном в программном обеспечении спектрометра и аттестованной методикой измерения. Выходным результатом является удельная активность цезия-137 и стронция-90, с соответствующей неопределенностью измерения при доверительной вероятности 95% ($P=0,95$), при количестве параллельных измерений - 3. Контроль погрешности определений проводили с методическими указаниями определения стронция-90, цезия -137. Рассчитывали воспроизводимость результатов определения соединений в повторных рабочих пробах.

2.7. Гидробиологические исследования

2.7.1. Фитопланктон

Отбор проб проводили пластиковыми батометрами ёмкостью 5 литров с трех горизонтов (поверхность; слой температурного скачка; придонный). Всего отобрано 84 пробы с 28 станций. Далее 1 л полученной пробы, фиксировали 40% нейтрализованным бурой формалином до конечной концентрации в пробе, равной 1%. После фиксации пробы помещали в герметичную тару и хранили в прохладном темном месте для последующей камеральной обработки в

лабораторных условиях.

Количественный учет (определение численности) каждой таксономической группы фитопланктона проводили в камере Науманна объемом 1 мл при увеличении $\times 100$ в световом микроскопе “Olympus” BX40F-3. Предыдущий опыт исследования морского фитопланктона в батометрических пробах показал, что для получения репрезентативных значений численности массовых видов достаточно просчитать 1 мл пробы с натуральной концентрацией (Лепская и др., 2008, 2009, 2011).

Видовую принадлежность отдельных микроводорослей, найденных в счетной камере, уточняли в дополнительно приготовленных препаратах при увеличениях $\times 400$ и 1000 . Окончательная таксономическая идентификация микроводорослей, приведенных со знаком открытой номенклатуры (cf. или sp.), требует дополнительных исследований живого (нефиксированного) материала или изучения образцов в электронном микроскопе.

Таксономическую идентификацию планктонных микроводорослей проводили по определителям «Identifying Marine Phytoplankton» (1993) и «Identifying marine diatoms and dinoflagellates» (1996). Для уточнения видовой принадлежности отдельных организмов использовали дополнительно определители и атласы: «Диатомовые водоросли СССР» (1988, 1992), «Диатомовые водоросли России и сопредельных стран» (2002, 2006), «Динофлагелляты дальневосточных морей России...» Коновалова, 1998), «Панцырные жгутиконосцы...» (Киселев, 1950); «Динофитовые водоросли...» (Коновалова, Селина, 2010); «Определитель морских синезеленых водорослей» (Косинская, 1948); «Синезеленые водоросли»; Голлербах и др., 1953).

Биомассу фитопланктона рассчитывали как сумму биомасс отдельных таксономических (размерных) групп, используя значения их клеточных объемов. Если внутривидовые вариации размеров клеток были невелики или преобладали клетки одной размерной группы, то для расчета биомассы использовали усредненные значения клеточных объемов.

Видовой состав фитопланктона определяли также для каждой станции в интегрированных сгущенных пробах. Пробы с 3 горизонтов пропускали через газ с размером ячеек 35 мкм. Полученную взвесь смывали микропипеткой в счетную камеру емкостью 1 мл и полностью просматривали. Таким образом, были выявлены единичные, редкие или крупноклеточные виды.

2.7.2. Зоопланктон

Зоопланктон облавливали на комплексных станциях методом тотальных ловов с двух слоев водной толщи — от дна до нижней границы слоя скачка плотности, и от этой границы до поверхности планктонной сетью Джели (диаметр входного отверстия 37 см, газ №38). Пробы фиксировали 4%-ым нейтральным формалином. Всего отобрали 56 проб зоопланктона.

Разбор и анализ проб планктона производили по обычным методикам (Инструкция, 1971; Инструкция, 1982). В зависимости от количества взвешенного в воде материала, пробу разводили до 100–500 мл, затем последовательно (по 1 мл от 3 до 10 раз) анализировали ее в камере Богорова.

Идентификацию организмов производили по определителям отечественных авторов (Бродский, 1948,1950; Гаевская, 1937; Определитель..., 1969). Массу особей находили по таблице стандартных весов (Лубны-Герцык, 1953) или взвешивали непосредственно (крупные организмы).

Статистическая обработка полученных данных проводилась стандартными методами, принятыми в российских планктонологических исследованиях (Инструкция..., 1971, 1980; Каредин, 1982). Результаты лабораторной обработки проб представлены в «Карточках обработки проб зоопланктона».

2.7.3. Бентос

Работы по отбору бентоса велись в интервале глубин от 11 до 565 м. Было выполнено 28 бентосных станций, на каждой станции в трех кратной повторности дночерпателем «Океан-50» (площадью захвата 0,25 м²) производился отбор проб бентоса (итого собрано 84 пробы). Параллельно на каждой станции осуществлялась визуальная оценка и описание типа грунта.

Промывка проб зообентоса проводилась морской заборной водой через систему сит, мягкое капроновое сито с размером ячеек 1 мм. Оставшиеся на сите беспозвоночные вместе с непромытыми частицами грунта фиксировали в 4 % формалином. Камеральная обработка материала осуществлялась в стационарных лабораторных условиях, животных вынимали из непромытых частиц грунта, сортировали по основным таксономическим группам и фиксацией 75% этиловым спиртом. Подсчет количества экземпляров каждого вида и их взвешивание с точностью до 0,001 г осуществлялось в ходе таксономической обработки животных. Двустворчатые и брюхоногие моллюски взвешивались с раковинами, полихет без трубок. Взвешивание губок, фораминифер, гидроидов, мшанок, кораллов производилось без подсчета количества экземпляров. Полученные усредненные значения биомассы и численности по станциям пересчитывались на стандартную площадь в 1 м².

2.7.4. Ихтиопланктон

Пробы ихтиопланктона отбирали на тех же станциях, где выполняли траления и гидрологические зондирования. Для лова использовали стандартную ихтиопланктонную коническую сеть ИКС-80 с площадью входного отверстия 0,5 м² (рис. 2.7.4.1). Облавливали всю толщу воды от дна до поверхности. Сеть опускали и поднимали со скоростью 0,4–0,5 м/с. Длину вытравленного троса определяли в зависимости от глубины места по эхолоту и

углу наклона троса. После подъема снаряжения на палубу нижнюю часть сети обмывали водой и от нее отделяли накопительный стакан (см. рис. 2.7.4.1). Затем пробу ихтиопланктона сливали в маркированную бутылку и фиксировали 4%-ым формалином.

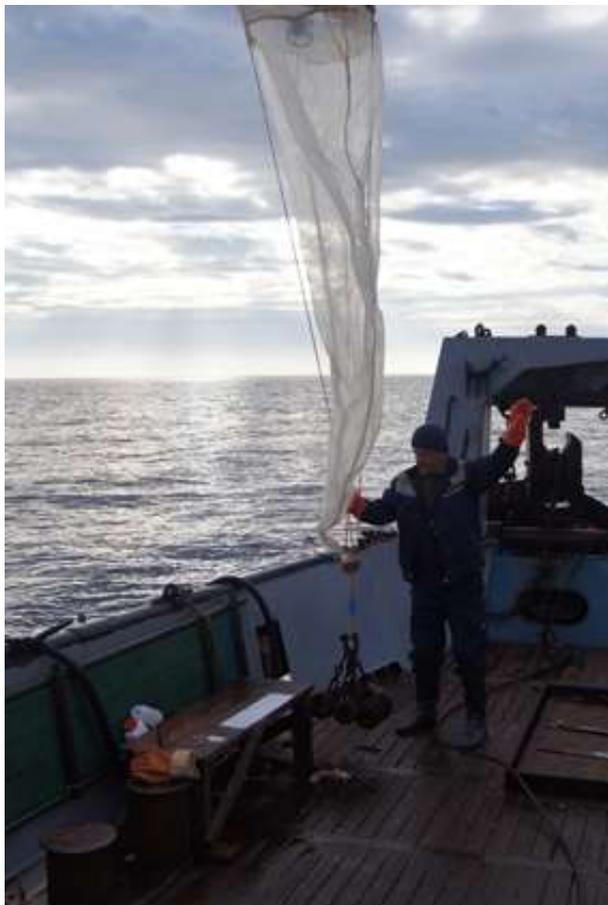


Рисунок 2.7.4.1 — Работа с ИКС–80 (фото 1) и стакан с пробой зоо- и ихтиопланктона (фото 2)

Камеральную обработку проб выполняли в лаборатории. Для этого пробу помещали в чашку Петри, из общей массы планктона выделяли ихтиопланктон, определяли его видовой и количественный состав. При определении видового состава использовали атлас-определитель (Григорьев, 2007).

Стадии развития эмбрионов определяли с помощью стереоскопического микроскопа МС-2 ZOOM (рис. 2.7.4.2) по 4-бальной шкале Т.С. Расса, адаптированной Н.Н. Горбуновой (1951). Для этого 100 икринок, либо всю

пробу, если в ней менее 100 икринок, просматривали под биноклем.



Рисунок 2.7.4.2 — Определение видового состава, стадий развития

Длины личинок и мальков измеряли от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника с помощью окуляр микрометра, встроенного в микроскоп. Для построения схем распределения икры и личинок массовых видов рыб уловы по станциям сначала пересчитывали на 1 м^2 (только для икры). Уловистость сети при этом принимали равной 1. Далее, с помощью программы ГИС «КартМастер 3.2» для обследованной акватории рассчитывали общее количество учтенной икры и личинок. Данные интерполировали методом «2D-Сплайн аппроксимации». Для нахождения статистических характеристик полученных оценок (средних значений, среднеквадратических отклонений, границ доверительных интервалов) использовали метод бутстрепа, реализованный в той же программе.

2.8. Ихтиология и промысловые беспозвоночные (донная траловая съемка)

В рамках ихтиологических исследований и исследований беспозвоночных после каждого траления производили:

- определение видового и размерно-весового состава уловов;
- биологический анализ промысловых видов рыб с отбором регистрирующих возраст структур (в зависимости от вида рыбы – чешуи или отолитов);
- определение наличия в уловах редких и охраняемых видов рыб;
- определение наличия патологий и присутствия паразитов.

Траления выполняли донным тралом № 27,1 со вставкой в кутце из 10 мм дели и кабелями по 25 м с мягким (полужестким) грунтропом. Всего на борту судна было 4 трала, при этом один из них был оборудован нижней подборой с пластинчатым грунтропом с бобинцами. Он использовался для съемки в северной части района Западно-Камчатского лицензионного участка, где наиболее тяжелые задевистые грунты.

Траления проводили только в светлое время суток. Продолжительность тралений составляла 30 минут (за исключением тяжелых грунтов, где продолжительность траления изменялась в зависимости от ситуации), средняя скорость — 3,0 узла (рис. 2.8.1).



Рисунок 2.8.1. Разбор улова из трала (вид с верхней палубы).

Небольшие уловы разбирали полностью. При большом улове из него отбирали часть, при этом коэффициенты отобранных долей каждого вида оценивали дифференцированно. Пойманный улов определяли до вида непосредственно при разборке, после чего просчитывали и взвешивали. Из каждого улова отбирали пробы для биологического анализа и массового промера (рис. 2.8.2).



Рисунок 2.8.2. Выполнение массовых промеров рыб.

Полный биологический анализ выполняли в отношении массовых видов рыб. Данный анализ включал в себя: определение массы целой рыбы и без внутренностей, длины с точностью до 0,1 см по Смитту (от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника, АС), промысловой длины (от кончика рыла до конца чешуйного покрова, АД), массы печени (только для тресковых) и гонад (с точностью до 1 г), определение пола и степени зрелости гонад самцов и самок. Для определения возраста рыб отбирали чешую (сельдь) либо отоциты (минтай, треска, навага, все виды камбал, окуни, палтусы и др.).

Полный биологический анализ крабов включал в себя сортировку беспозвоночных по видам и полу, их подсчет. У крабов-стригунов промеры проводили по наибольшей ширине карапакса без учета боковых шипов с точностью до 1 мм, также промеряли высоту или длину правой клешни (рис. 2.8.3).



Рисунок 2.8.3. Промеры крабов из улова

Вели учет отсутствия конечностей и других повреждений; у крабоидов промеряли длину и ширину карапакса, проводили промеры высоты правой

клешни, вели учет повреждений. У всех крабов определяли стадию линьки.

При биологическом анализе креветок из улова отбирали случайную выборку (200–250 экз.). В качестве показателей индивидуального размера у креветок использовали длину карапакса, которую измеряли с точностью до 0,1 мм, как расстояние от заднего края орбиты глаза до середины заднего спинного края, и промысловую длину — расстояние от заднего края орбиты глаза до конца тельсона с точностью до 1 мм. В качестве промыслового показателя весового состава использовали количество креветок в 1 кг навески.

При выполнении массовых промеров и полного биологического анализа рыб учитывали количество особей с признаками патологии. При этом у рыб осматривали кожный покров, плавники, жабры, глаза и описывали изменение окраски, наличие кровоизлияний, язв, опухолей, наличие паразитов. Оценивали степень поражения гидробионтов тем или иным признаком патологии в выборке (в процентах от выборки, например: у 5 из 100 обследованных рыб = 5%). При выполнении ПБА дополнительно осматривали полость тела и внутренние органы массовых видов рыб (по 30 экз. каждого вида в улове на 28 комплексных станциях на Западно-Камчатском лицензионном участке): желтоперой, сахалинской и палтусовидной камбал, минтая, сельди тихоокеанской на наличие патологий и паразитов. Одновременно с полным биологическим анализом и определением видового и количественного состава улова, производили визуальный учет ракообразных, имеющих клинические признаки заболеваний. Для выявления микроспориidioзов, зараженности динофлагеллятами и корнеголовым раком осматривали несклеротизированную мембрану в месте сочленения живота и головогруды. Для выявления заболеваний, не имеющих клинических признаков, проводили выборочные патологоанатомические исследования крабов, отобранных в различных точках траления. Выявленные у гидробионтов патологические изменения и/или паразиты фотографировали, отбирали и соответствующим образом фиксировали пробы для комплексных (паразитологических,

бактериологических, гистологических, электронно-микроскопических исследований и ПЦР диагностики).

Все сведения о тралениях (координаты постановок, продолжительность лова, глубины, уловы) заносили в карточку тралового лова.

Систематические названия рыб и беспозвоночных приводили в соответствии с «Каталогом позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий» (Шейко, Федоров, 2000).

2.9. Терриологические и орнитологические исследования

Наблюдения за морскими млекопитающими проводили ежедневно в светлое время суток в зависимости от видимости и состояния моря с мостика (обзор 180°) или верхней палубы (обзор 360°). Данные, включающие дату, время, место, количество и вид морского животного, заносили в полевой журнал (рис. 2.9.1).



Рисунок 2.9.1. Наблюдения за морскими млекопитающими

При наблюдении за морскими птицами проводили параллельно с наблюдениями за млекопитающими, использовали методику точечного учета в фиксированное время. Наблюдения проводили с помощью штурманского

состава и научной группы посменно, не менее 8 часов в сутки. Птиц учитывали как в непосредственной близости, так и на некотором удалении от судна. В полевом журнале фиксировали: вид птицы, количество, характер пребывания, время и место встречи (географические координаты).

Во время визуальных наблюдений за морскими млекопитающими и птицами использовали бинокль 12х45 и цифровой фотоаппарат.

- Наблюдения за морскими млекопитающими включали:
- Визуальную оценку видового состава и численности;
- Фотографирование крупных китов и касаток для идентификации;
- Определение полового и возрастного состава;
- Анализ распределения морских млекопитающих.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВОГО ЭТАПА В 2015 Г.

3.1. Метеорологическая обстановка в период проведения работ в 2015 г.

Наблюдения в исследуемом районе в 2015 г. проводились с 22 июня по 4 июля. Мы рассмотрим сложившуюся метеорологическую обстановку как на данной акватории (по материалам судовых наблюдений), так и прилегающей части Охотского моря (по материалам дистанционного наблюдения), что бы получить более достоверную картину формирования условий.

Согласно картам распределения среднемесячного приземного атмосферного давления и его аномалии, представленным на рис. 3.1.1, во второй половине июня 2015 г. над акваторией северо-западной части Тихого океана (включая и Охотское море), поле ПАД отличалось повышенными относительно нормы значениями. Отметим, что над акваторией Берингова моря в это время располагался квазистационарный центр высокого давления, распространявший свое влияние (гребень) на большую часть Камчатского полуострова включая и ее западное побережье. В то же время гребень Гавайского антициклона (ГА), обычно простирающий свое влияние на акваторию южной части Охотского моря, оказался заметно ослабленным. Собственно антициклональный центр над Беринговым морем может рассматриваться как продолжение (отдельный центр) именно Гавайского антициклона. Таким образом, гребень ГА оказался отеснен далеко на восток и северо-восток, распространяя свое влияние на большую часть Берингова моря и запад Охотского. Это было связано в первую очередь с изменением пути перемещения барических образований над северо-западной частью Тихого океана и прилегающим материком. Как наглядно видно на приведенном ниже рисунке (рис. 3.1.1), большинство «южных» циклонов смещалось к востоку, не доходя до широты 50° с.ш., а слабые «континентальные» огибали Охотское

море, в основном проходя над западной его частью и далее территории по Магаданской области. В это время акватория Берингова моря оказалась в зоне действия исключительно антициклонов, что и послужило основной причиной повышения уровня ПАД, в том числе и над районом проведения съёмки во второй половине июня.

С началом июля метеорологическая обстановка претерпела существенные изменения. Место Берингоморского антициклона занял неглубокий циклон – рис. 3.1.1. Данная смена в поле приземного давления объяснялась изменением преобладающих путей перемещения южных циклонов, теперь некоторая часть из них двигалась вдоль восточного побережья Камчатки на акваторию юго-западной части Берингова моря – рис.3.1.2. Количество же антициклонов в начале июля над северо-западной частью Тихого океана оказалось значительно ниже, чем на предшествующем временном отрезке.

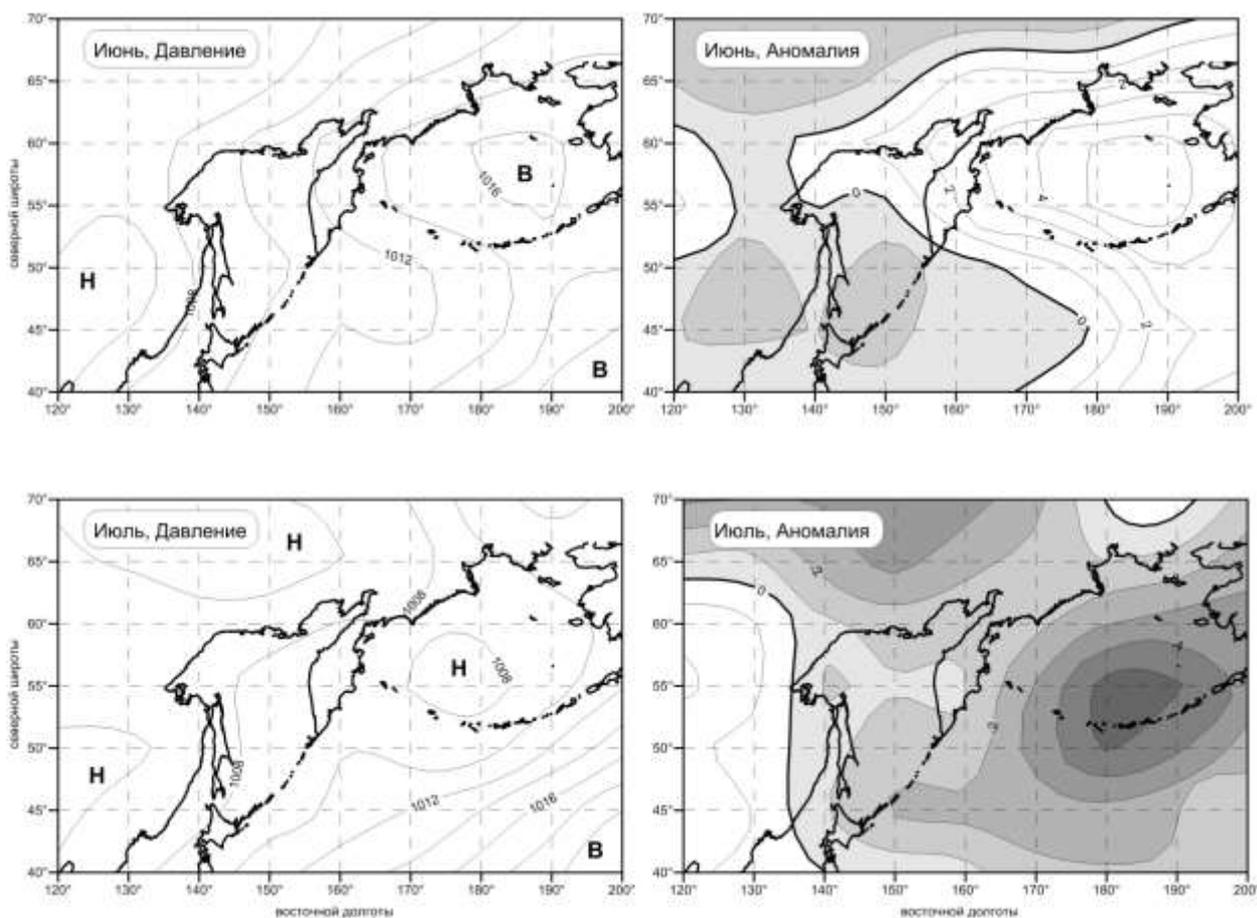


Рисунок 3.1.1 — Распределение поля приземного атмосферного давления (гПа)

и его аномалии во второй половине июня и первой половине июля 2015 г.

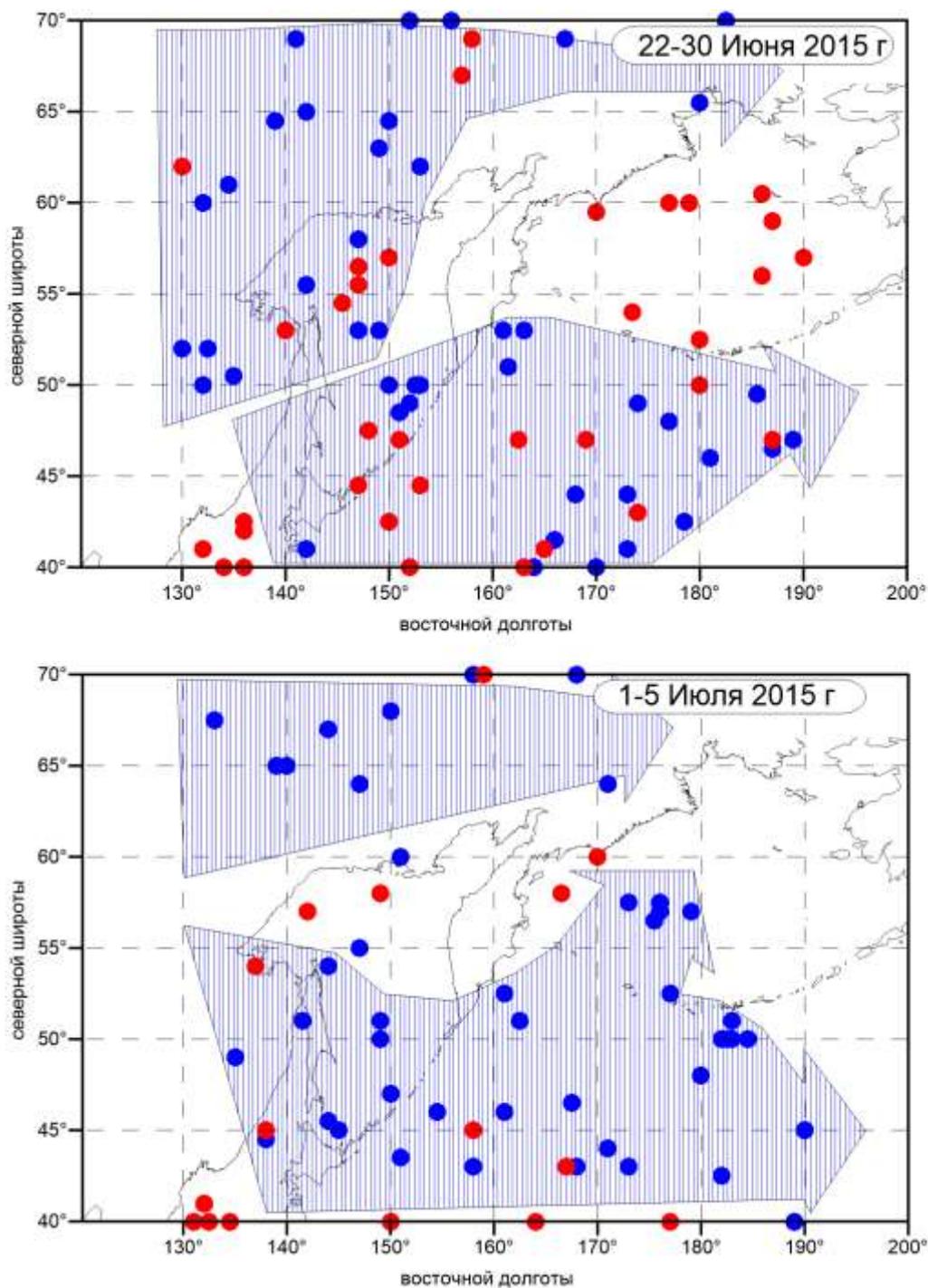
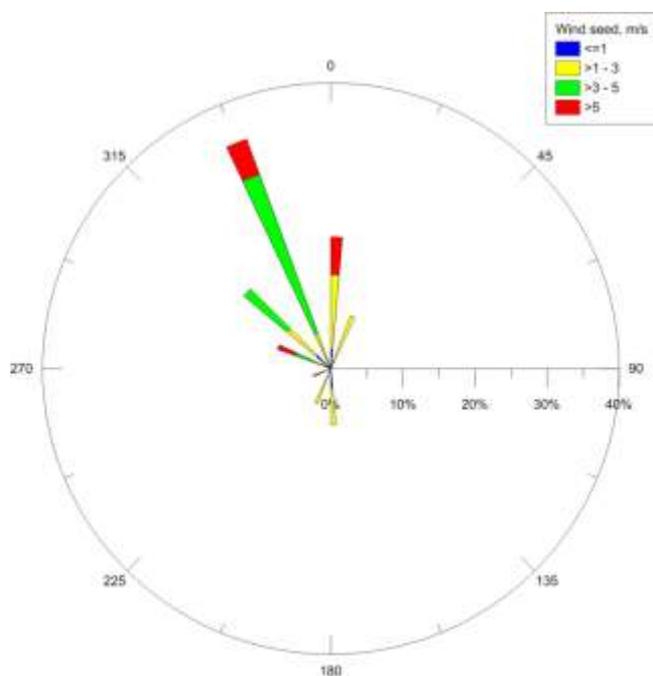


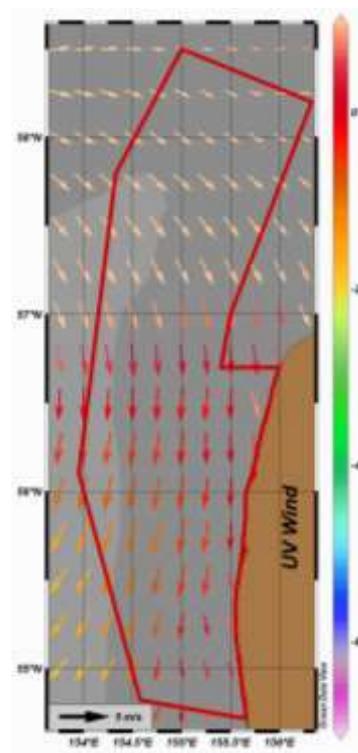
Рисунок 3.1.2 — Основные пути перемещения (☐) центров циклонов (↻) и расположение центров антициклонов (↻) над акваторией северо-западной частью Тихого океана в период проведения съёмки 2015 г.

Следует так же отметить, что над исследуемой акваторией или в непосредственной близости от нее не было отмечено ни одного центра барического образования, что нашло свое отражение в температурной и ветровой обстановке.

Так, по данным дистанционного мониторинга, всю пятую пентаду июня над северо-восточной частью Охотского моря господствовали ветры от севера, северо-запада – рис. 3.1.3б. В районе проведения исследовательских работ ситуация складывалась аналогично – рис. 3.1.3а. Согласно судовых наблюдений, здесь преобладал слабый ветер силой от 1 до 5 м/с, при этом в 30% случаев скорость его была менее 5 м/с.



а)

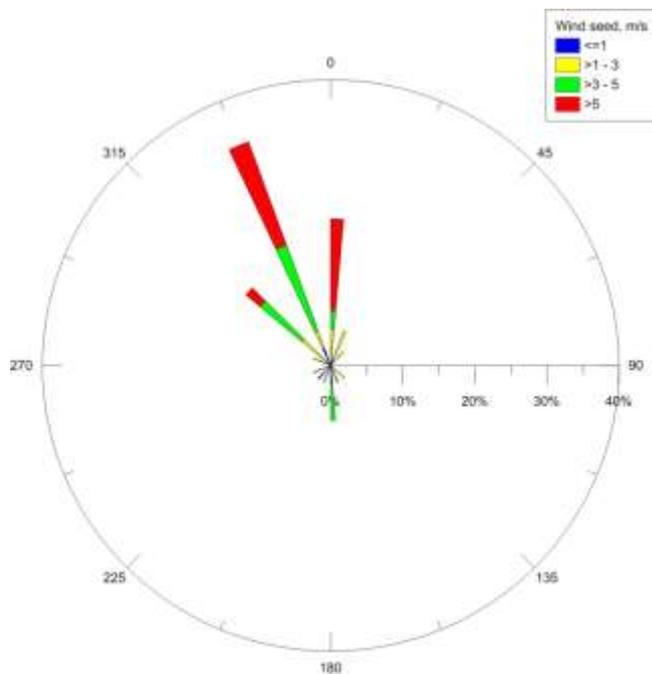


б)

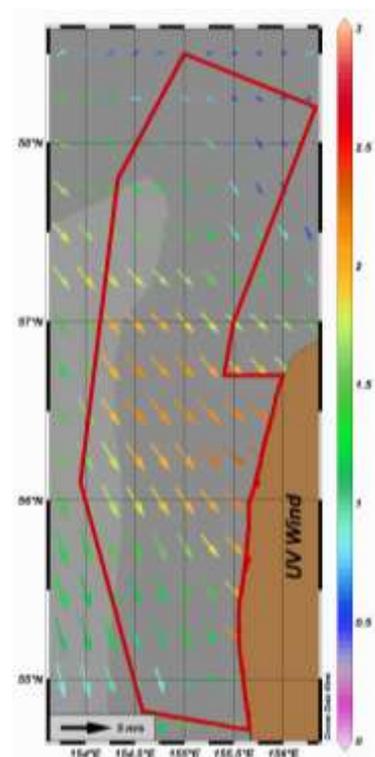
Рисунок 3.1.3 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в пятую пентаду июня 2015 г.

В конце июня исследовательское судно сместилось к северу, однако ветровая обстановка не претерпела существенных изменений – рис. 3.1.4а. По

прежнему в районе исследований преобладали ветра север, северо-западного направления, со скоростями, не превышавшими 7 м/с. Несколько увеличилась частота наблюдения скорости ветра выше 5 м/с – до 20 %. Материалы дистанционного наблюдения показывают снижение интенсивности ветрового переноса при незначительном изменении направления к западу – рис. 3.1.4б.



а)



б)

Рисунок 3.1.4 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в шестую пентаду июня 2015 г.

С началом июля, над акваторией северо-западной части Тихого океана началась заметная перестройка метеорологических процессов. Однако на акватории Охотского моря у западного побережья Камчатки метеорологическая обстановка оставалась благоприятной в течении первой пентады – рис. 3.1.5б. В районе нахождения исследовательского судна метеорологическая обстановка также не претерпела серьезных изменений не смотря на его перемещение в северный участок района – рис. 3.1.5а. По прежнему преобладали ветра от

севера, северо-запада со скоростями от 1 до 5 м/с (около 30% случаев).

Таким образом, мы можем констатировать тот факт, что в период проведения исследовательских работ НИС «Профессор Кизиветтер» ветровая остановка и как следствие волнение, оставались благоприятными: преобладали слабые ветра северо-западной четверти с постепенным ослаблением от начала периода к его окончанию.

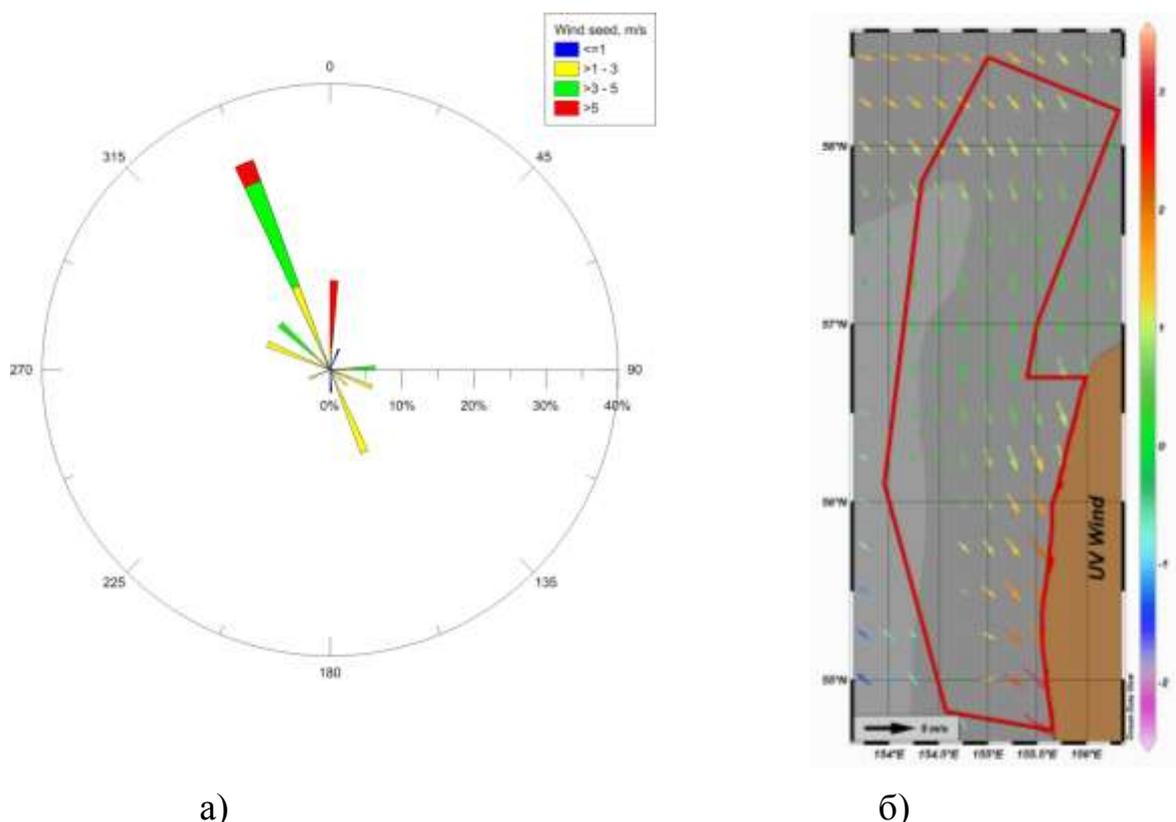


Рисунок 3.1.5 — Графики повторяемости ветров, скорости и направления ветра (б – карта распределения по данным дистанционный мониторинга) в первую пентаду июля 2015 г.

Особенности изменения метеорологической обстановки над районом у западного побережья Камчатки, описанные выше, нашли свое отражение и в ходе таких параметров, измеряемых на борту НИС «Профессор Кизиветтер», как температура воздуха и атмосферное давление. На рис. 3.1.6 представлен временной ход этих элементов. Наглядно видно, что изменение температуры

воздуха имело явно выраженный суточный ход, причем разница между минимумом и максимумом постепенно снижалась в июне – до 3°C, а в начале июля размах колебаний резко возрос - до 15°C, но так же резко вернулся к прежним величинам (порядка 6-8°C). Интересно, что несмотря на незначительное колебание уровня приземного давления на протяжении всего периода измерений (около 11 мм.р.с), максимумы суточного колебания температуры совпали с началом роста этого параметра. Очевидно, это было связано с уменьшением уровня облачности и как следствие, увеличением прихода солнечной радиации к поверхности днем, при возрастании обратного потока в ночной период.

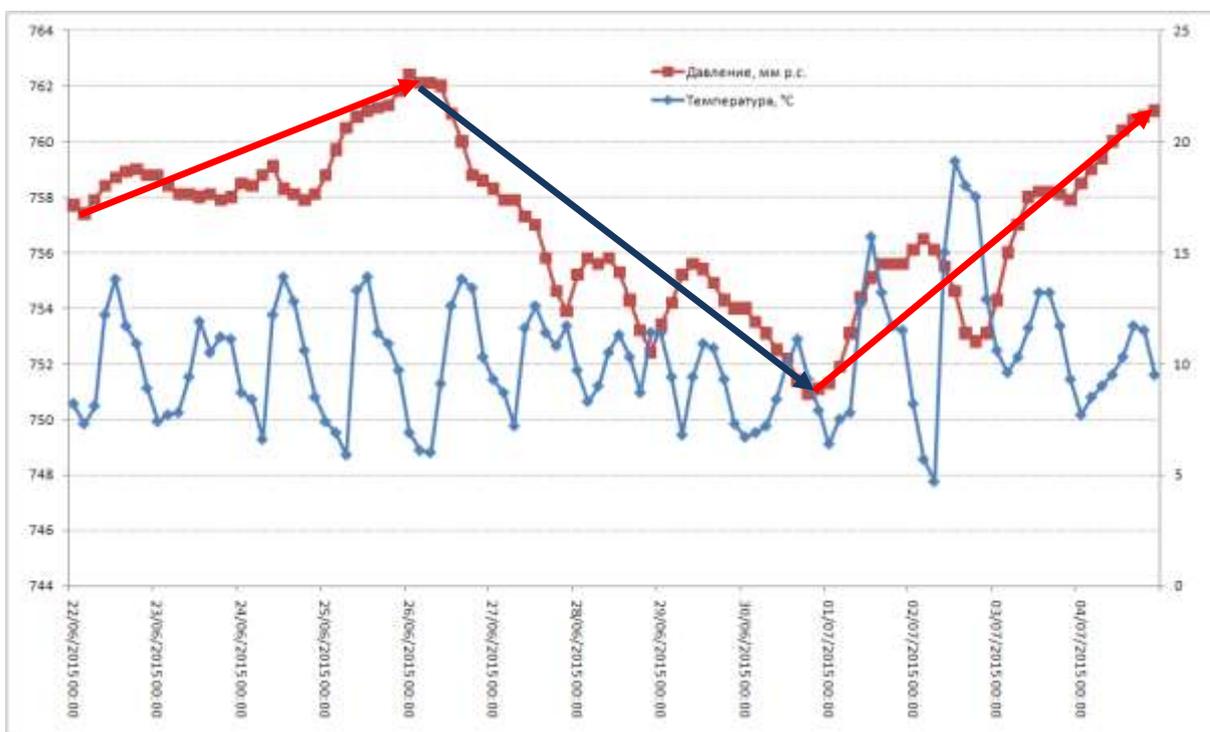


Рисунок 3.1.6 — График изменения приземного атмосферного давления (мм р.с.) и температуры воздуха (°C) в период проведения исследований. Стрелками обозначены основные тренды изменения ПАД

3.2. Изменение показателей качества воздуха

Отбор проб воздуха для исследования наличия загрязняющих веществ (качества воздуха) в 2015 г. выполнялся по всему периметру исследуемой акватории. В результате лабораторного анализа установлено, что во всех отобранных пробах уровень загрязняющих веществ незначителен и ниже ПДК_{мр} (предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества), даже учитывая эффект суммации, в 2 – 10 раз (Приложение 1, табл. 2). Таким образом, условия в районе исследований по основным показателям качества воздуха могут считаться фоновыми.

3.3. Результаты мониторинга гидрологических условий

Температура воды. По данным наблюдений в 2015 г., на большей части акватории Западно-Камчатского лицензионного участка температура воды на поверхности варьировала от 8 до 9 °С (рис. 3.3.1). Повышенными значениями характеризовалась локализованная область, простиравшаяся вдоль берега на некотором удалении от него в южной половине участка. Температура здесь соответствовала 9,5–10,6 °С. Наименьшие значения, составившие 6–8 °С, были отмечены у берега Западной Камчатки и в широтно-направленной полосе, распространявшейся вдоль 57° с.ш.

На горизонте 20 м, характеризующем слой скачка, температура воды изменялась от 2,0 до 7,6 °С. Её повышение прослеживалось в южной мористой части лицензионного участка и в его северо-восточной части. Наибольшее понижение значений, до 2–3 °С, наблюдалось в прибрежном районе Западной Камчатки и на самом севере обследованного полигона.

В пространственном распределении придонной температуры хорошо прослеживалась область пониженных значений, составивших 0,5 – -0,3°С, на изобатах 50–100 м в южной части Западно-Камчатского лицензионного участка. Наиболее высокая температура наблюдалась на мелководных прибрежных станциях, где она достигала 5,0–5,9 °С. В глубоководной части

полигона значения придонной температуры варьировали, главным образом, от 1 до 2 °С.

Соленость. На рисунке 3.3.2 представлены карты распределения солености воды на поверхности, горизонте 20 м и у дна. В соответствии с рисунком, на поверхности значения этого показателя изменялись от 27,9 до 32,6 епс. Пониженными значениями (27,9–32,0 епс) характеризовались наиболее теплые воды в южной части лицензионного участка (см. рис. 3.3.1). На остальной большей части акватории соленость имела меньшую изменчивость и варьировала от 32,0 до 32,6 епс, повышаясь в мористом и северном направлениях.

На горизонте 20 м значения солёности изменялись от 31,8 до 32,8 епс. Как и на поверхности, величина этого показателя была наименьшей в прибрежных водах и наибольшей в мористом и северном районах лицензионного участка. В поле придонной солености закономерно прослеживался рост значений в направлении от берега к морю. Так, на мелководных прибрежных станциях величина солености у дна составила 31,9–32,4 епс, а на самых глубоких станциях более 500 м — 33,4–33,6 епс.

Растворенный кислород.

В период исследований в 2015 г. наблюдаемая концентрация кислорода на поверхности Западно-Камчатского лицензионного участка изменялась в пределах от 9,4 до 11,4 мг/л (рис. 3.3.3). В пространственном распределении растворенного кислорода по рассматриваемой акватории хорошо прослеживалась обратная зависимость от температуры воды. Минимальное содержание кислорода на поверхности было отмечено в районе распространения теплых распресненных вод в южной части полигона. Повышенные концентрации растворенного кислорода наблюдалось в мелководной прибрежной зоне в районе распространения холодных вод вдоль 57° с.ш.

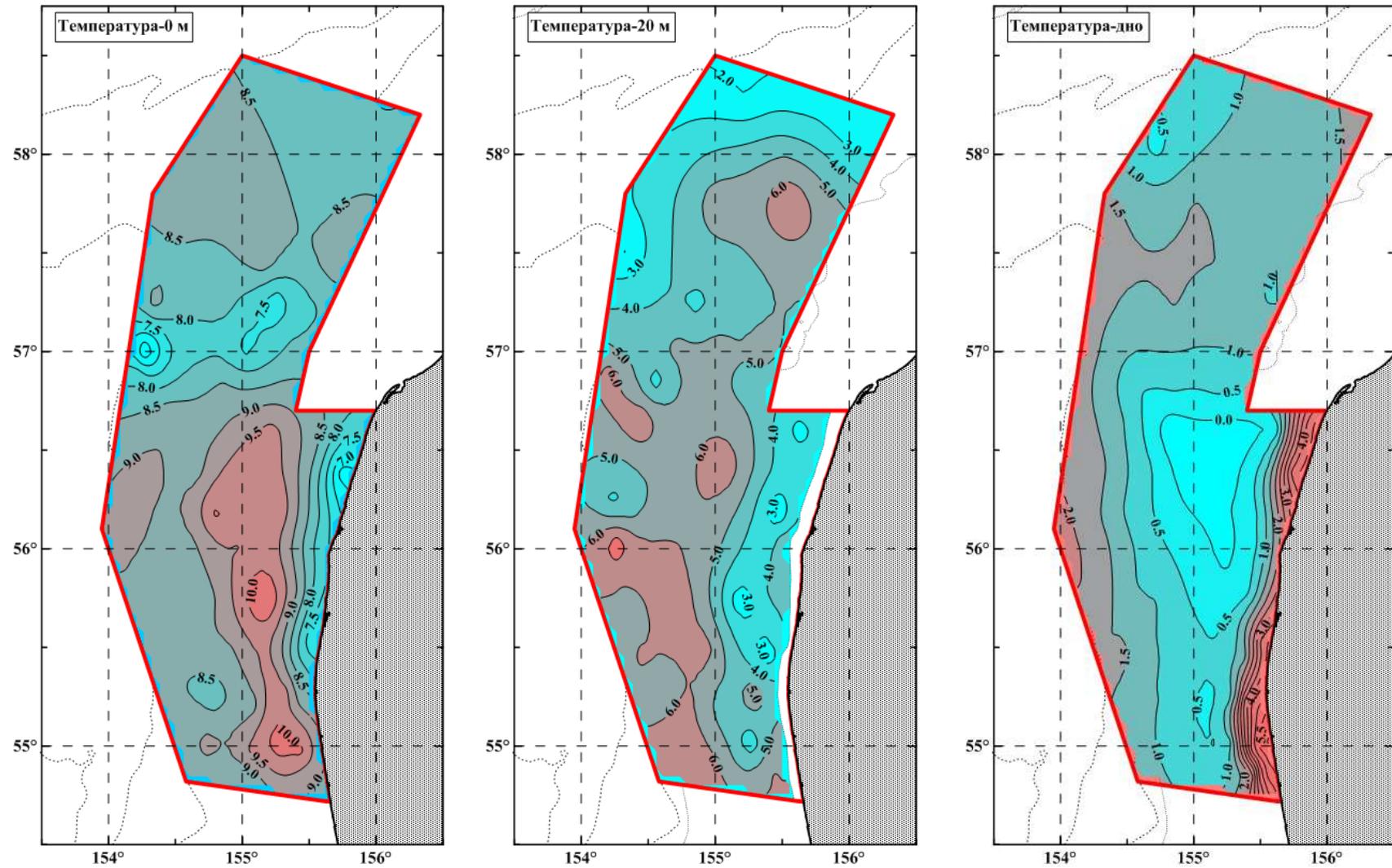


Рисунок 3.3.1 — Распределение температуры воды (°C) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

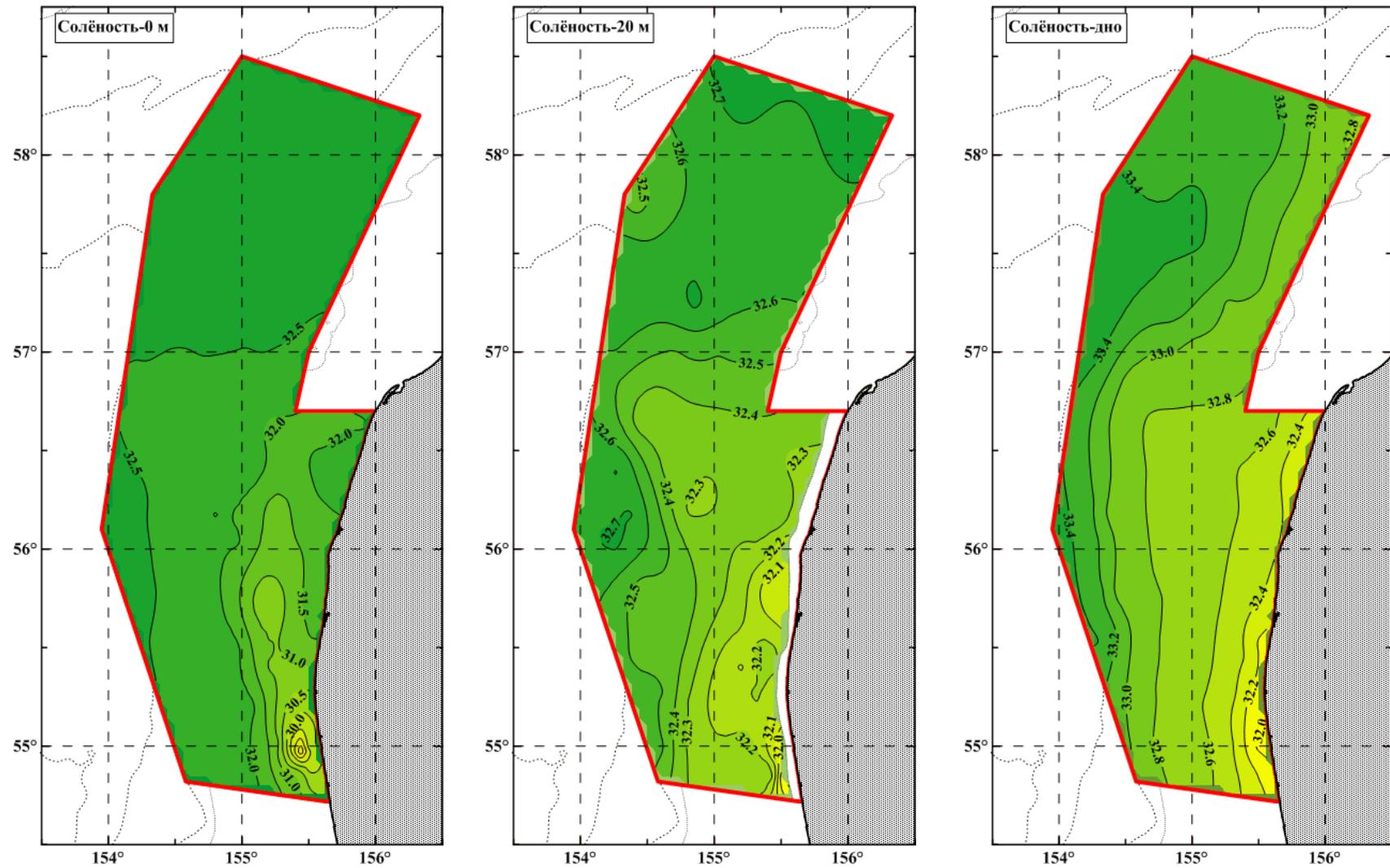


Рисунок 3.3.2 — Распределение солености воды (епс) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

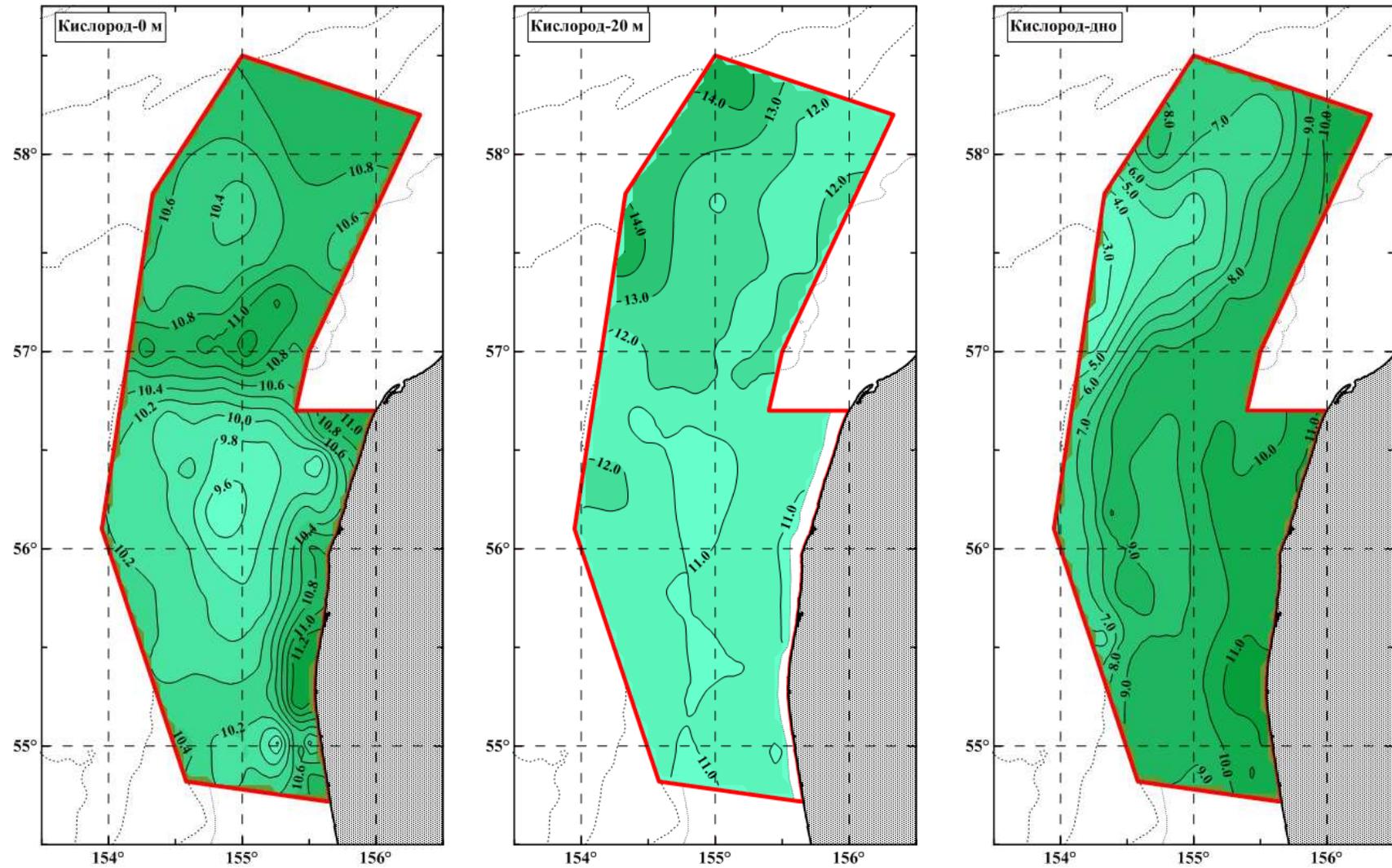


Рисунок 3.3.3 — Распределение содержания растворенного в воде кислорода (мг/л) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

На горизонте 20 м, который, в той или иной степени, попадал в слой подповерхностного максимума кислорода, по сравнению с поверхностью было отмечено повсеместное повышение его содержания. В пространственном распределении значения его концентрации варьировали в пределах от 10,6 до 15,0 мг/л. Пониженное содержание (10,6–12,0 мг/л) наблюдалось практически на всей южной половине лицензионного участка. Максимальные значения отмечались в глубинной части на северо-западе полигона исследований.

В распределении придонной концентрации растворенного кислорода повышенными значениями, достигавшими 11,0–11,6 мг/л, характеризовались воды шельфовой части Западно-Камчатского лицензионного участка. Минимальное содержание, составившее 2,7 мг/л, закономерно было отмечено на глубоководных станциях и связано с доминированием здесь деструкционных процессов.

Хлорофилл *a*. Содержание в воде фитопигмента хлорофилла *a*, используемого организмами для оксидного фотосинтеза, отражает интенсивность процесса первичного продуцирования. Чем выше его концентрация, тем интенсивнее протекает этот процесс. Согласно рисунку 3.3.4, на котором представлены карты распределения хлорофилла *a*, районы с повышенным его содержанием на поверхности соответствовали более высоким значениям концентрации растворенного кислорода. Особенно это прослеживалось в мелководной прибрежной зоне, где величина концентрации достигала 2–3 мкг/л. Также повышенное содержание хлорофилла *a* было отмечено в широтно-направленной области вдоль 57 с.ш., однако здесь оно было менее выражено и составило 0,5–1,0 мкг/л. На большей же части акватории концентрации этого фитопигмента варьировали в пределах от 0 до 0,5 мкг/л.

Распределение хлорофилла *a* на горизонте 20 м характеризовалось, прежде всего, ярко выраженным максимумом на самой северной станции (ст. №75), который составил 16,9 мкг/л. Связано это было с совпадением в этом

районе соответствующего горизонта и подповерхностного скачка хлорофилла *a*. Повышенные концентрации, 2–3 мкг/л, наблюдались также в южной прибрежной части полигона. В остальной части акватории содержание хлорофилла *a* соответствовало 0–1 мкг/л.

В придонном слое пространственное распределение содержания хлорофилла *a* характеризовалось понижением от берега в мористом направлении. На мелководных прибрежных станциях максимальные концентрации достигали 3–7 мкг/л и в направлении открытого моря резко понижались, принимая значения от 0,5–1,0 мкг/л на изобатах 50–100 м до 0,1–0,2 мкг/л на наиболее глубоководных станциях.

Мутность. По данным наблюдений в 2015 г. наибольшая мутность в поверхностном слое в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка была отмечена в прибрежном районе (рис. 3.3.5). Это объясняется влиянием материкового стока и небольшими глубинами, обуславливающими перемешивание всей толщи воды под воздействием ветров и приливных волн. Значения этого показателя убывали от 0,4–1,9 ЕМФ у берега до 0,1–0,4 ЕМФ в мористой части полигона.

Распределение мутности на горизонте 20 м характеризовалось наибольшими значениями у дна на соответствующей изобате, где они составили 0,5–1,0 ЕМФ. В мористом направлении мутность воды понижалась до 0,1–0,2 ЕМФ.

В придонном слое содержание взвешенных примесей изменялось от 0,1 до 2,1 ЕМФ. Однако в целом по акватории оно было выше, чем на поверхности и 20 м, что связано с постепенным осаждением взвеси в придонный слой. В пространственном распределении повышенные значения были отмечены на мелководных прибрежных станциях и на севере района, а относительно низкие — в центральной и мористой части рассматриваемой акватории.

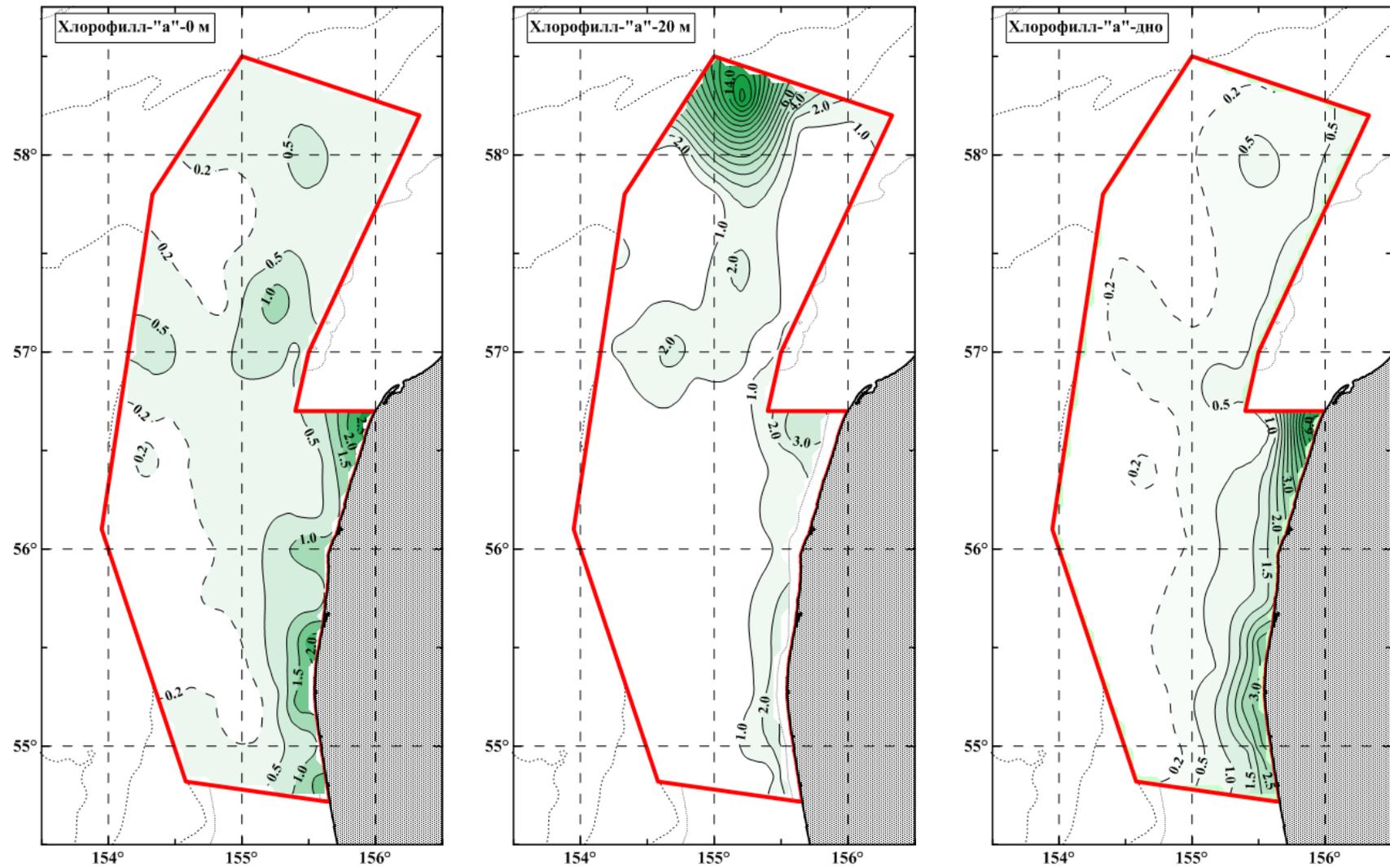


Рисунок 3.3.4 — Распределение содержания хлорофилла *a* (мкг/л) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

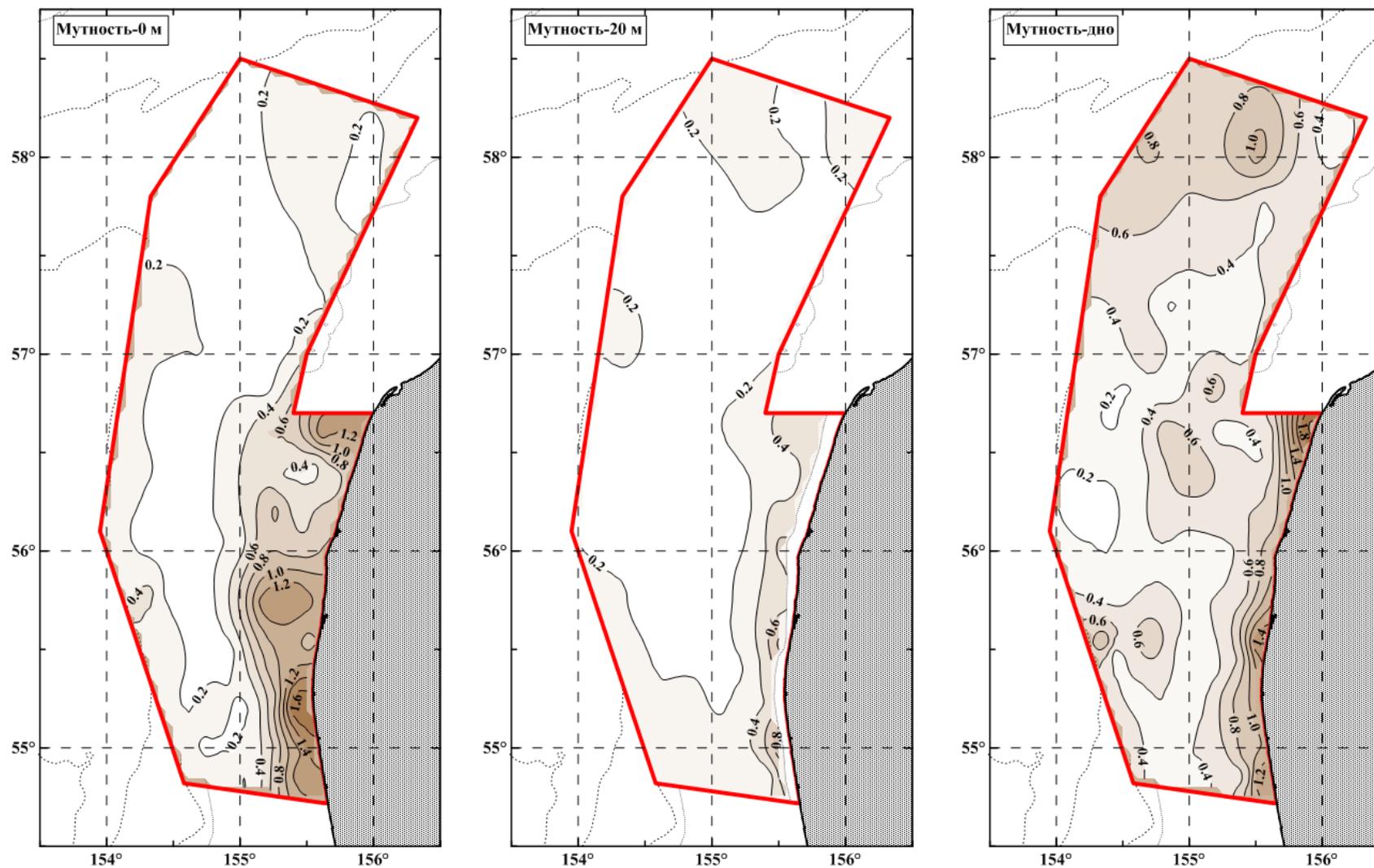


Рисунок 3.3.5 — Распределение мутности воды (ЕМФ) на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

Прозрачность. Прозрачность воды, характеризующая интенсивность пропускаемого водой света, косвенно показывает количество взвешенных частиц в воде, и соответствующим образом обратно связана с показателем мутности. Согласно рисунку 3.3.6, на акватории Западно-Камчатского лицензионного участка прозрачность варьировала от 4 до 14 м. Наименьшими значениями характеризовались мутные прибрежные воды и, напротив, наибольшими — мористые районы лицензионного участка.

pH. В соответствии с рисунком 3.3.7, пространственное распределение величины pH на поверхности характеризовалось ростом значений от 6,9 на юге Западно-Камчатского лицензионного участка до 8,1 в его северной части. На горизонте 20 м наименьшие величины pH, составившие 7,2–7,6, также были отмечены в южной части обследованного полигона, и возрастали в северном направлении до 8,0–8,1. У дна значения pH были закономерно ниже, чем на поверхности и горизонте 20 м. Наибольшие величины pH составили 7,8–8,0 и наблюдались у берега, северо-восточной и южной мористой части обследованного полигона, пониженные значения, 7,3–7,6, были отмечены на самых глубоководных станциях.

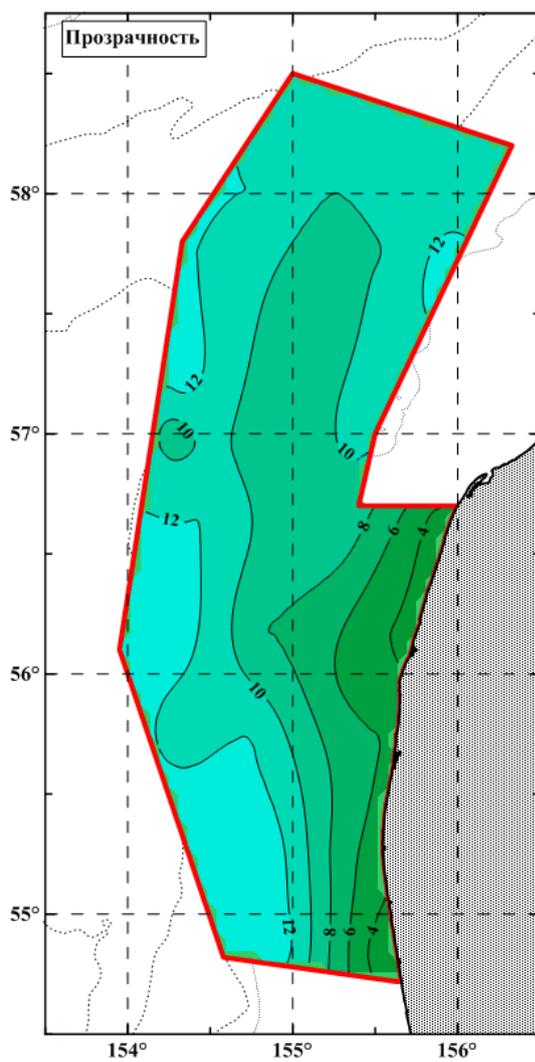


Рисунок 3.3.6 — Распределение прозрачности воды (м) на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

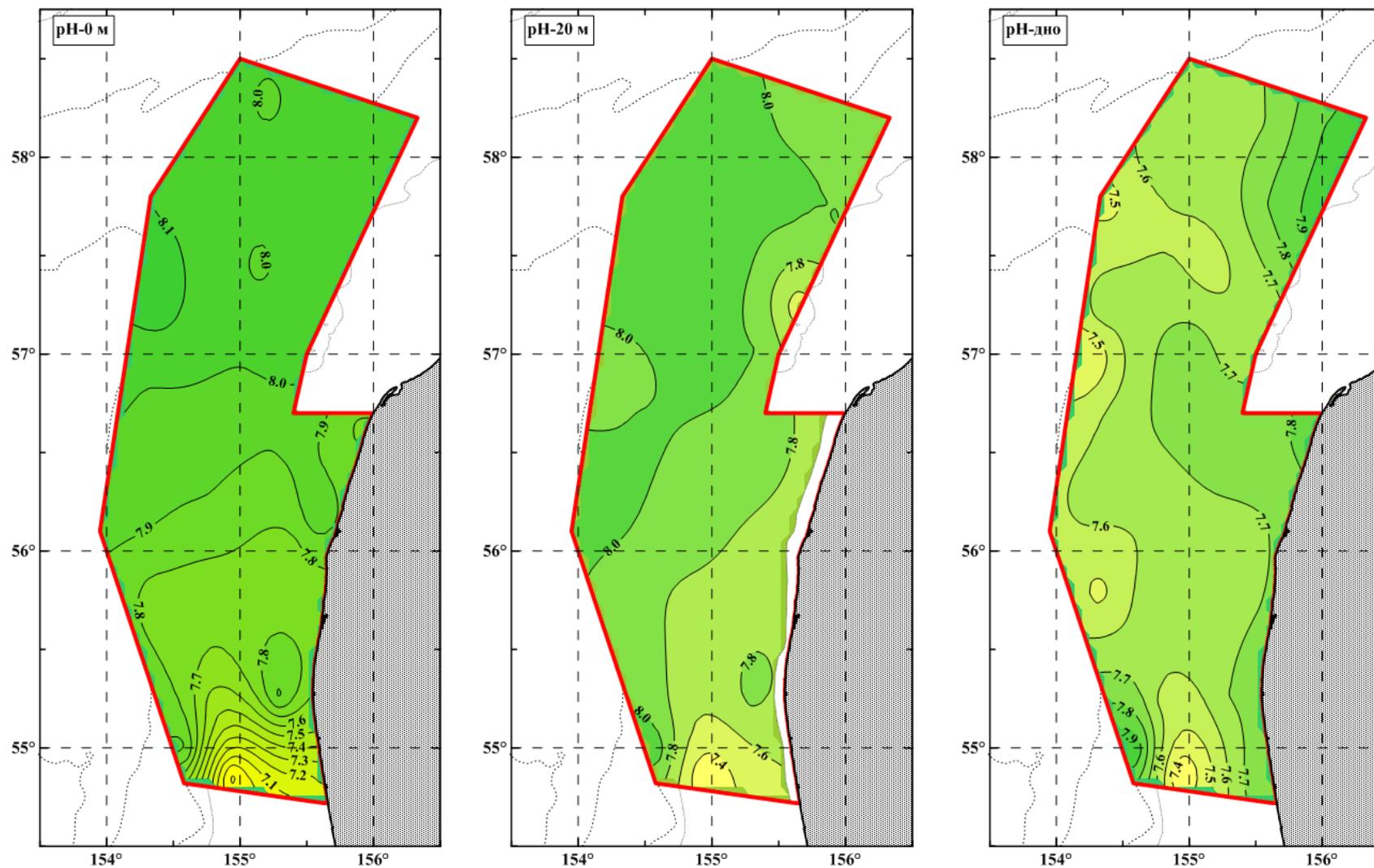


Рисунок 3.3.7 — Распределение величины pH на поверхности, горизонте 20 м и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

Динамика вод. Известно, что основным генерирующим механизмом для шельфовых течений служит воздействие ветра, т.е. ветровая составляющая течений вносит доминирующий вклад в общую картину динамики вод. Кроме этого, направление и скорость течений в мелководных прибрежных районах зависит от характера приливов. Таким образом, очевидно, что всё пространственное разнообразие динамических характеристик зависит от сложившихся ветровых и приливных условий в срок выполнения измерений на конкретной станции, которые, наряду с небольшой площадью акватории Западно-Камчатского лицензионного участка, в значительной степени усложняют определение схемы устойчивых течений.

На рисунке 3.3.8 представлены карты динамики вод на поверхности и в придонном слое в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка, построенные по данным измерений в 2015 г.

Скорость течений на поверхности варьировала в пределах от 14 до 66 см/с, а у дна — от 3 до 71 см/с. В южной половине обследованного района на поверхности отчётливо прослеживался перенос юго-западного направления, что было связано с преобладанием умеренных северных и северо-восточных ветров. На севере и в узкой прибрежной части лицензионного участка направления течений были разнонаправлены, что оказалось следствием изменчивости ветрового воздействия. В среднем же по полигону значение скорости составило 40 см/с.

Динамика вод в придонном слое в большей степени обусловливается плотностной составляющей течений и рельефом дна. В 2015 году схема течений характеризовалась преобладанием переноса юго-западного сектора направлений. Наибольшие скорости, достигавшие 50–70 см/с, наблюдались в прибрежной части обследованного полигона на изобатах 20–50 м, а также в восточном переносе в районе 57° с.ш. на внешней кромке шельфа. Среднее по всей акватории значение скорости в придонном слое составило 42 см/с.

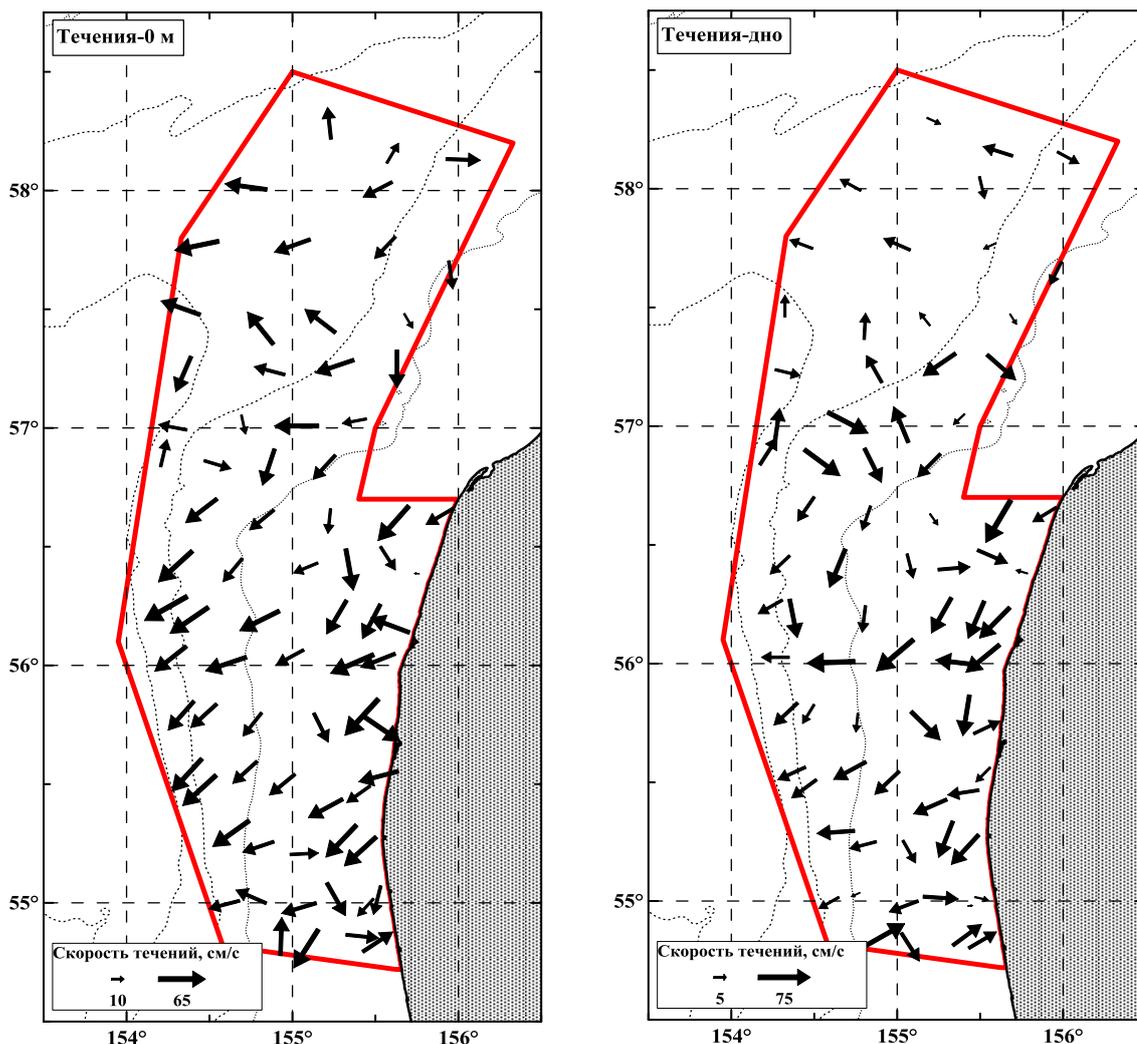


Рисунок 3.3.8 — Направление и скорость течений на поверхности и у дна на Западно-Камчатском лицензионном участке 21 июня – 04 июля 2015 г.

Гранулометрический состав. По данным определения гранулометрического состава грунта в 2015 году, на юге полигона преобладали песчаные грунты, составленные песком различного фракционного состава, от илистого до крупного (рис. 3.3.9). Крупнообломочные донные отложения в виде крупного гравия обнаружены в прибрежной полосе на глубинах до 30 метров. На севере полигона отмечены наиболее крупные фракции, здесь грунт представлен крупным гравием с включением гальки и эпизодически валунов. Это показывает, что в данной

области дно сформировано выходом на поверхность подстилающего скального основания. В районе свала впадины ТИНРО в пробах преобладал крупный песок, что связано с резким перепадом глубин, вследствие чего на свале задерживаются преимущественно частицы небольших по размеру фракций. Гранулометрический состав по доле слагающих грунт элементов в пробе варьировал: песчаные частицы (размером <math><0,1-2\text{ мм}</math>) — от 18,8 до 100,0%, составляя в среднем 83,9%; гравий (2–10 мм) — от 0 до 68,6%, в среднем 9,3%; галька (размер более 10 мм) — от 0,0 до 24,6%, составляя в среднем 6,8%.

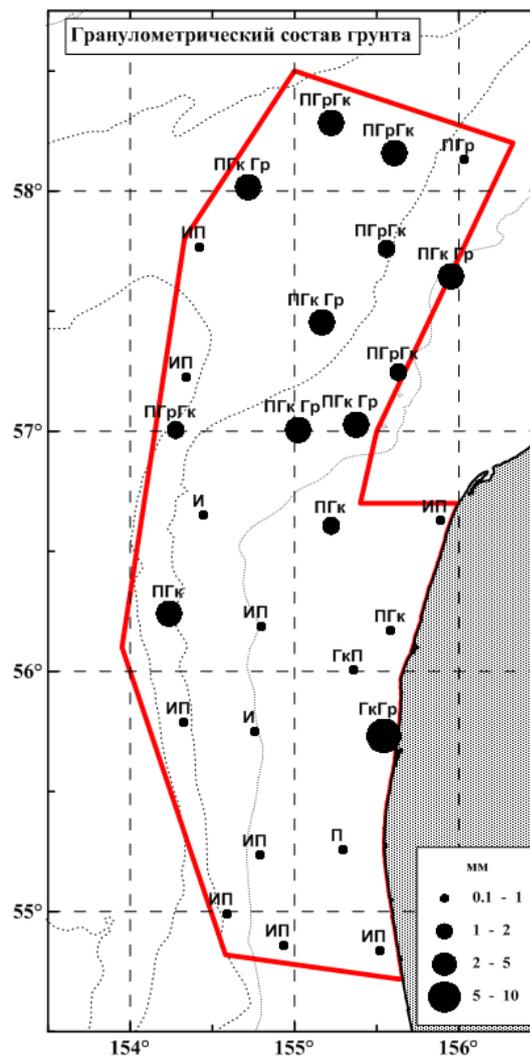


Рисунок 3.3.9 — Средневзвешенный размер частиц грунта и его классификация по ГОСТ 25100-2011, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке

3.4. Анализ материалов дистанционного (спутникового) мониторинга акватории лицензионного участка в июне-июле 2015 г.

На рисунках 3.4.1 – 3.4.4 представлены карты, полученные в результате обработки спутниковых данных по температуре поверхности моря и распределению хлорофилла- α .

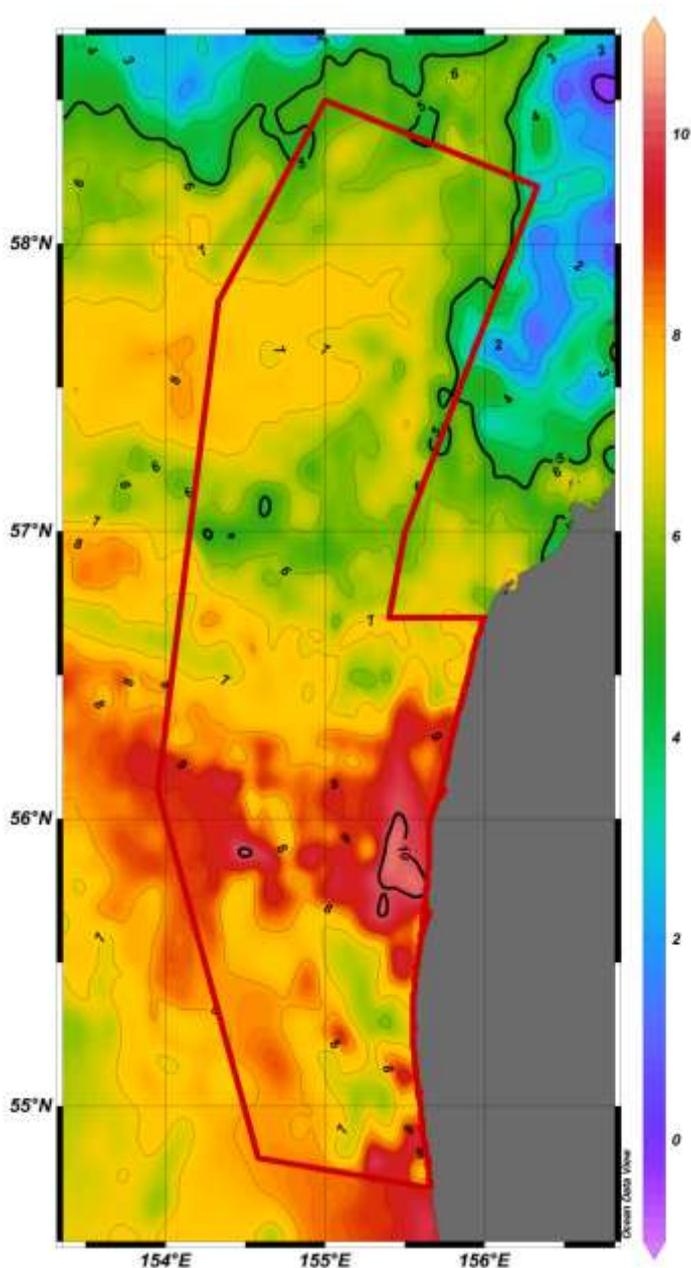


Рисунок 3.4.1 — Распределение температуры поверхности (в °К) по данным спутникового мониторинга 22 июня 2015 г.

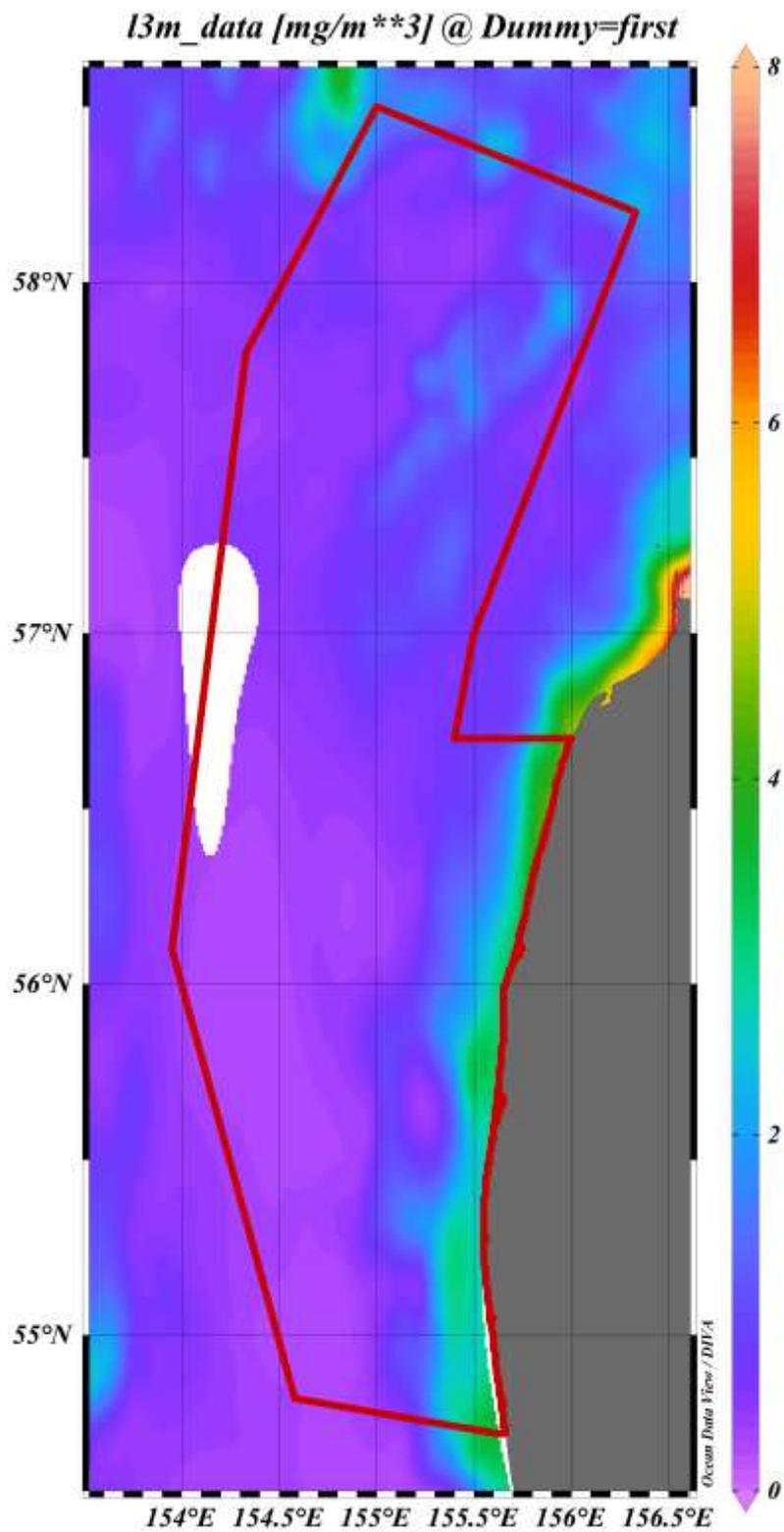


Рисунок 3.4.2 — Распределение хлорофилла- α (mg/m^3) осредненное на 8-и дневном периоде (с 18 по 25 июня 2015 г.)

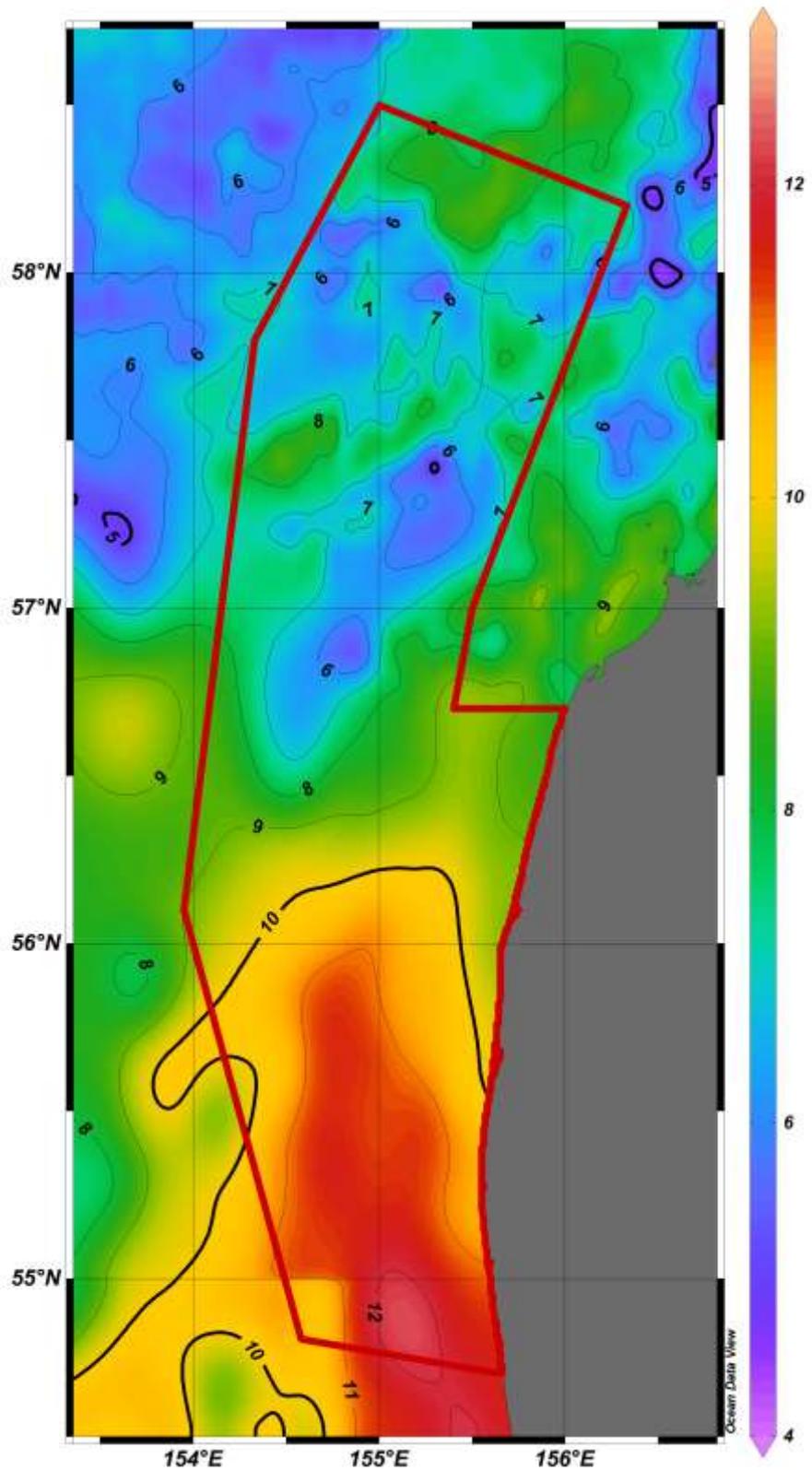


Рисунок 3.4.3 — Распределение температуры поверхности (в °C) по данным спутникового мониторинга 30 июня 2015 г.

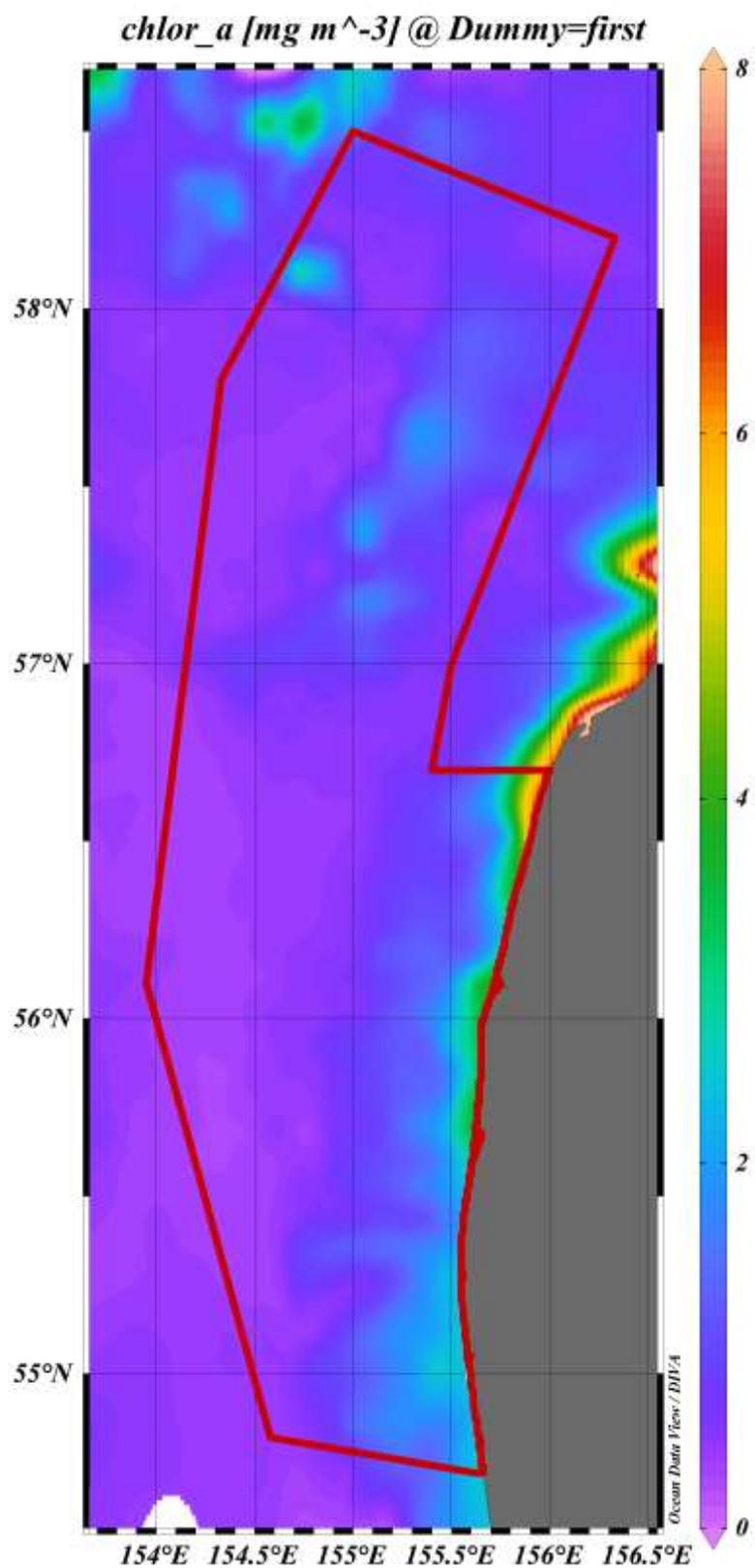


Рисунок 3.4.4 — Распределение хлорофилла- α ($\text{мг}/\text{м}^3$) осредненное на 8-и дневном периоде (с 26 июня по 3 июля 2015 г.)

Как уже упоминалось, мы используем данные по хлорофиллу- α с 8-и дневным осреднением, т.к. именно в этом случае набирается достаточно материала для уверенного покрытия всей исследуемой акватории. Ежедневные карты по ТПО привязаны к середине данного периода и отражают изменение температуры поверхности приблизительно на том же интервале (восемь дней). Однако в приложении (на CD диске) представлены исходные данные для всего временного периода с интервалом в одни сутки, как для материалов по температуре поверхности, так и для хлорофилла- α .

В целом же можно отметить, что концентрация пигмента в поверхностном слое исследуемой акватории на всем протяжении съемки оставалась незначительной: от 0 до 2 мг/м³ – рис. 3.4.1. И только в узкой прибрежной полосе концентрации его повышались до 3 – 5 мг/м³. При этом наибольшие значения были зафиксированы на севере прибрежной части исследуемого района, а также отмечался слабый рост абсолютных значений со временем – рис. 3.4.3. Следует отметить, что карты распределения уровня концентрации хлорофилла- α не удаётся соотнести с аналогичными картами распределения температуры поверхности моря (рис. 3.4.2 и 3.4.4), т.е. температурный фактор не является определяющим в развитии пигмента хлорофилла- α , по крайней мере на рассматриваемом временном отрезке. Так максимум температуры поверхности на начальном этапе приходился на район акватории у 56° с.ш. (в прибрежье и мористой части – до 10°C), а также на крайнем юге (до 9°C). На севере же района значения ТПО не превышали 7°C. Через 8 дней температура поверхности возросла в южной части района – до 12°C и незначительно понизилась в северной его части – рис. 3.4.4. Причиной повышения ТПО на юге, скорее всего, явилась адвекция тепла с водами западно-камчатского течения, тогда как понижение абсолютных значений на севере, обусловлено ветровым перемешиванием и выравниванием температуры в верхнем, перемешанном слое.

3.5. Результаты мониторинга гидрохимических показателей

В исследованном районе на всех станциях **запаху** проб воды, в результате органолептического исследования присвоен 0 балл по шкале запахов (РД 52.24.496–2005).

По наблюдаемой **цветности** вода на большинстве станций обладала зеленовато-голубым цветом (по шкале цветности — 5–6), приобретая голубовато-зеленый (по шкале цветности — 5–6) до желтовато-зеленого оттенок (по шкале цветности — 11–12) на мелководных прибрежных станциях. При этом при отборе проб воды из батометров с разных горизонтов, проводя визуальную оценку, плавающие примеси везде отсутствовали,.

Значения **первичной продукции** планктона, куда включается не только продукция фотосинтеза микроводорослей, но и продукция фотосинтезирующего микропланктона, варьировала на акватории исследованного участка в широких пределах от минимума в 1 гС/м² до максимума равного 160 г/м², составляя в среднем для акватории 34 гС/м² (табл. 3.5.1). Наиболее активный синтез первичной продукции планктона (> 50 гС/м²) отмечен в юго-юго-западной части исследованной акватории до 56°. В северной части участка и вдоль его западной границы величина первичной продукции в столбе воды не превышала 20 гС/м².

Не только на поверхности, но и на горизонтах, расположенных ниже зоны фотосинтеза, например, на 50 м и у дна были найдены скопления живых способных к фотосинтезу микроводорослей (рис. 3.5.1).

В поверхностном слое исследованного участка обнаружено три области активного фотосинтеза, в которых величина первичной продукции достигала 400 мгС/м³ и более (рис. 3.5.1-А).

Таблица 3.5.1 – Первичная продукция планктона (ПП, гС/м²) на ЗКЛУ в конце июня – начале июля 2015г.

Станция	ПП	Станция	ПП	Станция	ПП
1	4	37	2	60	15
6	116	39	9	63	43
12	42	46	1	66	15
14	160	48	27	68	5
23	27	50	38	70	35
26	118	52	30	71	35
28	93	53	35	73	15
32	1	54	8	74	30
34	2	58	21	75	23

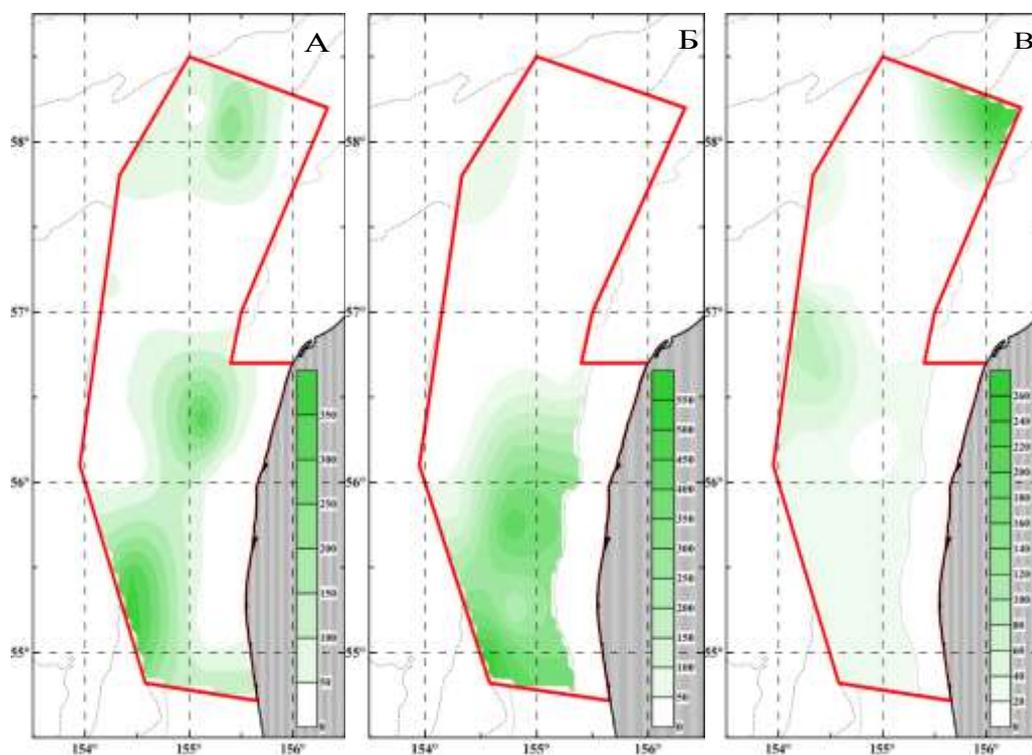


Рисунок 3.5.1 — Распределение суточной первичной продукции (мгС/м³) в поверхностном слое (А), на горизонте 50 м (Б) и в придонном слое (В) на Западно-камчатском лицензионном участке в конце июня – начале июля 2015 г.

На 50-метровом горизонте водоросли способные к фотосинтезу концентрировались между изобатами 50 м и 250 м в полосе, ограниченной

56,5° (рис. 3.5.1-Б). В придонном слое фотосинтетически активный планктон был обнаружен в локальной зоне участка, приуроченной к его северо-восточному углу (рис. 3.5.1-В).

На акватории Охотского моря, где расположен лицензионный участок прямые определения первичной продукции никогда не проводили. Есть рассчитанные по фитопигментам (экспертные) данные, согласно которым суточная первичная продукция в летний период в северо-восточной части Охотского моря составляет не менее 2 гС/м² (Налетова и др., 1997). В 2015 г. величина первичной продукции равная в среднем для акватории 34 г/м² в 17 раз превышала данные ранее оценки.

рН. Значения величин рН на акватории исследуемого участка находились в пределах 7,17 – 8,18, с тенденцией к увеличению от прибрежных областей к мористым и в направлении с юга на север полигона, уменьшаясь при этом с глубиной. Результат определения величины рН представлен в таблице 3.5.2.

Таблица 3.5.2 — Значения величины рН в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ станции	Горизонт				№ станции	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно		0 м	20 м	50 м	Дно
1	7,17	7,57		7,78	50	7,97	8,02	7,84	7,66
4	7,45	7,23	7,38	7,29	52	8,08	7,99	7,79	7,61
6	7,93	8,11	8,06	8,01	53	8,1	7,5	7,84	7,66
12	7,92	7,85		7,70	54	8,04	8,01	7,9	7,96
14	7,55	7,66	7,69	7,57	58	8,02	7,82	7,8	7,39
23	7,74			7,70	60	8,01	8,03	7,86	7,79
26	7,73	7,77	7,56	7,68	63	8,17	8,18	8,09	7,67
28	7,77	7,89	7,67	7,47	66	7,98	8,09	7,81	7,55
32	7,73	7,74		7,65	68	8,06	8,07	7,99	7,79
34	7,97			7,70	70	8,09	8,07	7,87	7,47

37	7,88	7,90	7,75	7,61	71	8,09	8,09	7,99	7,65
39	7,96	8,10	7,94	7,64	73	8,09	7,88	7,87	7,91
46	7,78			7,84	74	8,08	7,96	7,89	7,71
48	7,91	7,96	7,68	7,79	75	7,98	8,04	7,86	7,61

БПК₅. Показатель БПК₅ определяется по разнице содержания растворенного кислорода за период 5 суток и является некоторой условной мерой загрязнения вод органическими соединениями, в особенности достаточно легко поддающимися биохимической деградации. Значения БПК₅ на акватории исследованного участка изменялись в диапазоне от 0,02 до 2,62 мг О₂/л. В 8 пробах величины БПК₅, нормируемые согласно «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения...» не более 2 мг О₂/л оказались выше установленного ПДК. Превышение ПДК преимущественно отмечено в поверхностном слое и слое температурного скачка. Вертикальное распределение значений БПК₅ характеризовалось уменьшением его величины с глубиной, и выраженным максимумом в подповерхностном слое 20-50 м. Усредненный по всем горизонтам показатель БПК₅ составил 0,78 мг О₂/л. Результат определения величины БПК₅ представлен в таблице 3.5.2.

Щелочность общая. Общая щелочность является макрохарактеристикой природных вод, наряду с температурой, соленостью и рН.

В прибрежных водах Охотского моря величины щелочности обусловлены поступлением карбонатов с речным стоком и жизнедеятельностью фотосинтезирующих организмов.

Значения величин общей щелочности на акватории исследуемого участка находились в пределах 1,79 – 2,05 ммоль/дм³, с тенденцией к увеличению от прибрежных областей к мористым и в направлении с юга на север полигона. Результат определения общей щелочности представлен в

таблице 3.5.3.

Таблица 3.5.2 — Значения величины БПК₅ (мг О₂/л) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ станции	Горизонт		№ станции	Горизонт	
	0 м	Дно		0 м	Дно
1	0,5	1,36	50	0,28	0,08
4	0,37	2,61	52	1,48	0,15
6	0,23	1,06	53	0,24	2,36
12	0,61	0,18	54	0,29	0,96
14	1,03	0,07	58	2,51	1,66
23	0,57	0,53	60	0,09	1,21
26	2,04	1,24	63	1,04	0,18
28	0,46	0,14	66	0,17	0,28
32	0,63	1,04	68	0,77	0,38
34	2,09	0,02	70	0,4	0,73
37	0,68	0,14	71	0,37	0,13
39	1,11	0,26	73	0,92	0,09
46	0,24	0,17	74	0,07	1,96
48	0,15	0,76	75	0,91	0,52

Таблица 3.5.3 — Значения величины общей щелочности (ммоль/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ станции	Горизонт				№ станции	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно		0 м	20 м	50 м	Дно
1	1,79	1,89		1,95	50	1,99	2,01	1,96	1,92
4	1,86	1,81	1,85	1,82	52	2,02	2,00	1,95	1,90
6	1,98	2,03	2,02	2,00	53	2,03	1,88	1,96	1,92
12	1,98	1,96		1,93	54	2,01	2,00	1,98	1,99
14	1,89	1,92	1,92	1,89	58	2,01	1,96	1,95	1,85
23	1,94			1,93	60	2,00	2,01	1,97	1,95
26	1,93	1,94	1,89	1,92	63	2,04	2,05	2,02	1,92
28	1,94	1,97	1,92	1,87	66	2,00	2,02	1,95	1,89
32	1,93	1,94		1,91	68	2,02	2,02	2,00	1,95
34	1,99			1,93	70	2,02	2,02	1,97	1,87
37	1,97	1,98	1,94	1,90	71	2,02	2,02	2,00	1,91
39	1,99	2,03	1,99	1,91	73	2,02	1,97	1,97	1,98
46	1,95			1,96	74	2,02	1,99	1,97	1,93
48	1,98	1,99	1,92	1,95	75	2,00	2,01	1,97	1,90

В подповерхностном слое наблюдается слабо выраженный минимум, связанный с процессами дыхания фитопланктона. Пространственное распределение общей щелочности имеет много общего с таковым для гидрокарбонатов, что неудивительно, поскольку гидрокарбонаты вносят основной вклад в значение показателя общей щелочности.

Гидрокарбонаты.

Основной элемент карбонатной буферной системы морских вод, вносящий наибольший вклад в величину щелочности. Поступление в воды Охотского моря осуществляется речным стоком и диффузией из атмосферы. Важный фактор дыхания фитопланктона.

Минимальная концентрация гидрокарбонат-иона на станциях отбора проб составила 114,72 мг/дм³, максимальная – 130,88 мг/дм³. Горизонтальное и вертикальное распределения имеют тот же характер, что и распределения общей щелочности. Результат определения гидрокарбонат-иона представлен в таблице 3.5.4.

Таблица 3.5.4 — Содержание гидрокарбонат-иона (мг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ станции	Горизонт				№ станции	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно		0 м	20 м	50 м	Дно
1	114,72	121,12		124,48	50	127,52	128,32	125,44	122,56
4	119,20	115,68	118,08	116,64	52	129,28	127,84	124,64	121,76
6	126,88	129,76	128,96	128,16	53	129,60	120,00	125,44	122,56
12	126,72	125,60		123,20	54	128,64	128,16	126,40	127,36
14	120,80	122,56	123,04	121,12	58	128,32	125,12	124,80	118,24
23	123,84			123,20	60	128,16	128,48	125,76	124,64
26	123,68	124,32	120,96	122,88	63	130,72	130,88	129,44	122,72
28	124,32	126,24	122,72	119,52	66	127,68	129,44	124,96	120,80
32	123,68	123,84		122,40	68	128,96	129,12	127,84	124,64
34	127,52			123,20	70	129,44	129,12	125,92	119,52
37	126,08	126,40	124,00	121,76	71	129,44	129,44	127,84	122,40
39	127,36	129,60	127,04	122,24	73	129,44	126,08	125,92	126,56
46	124,48			125,44	74	129,28	127,36	126,24	123,36
48	126,56	127,36	122,88	124,64	75	127,68	128,64	125,76	121,76

Сульфаты.

Сульфат-ион – один из наиболее распространенных ионов в морской воде, его содержание оценивается величинами до нескольких грамм на литр.

В застойных зонах на больших глубинах при недостатке кислорода является субстратом сульфат-редуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфат-ион до сульфидов и сероводорода. Содержание сульфат-иона в морской воде является общей характеристикой ее качества.

Содержание сульфатов на исследуемом участке нигде не превышает значений установленных ПДК и находится в пределах 2,234 – 2,493 г/дм³ показывая тенденцию к возрастанию концентрации с глубиной, а также по мере удаления от побережья. Результат определения сульфат-иона представлен в таблице 3.5.5.

Таблица 3.5.5 — Содержание сульфат-иона (г/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
1	2,398	2,401		2,263
4	2,431	2,370	2,301	2,234
6	2,417	2,383	2,314	2,246
12	2,405	2,476		2,334
14	2,427	2,379	2,310	2,242
23	2,420			2,342
26	2,456	2,427	2,356	2,288
28	2,493	2,467	2,395	2,325
32	2,455	2,492		2,349
34	2,381			2,340
37	2,483	2,427	2,356	2,288
39	2,403	2,449	2,378	2,308
46	2,439			2,331
48	2,433	2,486	2,414	2,343

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
50	2,426	2,467	2,395	2,325
52	2,382	2,458	2,386	2,317
53	2,458	2,485	2,413	2,342
54	2,482	2,443	2,372	2,303
58	2,467	2,434	2,363	2,294
60	2,438	2,452	2,381	2,311
63	2,450	2,453	2,382	2,312
66	2,442	2,442	2,371	2,302
68	2,473	2,441	2,370	2,301
70	2,407	2,464	2,392	2,323
71	2,434	2,480	2,408	2,338
73	2,464	2,480	2,408	2,338
74	2,474	2,481	2,409	2,339
75	2,452	2,454	2,383	2,313

Взвешенные вещества.

Содержание взвешенных веществ изменялось в широких пределах, от 0,03 до 1,20 мг/дм³, с наибольшими значениями в поверхностном и

придонном солях. С глубиной концентрация частиц снижается, однако у дна снова возрастает и наблюдается как придонный максимум. Выраженные максимумы у дна и в поверхностном слое связаны с естественными процессами седиментации и особенностями распределения легких микрообъектов на границе сред различной плотности. Результат определения концентрации взвешенных веществ представлен в таблице 3.5.6.

Таблица 3.5.6 — Содержание взвешенных веществ (мг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ станции	Горизонт				№ станции	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно		0 м	20 м	50 м	Дно
1	0,73	0,38		0,79	50	0,07	0,08	0,12	0,11
4	0,15	0,12	0,12	0,16	52	0,10	0,07	0,05	0,16
6	0,13	0,12	0,14	0,29	53	0,10	0,08	0,08	0,26
12	0,50	0,20		0,43	54	0,09	0,06	0,12	0,27
14	0,19	0,16	0,09	0,23	58	0,12	0,17	0,15	0,17
23	0,70	0,31		0,58	60	0,10	0,09	0,05	0,19
26	0,08	0,04	0,09	0,27	63	0,22	0,13	0,05	0,21
28	0,27	0,15	0,07	0,16	66	0,11	0,11	0,07	0,26
32	0,41	0,16	0,24	0,23	68	0,12	0,10	0,15	0,21
34	0,42	0,25		0,37	70	0,09	0,04	0,05	0,40
37	0,12	0,09	0,08	0,31	71	0,08	0,09	0,05	0,48
39	0,12	0,10	0,04	0,06	73	0,11	0,17	0,18	0,16
46	0,75			1,20	74	0,14	0,03	0,04	0,56
48	0,37	0,20	0,22	0,18	75	0,12	0,19	0,17	0,38

На исследованной акватории Охотского моря в конце лета 2015 г. в 8% проб отмечено небольшое превышение ПДК по величине БПК₅. Показатели щелочности, содержание карбонатов и сульфатов соответствуют норме для данного региона, горизонтальные профили их распределений характерны сезона, в котором проводились полевые исследования и не показывают отклонений. Изучение содержания взвешенных веществ обнаружило существенные неоднородности в их пространственном распределении, что очевидно обусловлено различием в продукционной активности локальных участков исследуемой акватории. Все показатели находятся в пределах

показателей ПДК по «Нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе, нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Биогенные вещества (фосфаты, нитраты, нитриты, аммонийный азот, кремний и железо) являются важнейшими ингредиентами природных вод. При повышенных концентрациях этих веществ происходит интенсивное развитие фитопланктона.

Фосфор. Фосфор относится к числу физиологически важных элементов, необходимых водорослям для построения клетки. Его содержание в морских водах является определяющим фактором их продуктивности. В ряде случаев чрезмерно высокие концентрации фосфора в морской воде могут служить показателем их загрязненности коммунально-бытовыми сточными водами.

Практически на всех станциях органический фосфор преобладал над минеральным. По направлению от поверхности ко дну наблюдается увеличение валового фосфора по всем станциям в среднем в два раза.

Повсеместно концентрация фосфора значения ПДК не превышает (1,100 мг/дм³), по всем станциям значения не превышали 115 мкг/дм³, причем средняя концентрация минерального фосфора составила 9 мкг/дм³, а валового 24 мкг/дм³.

Органический фосфор имел бóльшую долю, чем минеральный в величине содержания валового фосфора преимущественно в эвфотическом слое – на горизонтах 0-20 м, с увеличением глубины соотношение менялось на противоположное для северной части акватории, для центральной и южной областей соотношение оставалось неизменным. По направлению от поверхности ко дну наблюдали некоторое увеличение **валового фосфора** на большинстве станций отбора проб. Наибольшее содержание валового фосфора, как по измеренным величинам на отдельных горизонтах (более 100

мкг/дм³), так и по средневзвешенным значениям (до 86 мкг/дм³) отмечали на севере полигона на всех горизонтах, между 57 и 58 градусами северной широты. Результаты определения содержания различных форм фосфора в воде акватории ЗКЛУ представлены в таблице 3.5.7

Таблица 3.5.7 — Содержание минерального, органического и валового фосфора (мкг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	Рмин., мкг/дм ³				Рорг., мкг/дм ³				Рвал., мкг/дм ³			
	0 м	20 м	50 м	Дно	0 м	20 м	50 м	Дно	0 м	20 м	50 м	Дно
1	1,8	3		4,2	7,5	8,9		7,7	9,3	11,9		11,9
4	3,3	4,8	9,3	8,7	3,3	5,8	1,3	7,2	6,6	10,6	10,6	15,9
6	0,3	3,3	4,5	12,9	13,0	2,0	4,8	3,0	13,3	5,3	9,3	15,9
12	0	3,9		6	6,6	4,0		3,3	6,6	7,9		9,3
14	2,4	4,2	4,5	15,6	5,5	10,4	6,1	7,0	7,9	14,6	10,6	22,6
23	1,5			2,1	6,4			9,8	7,9			11,9
26	0,3	0,6	12,3	12,9	15,6	7,3	2,3	4,4	15,9	7,9	14,6	17,3
28	0,3	2,1	1,5	21	10,1	22,6	26,1	9,4	10,4	24,7	27,6	30,4
32	0	2,4		9,6	16,1	8,0		3,7	16,1	10,4		13,3
34	6,9			9,6	3,7			7,7	10,6			17,3
37	5,1	9	5,4	12,3	11,0	4,3	5,0	3,8	16,1	13,3	10,4	16,1
39	0,9	1,2	13,2	18,9	6,7	9,2	8,7	5,8	7,6	10,4	21,9	24,7
46	9			19,5	7,1			8,1	16,1			27,6
48	6,3	1,2	12,6	13,5	4,1	12,1	3,5	5,5	10,4	13,3	16,1	19,0
50	3,6	4,8	10,8	19,2	3,7	3,9	3,6	2,4	7,3	8,7	14,4	21,6
52	1,8	4,2	16,8	28,5	9,8	8,8	1,9	4,5	11,6	13,0	18,7	33,0
53	5,1	6	20,4	22,2	20,8	9,9	14,1	9,4	25,9	15,9	34,5	31,6
54	2,7	3	5,1	6,3	20,3	27,2	30,8	26,7	23,0	30,2	35,9	33,0
58	3,9	4,5	4,8	11,1	19,1	7,1	25,4	44,8	23,0	11,6	30,2	55,9
60	3,6	5,1	3,6	5,4	18,0	19,4	33,7	34,8	21,6	24,5	37,3	40,2
63	3	3,6	4,5	11,4	18,3	25,7	31,5	51,2	21,3	29,3	36,0	62,6
66	2,4	4,8	11,1	21	25,6	31,2	18,2	36,3	28,0	36,0	29,3	57,3
68	2,4	2,4	7,8	23,4	17,6	36,3	16,2	27,3	20,0	38,7	24,0	50,7
70	1,2	1,8	2,1	28,2	17,5	19,5	27,2	30,5	18,7	21,3	29,3	58,7
71	5,1	1,5	9	21,9	18,9	19,8	20,3	26,1	24,0	21,3	29,3	48,0
73	0	10,2	11,7	18,9	25,3	9,8	23,0	11,8	25,3	20,0	34,7	30,7
74	9	16,5	11,4	29,4	1,4	5,4	4,7	3,9	10,4	21,9	16,1	33,3
75	12,9	19,5	31,5	24,9	33,5	60,6	70,7	89,9	46,4	80,1	102,2	114,8

Измеренные значения содержания валового и минерального фосфора на всей исследуемой акватории не превышали установленные нормативными документами ПДК.

Азот. Минеральные формы азота в водных объектах представлены, главным образом нитратами, нитритами, аммиаком и ионами аммония.

Ионы **аммония** появляются в морской воде как первичный продукт обмена веществ, а так же на последней стадии полной минерализации органических остатков. Аммонийный азот потребляется фитопланктоном в процессе фотосинтеза, при этом водоросли затрачивают меньшую энергию по сравнению с ассимиляцией нитратов. Определение концентрации аммонийного азота необходимо для оценки биологической продуктивности моря и интенсивности минерализации органических веществ.

Содержание **аммонийного азота** в воде изменялось в широком диапазоне, от локальных минимумов в десятки мкг/дм^3 до зарегистрированного на ст.54 максимума в 234 мкг/дм^3 , что тем не менее, все же в 2 раза меньше установленного по аммонию ПДК. На остальных станциях в исследуемой акватории содержание аммония находилось в установленных нормативами границах, и в среднем составило 24 мкг/дм^3 по азоту. Горизонтальное распределение градиентов иона аммония показывает выраженную область высоких концентраций в северной части лицензионного участка, с заметным шлейфом к югу и небольшую область повышенных концентраций в прибрежном районе южной части полигона.

Нитриты образуются в море в результате окисления солей аммония и поэтому находятся в местах значительного скопления органического вещества отмерших организмов. Присутствие нитритов в природных водах связано, главным образом, с процессами минерализации органических веществ и нитрификации. Они являются промежуточным продуктом биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов.

Концентрация нитритного азота в среднем по всем станциям составила

6 мкг/дм³. Замечено увеличение концентрации нитритов от поверхности ко дну. На некоторых станциях нитритов вообще не обнаружено, а на некоторых у дна значения ПДК сильно превышены (ст. 50, 50 м – 40 мкг/дм³; ст. 58, 50 м и дно – 34 мкг/дм³ и 72 мкг/дм³ соответственно; ст. 66, дно – 87 мкг/дм³; ст. 70, дно – 196 мкг/дм³; ст. 75, дно – 62 мкг/дм³), от двух до десяти раз, при существующем нормативе ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения – 20 мкг/дм³.

Нитраты являются конечным продуктом минерализации органических азотсодержащих веществ, их содержание в воде, как правило, значительно превышает содержание аммонийного и нитритного азота. Нитраты образуются в процессе нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий. Результаты определения содержания минеральных форм азота в воде акватории ЗКЛУ представлены в таблице 3.5.8

Таблица 3.5.8 — Содержание аммонийного, нитритного и нитратного азота (мкг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	N-NH ₄ , мкг/дм ³				N-NO ₂ , мкг/дм ³				N-NO ₃ , мкг/дм ³			
	0 м	20 м	50 м	Дно	0 м	20 м	50 м	Дно	0 м	20 м	50 м	Дно
1	28,38	11,22		29,7	0,32	0		0,56	1,98	0,6		1,24
4	12,54	25,74	7,92	21,78	0	0,24	1,84	0,72	0,4	28,46	76,66	7,88
6	11,22	14,52	7,92	18,48	0,16	0,48	1,2	0,8	0,64	0	47,4	8,8
12	7,92	0		0	0,96	0,56		0,4	41,04	3,74		1,4
14	13,2	8,58	0	3,3	0,32	0	6,4	0,56	4,08	2,2	24,4	58,64
23	8,58			2,64	0			0,96	9,6			30,54
26	25,74	9,9	27,72	33,66	0,24	0	0,64	3,6	0	0	56,56	0,5
28	16,5	21,12	21,78	20,46	0,32	0	0	0	0	0	0,3	145,7
32	33,66	26,4		39,6	0	0,24		0,48	22,6	1,06		1,92
34	36,96			36,3	0,88			0	0			0,6
37	36,96	36,3	38,94	39,6	0	0	28	0	0,5	1	51,2	5,6
39	22,44	4,62	9,9	0	1,12	1,2	1,52	0,88	0	0	0,28	0,52
46	48,18			42,9	0			0,16	0			0,64
48	23,76	25,08	5,28	4,62	0,08	0,16	3,6	1,84	91,72	144,84	12,6	0,06

50	0	0	0	9,9	0,48	0,8	40,4	9,12	0	0	54,9	74,18
52	0	0	0	0	0,72	0,96	2,8	1,04	5,28	0,14	39,7	116,06
53	0	0	0	26,4	0,32	1,2	1,04	1,2	5,28	0	5,76	4,4
54	233,64	46,2	17,82	6,6	0	0	0,08	0	1	45,8	76,52	79,4
58	8,58	0	0	5,94	0	0	33,84	71,92	14,4	4,6	3,16	36,68
60	0	3,96	0	34,32	0	0	0	0,72	10,6	3,2	118	20,08
63	0	0	0	0,66	0	0	0	0	2,6	2,3	1,7	2,3
66	0	15,18	3,3	42,24	0	0	0	86,96	2,2	1,7	75,3	18,14
68	23,1	26,4	50,16	21,78	0	0	1,2	1,44	1	0,7	21	85,76
70	15,84	19,8	40,92	66,66	0	0,88	1,04	195,92	11,8	0,42	0,06	0
71	26,4	12,54	39,6	71,94	2,96	1,52	2,32	0,48	14,14	1,58	17,88	37,82
73	13,2	12,54	25,08	71,28	0,08	1,68	1,84	2,64	6,62	19,82	25,96	29,96
74	56,76	52,14	86,46	93,72	0	0,08	2,96	5,2	7,4	8,42	13,24	27,7
75	31,68	74,58	66	83,16	0	0	1,36	61,84	4,1	7,3	30,14	0

Повсеместно концентрации нитратного азота в воде значения ПДК, установленного в размере 9,100 мг/дм³, не превышают, максимальное значение составило 146 мкг/дм³, а в среднем 20 мкг/дм³ по всем станциям. На большинстве станций отбора проб замечено увеличение концентрации нитратов от поверхности ко дну.

Общий и органический азот. Азот в морской воде входит в состав как неорганических соединений (нитриты, нитраты, соли аммония), так и органических (гуминовые и фульвовые вещества, белки, аминокислоты, амины, амиды и др.). Эти соединения относятся к числу важнейших биогенных веществ, в значительной степени определяющих биологическую продуктивность морей и океанов.

Концентрации общего азота в воде значения ПДК не превышают (9,520 мг/дм³), максимальное значение составило 2,288 мг/дм³, а в среднем 1,331 мг/дм³ по всем станциям. Четкой зависимости изменения концентрации общего азота от поверхности ко дну не выявлено.

Горизонтальное распределение **валового азота** имеет черты, схожие с распределением фосфора. Явно выражены области с повышенным содержанием азота юге полигона, где концентрации принимают значения более 1,5 мг/дм³, а местами превышают 2,0 мг/дм³, что, однако, в 4,5 раза

меньше ПДК. Минимальные концентрации валового азота были измерены на прибрежных станциях и не превышали $1,0 \text{ мг/дм}^3$, с абсолютным минимумом 482 мкг/дм^3 в центральной части акватории. Органический азот определяется расчетным методом, как значений разницы валового азота и суммы его минеральных форм. Результаты определения содержания органического и валового азота в воде акватории ЗКЛУ представлены в таблице 3.5.9

Таблица 3.5.9 — Содержание органического и валового азота (мкг/дм^3) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	Норг. мкг/дм^3				Нвал., мкг/дм^3			
	0 м	20 м	50 м	Дно	0 м	20 м	50 м	Дно
1	2100	2228		2083	2130	2240		2115
4	2275	1350	620	1643	2288	1404	707	1673
6	1947	1677	1753	1299	1959	1692	1809	1327
12	1152	1913		1302	1202	1917		1304
14	2045	1979	1650	2120	2063	1990	1681	2182
23	2241			1829	2259			1863
26	1799	1609	1582	1291	1825	1619	1667	1329
28	960	1274	1326	1086	976	1295	1348	1252
32	1216	1293		1205	1272	1321		1247
34	557			445	595			482
37	1287	1171	1242	1160	1324	1208	1360	1206
39	1302	1046	1319	1242	1325	1052	1331	1243
46	1139			1105	1187			1149
48	1069	1081	1099	1312	1184	1251	1121	1319
50	1142	870	883	1136	1142	871	978	1229
52	1180	1145	1106	934	1186	1146	1148	1051
53	1023	1093	1102	913	1029	1094	1109	945
54	784	902	913	733	1019	994	1007	819
58	935	979	553	975	958	983	590	1090
60	1054	1037	703	759	1064	1044	821	815
63	989	1387	1905	1129	992	1389	1906	1131
66	1334	1468	1250	1504	1336	1485	1329	1652
68	918	1023	1441	1397	942	1050	1514	1506
70	1547	1148	1249	425	1574	1169	1291	687
71	1611	1210	1466	1575	1655	1226	1526	1685
73	1454	1094	1621	721	1474	1128	1674	825
74	1187	1271	1224	1191	1251	1332	1326	1318
75	1439	1540	1528	1437	1475	1622	1626	1582

Железо биогенное. В речных водах концентрация железа выше, чем в морских. Основным природным источником поступления железа в поверхностные воды являются процессы химического выветывания горных пород, сопровождающиеся их растворением. Железо является одним из самых распространенных элементов земной коры, что обуславливает его постоянное присутствие в природных водах. Биогенное железо – это железо в растворимой форме, удобной для утилизации морским фитопланктоном. В 2015 году усредненная по всем станциям концентрация биогенного железа в воде составила 36 мкг/дм³. Результаты определения содержания биогенного железа в воде акватории ЗКЛУ представлены в таблице 3.5.10

Таблица 3.5.10 — Содержание биогенного железа (мкг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
1	10,74	7,16		23,27
4	0	0	0	5,37
6	0	21,48	32,22	53,7
12	30,43	16,11		35,8
14	12,53	7,16	7,16	60,86
23	12,53			30,43
26	0	37,59	55,49	55,49
28	7,16	8,95	10,74	71,6
32	7,16	8,95		166,47
34	166,47	0		73,39
37	26,85	51,91	8,95	7,16
39	3,58		25,06	21,48
46	7,16			75,18
48	16,11	26,85	73,39	66,23

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
50	26,85	17,9	35,8	93,08
52	28,64	57,28	48,33	44,75
53	76,97	37,59	30,43	39,38
54	7,16	3,58	21,48	25,06
58	48,33	66,23	55,49	71,6
60	82,34	8,95	30,43	80,55
63	16,11	28,64	23,27	100,24
66	32,22	48,33	50,12	116,35
68	25,06	1,79	7,16	0
70	19,69	16,11	12,53	23,27
71	19,69	25,06	14,32	8,95
73	12,53	0	0	7,16
74	134,25	62,65	121,72	85,92
75	59,07	44,75	46,54	93,08

На некоторых станциях значения ПДК превышены (ст. 32, дно — 166 мкг/дм³; ст. 34, 0 м — 166 мкг/дм³; ст. 63, дно — 100 мкг/дм³; ст. 66, дно — 116 мкг/дм³; ст. 74, 0 и 50 м — 134 мкг/дм³ и 122 мкг/дм³, соответственно), при установленном нормативными документами ПДК железа для водных

объектов рыбохозяйственного значения – 100 мкг/дм³. Четкой зависимости изменения концентрации железа от поверхности ко дну не выявлено.

Кремний. Растворенные в морской воде соли кремниевой кислоты, в основном моно- и дисиликаты, используются многими водорослями, в частности, диатомовыми, для построения клетки. У некоторых планктонных водорослей до трех четвертей общего количества минеральных веществ приходится на кремний. Существенное количество кремния поступает в воду в результате отмирания водных растений (главным образом, диатомовых водорослей), а также с атмосферными осадками. Содержание кремния в воде объектов рыбохозяйственного значения не нормируется.

Максимальная концентрация кремния составила 3,7 мг/дм³, а в среднем 0,9 мг/дм³ по всем станциям. Замечено стабильное увеличение концентрации кремния от поверхности ко дну. Результаты определения содержания кремния в воде акватории ЗКЛУ представлены в таблице 3.5.10.

Таблица 3.5.10 — Содержание кремния (мг/дм³) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 году.

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
1	0,8136	0,5688		0,5832
4	0,324	0,576	0,6264	1,1988
6	0,6696	0,432	0,7524	1,6992
12	0,4644	0,3888		0,396
14	0,432	0,4392	0,5688	1,3536
23	0,4284			0,63
26	0,2376	0,2772	0,6912	1,6056
28	0,5796	0,5616	0,666	1,8144
32	0,4032	0,2376		0,612
34	0,2736	0,1548		0,4032
37	0,1368	0,4068	0,6156	1,7244
39	0,4032		0,918	1,8036
46	0,5328			0,5688
48	2,34	0,216	0,6228	0,4968

№ ст.	Горизонт			
	0 м	20 м	50 м	Дно
50	0,1764	0,27	0,6804	1,566
52	0,2772	0,2916	0,8388	1,278
53	0,2628	0,2808	0,8604	1,5156
54	0,198	0,648	0,8964	0,9576
58	0,4248	0,4752	0,7128	3,0456
60	0,2124	0,2772	0,7704	1,44
63	0,2448	0,2304	0,2808	3,3156
66	0,414	0,4248	0,6804	2,5308
68	0,8463	1,3104	0,8372	2,0384
70	0,728	0,637	0,7007	3,7492
71	0,7007	0,7826	1,1921	2,3387
73	1,729	2,0111	1,5379	1,3286
74	0,7826	1,0556	1,5288	2,7664
75	0,8645	0,7098	1,2376	2,4843

В пробах взятых с приповерхностных горизонтов содержание растворенного кремния было высоким на прибрежных станциях, и уменьшалось в мористом направлении. Однако у дна картина распределения меняется – наблюдалось низкое содержание кремния на мелководных прибрежных станциях и увеличение его в придонном слое в глубоководных мористых областях.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) (Рис. 3.5.2). Все синтетические ПАВ делят на 4 класса: анионоактивные, неионогенные, катионоактивные и амфолитные.

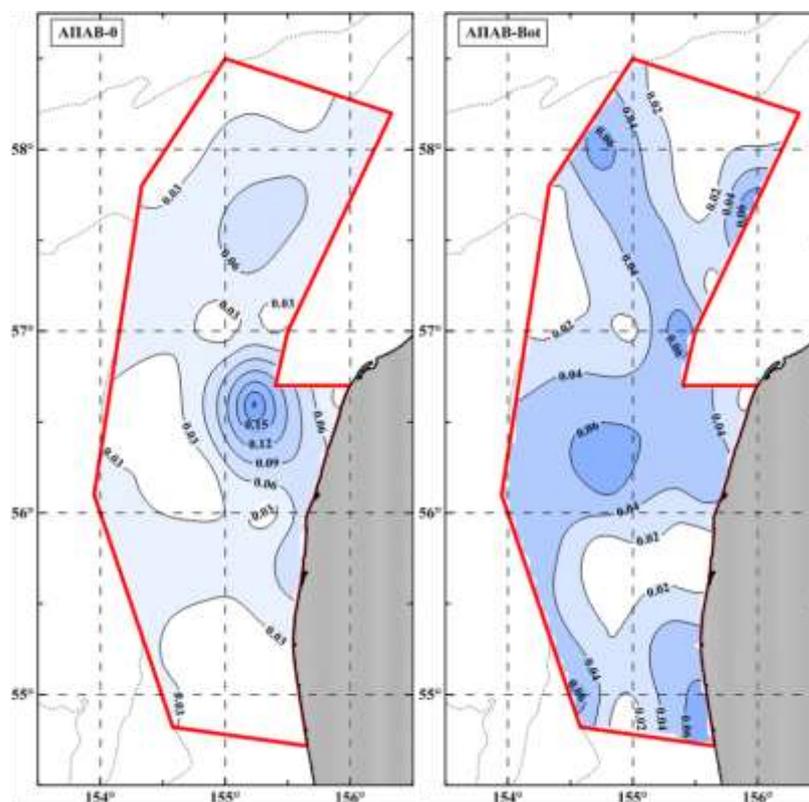


Рисунок 3.5.2 – Содержание АПАВ (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Анионоактивные вещества (АПав) - наиболее распространенные ПАВ, составляют более 50% производимых в мире синтетических моющих средств. ПДК массовой концентрации АПАВ в НД (нормативной

документации) нет, а на отдельные вещества ПДК колеблется от 0,03 (алкилбензолсульфонат натрия) до 1 мг/дм³ (алкилсульфонат натрия) (Приказ ФАР от 18 января 2010 г. N 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения).

Неионогенные вещества (НПАВ) - по объему производства составляют примерно 10% от всех остальных ПАВ. В меньшей мере, чем анионоактивные ПАВ, используются в моющих средствах, больше - для промышленных целей.

В связи с тем, что в сумме всех попадающих в воду водоемов синтетических поверхностно-активных средств, катионоактивные и амфолитные представляют относительно малую долю, обычно при анализе содержания СПАВ ограничиваются определением АПАВ и НПАВ.

На всей акватории исследуемого участка на горизонтах 0 м и дно содержание НПАВ было ниже метрологически аттестованного предела обнаружения (<0,5 мг/дм³). Содержание АПАВ было неоднородным, от практически полного отсутствия до 0,220 мг/дм³ для поверхностного слоя и 0,086 мг/дм³ для придонного. В пространственном распределении полей концентраций на горизонте 0 м можно выделить область с высокими значениями содержания АПАВ в центральной части акватории лицензионного участка в окрестностях ст. 48, где количество АПАВ достигало максимального значения. Распределение АПАВ в придонном слое было более изменчивым – наблюдались шесть диффузных областей высоких концентраций в окрестностях станций 1, 6, 37, 52, 54 и 71, расположенных в пределах полигона мозаично, без какой-либо заметной закономерности. Среднее содержание АПАВ в акватории Западно-Камчатского лицензионного участка для поверхностного и придонного слоев было практически одинаково и составило 0,040 и 0,036 мг/дм³ соответственно, в то

время как максимальные значения концентраций по слоям отличались более чем в два раза.

Содержание токсичных элементов в водах акватории ЗКЛУ.

В 2015 году пробы воды для определения токсичных элементов и других загрязняющих веществ были отобраны с поверхностного и придонного слоев.

В пробах воды, отобранных для определения токсичных металлов идентифицировали следующие элементы: железо (Fe), кадмий (Cd), медь (Cu), никель (Ni), ртуть (Hg), свинец (Pb), хром (Cr), цинк (Zn), алюминий (Al), барий (Ba). Результаты представлены в Протоколах КХА **Приложение №4.**

Железо (рис. 3.5.3). Содержание железа на исследуемой акватории находилось в широких пределах, от 0,009 до 0,120 мг/дм³ и было практически одинаковым для горизонта 0 м и придонного слоя.

Среднее содержание железа, усредненное по двум горизонтам составило 0,077 мг/дм³. При установленном нормативе ПДК на железо для рыбохозяйственных водоемов в 0,05 мг/дм³ превышение этого норматива наблюдалось в 89% проб, в 27% – почти в два раза. Распределение железа для слоев 0 м и дно практически одинаково, показывая области высоких концентраций в северной части полигона и на глубоководных станциях на западе акватории. Минимальные величины содержания железа в воде для обоих горизонтов наблюдали в прибрежном районе южной оконечности лицензионного участка. Также локально низкие концентрации железа зарегистрированы в окрестностях станции 37 для поверхностного слоя и станции 70 для придонного.

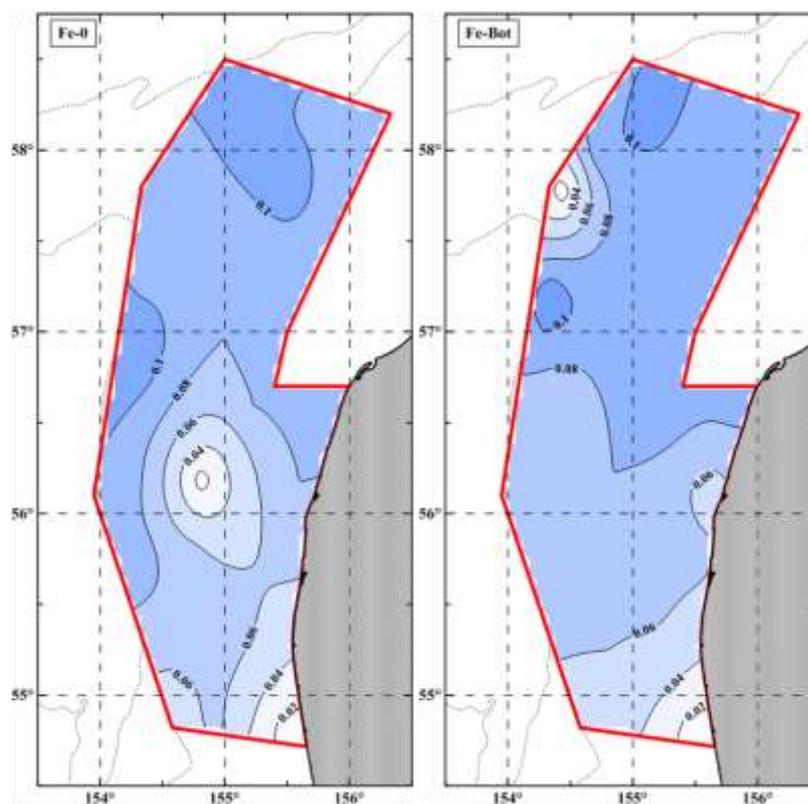


Рисунок 3.5.3 – Содержание железа (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Кадмий (рис. 3.5.4). В 2015 году в воде поверхностного слоя содержание кадмия было низким и колебалось от аналитического нуля до $0,00057 \text{ мг/дм}^3$, принимая среднее значение $0,00009 \text{ мг/дм}^3$, с выраженной областью относительно высоких концентраций в мелководном прибрежном районе, в окрестностях станции 23. В остальной части акватории содержание кадмия в воде было низким, в 71% проб кадмий аналитическими методами не обнаружен.

В придонном слое концентрация кадмия была почти в два раза выше, чем в поверхностном, составляя в среднем по акватории $0,00025 \text{ мг/дм}^3$. Наиболее высокие значения содержания кадмия наблюдались в глубоководной части южной оконечности полигона, достигая там величины $0,00095 \text{ мг/дм}^3$. Также относительно высокие концентрации этого металла были найдены в прибрежных районах лицензионного участка и на севере

акватории, где они образовали вытянутую диффузную зону с содержанием кадмия от 0,00045 до 0,00065 мг/дм³. При этом почти в половине отобранных проб воды кадмий не обнаружили.

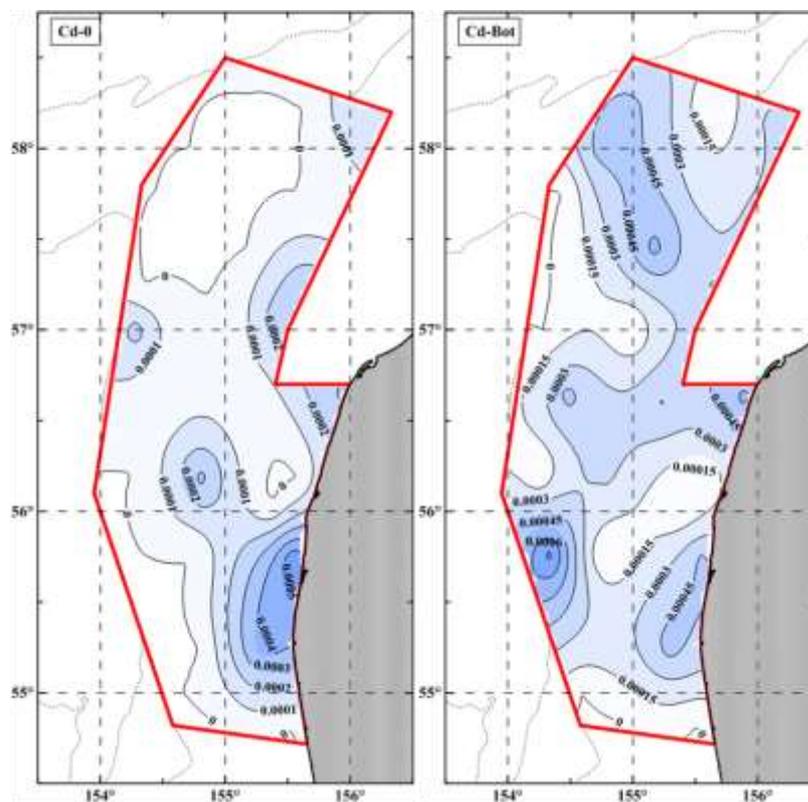


Рисунок 3.5.4 – Содержание кадмия (мг/дм³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Барий (рис. 3.5.5). Содержание бария в поверхностном слое в водах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2014 году находилось в диапазоне 0,003-0,016 мг/дм³, пространственное распределение носило достаточно однородный характер, с незначительной тенденцией к понижению концентрации с юга на север и выраженным минимумом на границе северной и центральной части полигона, где содержание бария составило 0,003 мг/дм³. Максимальная концентрация бария наблюдалась на мелководье у берега в районе станции 34.

В распределении бария в придонном слое прослеживаются аналогичные тенденции к понижению концентрации в направлении с юга на

север. Минимальное зафиксированное содержание бария составило 0,002 мг/дм³, максимальное – 0,018 мг/дм³ на юге акватории, практически не отличаясь по абсолютным величинам от показателей для поверхностного слоя. Среднее содержание бария на обоих горизонтах оказалось одинаковым и составило 0,011 мг/дм³.

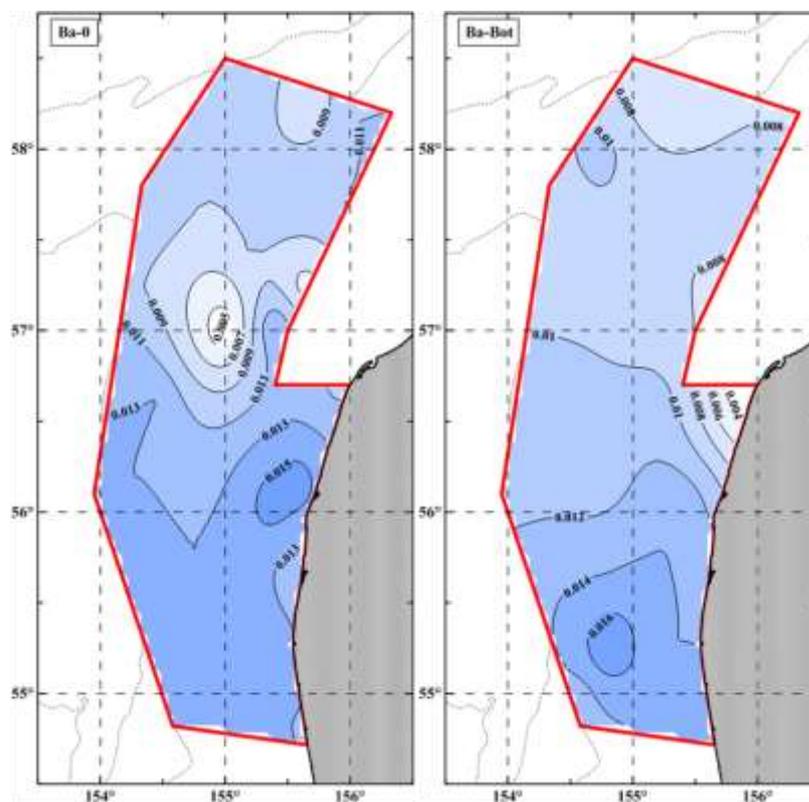


Рисунок 3.5.5 – Содержание бария (мг/дм³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Никель. Измеренные в 2015 году концентрации никеля в воде акватории Западно-Камчатского лицензионного участка были очень малы, ниже аппаратного предела обнаружения практически на всех станциях отбора проб.

Медь (рис. 3.5.6). Содержание меди в поверхностном слое воды находилось в диапазоне концентраций от 0,008 до 0,065 мг/дм³. Среднее содержание по всем станциям отбора проб – 0,045 мг/дм³. Во всех пробах отмечено превышение ПДК (0,005 мг/дм³), в 53% проб это превышение

достигало 10 раз.

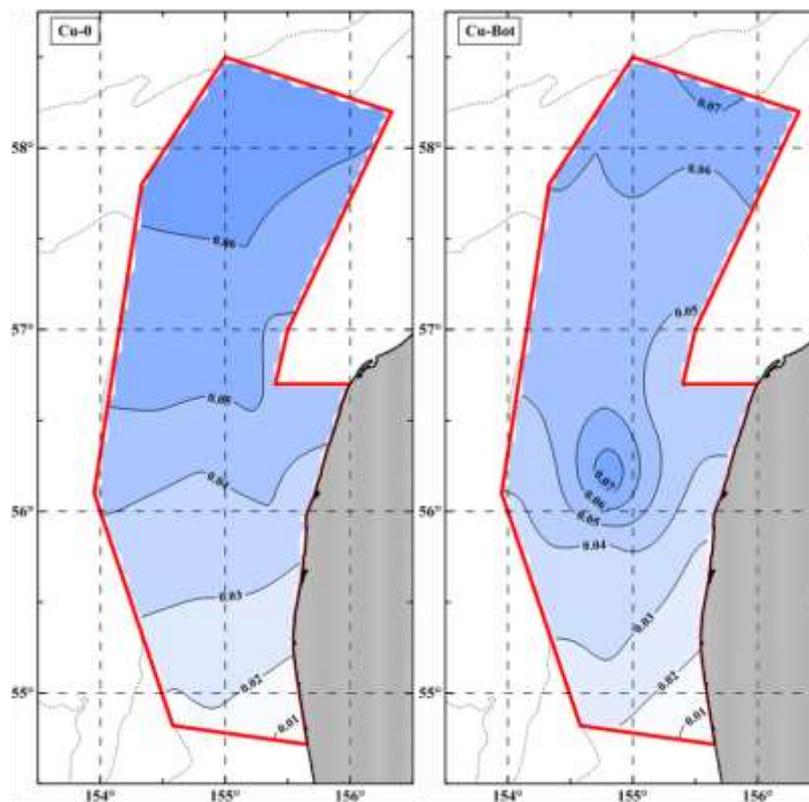


Рисунок 3.5.6 – Содержание меди (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

В пространственном распределении выявлен ярко выраженный градиент увеличения концентрации меди в направлении с юга на север.

Распределение меди в придонном слое имеет тот же характер, что и в поверхностном, за исключением локальной аномалии в центральной части акватории, имеющей центром станцию отбора проб №37, на которой зафиксирована максимальная по полигону концентрация меди $0,080 \text{ мг/дм}^3$. Минимальное значение величины концентрации меди в придонном слое составило $0,007 \text{ мг/дм}^3$, и зафиксировано в прибрежном районе в южной части лицензионного участка. Превышение ПДК также зарегистрировано во всех пробах, более чем в половине проб – до 10 раз. Средние величины содержания меди в поверхностном и придонном слое мало отличались и составили $0,045$ и $0,047 \text{ мг/дм}^3$, соответственно.

При сегодняшнем высоком употреблении меди в промышленности и сельское хозяйство, этот металл может послужить причиной загрязнения окружающей среды. Химические, металлургические заводы, шахты могут быть источниками сточных вод с большим содержанием меди. Процессы эрозии трубопроводов тоже имеют свой вклад в загрязнении медью. Самыми важными минералами с большим содержанием меди считаются малахит, борнит, халькопирит, халькозин, азурит, бронтантин. Но ЗКЛУ находится у западного побережья Камчатки, с очень низкой плотностью населения и незначительной хозяйственной деятельностью. Основное негативное воздействие на акваторию этого района может оказывать добывающий флот, но это в основном были бы нефтепродукты. Поэтому мы можем предположить наиболее вероятную причину – это вымывание тяжелых металлов из грунтов.

Ртуть (рис. 3.5.7). Средняя измеренная концентрация ртути в поверхностном слое акватории ЗКЛУ составила $0,00014 \text{ мг/дм}^3$. Наблюдали незначительный разброс концентраций, от практически аналитического нуля до $0,0005 \text{ мг/дм}^3$. Четыре пробы воды, взятые в северной части лицензионного участка со станций 71, 73, 74 и 75 показали максимальное по полигону содержание ртути на уровне ПДК ($0,0005 \text{ мг/дм}^3$). Концентрации выше $0,0003 \text{ мг/дм}^3$ отмечались в центральной части акватории, группируясь вокруг станции отбора проб №37.

В придонном слое воды содержание ртути было почти 2 раза меньше, чем в поверхностном и максимальная концентрация в нем не превышала $0,0003 \text{ мг/дм}^3$, при среднем значении – $0,00008 \text{ мг/дм}^3$. На шести станциях следов ртути в воде придонного слоя не найдено. Превышения ПДК по ртути ни в одной пробе не обнаружено.

Повышенные концентрации в воде соединений ртути и железа большей частью связаны не с антропогенным влиянием, а с природными факторами формирования и характерны в целом для поверхностных вод Дальневосточного региона.

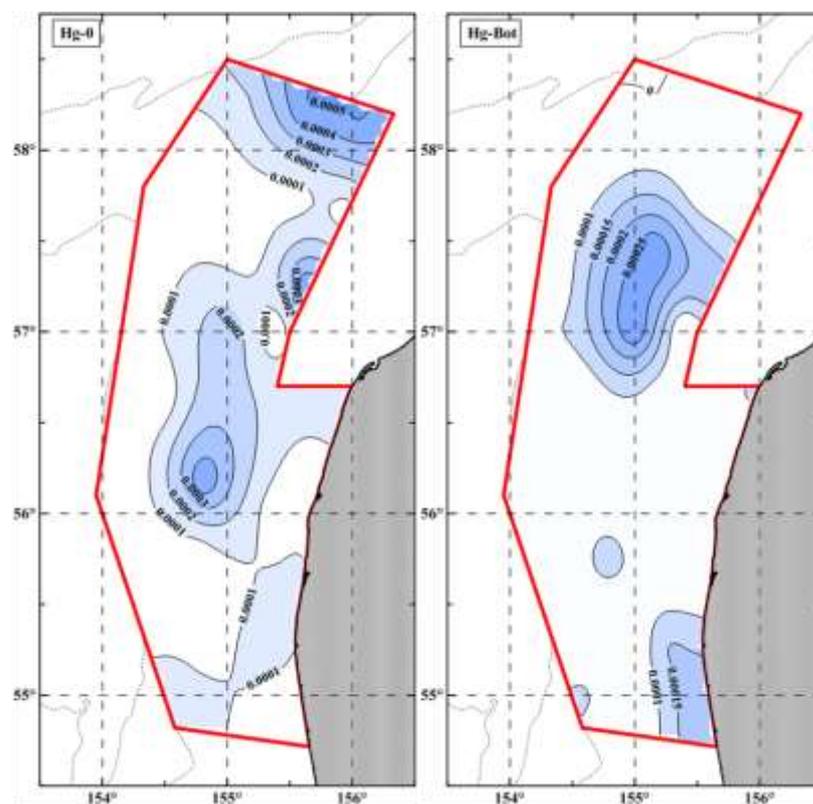


Рисунок 3.5.7 – Содержание ртути (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Свинец (рис. 3.5.8). Содержание свинца в воде поверхностного слоя во всех пробах было низким, от аналитического нуля до $0,00112 \text{ мг/дм}^3$. Усредненная по всем станциям концентрация свинца составила $0,00044 \text{ мг/дм}^3$. В 36% проб свинец не обнаружен.

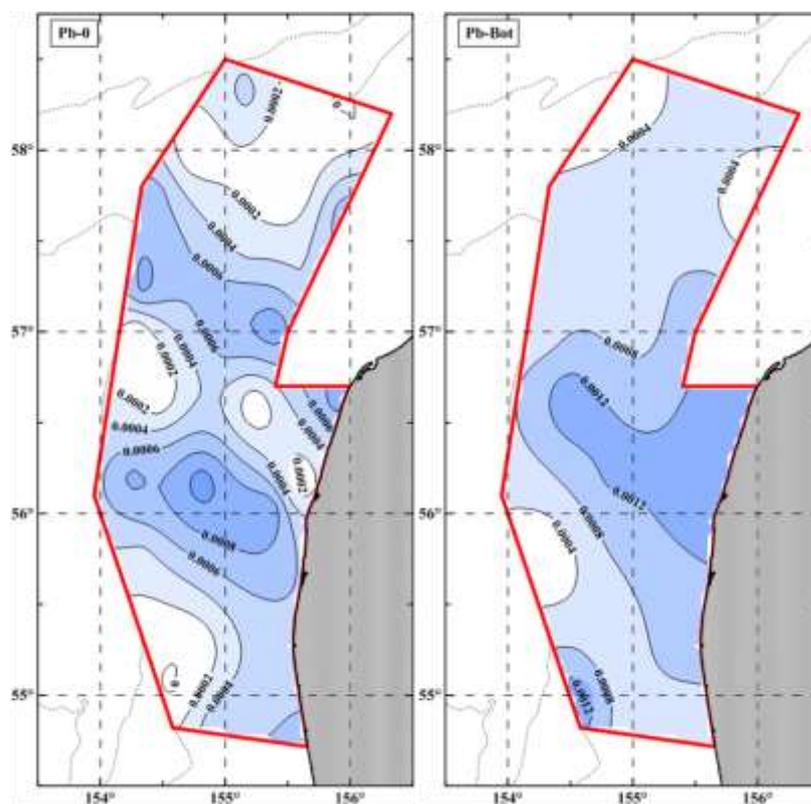


Рисунок 3.5.8 – Содержание свинца (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Во всех пробах концентрация свинца не превышала установленного норматива ПДК ($0,01 \text{ мг/дм}^3$). Пространственное распределение свинца достаточно мозаично, условно в нем можно выделить два широких пояса относительно высоких концентраций, лежащих в границах, отделяющих северную, центральную и южную части полигона. Вне этих областей высоких концентраций свинца, его содержание имеет минимальные значения величин.

В придонном слое горизонтальное распределение свинца имеет более однородный характер, показывая область высоких концентраций в прибрежном районе центральной части акватории с сильным шлейфом в мористом направлении и локальную зону повышенного содержания этого металла в глубоководной части южной оконечности полигона. Среднее содержание растворенного свинца в придонном слое было почти в 2 раза

выше, чем в поверхностном и составило $0,00079 \text{ мг/дм}^3$, пиковое значение – $0,00160 \text{ мг/дм}^3$. Ни на одной станции превышения ПДК по свинцу в придонном слое не установлено.

Хром (рис. 3.5.9). Содержание общего хрома, в виде суммы трех- и шестивалентного хрома в поверхностном и придонном слое воды было одинаково и варьировало в пределах $0,0002 - 0,0007 \text{ мг/дм}^3$, в среднем по акватории – $0,0004 \text{ мг/дм}^3$. Значения концентраций общего хрома во всех пробах не превышали норматив ПДК по хрому с установленным пределом $0,050 \text{ мг/дм}^3$.

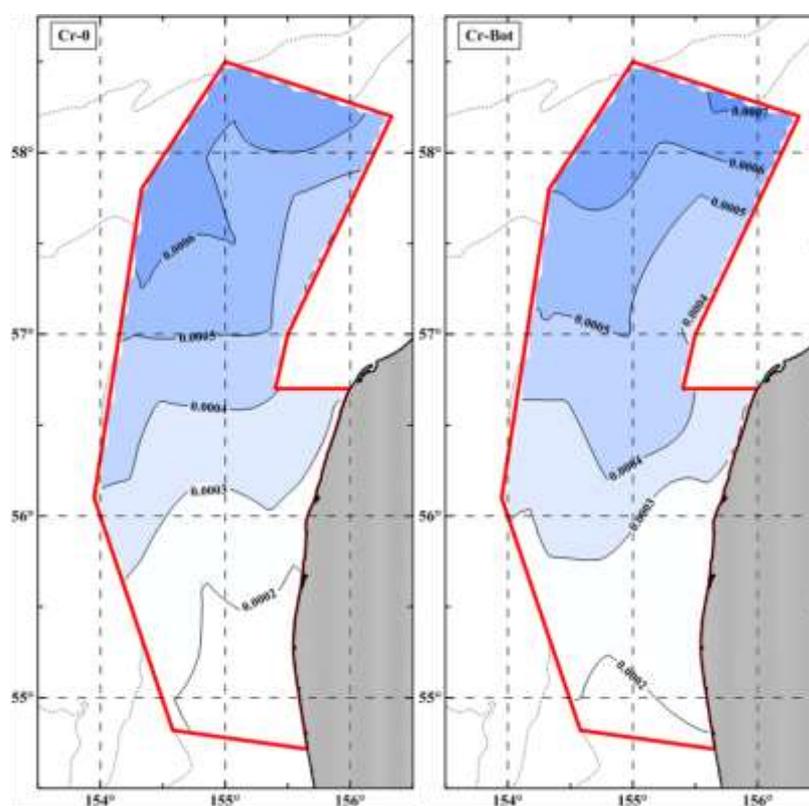


Рисунок 3.5.9 – Содержание хрома (мг/дм^3) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Пространственные распределения хрома для двух исследуемых горизонтов оказались практически идентичными и показывали равномерное увеличение концентрации в направлении с юга на север, без какой-либо привязки к глубинам или особенностям прибрежных или мористых областей.

Цинк (рис. 3.5.10). Концентрации цинка в воде поверхностного и придонного слоев акватории лицензионного участка были сопоставимы, изменялись в диапазоне 0,0056-0,0138 и 0,0065-0,0153 мг/дм³ соответственно, и составляли в среднем 0,0109 и 0,0112 мг/дм³. Ни в одной пробе ПДК по цинку для рыбохозяйственных вод (ПДК 0,05 мг/дм³) не превышен. Горизонтальные распределения по слоям также мало различались, демонстрируя плавный градиент увеличения содержания цинка с юга на север с незначительными флуктуациями плотности полей концентраций в центральной и северной части исследуемой акватории.

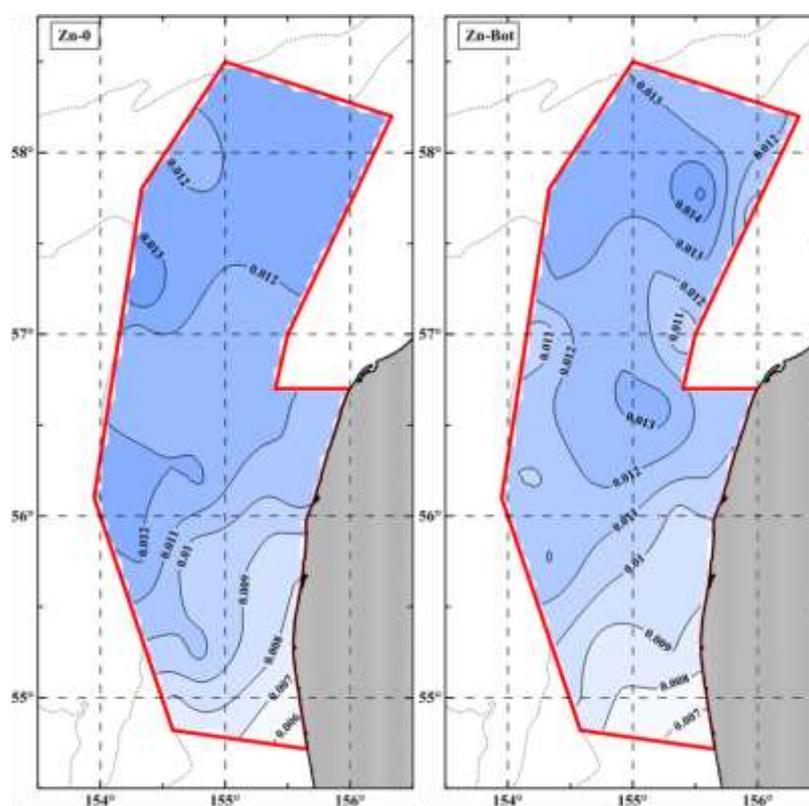


Рисунок 3.5.10 – Содержание цинка (мг/дм³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Алюминий (рис. 3.5.11). Содержание алюминия в пробах воды, взятых с акватории Западно-Камчатского лицензионного участка для поверхностного и придонного слоев изменялось в узком диапазоне от 0,20 до 0,32 мг/дм³, за исключением одной пробы, координатно привязанной к ст. 1 в

прибрежном районе южной части полигона, в которой измерено минимальное значение концентрации алюминия – 0,07 мг/дм³. Среднее по акватории содержание алюминия составило 0,26 мг/дм³, что превышает установленный нормативными документами ПДК более чем в 6 раз.

Горизонтальные распределения алюминия для поверхностного и придонного слоев аналогичны и показывают равномерное повышение концентрации в направлении с юга на север.

Превышение содержания соединений алюминия в морской воде также скорее всего обусловлено природными факторами формирования поверхностных вод Дальневосточного региона и связано с частичным растворением глин и выщелачиванием алюмосиликатов.

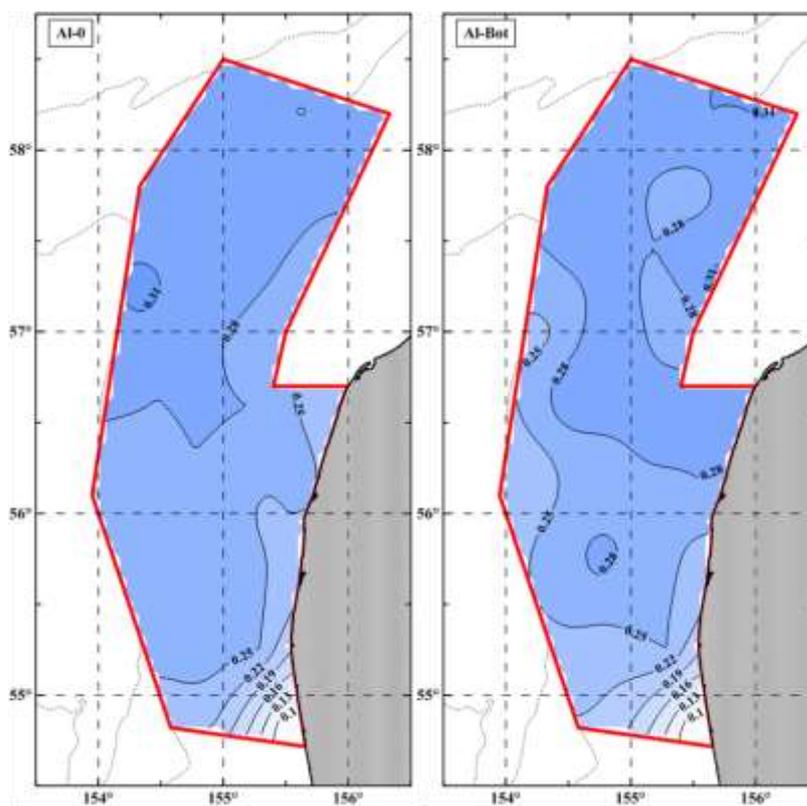


Рисунок 3.5.11 – Содержание алюминия (мг/дм³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году.

Фенолы, бенз[а]пирен и хлорорганические пестициды.

На всей акватории ЗКЛУ присутствие в воде таких хлорорганических пестицидов как гексахлорциклогексан (ГХЦГ), полихлорированные бифенилы (ПХБ) и ДДТ не обнаружено. Также не удалось обнаружить сколько-нибудь аналитически значимых концентраций фенолов и бенз[а]пирена.

Нефтепродукты (рис. 3.5.12). В 2015 году на подавляющей части акватории лицензионного участка в воде поверхностного и придонного слоев содержание нефтепродуктов было ниже предела обнаружения метрологически аттестованных методов. Положительные значения величин концентрации углеводородов показали только две пробы поверхностной воды (ст. 26 – 0,0060 мг/дм³ и ст. 53 – 0,0110 мг/дм³) и две пробы воды с придонного горизонта (ст. 73 – 0,0085 мг/дм³ и ст. 74 – 0,0096 мг/дм³). Во всех пробах превышения ПДК по нефтепродуктам (0,05 мг/дм³) не обнаружено.

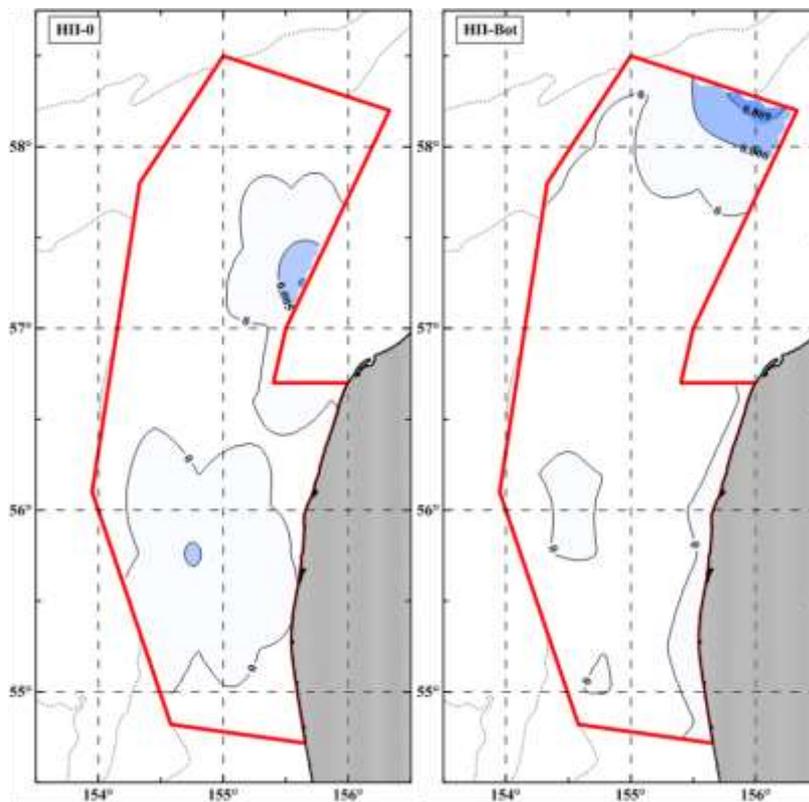


Рисунок 3.5.12 – Содержание нефтепродуктов (мг/дм³) в акватории ЗКЛУ в поверхностном и придонном слоях в 2015 году

3.6. Результаты химико-аналитических исследований проб донных отложений

Гранулометрический состав. По данным определения гранулометрического состава грунта в 2015 году, на юге полигона преобладали песчаные грунты, составленные песком различного фракционного состава, от илистого до крупного (рис. 3.7.1).

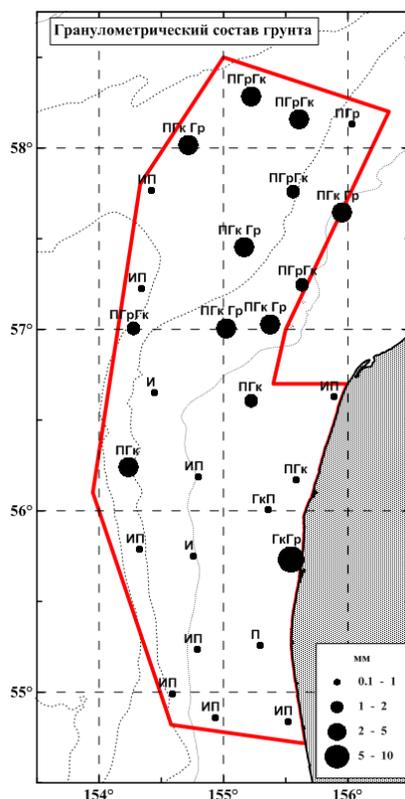


Рисунок 3.7.1 — Средневзвешенный размер частиц грунта и его классификация по ГОСТ 25100-2011, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке

Крупнообломочные донные отложения в виде крупного гравия обнаружены в прибрежной полосе на глубинах до 30 метров. На севере полигона отмечены наиболее крупные фракции, здесь грунт представлен крупным гравием с включением гальки и эпизодически валунов. Это показывает, что в данной области дно сформировано выходом на поверхность подстилающего скального основания. В районе свала впадины

ТИНРО в пробах преобладал крупный песок, что связано с резким перепадом глубин, вследствие чего на свале задерживаются преимущественно частицы небольших по размеру фракций. Гранулометрический состав по доле слагающих грунт элементов в пробе варьировал: песчаные частицы (размером <0,1–2 мм) — от 18,8 до 100,0%, составляя в среднем 83,9%; гравий (2–10 мм) — от 0 до 68,6%, в среднем 9,3%; галька (размер более 10 мм) — от 0,0 до 24,6%, составляя в среднем 6,8%.

pH (рис. 3.7.2) донных отложений в исследованном районе изменялся в пределах 7,29 – 8,68. Минимальные значения наблюдали в южной и в прибрежном районе центральной части полигона, максимальные – в северной части акватории, с тенденцией к увеличению *pH* с глубиной, и в южной части под берегом, на мелководных станциях.

Крупнообломочные донные отложения в виде крупного гравия обнаружены в прибрежной полосе на глубинах до 30 метров. На севере полигона отмечены наиболее крупные фракции, здесь грунт представлен крупным гравием с включением гальки и эпизодически валунов. Это показывает, что в данной области дно сформировано выходом на поверхность подстилающего скального основания. В районе свала впадины ТИНРО в пробах преобладал крупный песок, что связано с резким перепадом глубин, вследствие чего на свале задерживаются преимущественно частицы небольших по размеру фракций. Гранулометрический состав по доле слагающих грунт элементов в пробе варьировал: песчаные частицы (размером <0,1–2 мм) — от 18,8 до 100,0%, составляя в среднем 83,9%; гравий (2–10 мм) — от 0 до 68,6%, в среднем 9,3%; галька (размер более 10 мм) — от 0,0 до 24,6%, составляя в среднем 6,8%.

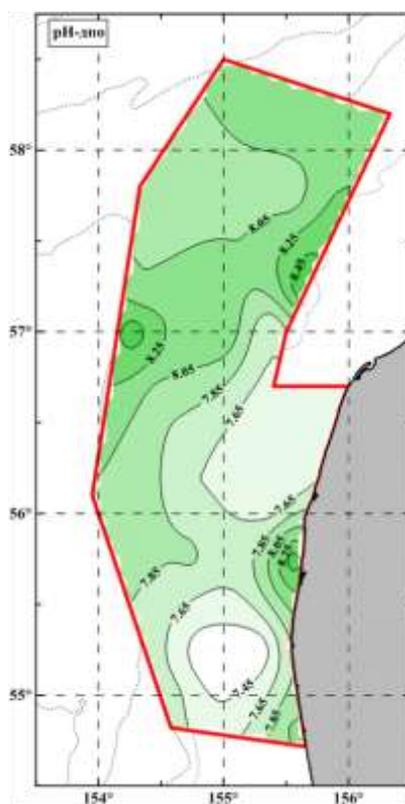


Рисунок 3.7.2 — Распределение рН в донных отложениях, по данным мониторинга на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Крупнообломочные донные отложения в виде крупного гравия обнаружены в прибрежной полосе на глубинах до 30 метров. На севере полигона отмечены наиболее крупные фракции, здесь грунт представлен крупным гравием с включением гальки и эпизодически валунов. Это показывает, что в данной области дно сформировано выходом на поверхность подстилающего скального основания. В районе свала впадины ТИНРО в пробах преобладал крупный песок, что связано с резким перепадом глубин, вследствие чего на свале задерживаются преимущественно частицы небольших по размеру фракций. Гранулометрический состав по доле слагающих грунт элементов в пробе варьировал: песчаные частицы (размером <math><0,1-2\text{ мм}</math>) — от 18,8 до 100,0%, составляя в среднем 83,9%; гравий (2–10 мм) — от 0 до 68,6%, в среднем 9,3%; галька (размер более 10 мм) — от 0,0 до 24,6%, составляя в среднем 6,8%.

Загрязняющие вещества.

Ртуть, кадмий (рис. 3.7.3).

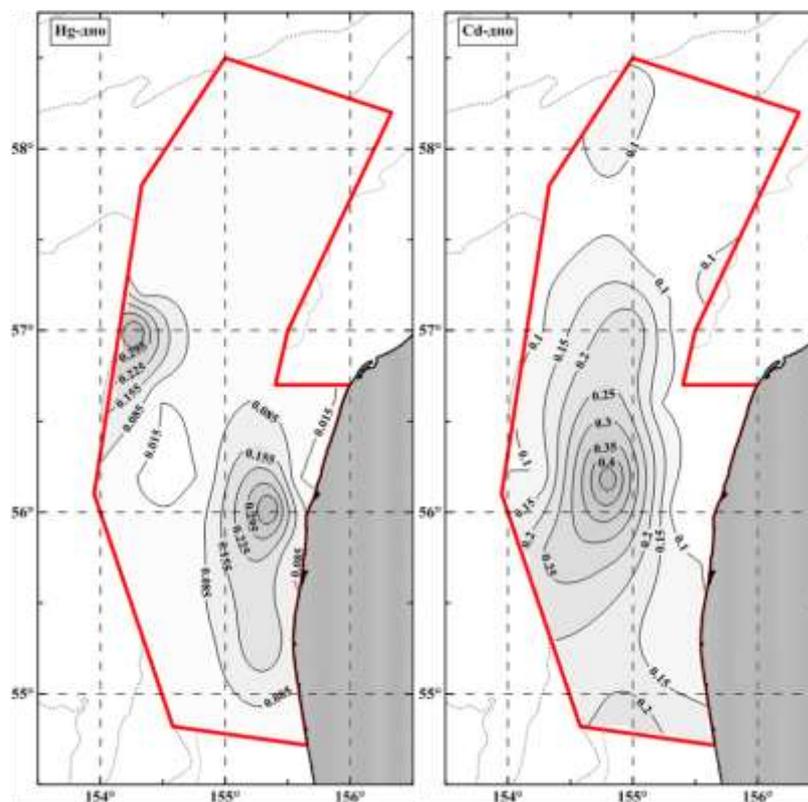


Рисунок 3.7.3 — Содержание ртути и кадмия (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

Построенные для **ртути** карты пространственного распределения выявили две зоны повышенного содержания этого металла в донных отложениях – в глубоководном районе на границе центральной и северной части акватории лицензионного участка и прибрежном районе на границе центральной и южной части полигона.

Содержание ртути в грунтах исследованного района показало максимальное значение 0,455 мкг/г сухого вещества в западной части акватории в окрестностях ст.58 и у берега в окрестностях ст.32, минимальное – в районе малых глубин под берегом на ст. 34 и 46 – 0,016 мкг/г сухого вещества. В среднем по полигону содержание ртути в донных отложениях составило 0,068 мкг/г.

В исследованном районе в морских отложениях содержание **кадмия** варьировало от 0,050 до 0,500 мкг/г сухого вещества, с четко выраженной областью высоких концентраций в центральной части акватории. Максимальное значение концентрации кадмия обнаружено в пробе взятой со станции 37, где ее зафиксированная величина составила 0,5 мкг/г. В среднем по полигону содержание кадмия в грунтах – 0,140 мкг/г.

Свинец, мышьяк (рис. 3.7.4).

Содержание **свинца** в грунтах исследованного района варьировало от 0,5 до 6,8 мкг/г сухого вещества.

В горизонтальном распределении хорошо заметен градиент концентраций свинца с юга полигона на север, формирующий область повышенного содержания в окрестностях станций 73, 74 и 75. Еще одна область относительно высоких концентраций свинца выявлена в центральной части акватории, в окрестностях ст. 37, где максимальное содержание свинца достигало величины 3,5 мкг/г. Среднее по акватории содержание свинца в пробах донных отложений составило 2,1 мкг/кг.

Содержание **мышьяка** в грунтах обследованного района изменялось от 2,15 до 12,50 мкг/г сухого вещества. На акватории всего полигона содержание понижалось в направлении от берега к мористым областям, достигая минимума в пробах грунта глубоководных станций, расположенных на свале глубин. Поля высоких концентраций мышьяка обнаружены в прибрежной полосе на юге полигона, с максимальным значением величины 12,5 мкг/г в окрестностях станции 12, и на северо-востоке исследуемой акватории, где содержание мышьяка достигало 9,5 мкг/г. Среднее по акватории содержание мышьяка составило 6,64 мкг/г.

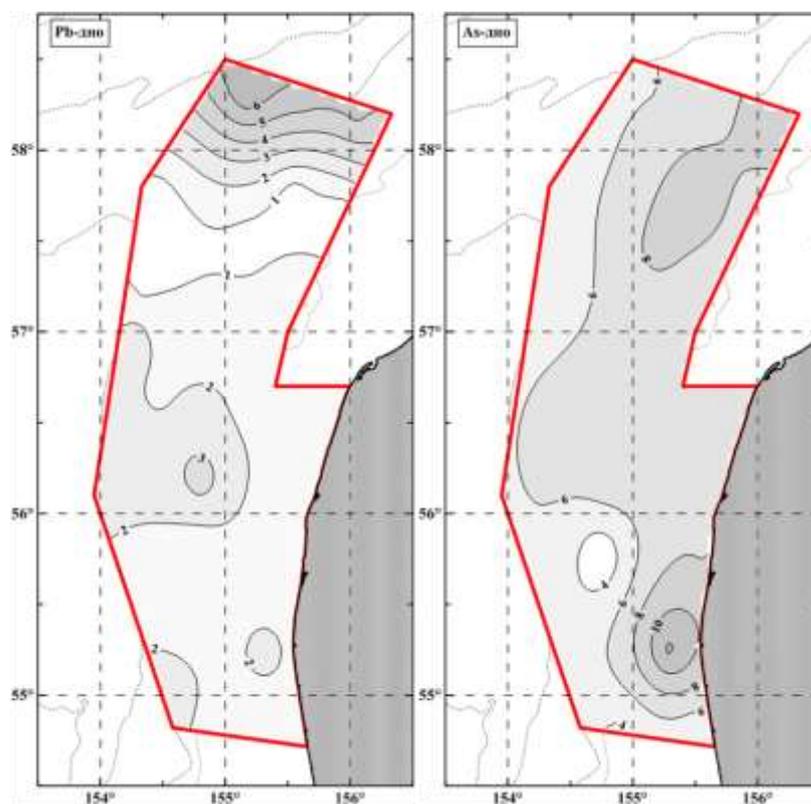


Рисунок 3.7.4 — Содержание свинца и мышьяка (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

Цинк, никель (рис. 3.7.5).

Количество **цинка** в донных отложениях обследованного района в период исследований показало максимальное значение, равное 20,8 мкг/г сухого вещества на северо-западе исследуемого полигона в районе ст. 71, минимальное – 5,5 мкг/г сухого вещества в южной части акватории в окрестностях станции 26. Во всем районе количество цинка увеличивается с ростом глубины в северо-западном направлении. Также относительно высокие концентрации цинка зафиксированы в прибрежном районе, на участках малых глубин. Среднее по полигону содержание цинка в грунтах составило 15,2 мкг/г.

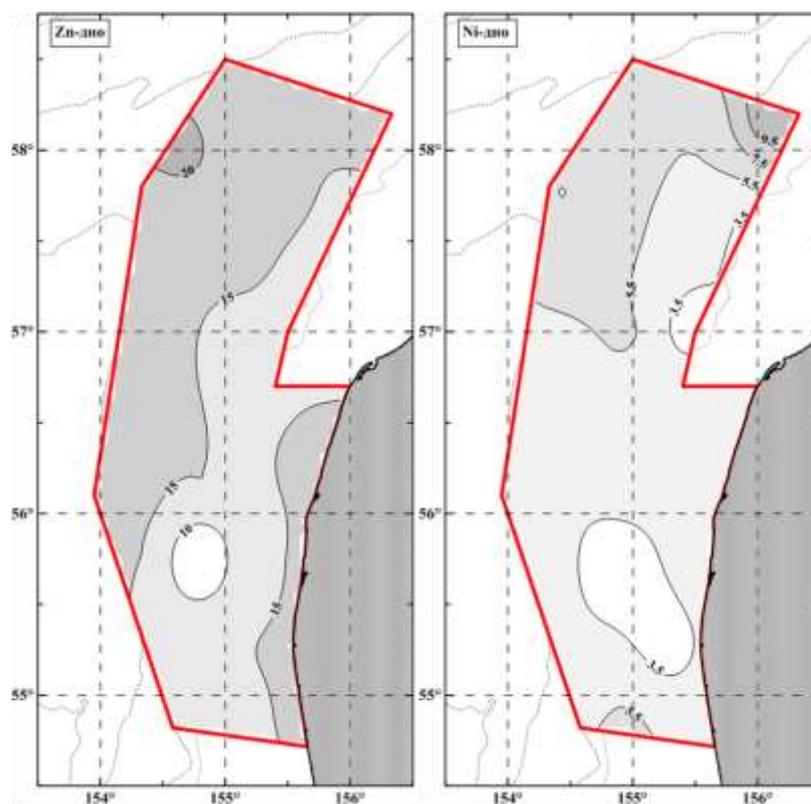


Рисунок 3.7.5 — Содержание цинка и никеля (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

Содержание **никеля** в грунтах района исследований показало максимальное значение 11,2 мкг/г сухого вещества в пробах взятых в северо-восточной части полигона со станции 73). В целом, на площади лицензионного участка наблюдали увеличение содержания никеля в грунтах от минимума 1,9 мкг/г в южной части акватории до максимальных показателей в северной части. Среднее содержание никеля составило 5,0 мкг/г.

Хром, медь (рис. 3.7.6). В распределении **хрома** в донных отложениях Западно-Камчатского Лицензионного участка отмечены три области высоких концентраций – соответственно на севере, с центром на станции отбора проб 73 – 10,2 мкг/г, на юге, в окрестности ст. 4 – 12,5 мкг/г, и в центральной части акватории около ст. 50 – 10,0 мкг/г.

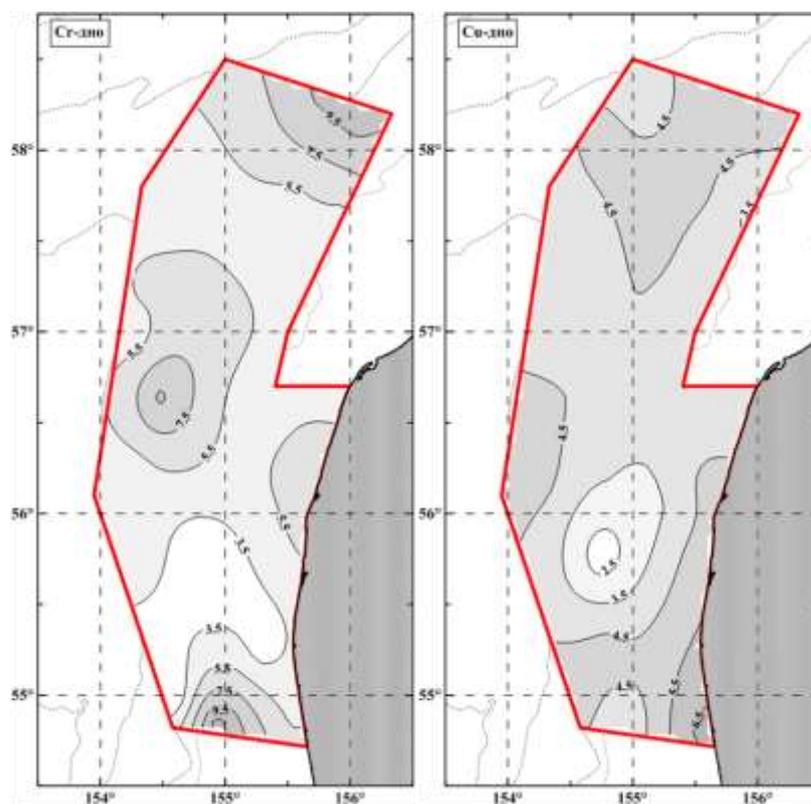


Рисунок 3.7.6 — Содержание хрома и меди (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

Минимальное содержание хрома в грунтах исследованного района составило 1,5 мкг/г сухого грунта. Среднее по полигону содержание хрома в грунтах донных отложений в 2014 году составило 5,6 мкг/г.

Содержание **меди** в грунтах исследованного района показало максимальное значение 6,7 мкг/г сухого вещества, минимальное – 1,8 мкг/г в окрестности ст. 26. Относительно высокие концентрации меди наблюдали в северной части полигона, в глубоководных областях центральной части и в прибрежном районе южной части акватории. Среднее по полигону значение содержание меди составило 4,3 мкг/г.

Алюминий, барий, железо (рис. 3.7.7).

Содержание **алюминия** в донных отложениях исследованного района варьировало от 1770 до 9150 мкг/г сухого вещества и в среднем составило 5167 мкг/кг.

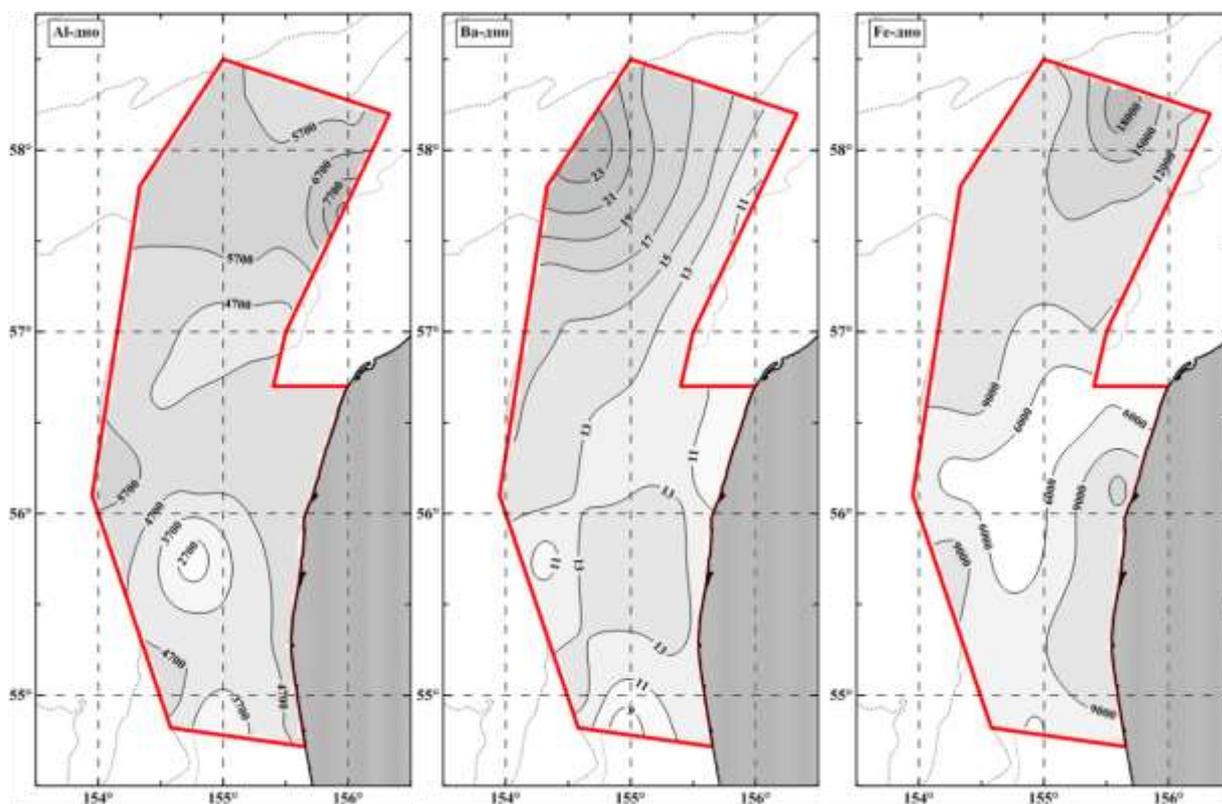


Рисунок 3.7.7 — Содержание алюминия, бария и железа (мкг/г) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

В пространственном распределении наблюдается тенденция к увеличению концентрации алюминия в грунтах с юга на север, достигая максимальной величины в районе ст. 54, а также в направлении мористой части полигона. Минимальные значения концентрации алюминия отмечены в южной части полигона в окрестностях ст. 26.

В 2015 году в северной части полигона (ст. 83) в донных отложениях было максимальное содержание **бария** зафиксировано на уровне 24,7 мкг/г, средняя концентрация бария по акватории находилась на отметке 13,9 мкг/г. В картина пространственного распределения отмечено преобладание бария в отложениях северной мористой части, с постепенным уменьшением концентрации к югу до минимальных по полигону значений.

Максимальное содержание **железа** в грунтах исследованного лицензионного участка составило 21050 мкг/г сухого вещества в северной

части акватории на глубине 351 м (ст. 74), минимальное зафиксированное значение – 3100 мкг/г сухого вещества. Самое большое содержание железа показали грунты северной части полигона, относительно высокие концентрации зарегистрированы в грунтах прибрежного района. Центральная часть акватории характеризовалась минимальными значениями содержания железа в донных отложениях. Среднее по полигону содержание железа составило 9515 мкг/г.

Углеводороды нефти (рис. 3.7.8).

Загрязнение донных отложений исследуемого полигона **нефтепродуктами** показывает большой разброс значений концентраций, и резкую неоднородность содержания углеводородов – от практического отсутствия до 243,42 мг/кг сухого вещества. Высокое содержание нефтеуглеводородов в основном наблюдалось в северной части исследованного района и в прибрежном районе в окрестностях ст. 32, где оно достигало максимального по полигону значения. В пространственном распределении можно выделить небольшое количество зон с относительно высокими концентрациями углеводородов, большая часть из которых находится на севере полигона, в то время как остальная часть акватории оказывается условно свободной от нефтепродуктов.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) (рис. 3.7.8).

Содержание суммы **ПХБ** в донных отложениях изменялась в пределах от аналитического нуля до 1261,59 нг/кг сухого вещества. В период проведения работ в районе исследований наблюдали резкое понижение содержания ПХБ в центральной мористой части полигона вплоть до отсутствия в пробах. Также низкое содержание ПХБ отмечено на всех прибрежных станциях отбора проб. В северной же части, максимальное содержание приходилось на глубину 300 м в районе ст. 68, являющейся центром компактной области повышенных концентраций ПХБ в грунтах. Содержание суммы ПХБ несколько выше средней по полигону величины

307,81 нг/кг наблюдалось также в северной части акватории в окрестностях станций 52 и 70, и в южной части в окрестностях ст. 28, где их концентрация составила 767,42 нг/кг, 865,66 нг/кг и 450,46 нг/кг соответственно.

ПДК для донных отложений до сих пор не разработаны, поэтому мы можем говорить только о некоторой динамике в изменениях концентраций загрязняющих веществ. Накопление ПХБ может быть результатом активного промысла рыб и беспозвоночных в ЗКЛУ, что связано с большой плотностью добывающих судов и отходами их производства. В остальном, необходимо проанализировать состав грунтов в акватории ЗКЛУ и проследить за химозмом их формирования.

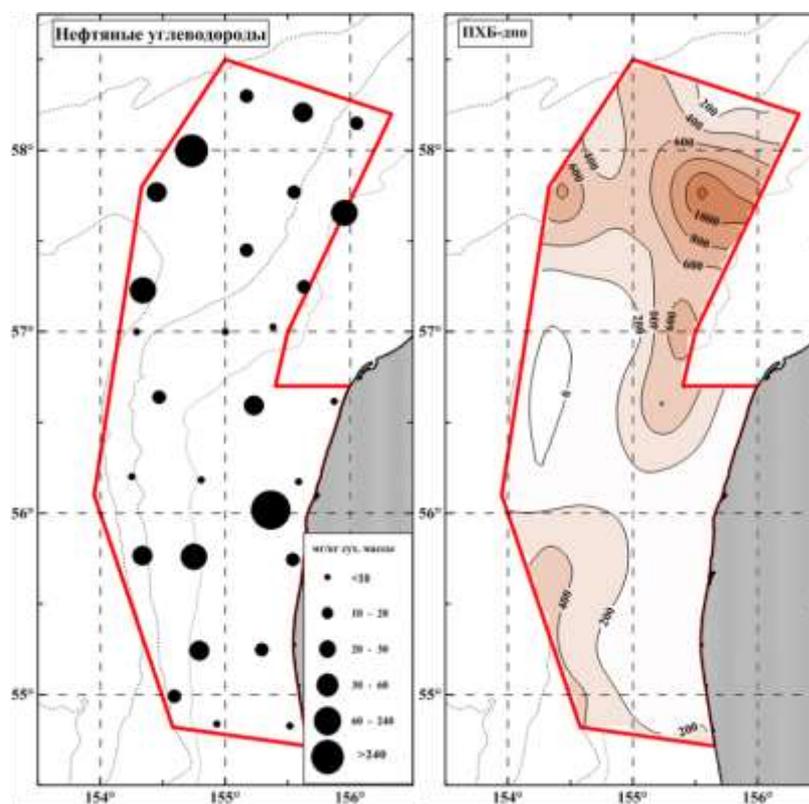


Рисунок 3.7.8 — Содержание углеводородов нефти (мг/кг) и ПХБ (нг/кг) в донных отложениях в акватории ЗКЛУ в 2015 году.

Хлорорганические пестициды (ХОП)

В 2015 году в исследованном районе ХОП в донных отложениях не обнаружены, поскольку их содержание было ниже предела обнаружения

метрологически аттестованного метода определения ($<0,010$ мкг/кг)

Радионуклиды (рис. 3.7.9).

В пространственном распределении содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в донных отложениях в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка определенных закономерностей не прослеживалось. Заметная, но все же низкая, в пределах погрешности метода определения, активность изотопа стронция ^{90}Sr обнаружена всего в одной пробе из 28 и составила 5,8 Бк/кг в образце донных отложений, взятых со станции отбора проб №26. В целом, можно сделать вывод, что активность радионуклидов по ^{90}Sr донных грунтах очень низкая и находится на фоновом уровне.

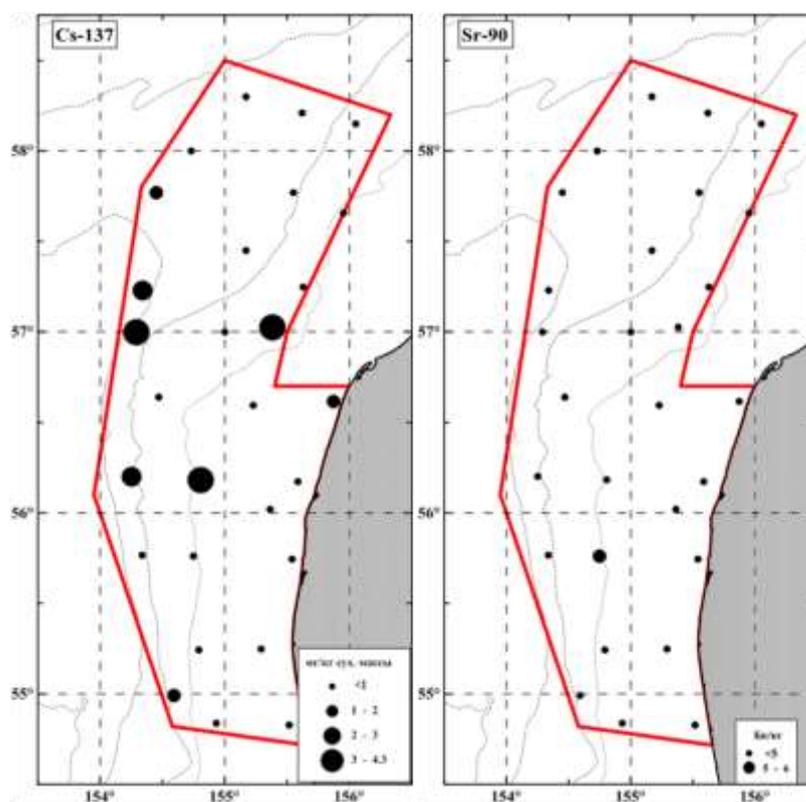


Рисунок 3.7.9 — Распределение содержания радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr , Бк/кг) в донных отложениях на Западно-Камчатском лицензионном участке по данным исследований в 2015 году.

Измерение радиоактивности грунтов донных отложений по ^{137}Cs дало в среднем по исследуемому участку 0,9 Бк/кг – это значение полностью лежит

в пределах погрешности метода обнаружения и потому можно заключить, что какой-либо заметной активности радионуклидов по ^{137}Cs в донных отложениях не обнаружено. В 39% проб радиоактивность по изотопу цезия не обнаружена. Максимум зарегистрированной гамма-активности составил 4,2 Бк/кг и не превышал величины погрешности измерения, что не дает оснований делать какие-то выводы относительно истинности измеренных величин, за исключением того, что в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка мощность гамма-излучения находится в пределах фоновой нормы.

Определение радиоактивности по ^{90}Sr и ^{137}Cs в фоновых условиях представляет некоторые трудности, связанные с большими погрешностями метода определения, вследствие чего регистрация радиоактивности ниже 20-25 Бк/кг на практике особого смысла не имеет.

3.7. Загрязняющие вещества в гидробионтах

В 2015 году для определения содержания загрязняющих веществ в тканях гидробионтов, обитающих в границах Западно-Камчатского Лицензионного участка, с 75 станций были взяты образцы тканей рыб и беспозвоночных. В качестве тестовых объектов были представлены минтай, камбала, иглокожие, определенные до класса (офиуры и морские звезды).

Железо. Содержание железа в тканях рыб и донных животных на всей акватории оказалось ниже предела обнаружения метода и не превышало 0,1 мг/кг.

Кадмий (рис. 3.8.1).

Концентрации кадмия в тканях гидробионтов находились в пределах от нуля до 2,100 мг/кг для рыб и 0,450 – 6,400 мг/кг для беспозвоночных. Каких-либо закономерностей в распределении содержания кадмия в обоих случаях не выявлено. При этом в 19% проб тканей рыб и 12% проб тканей

беспозвоночных выявлено превышение установленного СанПиНом 2.3.2.1078-01 ПДК (0,1 мг/кг для рыбы, 2,0 мг/кг для беспозвоночных), в отдельных случаях до трех раз. В одном случае, для пробы рыбы, взятой в прибрежной полосе в южной оконечности полигона зафиксирована экстремально высокая концентрация кадмия 2,100 мг/кг, с превышением ПДК более чем в 20 раз.

Средние по акватории значения содержания кадмия в рыбах и моллюсках составили 0,103 и 1,561 мг/кг соответственно.

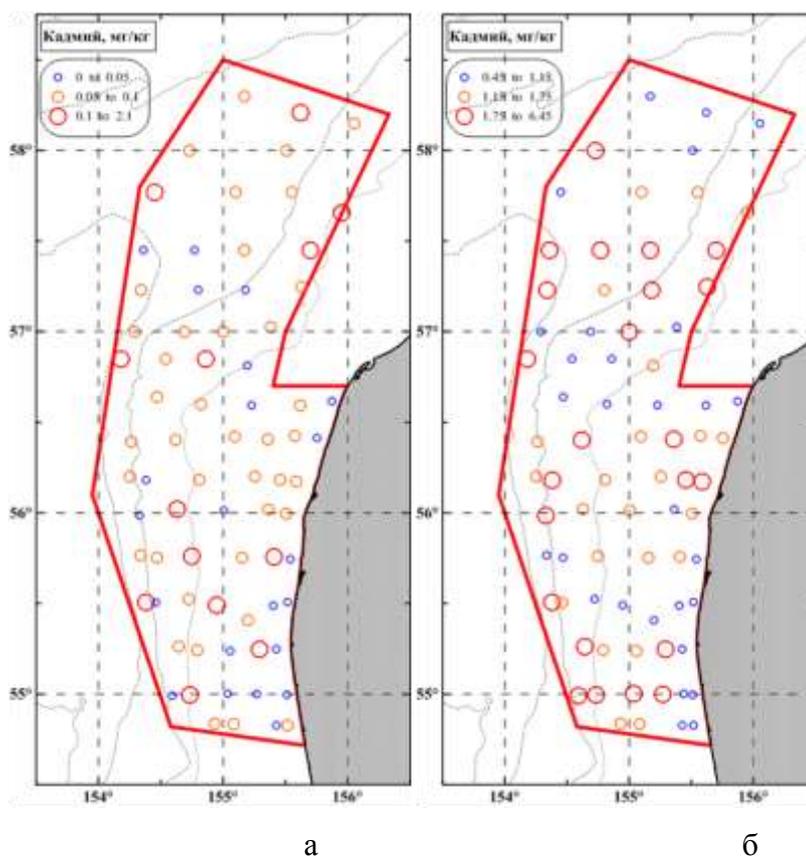


Рисунок 3.8.1 — Содержание кадмия в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ 2015 г.

Загрязнение кадмием может возникнуть во время выщелачивания почв, при разложения разных микроорганизмов которые его накапливают, а также из-за миграции из медных и полиметаллических руд.

Также присутствует антропогенная составляющая в загрязнении этим металлом. Сточные воды с разных предприятий занимающихся

рудобогащением, гальваническим, химическим, металлургическим производством могут содержать большие количества соединений кадмия. Естественные процессы по снижению уровня соединений кадмия являются сорбция, его потребление микроорганизмами и выпадение в осадок малорастворимого карбоната кадмия. В растворе, кадмий находится, как правило, в форме органо-минеральных и минеральных комплексов. Сорбированные вещества на базе кадмия - важнейшие взвешенные формы этого элемента. Очень важна миграция кадмия в живых организмов (гидробиониты). Стоит отметить, что превышение ПДК кадмия было обнаружено у беспозвоночных – морских звезд, активных донных фильтраторов, способных накапливать разные микроэлементы. У рыб же превышения показателей ПДК по тяжелым металлам незначительные в пределах ПДК или чуть выше.

Медь (рис. 3.8.2).

В большинстве проб тканей рыб сколько-нибудь значительного содержания меди, детектируемого аналитическими приборами, не обнаружено. Доля таких проб составила 77%. В оставшейся части проб, взятых преимущественно со станций в центральной части полигона, концентрация меди составила 0,040 – 0,080 мг/кг.

Концентрация меди в тканях беспозвоночных находилось в пределах от аналитического нуля до 6,60 мг/кг, в среднем по акватории – 3,15 мг/кг. Доля проб с содержанием меди менее 0,150 мг/кг составила 55%, остальное пришлось на пробы с содержанием меди выше 0,450 мг/кг.

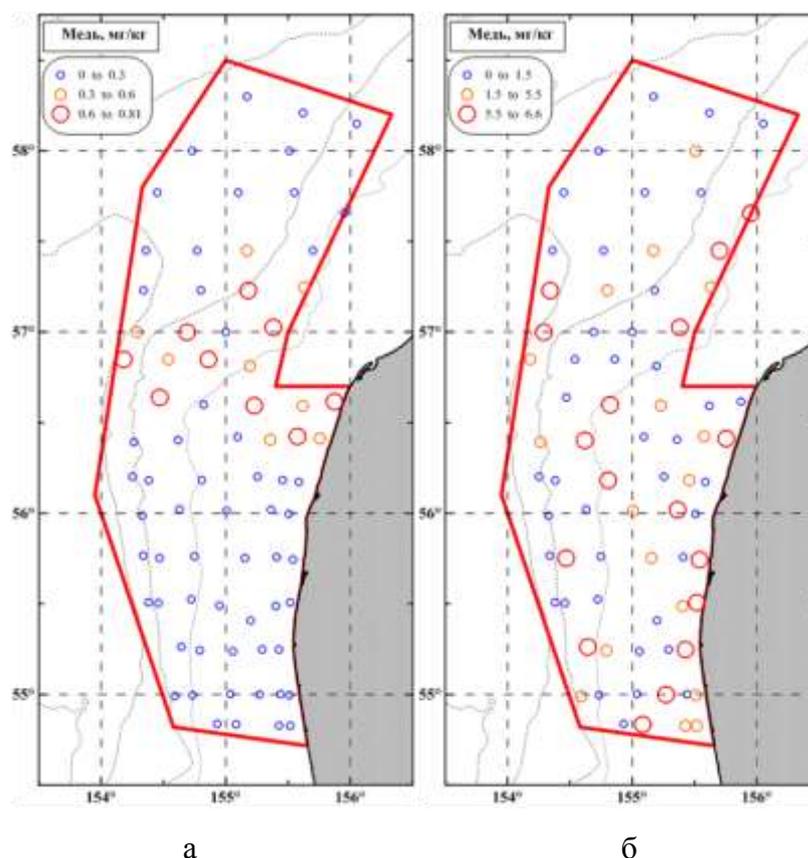


Рисунок 3.8.2 — Содержание меди в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.

Мышьяк (рис. 3.8.3).

Содержание мышьяка в тканях рыб находилось в пределах 0,005 – 2,200 мг/кг. Наиболее высокие концентрации мышьяка, от 1,000 до 2,200 мг/кг наблюдали в средней части исследуемой акватории, выше 56 параллели, где они были представлены компактной зоной, а также на севере лицензионного участка. Пробы, взятые в южной части полигона характеризовались слабым загрязнением мышьяком, в среднем 0,300 мг/кг. В целом по акватории среднее содержание мышьяка в тканях рыб составило 0,620 мг/кг. Содержание мышьяка в беспозвоночных оказалось ниже такового для рыб в среднем в 6 раз и не превышало 0,850 мг/кг, снижаясь на некоторых станциях до минимальных значений 0,002 мг/кг. Концентрации выше 0,150 мг/кг зафиксированы всего на пяти станциях. Доля станций проб с содержанием мышьяка до 0,050 мг/кг составила 60%. СанПиНом

2.3.2.1078-01 установлен норматив ПДК по мышьяку для рыбы и беспозвоночных 5,0 мг/кг. По результатам анализа ни в одной пробе гидробионтов превышения ПДК по мышьяку не отмечено.

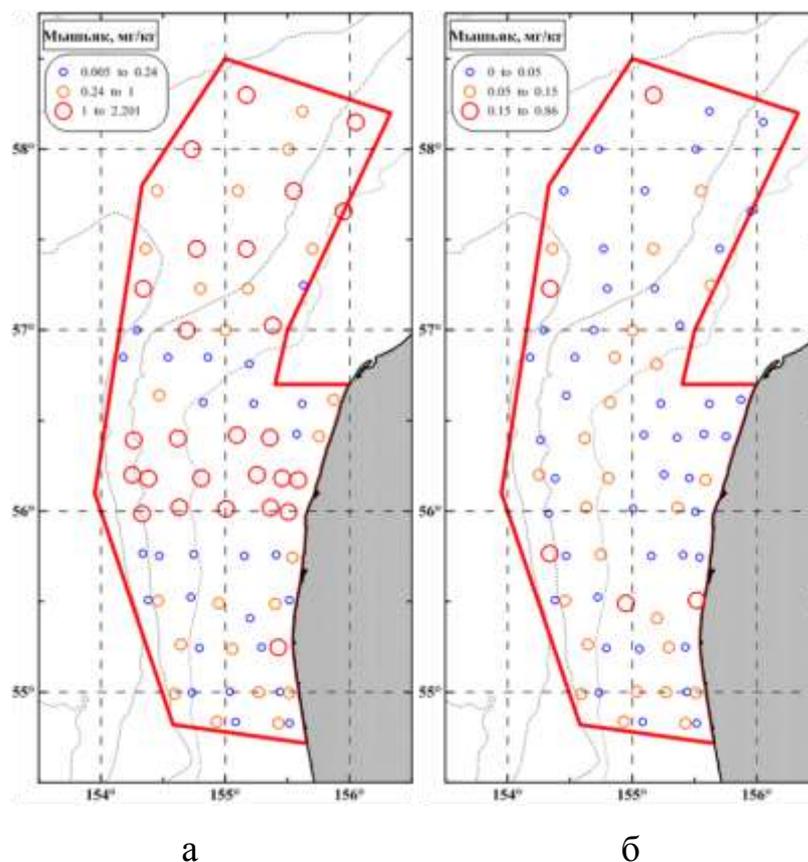


Рисунок 3.8.3 — Содержание мышьяка в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.

Ртуть (рис. 3.8.4).

В пробах тканей рыб концентрация ртути варьировала в пределах от 0,080 до 0,180 мг/кг, при этом минимальные значения наблюдали в основном в южной части полигона. Центральная часть акватории ЗКЛУ характеризовалась содержанием ртути выше 0,130 мг/кг. В тканях беспозвоночных эта особенность распределения ртути в 2015 году выражена еще ярче – северная часть и южная части на большинстве станций содержали низкие до умеренных концентрации ртути, наибольшее же ее количество наблюдали в прибрежных областях центрального района акватории.

Абсолютные значения концентрации ртути в тканях беспозвоночных находились на уровне показателей, выявленных для проб тканей рыб, и изменялись в пределах от аналитического нуля до 0,150 мг/кг. Средние по акватории концентрации ртути составили 0,138 мг/кг для рыб и 0,050 мг/кг для беспозвоночных. Установленные ПДК для рыб (0,5 мг/кг) и беспозвоночных (0,2 мг/кг) ни в одной пробе не были превышены.

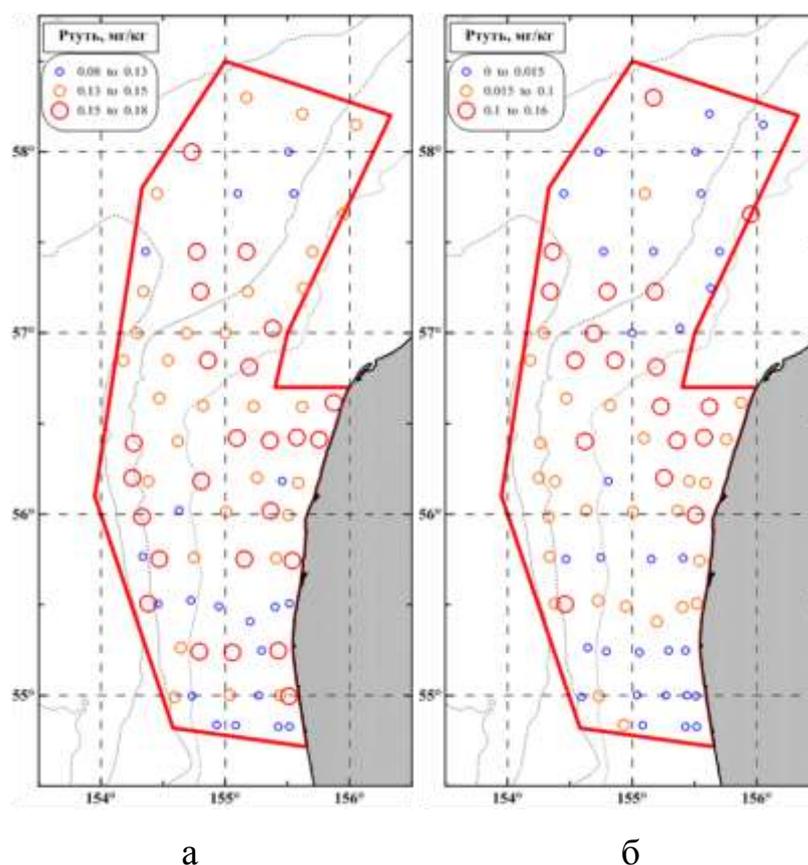


Рисунок 3.8.4 — Содержание ртути в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в 2015 г.

Свинец (рис.3.8.5).

Накопление свинца рыбами и беспозвоночными было различным. В среднем, содержание свинца в тканях беспозвоночных было в три раза выше, чем в тканях рыб. Максимальные значения концентраций свинца на исследуемом участке отмечены для рыб – 0,320 мг/кг, для беспозвоночных – 0,980 мг/кг.

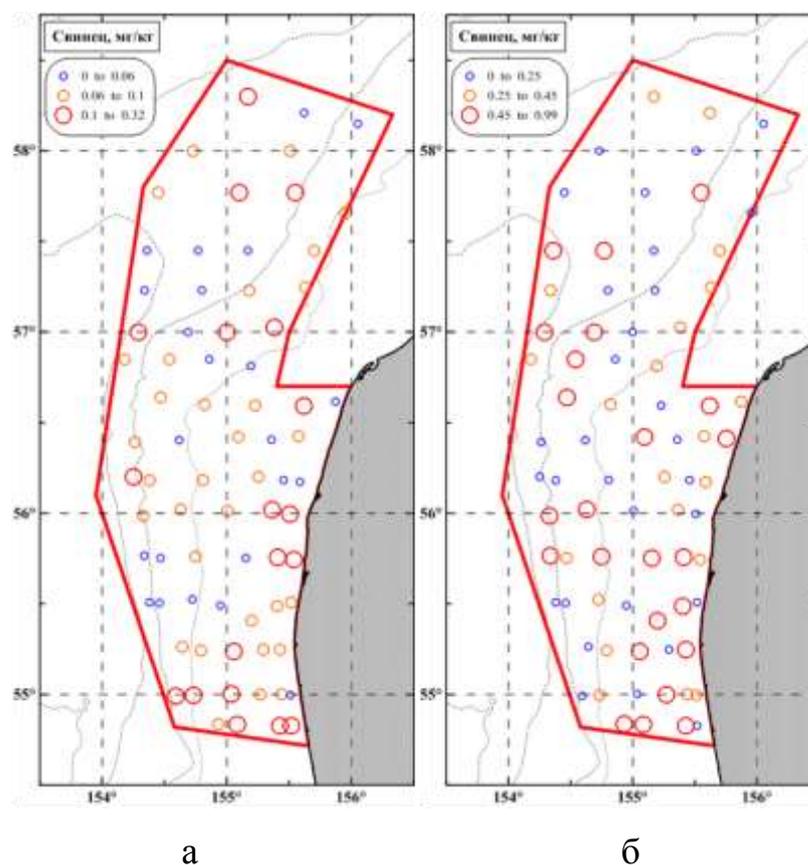


Рисунок 3.8.5 — Содержание свинца в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

Значительная доля проб рыбы с концентрациями свинца более 0,150 мг/кг сосредоточена в южной части акватории и прибрежных районах. Похожая картина наблюдается в распределении свинца, накопленного беспозвоночными. 29% отобранных проб бентосных организмов показали концентрации свинца выше 0,500 мг/кг. В среднем по полигону содержание свинца в тканях рыб и моллюсков составило 0,093 и 0,364 мг/кг соответственно. В целом, по всей акватории ЗКЛУ содержание свинца ни в одной пробе не превышает установленных для него нормативов ПДК (1,0 мг/кг для рыб, 10 мг/кг для беспозвоночных).

Хром (рис. 3.8.6).

На всей акватории исследуемого участка содержание хрома в тканях рыб было ниже предела обнаружения метода.

В тканях беспозвоночных концентрация хрома изменялась в пределах от аналитического нуля до 0,260 мг/кг. В 88% проб наблюдали содержание хрома от 0,013 до 0,055 мг/кг. В восьми отобранных пробах хром не обнаружен. В одной пробе, взятой в южной части акватории зафиксировано максимальное по полигону значение концентрации – 0,260 мг/кг.

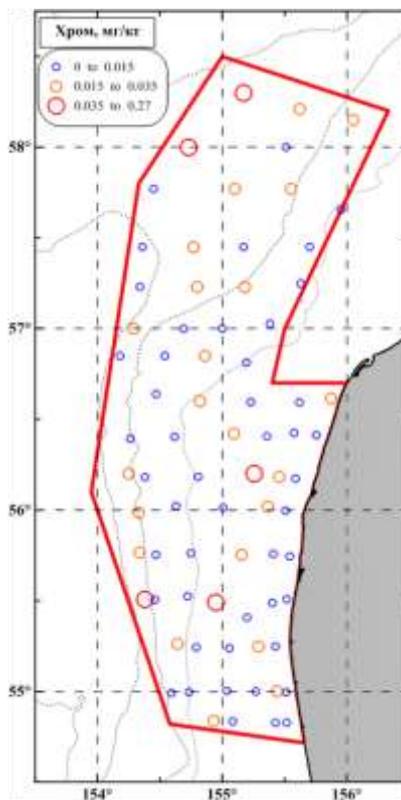


Рисунок 3.8.6 — Содержание хрома в тканях донных гидробионтов, мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

Никель. Содержание никеля в тканях рыб и донных животных на всей акватории оказалось ниже предела обнаружения метода и не превышало 0,01 мг/кг.

Цинк (рис.3.8.7).

Концентрации цинка в тканях рыб варьировали в пределах 1,65 – 6,12 мг/кг, высокие значения наблюдали в основном в прибрежном районе и в центральной части акватории. В тканях беспозвоночных содержание цинка в среднем оказалось выше зарегистрированного для проб рыбы более чем в три

раза и колебалось от 5,21 до 15,55 мг/кг. Средние по полигону показатели содержания цинка составили 3,84 мг/кг для образцов тканей рыб и 13,20 мг/кг для беспозвоночных.

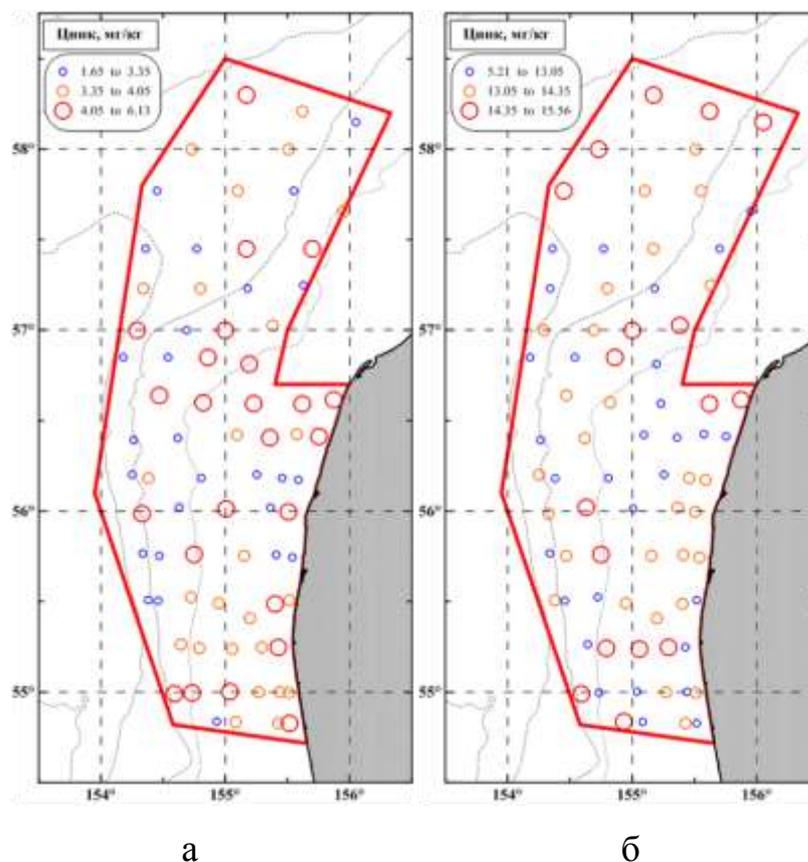


Рисунок 3.8.7 — Содержание цинка в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

Алюминий.

Содержание алюминия в тканях биологических объектов на исследуемой акватории в 2015 году было ниже предела обнаружения аттестованных методов (<0,006 мг/кг), и потому заведомо ниже установленных нормативными документами пределов допустимых концентраций.

Барий (рис. 3.8.8).

В 2015 году барий в образцах тканей рыб был обнаружен только на трех станциях отбора проб, где его содержание составило 0,001, 0,315 и 0,335

мг/кг, обе станции с высокими значениями концентрации бария находились в центральной части полигона ЗКЛУ в прибрежном районе. Содержание бария в пробах беспозвоночных было равномерным и находилось в узком диапазоне концентраций 0,300 – 0,398 мг/кг при среднем значении 0,345 мг/кг. В одной пробе барий аналитическими методами не обнаружен.

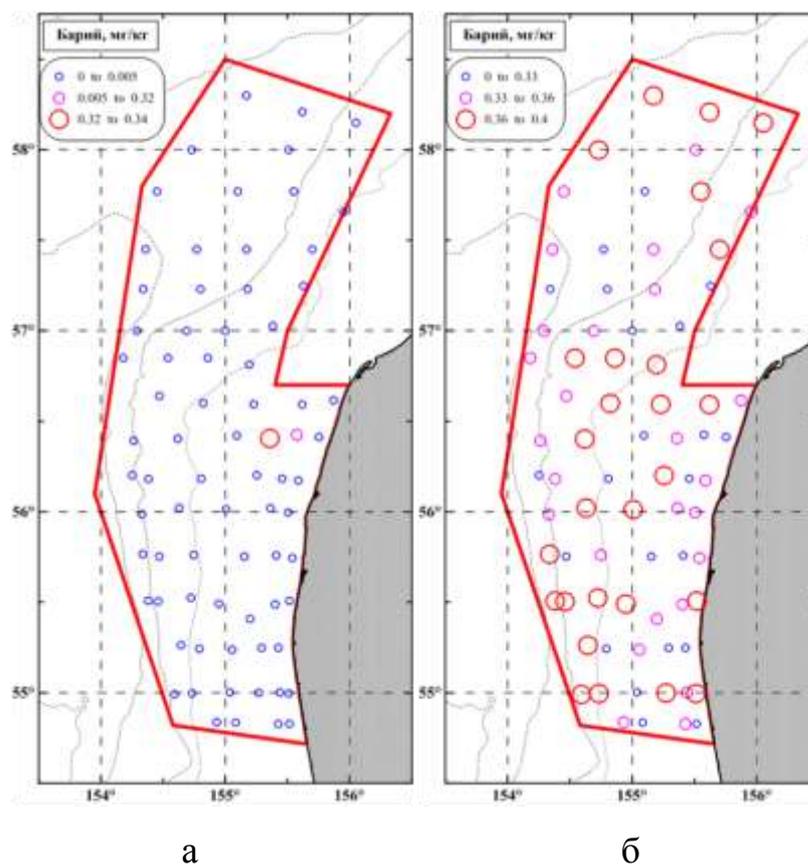


Рисунок 3.8.8 — Содержание бария в тканях рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

Нефтепродукты. В 2015 году содержание нефтепродуктов в тканях гидробионтов на всей акватории оказалось ниже предела обнаружения метода и не превышало 0,09 мг/кг сухого остатка.

Хлорорганические пестициды (ХОП). Содержание в тканях гидробионтов изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ), а также ДДТ и продуктов его деструкции не обнаружено или было ниже предела чувствительности метода определения.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ). В 2015 году в пробах гидробионтах, взятых в акватории Западно-Камчатского Лицензионного участка уровни содержания ПХБ оказались ниже предела обнаружения метрологически аттестованных методов определения ($<0,015$ мг/кг).

Радионуклиды (рис. 3.8.9 и 3.8.10).

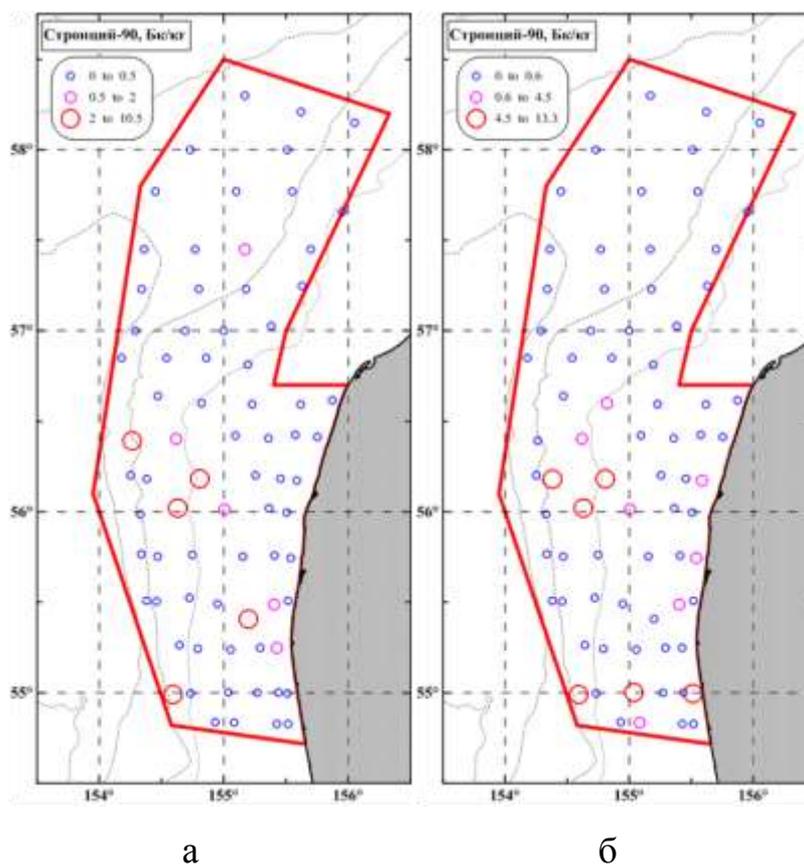


Рисунок 3.8.9 — Радиоактивность по стронцию-90 образцов тканей рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

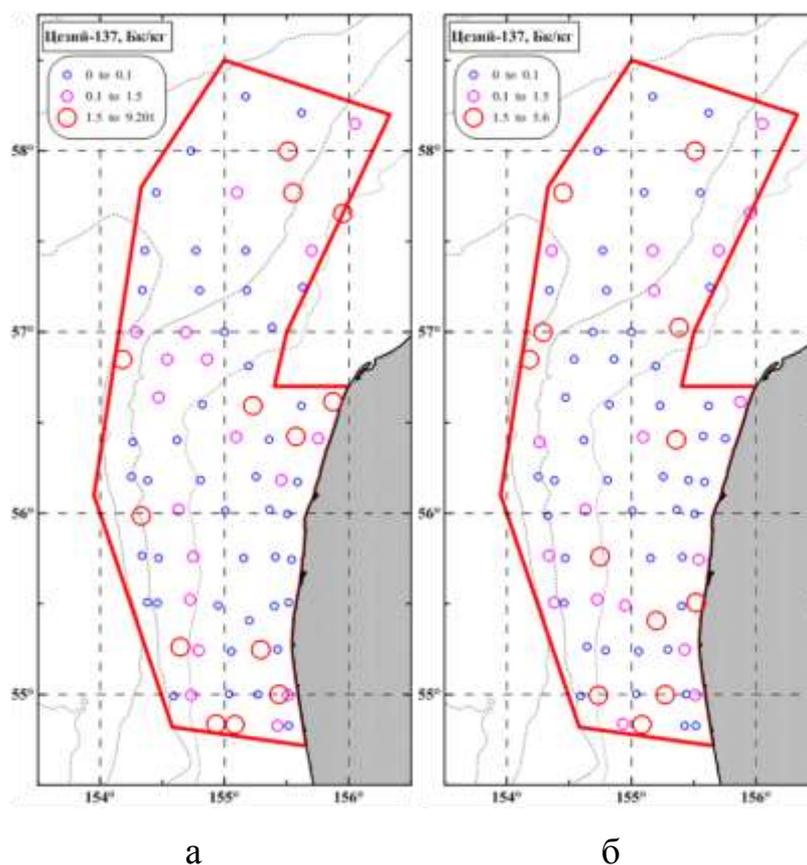


Рисунок 3.8.10 — Радиоактивность по цезию-137 образцов тканей рыб (а) и донных гидробионтов (б), мг/кг, в акватории ЗКЛУ в августе 2015 г.

Содержание радионуклидов (^{90}Sr и ^{137}Cs) в рыбах и беспозвоночных не превышало ПДК (^{90}Sr ПДК для рыб и беспозвоночных – 100 Бк/кг, ^{137}Cs – для рыб 130, для беспозвоночных 200 Бк/кг) ни в одной из обследованных проб и находились на очень низком уровне от аналитического нуля до 10,4 и 13,2 Бк/кг по ^{90}Sr для рыб и беспозвоночных, соответственно. Радиоактивность по ^{137}Cs составила 9,2 и 5,5 Бк/кг для рыб и беспозвоночных, соответственно.

85% образцов тканей рыб не показали радиоактивности по ^{90}Sr , в 59% проб не зарегистрирована активность по ^{137}Cs . Аналогично для беспозвоночных 83% проб не выявили радиоактивности по ^{90}Sr , а 60% – по ^{137}Cs .

Радиоактивность проб была столь мала, что надежно зарегистрировать уровень активности проб не представлялось возможным, поскольку все

полученные значения активности проб по ^{90}Sr и ^{137}Cs лежат в границах погрешности метода обнаружения, вследствие чего регистрация радиоактивности ниже 20-25 Бк/кг на практике особого смысла не имеет. В целом, можно сделать вывод, что активность радионуклидов по ^{90}Sr и ^{137}Cs в гидробионтах очень низкая и находится на фоновом уровне.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОНТОВ

4.1. Фитопланктон

Видовой состав. В планктоне Западно-камчатского лицензионного участка в конце июня – начале июля 2015 г. было найдено 77 видов микроводорослей из 7 отделов. Из них 4 таксона были отнесены к синезеленым (Cyanophyta); 36 — к диатомовым (Bacillariophyta); 29 — к динофитовым (Dinophyta), 1 — к золотистым (Chrysophyta), 3 — к евгленовым (Euglenophyta); 3 — к криптофитовым (Cryptophyta) и 1 — предположительно, к зеленым (Chlorophyta) водорослям (табл. 4.1, рис. 4.1.1 и 4.1.2). Структура флоры с преобладанием диатомовых характерна для начала (период «цветения») и середины вегетации морского фитопланктона (Лепская и др. 2009).

Численность и биомасса. В конце июня – начале июля 2015 г. пробы фитопланктона отбирали в среднюю фазу вегетации планктонных микроводорослей. Средняя численность фитопланктона в это время на акватории участка (средневзвешенная для столба воды от поверхности до дна) составляла 20000 кл./л. (0–409000 кл./л), 66% из них приходилось на автотрофный (фототрофный) планктон. Гетеротрофные динофитовые (представители родов *Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Diplopelta*, *Protoperidinium*), которые традиционно включают в состав фитопланктона, составляли 34% от общей численности микроводорослей. Средняя для обследованной акватории биомасса фитопланктона была равна 101,6 мг/м³ (0–1219,4), при этом 60% ее составляли автотрофные организмы, а 40% — гетеротрофные динофитовые в основном крупноклеточные представители рода *Protoperidinium*. Основной вклад в формирование численности фитопланктона вносили диатомовые микроводоросли – 17000 кл./л, на втором месте были динофитовые — 1100 кл./л, далее в порядке убывания

криптофитовые 800 кл./л; синезеленые — 400 кл. /л; зеленые — 300 кл./л; евгленовые — 150 кл./л и (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1 — Видовой состав, численность и биомасса (средние для акватории Западно-камчатского лицензионного участка) водорослей в планктоне в 2015 г.

№	Таксон	2015 21.06 – 4.07	
		Численность, кл./л	Биомасса, мг/м ³
1	2	3	4
Суанорphyta (синезеленые)		398	—
1	<i>Genus</i> sp.1 (клетки в цепочках)	96	—
2	<i>Genus</i> sp.2 (клетки одиночные)	48	—
3	<i>Genus</i> sp.3 (клетки на детрите)	72	—
4	<i>Genus</i> sp.4 (клетки в плоских колониях)	181	—
Bacillariophyta (диатомовые)		17157	70,5
5	<i>Asterionellopsis kariana</i> (Grunow) Round	48	—
6	<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	614	2,5
7	<i>Chaetoceros borealis</i> Bail.	36	0,3
8	<i>Chaetoceros compressus</i> Laud.	3831	13,4
9	<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin	422	3,1
10	<i>Chaetoceros debilis</i> Cl.	108	0,4
11	<i>Chaetoceros decipiens</i> Cl.	229	6,1
12	<i>Chaetoceros furcellatus</i> Bail. (спора)	169	0,1
13	<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schütt	723	1,1
14	<i>Chaetoceros mitra</i> (Bail.) Cl.	96	13,4
15	<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> Ostf.	7904	15,8
16	<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> Ostf. (спора)	410	0,8
17	<i>Chaetoceros radicans</i> Schutt	48	0,1
18	<i>Chaetoceros</i> sp.	373	—
19	<i>Coscinodiscus apiculatus</i> Ehr.	24	0,5
20	<i>Coscinodiscus oculus iridis</i> Ehr.	12	4,1

21	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	48	0,7
22	<i>Coscinodiscus</i> sp.	24	0,7
23	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Lewin&Reimann	+	—
24	<i>Dactilosolen</i> (?) <i>fragilissimus</i> (Berg.) Hasle	12	0,3
25	<i>Fragilariopsis oceanica</i> (Cl.) Hasle	24	0,1
26	<i>Gyrosigma</i> cf. <i>fasciola</i> Ehr.	12	—
27	<i>Guinardia</i> sp.	24	—
28	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	506	0,4
29	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	48	—
30	<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Ralfs	84	0,4
31	<i>Navicula transitans</i> Grun.	+	—
32	<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) Ag.	12	0,5
33	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.	916	2,5
34	<i>Podosira</i> sp.	48	0,1
35	<i>Proboscia alata</i> (Brigh.) Sundström	72	1,4
36	<i>Pseudonitzschia</i> sp.	36	—
37	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	145	—
38	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	24	—
1	2	3	4
39	<i>Thalassiosira</i> sp.	48	0,5
40	<i>Thalassiothrix</i> cf. <i>antarctica</i> (?)	12	1,1
Euglenophyta (евгленовые)		157	—
41	<i>Euglena</i> sp.	12	—
42	<i>Genus</i> sp.1	48	—
43	<i>Genus</i> sp.2	96	—
44	Chrysophyta (золотистые) <i>Genus</i> sp.	+	—
45	Chlorophyta (зеленые) <i>Genus</i> sp.	313	—
Cryptophyta (криптофитовые)		819	—
46	<i>Chroomonas</i> sp.	60	—
47	<i>Plagioselmis</i> sp.	289	—
48	<i>Genus</i> sp. sp.	470	—
Dinophyta (динофитовые)		1157	32,8

49	<i>Alexandrium affine</i> (Inoue&Fukuyo) Balech	12	—
50	<i>Amphidinium</i> sp.	36	—
51	<i>Dinophysis acuminata</i> Clap.&Lachm.	24	2,1
52	<i>Dinophysis acuta</i> Ehr.	36	3,1
53	<i>Dinophysis islandica</i> Pauls.	+	—
54	<i>Dinophysis norvegica</i> Clap.&Lachm.	24	2,0
55	<i>Dinophysis rotundata</i> Clap.&Lachm.	12	0,9
56	<i>Diplopelta asimmetrica</i> (Mangin) Lebour	36	1,4
57	<i>Gonyaulax spinifera</i>	24	0,6
58	<i>Gymnodinium arcuatum</i> (?) Kof.	24	0,2
59	<i>Gymnodinium sanguineum</i> Hirasaka	120	1,8
60	<i>Gymnodinium</i> sp.1	193	1,7
61	<i>Gymnodinium</i> sp.2	24	0,1
62	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kof.&Sw.	12	0,1
63	<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof.	193	6,6
64	<i>Gyrodinium</i> sp.1	24	0,2
65	<i>Gyrodinium</i> sp.2	24	1,7
66	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein	36	0,1
67	<i>Protoceratium reticulatum</i> (Clap.&Lachm.) Bütschli	12	0,3
68	<i>Protoperidinium brevipes</i> (Pauls.) Balech	36	0,5
69	<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	12	0,7
70	<i>Protoperidinium grani</i> (Ostf.) Balech	12	0,1
71	<i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostf.) Balech	12	3,1
72	<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh	12	2,0
73	<i>Protoperidinium</i> sp.1	12	0,3
74	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	24	0,1
75	<i>Warnowia</i> (?)	12	1,2
76	<i>Genus</i> sp.sp.2	72	0,1
77	Dinophyta (цисты)	84	0,7

Примечание: Знаком (+) указаны виды, встреченные единично. Прочерк в графе Биомасса означает фактически нулевые значения.



Рисунок 4.1.1 — Фотографии синезеленых (1), диатомовых (2-10), евгленовых (11-13), хризифитовых (14) и криптофитовых (15) в планктоне 2015 г. (OLYMPUS BX43 x400). 1. *Genus* sp.; 2. *Asterinellopsis karianus*; 3. *Chaetoceros decipiens*; 4-5. *C. pseudocrinituss*; 6. *Coscinodiscus apiculatus*; 7. *C. oculus iridis*; 8-9. *Navicula directa*; 10. *Thalassiothrix* cf. *antarctica*; 11-13. Euglenophyta; 14. Chrysophyta; 15. *Plagioselmis* sp.

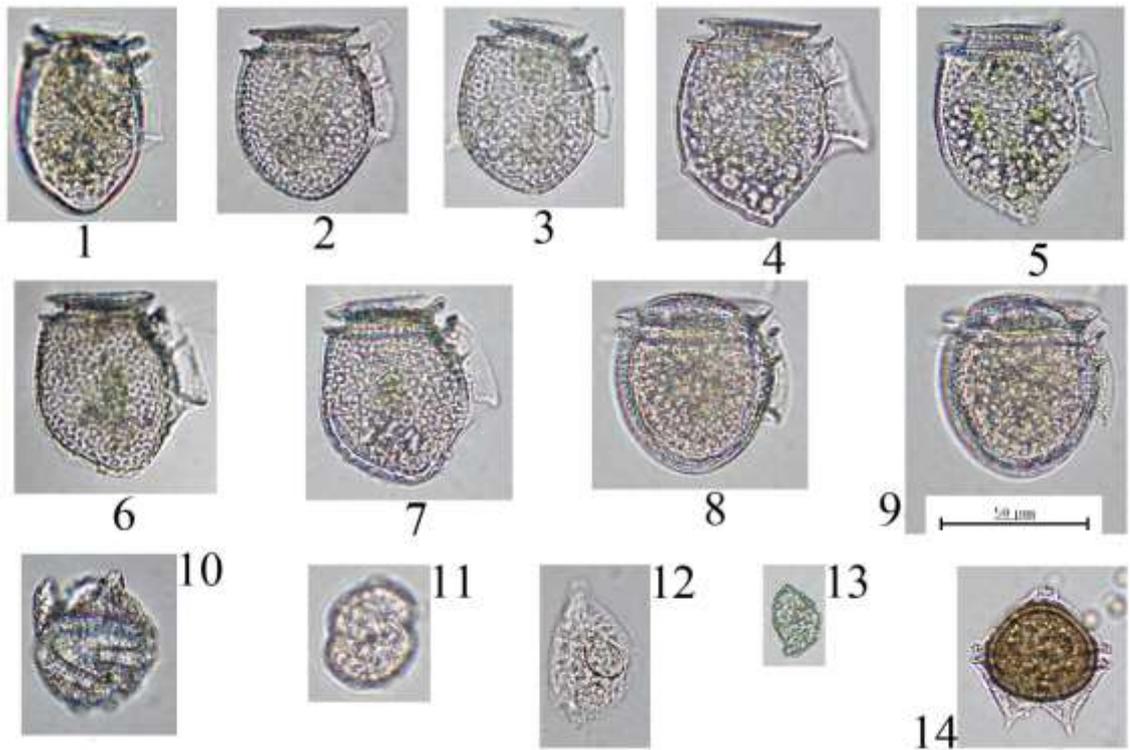


Рисунок 4.1.2 — Фотографии динофитовых в планктоне 2013 г. (OLYMPUS BX43 x400) 1. *Dinophysis acuminata*; 2-3. *D. islandica* (?); 4-7. *D. norvegica*; 8-9. *D. rotundata*; 10. *Gonyaulax spinifera*; 11. *Gymnodinium* sp.; 12. *Gyrodinium spirale*; 13. *Gyrodinium* sp.; 14. *Protoperidinium conicum*

Биомассу фитопланктона формировали диатомовые — $69,1 \text{ мг/м}^3$ и динофитовые — $32,4 \text{ мг/м}^3$.

Биомасса остальных групп микроводорослей не превышала $0,1 \text{ мг/м}^3$. Биомасса гетеротрофных динофитовых составляла $22,0 \text{ мг/м}^3$ или 40% фитопланктонной биомассы.

В 2015 г. фитопланктон концентрировался у поверхности воды, формируя в этом горизонте максимальные численность (39000 кл./л) и биомассу ($182,1 \text{ мг/м}^3$) (рис. 4.1.3-А и 4.1.3-Б).

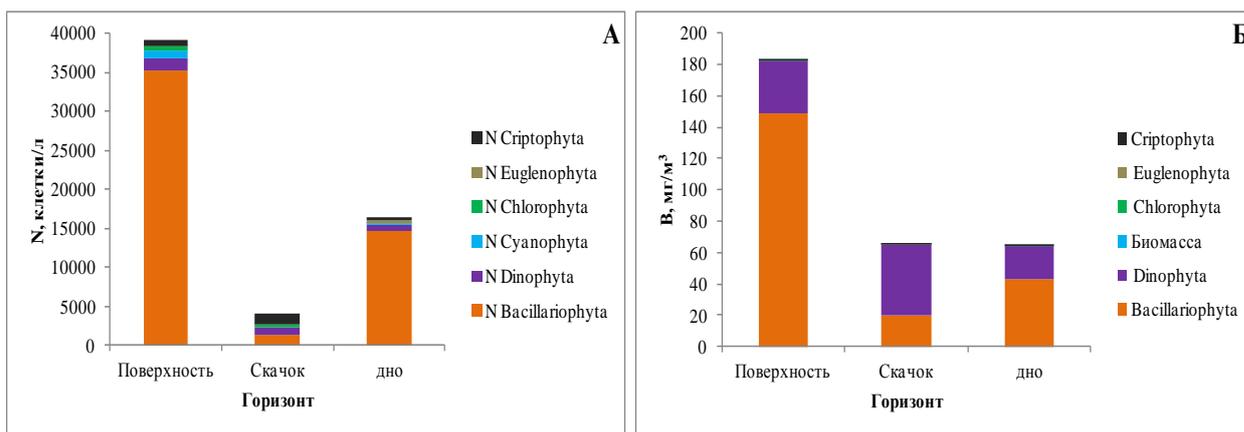


Рисунок 4.1.3 — Вертикальное распределение фитопланктона (А — численность (N); Б — биомасса (B)) и его групп (среднее для акватории) на Западно-камчатском лицензионном участке в 2015 г.

При этом численно (35000 кл./л) и по биомассе (148,8 мг/м³) доминировали диатомовые. В слое скачка численно преобладали диатомовые и криптофитовые (по 1300 кл./л), а по биомассе динофитовые (45,5 мг/м³), среди которых были в основном гетеротрофы, составлявшие 51% фитопланктонной биомассы на этом горизонте. В придонном слое численность микроводорослей втрое больше по сравнению со слоем скачка за счет появления в пробах планктоно-бентосных и бентосных видов (*Coscinodiscus*, *Gyrosigma*, *Paralia*, *Podosira*), тогда как биомасса сравнима со слоем скачка (64,6 и 65,5 мг/м³, соответственно) и втрое меньше по сравнению с водной поверхностью.

В площадном распределении численности и биомассы фитопланктона в 2015 гг. выделяются некоторые особенности. Например, в поверхностном слое скопления фитопланктона были отмечены у берега, а также в южной части лицензионного участка (рис. 4.1.4-поверхность). В слое скачка фитопланкто был распределен по площади случайным образом (рис. 4.1.4.-слой скачка). В придонном слое фитопланктон был сконцентрирован на прибрежных станциях, а также вдоль южной и восточной границ обследованного участка (рис. 4.1.4-придонный слой).

Таким образом, в конце июня – начале июля 2015 г. наиболее активно фитопланктон развивался в прибрежной зоне, вдоль восточной границы лицензионного участка и в его южной части, где постоянно существует приток биогенных элементов из придонного слоя и прибрежной акватории.

Потенциально токсичные микроводоросли. В 2015 г. из потенциально токсичных видов на прибрежной станции у северной границы участка (ст. 46) в поверхностном слое был найден *Alexandrium* sp. (вероятный продуцент сакситоксина) в количестве 1000 кл. /л. Комплекс *Dinophysis* (вероятный продуцент диарейных токсинов) в количестве 1000–3000 кл./л отмечен на двух прибрежных станциях у поверхности (ст. 32 34), в слое скачка — на двух станциях у западной границы участка (ст. 39 и 71), а в придонном слое у его восточной границы на ст. 52. *Gonyaulax spiniphera* (вероятный продуценты йессотоксина) был найден в поверхностном слое на двух станциях 39 и 68 в глубоководной части участка. Представители диатомовых рода *Pseudo-nitzschia* были найдены лишь на ст. 46 в придонном слое.

Тератологические (уродливые) формы микроводорослей обнаружены не были.

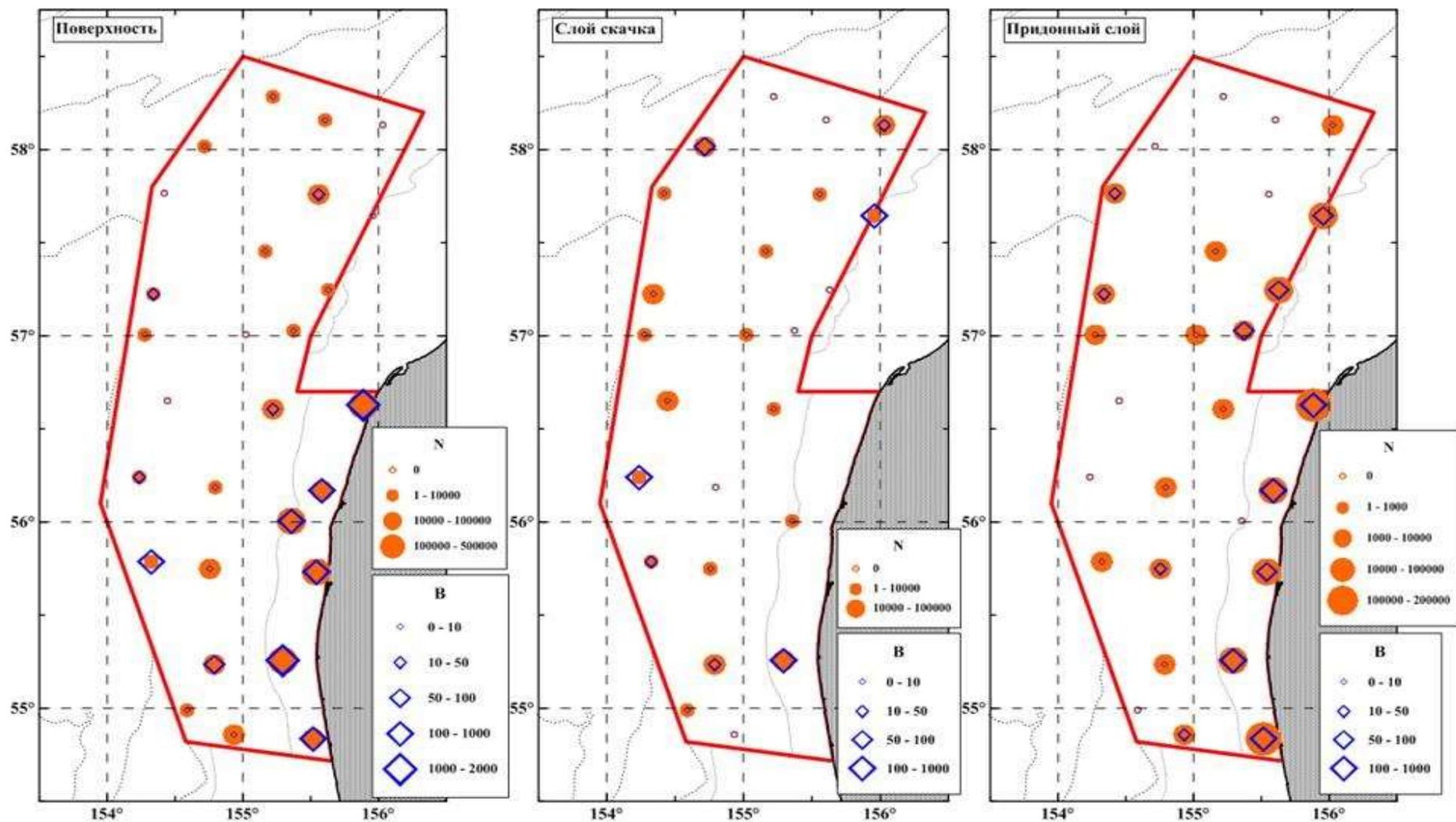


Рисунок 4.1.4 — Численность (N, кл./л) и биомасса (B, мг/м³) фитопланктона в поверхностном слое, слое скачка и придонном слое на Западно-камчатском лицензионном участке 21.06–4.07. 2015 г.

4.2. Зоопланктон

Всего в 56 обработанных пробах отмечено несколько крупных систематических категорий. В группу Infusoria вошел один вид, а именно: *Parafavella edentata*. Раковинные амебы Foramenifera включали тоже один вид *Globogerina fossor*. Очень редко были встречены радиолярии. Медузы были представлены 5 видами: *Aglantha digitale*, *Perigonimus brevicornis*, *Obelia longissima*, *Corine tabulosa*, *Cuspidella mertensii*. Личинки многощетинковых червей, также как и личинки двустворчатых моллюсков и иглокожих, а также усоногих рачков не были определены до вида. Коловраток и ветвистоусых рачков в этом году не было встречено. Крылоногие моллюски включали в себя два вида: более крупный *Clione limacina* и мелкий *Limacina helicina*. Из головоногих моллюсков был обнаружен очень мелкий кальмар. Ракушковые рачки встречены только в двух пробах. Список веслоногих рачков состоял из следующих видов: *Neocalanus plumchrus*, *N. cristatus*, *Calanus glacialis*, *C. tenuicornis*, *Eucalanus bungii*, *Metridia okhotensis* и *M. pacifica*, *Gaidius brevispinus*, *Candacia columbiae*, *Eurytemora herdmanni*, *Pareuchaeta japonica*, *Acartia longiremis*, *Pseudocalanus minutus*, *Microcalanus pigmaeus*, *Oithona similis*, *Oncea borealis* и харпактициды. Бокоплавыв были представлены тремя видами: *Parathemisto japonica*, *P. lubellula* и *Prynno macropa*. Представители мизид относились к двум видам: *Stilomysis grandis* и *Meterythrops microphtalma*. Эвфаузиевые рачки представлены икрой и личинками и взрослыми видами: *Thysanoessa inermis* и *Th. rashii*. Щетинкочелюстные были представлены одним видом - *Parasagitta elegans*, оболочники – двумя: *Oikopleura dioica* и *Fritillaria* sp. Следует отметить, что все копеподы были отдельно подсчитаны по 7 возрастным стадиям (науплиусы - VI стадия), а животные некоторых групп разнесены по размерным категориям.

Экологические, зоогеографические и трофологические характеристики

организмов зоопланктона приведены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Таксономический состав видов зоопланктона и его характеристики

Таксон	Группы и виды	Эколог. хар-ка	Зоогеогр. хар-ка	Троф. хар-ка
Тип	Infusoria			
Семейство	Tintinnidae			
	<i>Parafavella edentata</i>	ЭПП	Ш АфБ	ПСФ
Тип	Foramenifera			
	<i>Globigerina fossor</i>	ЭПП	Ш АфБ	ПСФ
Тип	Cnidaria			
Класс	Hydrozoa			
Подкласс	Hydroidea			
Отряд	Trachylida			
Семейство	Trachynemidae			
	<i>Aglantha digitale</i>	ЭПП XX	Ш АфБ	X
Отряд	Leptolida			
Семейство	Campanulinidae			
	<i>Tiaropsis multicerrata</i>	ЭПП XX	АфБ ВБ	X
Семейство	Bougainvillidae			
	<i>Perigonimus brevicornis</i>	Н X	Ш АфБ	X
Тип	Annelida			
Подкласс	Errantia			
	<i>Polychaeta gen. sp., I</i>	П		Ф
Подкласс	<i>Sedentaria</i>	П		Ф
Семейство	<i>Nephtyidae gen. sp., larvae</i>	П		Ф
Семейство	<i>Pectinariidae gen. sp., larvae</i>	П		Ф
Тип	Arthropoda			
Класс	Crustacea			
Подкласс	Entomostraca			
Отряд	Copepoda			
Подотряд	Calanoida			
Семейство	Calanidae			
Род	Neocalanus			
	<i>N. plumchrus</i>	БП ОК X	Т ПА	Ф
Род	Calanus			
	<i>C. glacialis</i>	ЭВБ ОВ XX	СА	Ф
Семейство	Eucalanidae			
	<i>Eucalanus bungii</i>	БП XX	А-Б	Ф
Семейство	Pseudocalanidae			
Род	Pseudocalanus			
	<i>Pseudocalanus minutus</i>	ЭПП XX	Б	Ф
	<i>Ps. acuspis</i>	ЭПП XX	Б	Ф

Таксон	Группы и виды	Эколог. хар-ка	Зоогеогр. хар-ка	Троф. хар-ка
	<i>Ps. newmani</i>	ЭПП XX	Б	Ф
Род	Microcalanus			
	<i>Microcalanus pygmaeus</i>	ЭВБ XX	Б	Ф
Семейство	Themoridae			
Род	Eurytemora			
	<i>Eurytemora herdmani</i>	Пр Н XX	Б	Ф
Семейство	Metridiidae			
Род	Metridia			
	<i>Metridia okhotensis</i>	ЭВБ, ОВ XX	СА АП	ЭВФ
	<i>Metridia pacifica</i>	ОК БП	Т	
Семейство	Centropagidae			
Семейство	Pontellidae			
Род	Epilabidocera			
	<i>Epilabidocera amphitrites</i>	Пр Н X	ДВ Э	ЭВФ
Семейство	Acartiidae			
Род	Acartia			
	<i>Acartia longiremis</i>	Пр Н XX	БШ	ЭВФ
Семейство	Tortanidae			
Род	Gaidius			
	<i>Gaidius brevispinus</i>	Пр Н X	ДВ Э	X
Подотряд	Cyclopoida			
Семейство	Oithonidae			
Род	Oithona			
	<i>Oithona similis</i>	ЭПП X	Б	Ф
Семейство	Oncaeidae			
Род	Oncaea			
	<i>Oncaea borealis</i>	П XX	Б	X
Подотряд	Harpacticoida			
Семейство	Harpacticidae gen. sp.			
Отряд	Cirripedia			
Подотряд	Thoracica			
Семейство	Balanidae			
Род	Balanus			
	<i>Balanus sp., st. Cypris</i>	П		Ф
Отряд	Isopoda			
	<i>Isopoda gen. sp.</i>	Б	Б Ш	СД
Отряд	Amphipoda			
Подотряд	Hyperiiidea			
Семейство	Hyperiididae			
Род	Themisto			
	<i>Themisto japonica</i>	МЗП	Б X	X
Род	Prymno			
	<i>Prymno macropa</i>	МЗП	Б X	X
Отряд	Euphausiacea			
Семейство	Euphausiidae			

Таксон	Группы и виды	Эколог. хар-ка	Зоогеогр. хар-ка	Троф. хар-ка
Род	Thysanoessa			
	<i>Thysanoessa raschii</i>	ЭПП	АБ ХХ	ЭВФ
	<i>Th. inermis</i>	ЭПП	АБ ХХ	ЭВФ
Отряд	Decapoda			
	<i>Chionoecetes opilio</i>	П		Ф
	<i>Pagurus sp., zoea</i>	П		ЭВФ
Тип	Mollusca			
Класс	Gastropoda			
Отряд	Pteropoda			
Подотряд	Gymnosomata			
Семейство	Clionidae			
Род	Clione			
	<i>Clione limacina</i>	П	Б ХХ	Х
Подотряд	Thecosomata			
Семейство	Limacinidae			
Род	Limacina			
	<i>Limacina helicina</i>	П	Б ХХ	Ф
Класс	Bivalvia			
	Bivalvia gen. sp., larvae	П		Ф
Тип	Echinodermata			
Подтип	Eleutherozoa			
Класс	Echinoidea			
	Echinoidea gen. sp., larvae	П		Ф
Тип	Chordata			
Подтип	Tunicata			
Класс	Appendicularia			
Род	Oikopleura			
	<i>Oikopleura labradoriensis</i>	ЭПП	СА ХХ	Ф
Тип	Chordata			
Род	Parasagitta			
	Parasagitta sp.			Х
	<i>Parasagitta elegans</i>	ЭПП	СА ХХ	Х
Тип	Chordata			
Подтип	Vertebrata			
Надкласс	Gnathostomata			
Класс	Osteichthyes			
Подкласс	Teleostei			
Семейство	Gadidae			
	<i>Theragra chalcogramma</i>			Х
	Pisces gen. sp., ova			Х

Примечание: Экологическая характеристика: ЭПП – эпипелагический. П – пелагический. ЭВБ – эврибатный. ОВ – открытых вод. Пр Н – прибрежно-неритический. Б – бентический. БП – батипелагический; МП - мезопелагический; НБ – некто-бентический; Пр – прибрежный; ОК – океанический; П - пелагический; ХХ – холодноводный; Х – умеренно-холодноводный; ТТ – тепловодный.

Зоогеографическая характеристика: ВБ – высокобореальный; ЮБ – южно-бореальный; Б – бореальный; СА – субарктический; ШБ – широко распространенный бореальный; СТ – субтропический; Ш – широко распространенный; АФБ – амфибореальный; А-Б – аркто-бореальный; А – арктический; Т – тихоокеанский; ПА – приазиатский; Э^{ДВ} – эндемик дальневосточных морей.

Трофическая характеристика: Х – хищник; ЭВФ – эврифаг; Ф – фитофаг; ПСФ – подвижный сестонофаг; СД – собирающий детритофаг; Пар. – паразит.

Различные виды зоопланктона отличались по частоте встречаемости (табл. 4.2.2). Наиболее обычные виды (встречаемость более 50 %) следующие: *Globigerina fossor*, *Neocalanus plumchrus*, *N. cristatus*, *Calanus glacialis*, *Eucalanus bungii*, *Acartia longiremis*, *Metridia pacifica*, *Pseudocalanus minutus*, *Microcalanus pigmaeus*, *Oithona similis*, *Oncea borealis*, *Paratemisto japonica*, эвфазиевые, аппедикулярии, *Parasagitta elegans*, а также икра рыб и личинки минтая.

Имеются различия и по двум выбранным слоям воды: В слое 0 – температурный скачок ни на одной станции не было следующих видов и групп: *Parafavella edentata*, *Corine tabulosa*, *Candacia columbiae*, *Pareuchaeta japonica*, нематоды, ракушковые и усконогие рачки и некоторые другие.

Таблица 4.2.2 – Частота встречаемости (%) организмов зоопланктона

Виды и группы	0-дно	0-слой температурного скачка
<i>Parafavella edentata</i>	-	3,6
<i>Globigerina fossor</i>	57,1	46,4
Radiolaria	7,1	
<i>Aglantha digitale</i>	46,4	14,3
<i>Corine tabulosa</i>	3,6	-
<i>Obelia longissima</i>	14,3	25,0
<i>Perigonimus brevicornis</i>	7,1	3,6
<i>Cuspidella mertensii</i>	-	3,6
Nematoda	3,6	-
Polychaeta личинки	43,0	25,0
Ostracoda	7,1	-
<i>Limacina helicina</i>	28,6	21,4
<i>Clione limacina</i>	10,7	10,7
кальмар	3,6	3,6
Bivalvia личинки	32,1	32,1
Cirripedia личинки	7,1	-

<i>Neocalanus plumchrus</i>	64,3	67,9
<i>N. cristatus</i>	50,0	10,7
<i>Calanus glacialis</i>	82,1	78,6
<i>Eucalanus bungii</i>	64,3	25,0
<i>Acartia longiremis</i>	67,9	82,6
<i>Candacia columbiae</i>	3,6	-
<i>Metridia okhotensis</i>	-	3,6
<i>M. pacifica</i>	82,1	60,7
<i>Pareuchaeta japonica</i>	10,7	-
<i>Eurytemora herdmanni</i>	-	7,1
<i>Pseudocalanus minutus</i>	100,0	96,4
<i>Gaidius brevicornis</i>	46,4	3,6
<i>Microcalanus pigmaeus</i>	53,6	17,9
<i>Oithona similis</i>	100,0	96,4
<i>Oncea borealis</i>	82,1	50,0
Haracticoida	10,7	3,6
<i>Paratemisto japonica</i>	50,0	35,7
<i>P. lubellula</i>	3,6	-
<i>Prymno macropa</i>	14,3	-
Euphausiacea gen. sp. молодь	53,6	35,7
Crangonidae	25,0	25,0
<i>Parasagitta elegans</i>	92,9	75,0
Appendicularia	71,4	53,5
<i>Echinodermata личинки</i>	-	3,6
<i>Telmesus hieragonus zoea</i>	3,6	7,1
<i>Pagurus sp. zoea</i>	7,1	-
<i>Chionoecetes opilio zoea</i>	10,7	11,1
Gammaridae	3,6	-
Cumacea	3,6	-
<i>Stilomysis grandis</i>	-	3,6
<i>Meterythroptis microphthalmus</i>	17,9	3,6
Икра и личинки рыб	53,6	50,0

Численность зоопланктона в слое 0-дно изменялась от 412 до 24405 экз./м³ (средняя – 4709), в слое 0 – температурный скачок – от 685 до 35930 (средняя – 6716), т.е. в первом случае была ниже.

В обоих слоях преобладала группа *Copepoda* (рис. 4.2.1). Среди веслоногих раков на первом месте в слое «0-дно» был *Pseudocalanus minutus*, на втором – метридии и на третьем – каланусы. В слое «0-температурный скачок» на первом месте также оставался *P. minutus*, на втором – *Oithona similis*, на третьем – каланусы (рис. 4.2.2). Различия в составе копепод в разных слоях связаны с особенностями вертикального распределения видов.

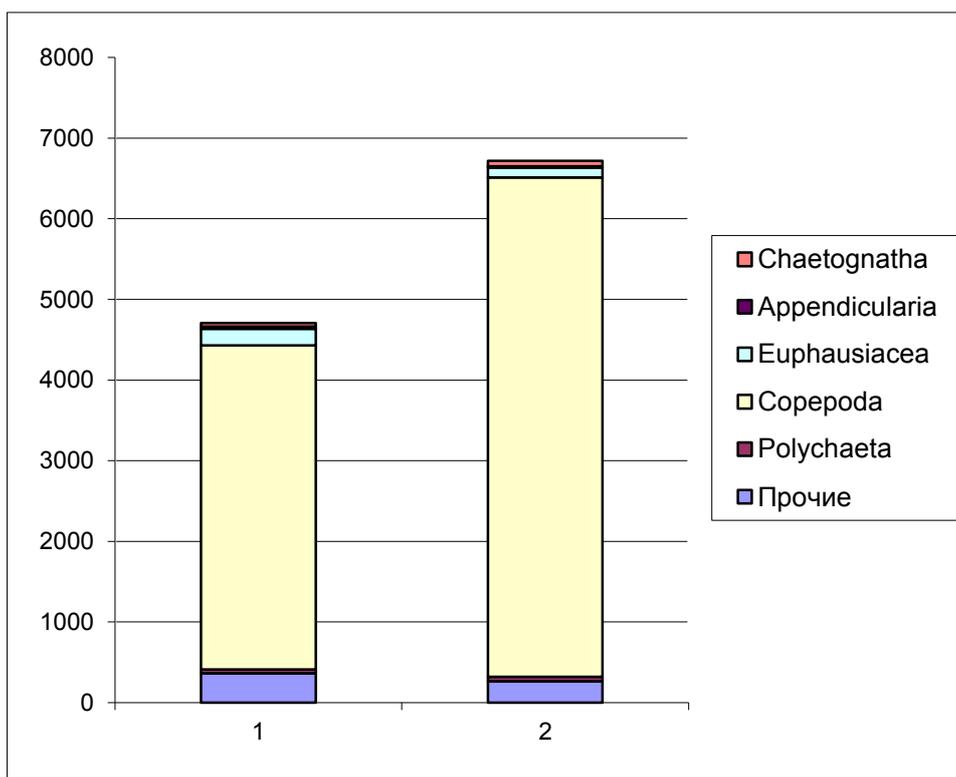


Рисунок 4.2.1 – Обилие (экз. в куб. м) и состав зоопланктона. 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка

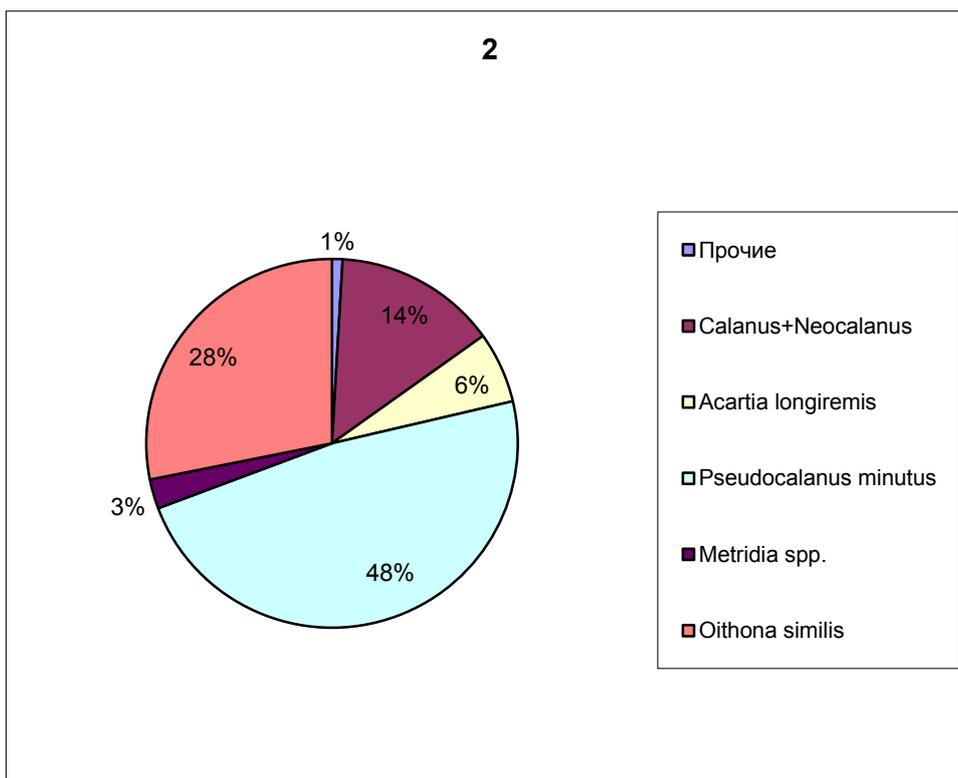
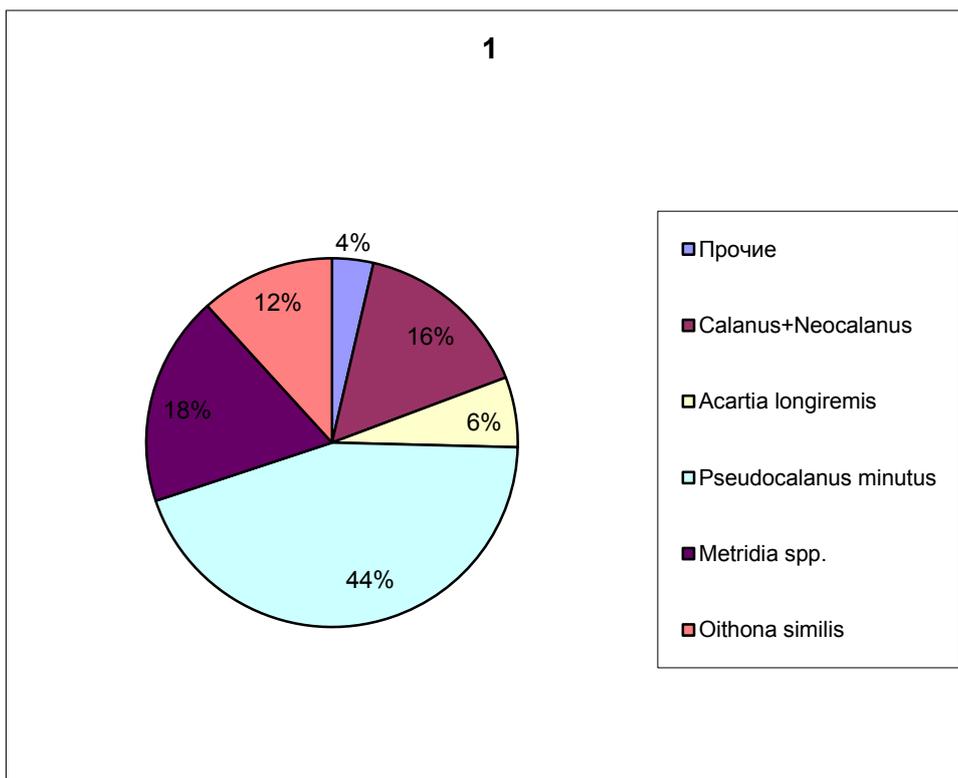


Рисунок 4.2.2 – Состав веслоногих рачков (% от численности). 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка

Биомасса зоопланктона в слое 0 – дно варьировала от 26,9 до 895,8 (средняя – 339,9); в слое от поверхности до температурного скачка – от 32,3 до 1910,4 (средняя – 492,7 мг/м³), т.е. в первом случае была ниже (рис. 4.2.3).

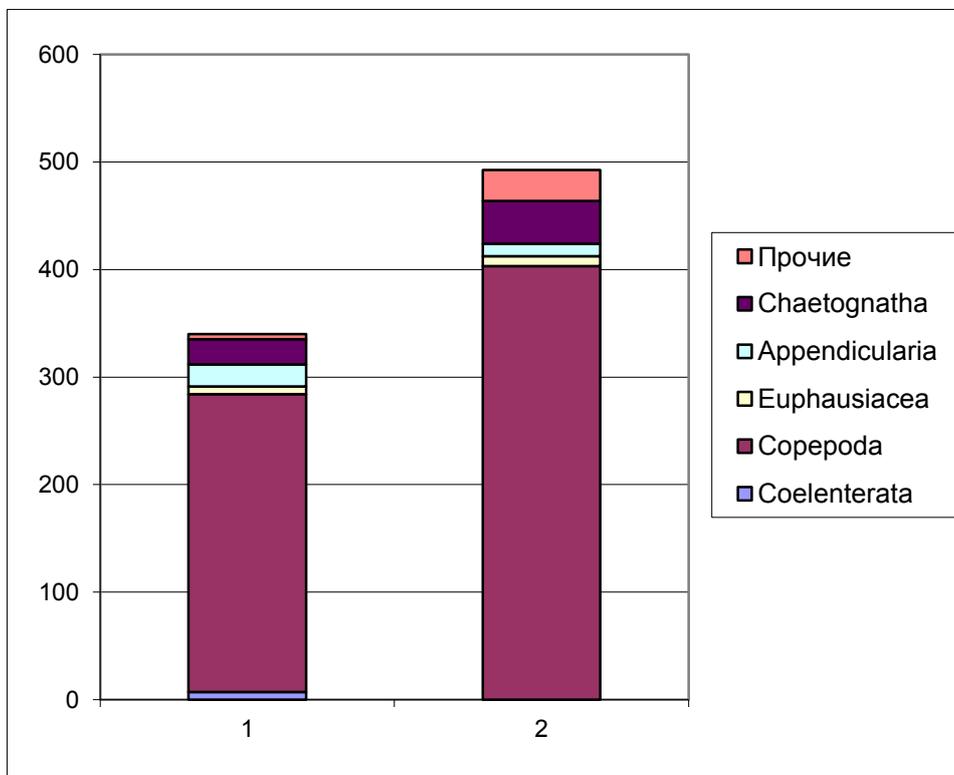


Рисунок 4.2.3 – Биомасса (мг в куб. м) и состав зоопланктона. 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка

И в слое 0 – дно и в слое от поверхности до температурного скачка по биомассе преобладали калянусы (рис. 4.2.4). На втором месте был *P. minutus*. В слое от поверхности до температурного скачка, по сравнению с тотальным ловом, было мало метридий.

Горизонтальное распределение численности и биомассы зоопланктона по акватории показано на рисунке 4.2.5. Заметно, что максимальные значения численности в тотальном слое и слое от 0 до температурного скачка находятся в правой части полигона. По биомассе таких явных совпадений нет.

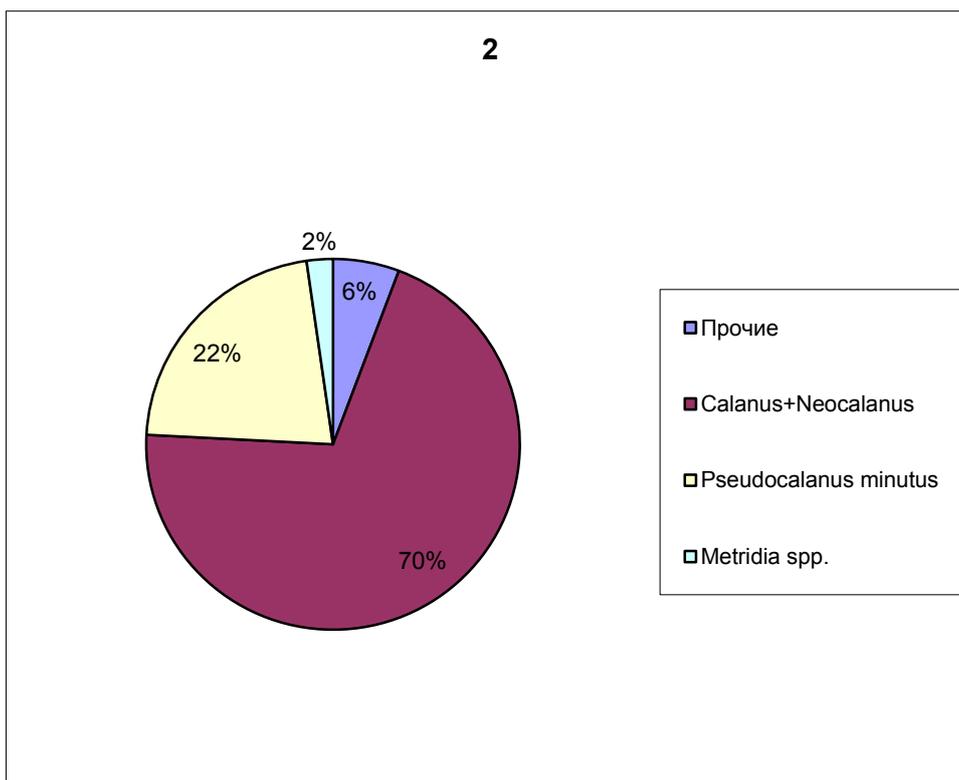
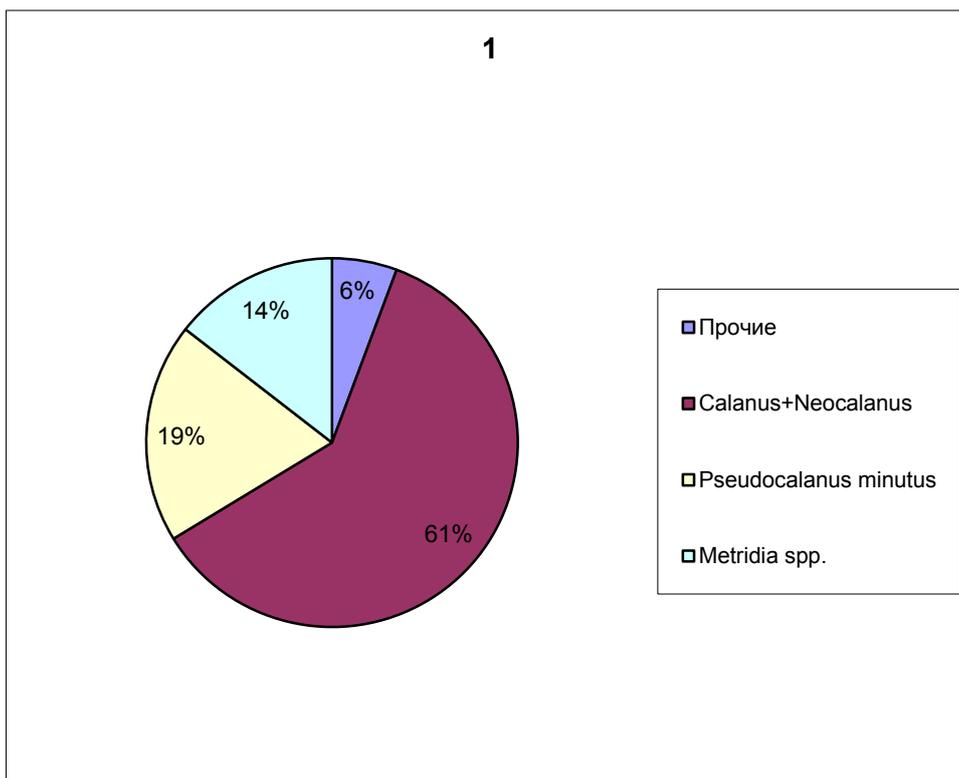


Рисунок 4.2.4 – Состав веслоногих рачков (% от биомассы) 1 – в слое 0-дно, 2 – в слое 0 до температурного скачка

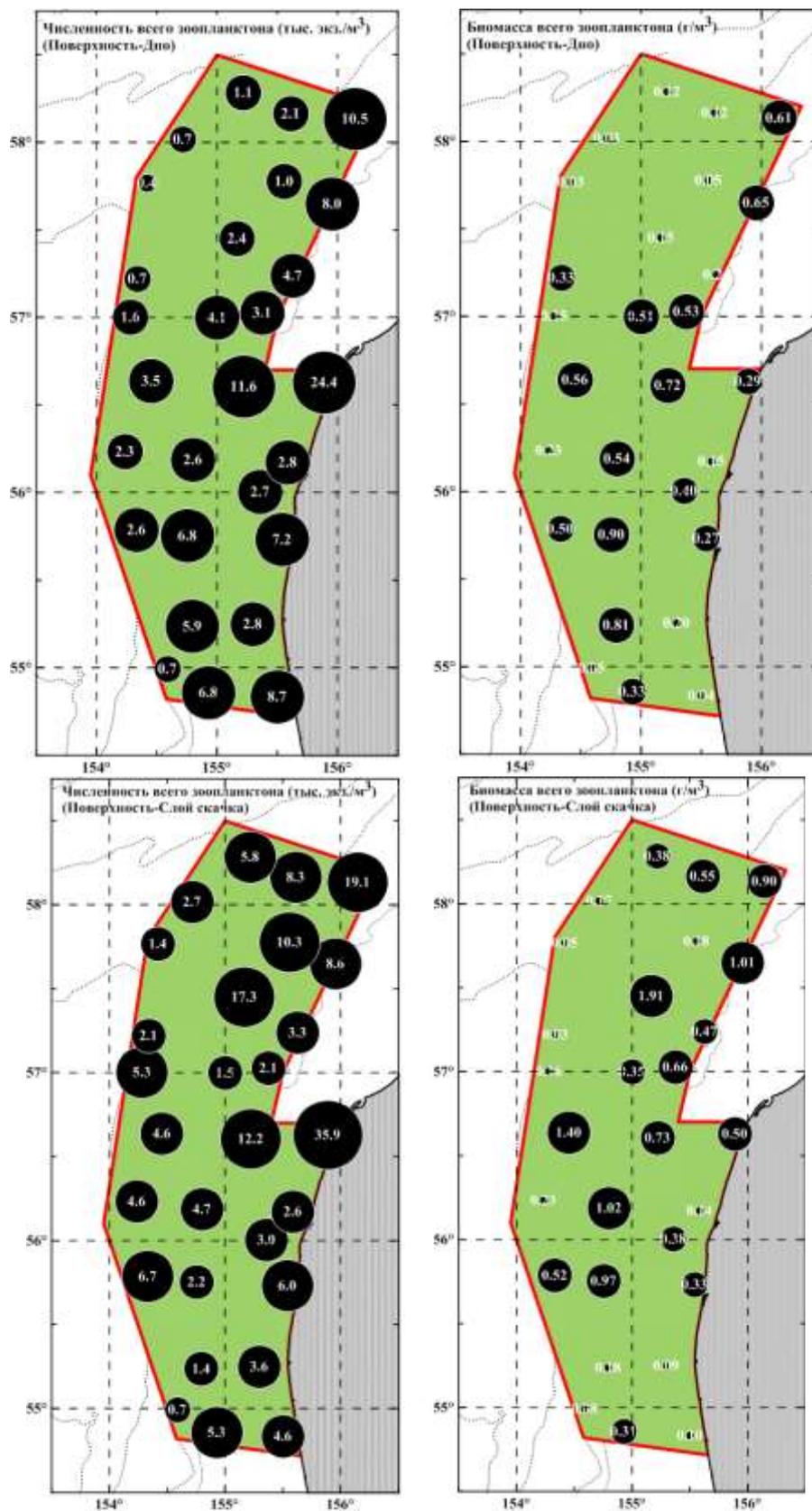


Рисунок 4.2.5 – Горизонтальное распределение численности и биомассы зоопланктона в слое «0-дно» (вверху) и в слое «0 до температурного скачка» (внизу)

4.3. Бентос

Ниже приведена информация, полученная в ходе обработки бентосных проб.

Тип Echinodermata (Иглокожие) были представлены четырьмя классами: Echinoidea, Holothuroidea, Asteroidea, Ophiuroidea. В 2015 г. средняя численность типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке составила $195,044 \pm 83,585$ экз./м² при средней биомассе $152,784 \pm 106,348$ г/м² (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1 – Изменение средних численности (экз./м²) и биомасс (г/м²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Классы	Средняя численность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²
Echinoidea	$20,141 \pm 11,292$	$135,945 \pm 99,137$
Holothuroidea	$6,809 \pm 1,835$	$5,473 \pm 2,091$
Asteroidea	$0,714 \pm 0,402$	$0,123 \pm 0,081$
Ophiuroidea	$167,380 \pm 70,056$	$11,243 \pm 5,039$
Сумма	$195,044 \pm 83,585$	$152,784 \pm 106,348$

Пространственное распределение численности (рис. 4.3.1) и биомасс (рис. 4.3.2) типа Echinodermata показало их максимальные значения в центральной части Западно–Камчатского лицензионного участка.

В 2015 г. на глубине 128 м на станции № 60 на грунте, представленном камнями, галькой и крупным песком, отмечена максимальная численность (2216 экз./м²) беспозвоночных типа Echinodermata (рис. 4.3.3), тогда как минимальное их значение ($0,200$ г/м²) приходилось на глубину 18 м (станция № 46) на грунте, представленном илом (рис. 4.3.4).

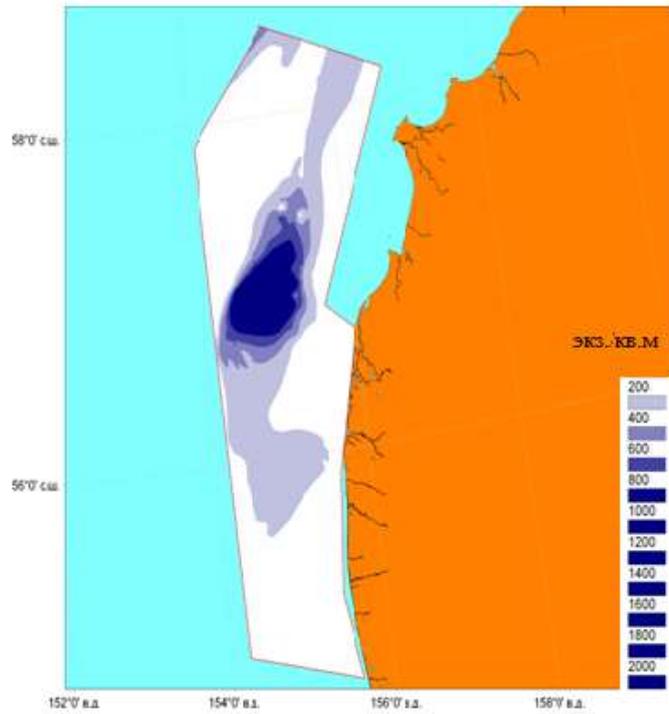


Рисунок 4.3.1 – Пространственное распределение численности (экз./м²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

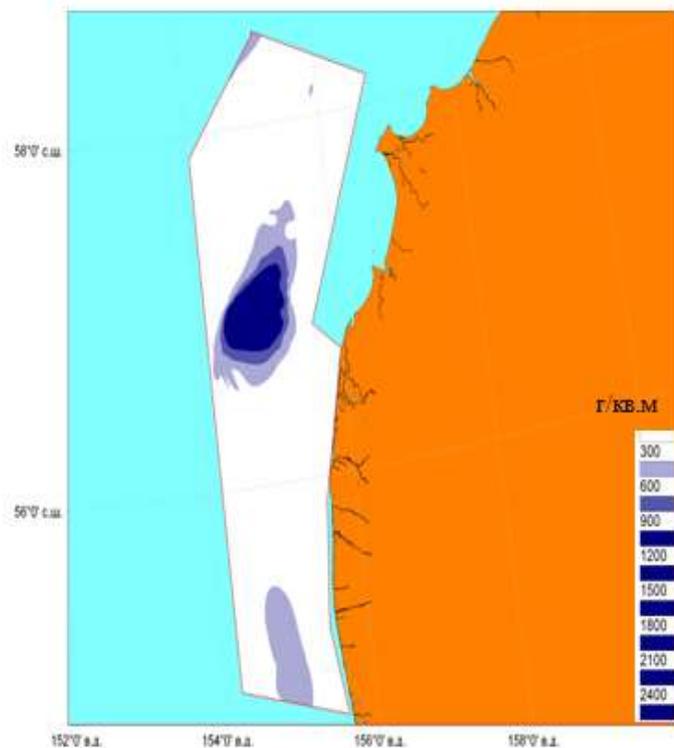


Рисунок 4.3.2 – Пространственное распределение биомасс (г/м²) типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

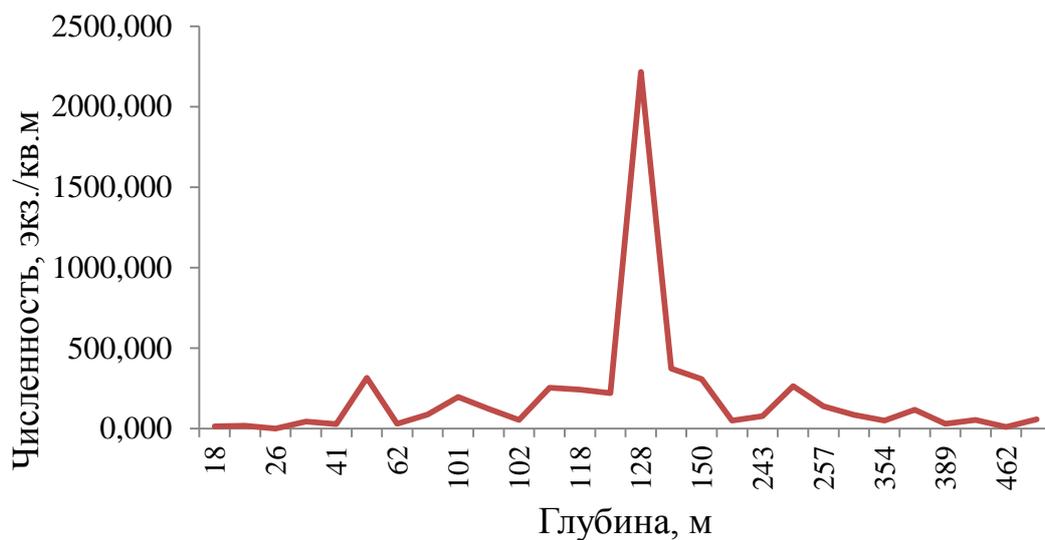


Рисунок 4.3.3 – Изменение численности (экз./м²) типа Echinodermata в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.



Рисунок 4.3.4 – Изменение биомасс (г/м²) типа Echinodermata в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, в целом для типа Echinodermata пространственное распределение максимальных численности и биомасс приурочено к центральной части лицензионного участка на глубине 128 м.

По средней численности (рис. 4.3.5) наиболее представительным являлся класс Ophiuroidea, а по средней биомассе (рис. 4.3.6) класс Echinoidea.

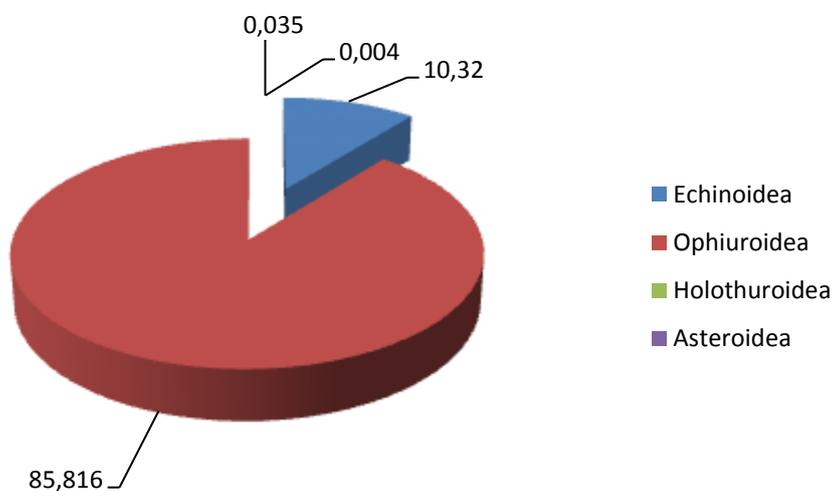


Рисунок 4.3.5 – Соотношение (%) средних численности (экз./м²) различных групп типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

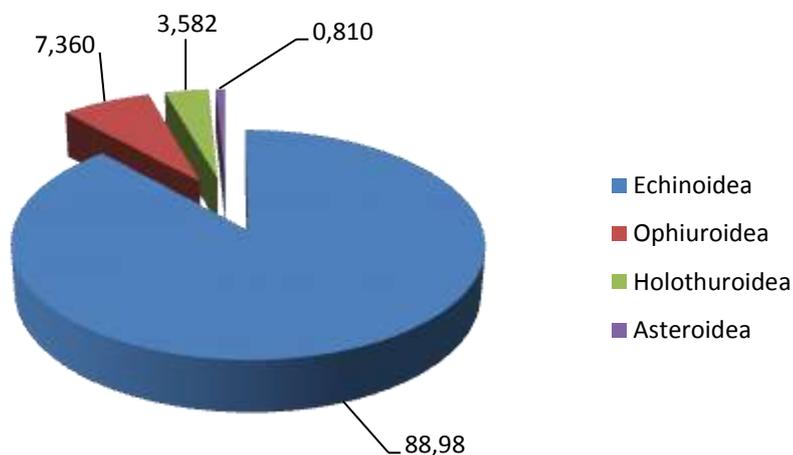


Рисунок 4.3.6 – Соотношение (%) средних биомасс (г/м²) различных групп типа Echinodermata на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, в 2015 г. в процентном отношении по средней

численности преобладали представители класса Ophiuroidea, а по средней биомассе – класса Echinoidea.

Класс Echinoidea (Морские ежи) представлены тремя семействами: Scutellidae – плоские морские ежи, Strongylocentrotidae – круглые морские ежи, Hemiasteridae – мягкие или сердцевидные морские ежи. В 2015 г. в целом для этого класса средняя численность составляла $20,141 \pm 11,292$ экз./м² при средней биомассе $135,945 \pm 99,137$ г/м² (см. табл. 4.3.2).

Таблица 4.3.2 – Средние численность (экз./м²) и биомасса (экз./м²) класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Семейство	Вид	Средняя численность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²
Scutellidae	<i>Echinarachnius parma</i>	$5,142 \pm 3,171$	$19,556 \pm 11,678$
Strongylocentrotidae	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	$14,666 \pm 7,959$	$116,366 \pm 87,446$
Hemiasteridae	<i>Brisaster latifrons</i>	$0,333 \pm 0,162$	$0,023 \pm 0,013$
Сумма		$20,141 \pm 11,292$	$135,945 \pm 99,137$

В 2015 г. в исследованном районе в процентном отношении круглые морские ежи *Strongylocentrotus pallidus* из семейства Strongylocentrotidae доминировали как по численности (экз./м²) (рис. 4.3.7), так и по биомассе (г/м²) (рис. 4.3.8).

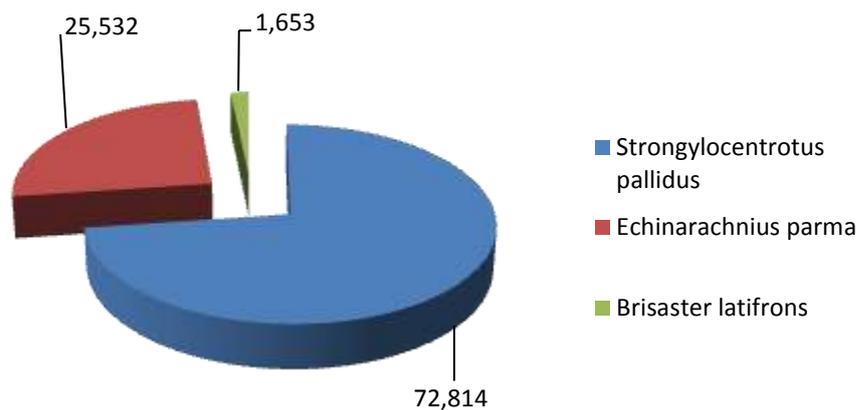


Рисунок 4.3.7 – Соотношение (%) средних численности (экз./м²) различных групп класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

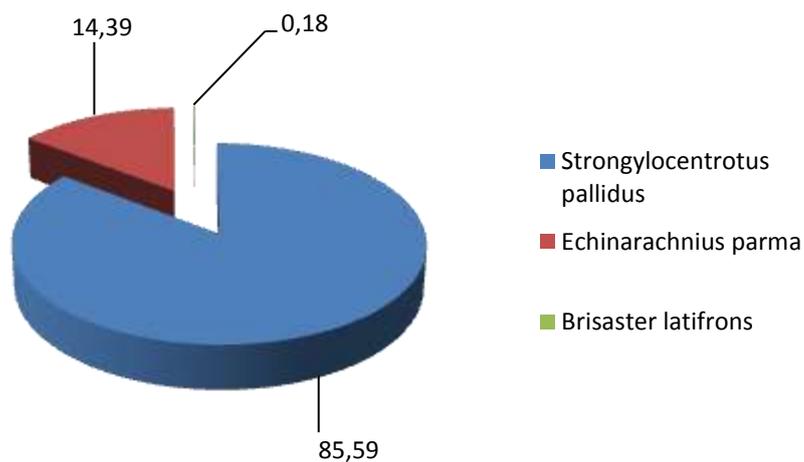


Рисунок 4.3.8 – Соотношение (%) средних биомасс (г/м²) различных групп класса Echinoidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, в процентном отношении, как по средней численности, так и по средней биомассе на Западно–Камчатском лицензионном участке преобладает круглый морской еж *Strongylocentrotus pallidus*.

В 2015 г. максимальное значение численности ($88,000 \text{ экз./м}^2$) *E. parma* приурочено к грунту, представленному песком с примесью мелкой гальки на глубине 53 м (станция № 32) (рис. 4.3.9). Тогда как максимальное значение биомасс ($238,667 \text{ г/м}^2$) плоских морских ежей приходилось на глубину 90 м на грунте представленном илом с песком (станция № 4) (рис. 4.3.10).

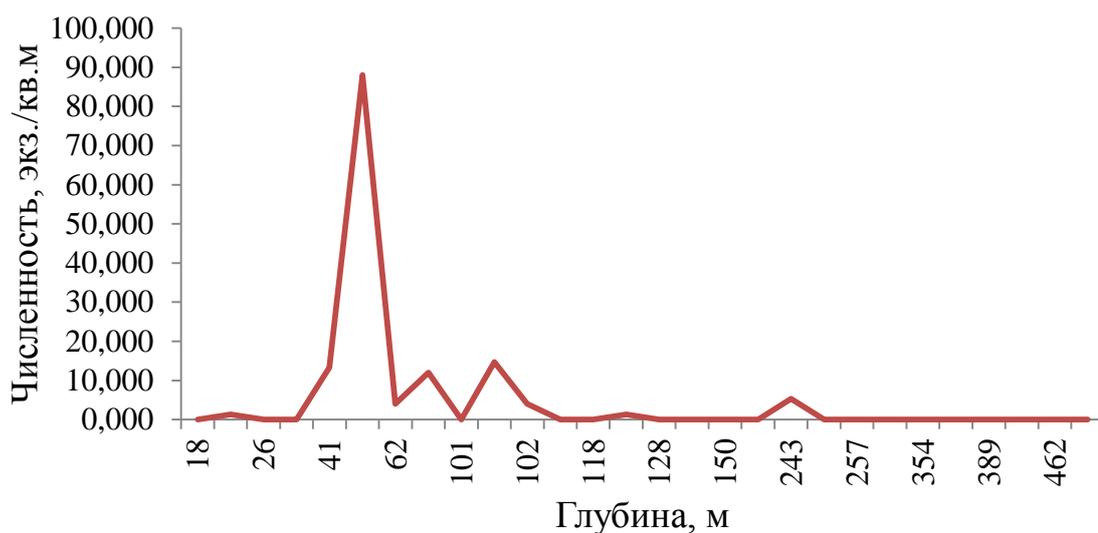


Рисунок 4.3.9 – Изменение численности (экз./м^2) *E. parma* в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

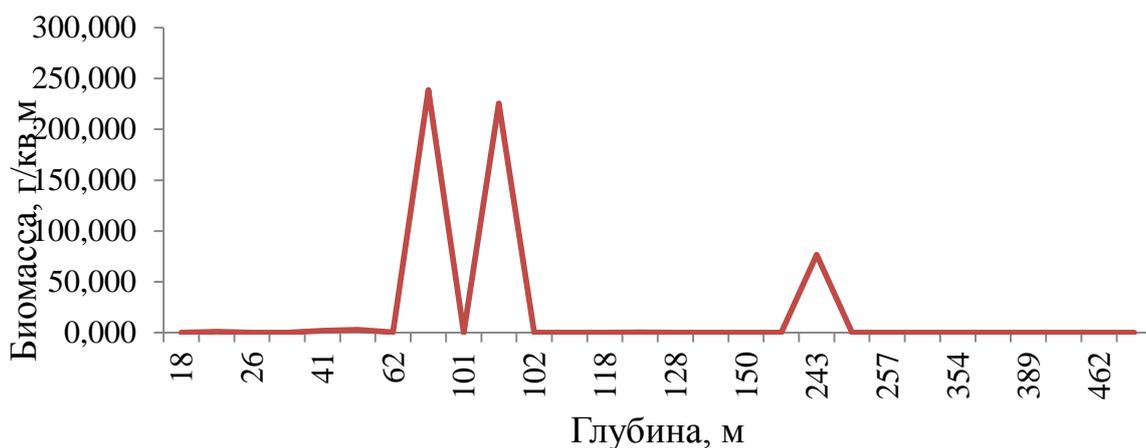


Рисунок 4.3.10 – Изменение биомасс (г/м^2) *E. parma* в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Другими представителями класса Echinoidea являлись круглые морские ежи *Strongylocentrotus pallidus*. В 2015 г. средняя численность круглых морских ежей составляла в $14,666 \pm 7,959$ экз./м² при средней биомассе $116,366 \pm 87,446$ г/м² (см. табл. 4.3.2).

На грунте, представленном камнями, галькой и крупным песком (глубина 128 м) на станции № 60 для *S. pallidus* отмечено максимальное значение численности ($217,333$ экз./м²) (рис. 4.3.11) и биомассы ($2444,592$ г/м²) (рис. 4.3.12).



Рисунок 4.3.11 – Изменение численности (экз./м²) *S. pallidus* в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

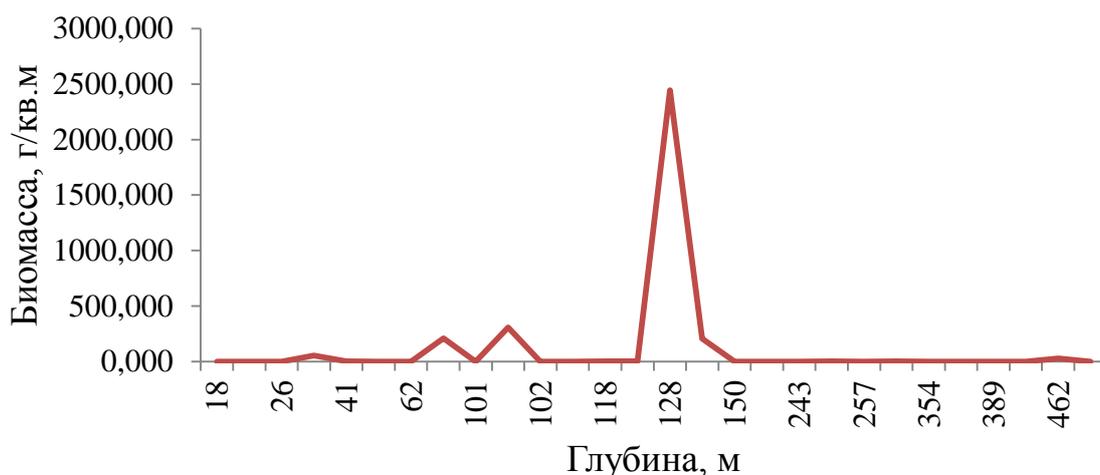


Рисунок 4.3.12 – Изменение биомасс (г/м²) *S. pallidus* в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, максимальные численность и биомасса круглых морских ежей *S. pallidus* приходится на один и тот же тип грунта (камни, галька, крупный песок) и глубину (128 м) обитания.

В 2015 г. средняя численность ($0,333 \pm 0,162$ экз./м²) и биомасса ($0,023 \pm 0,013$ г/м²) сердцевидных морских ежей *Brisaster latifrons* на акватории Западно–Камчатского лицензионного участка была незначительна (см. табл. 4.3.2).

Класс Holothuroidea (голотурии). В 2015 г. на акватории лицензионного участка голотурии имели среднюю численность $6,809 \pm 1,835$ экз./м² при средней биомассе $5,473 \pm 2,091$ г/м² (см. табл. 4.3.2). Максимальное значение средней численности типа Holothuroidea отмечено на глубине 101 м ($33,333$ экз./м²) (рис. 4.3.13), а максимальная средняя биомасса – на глубине 90 м ($51,893$ г/м²) (рис. 4.3.14).

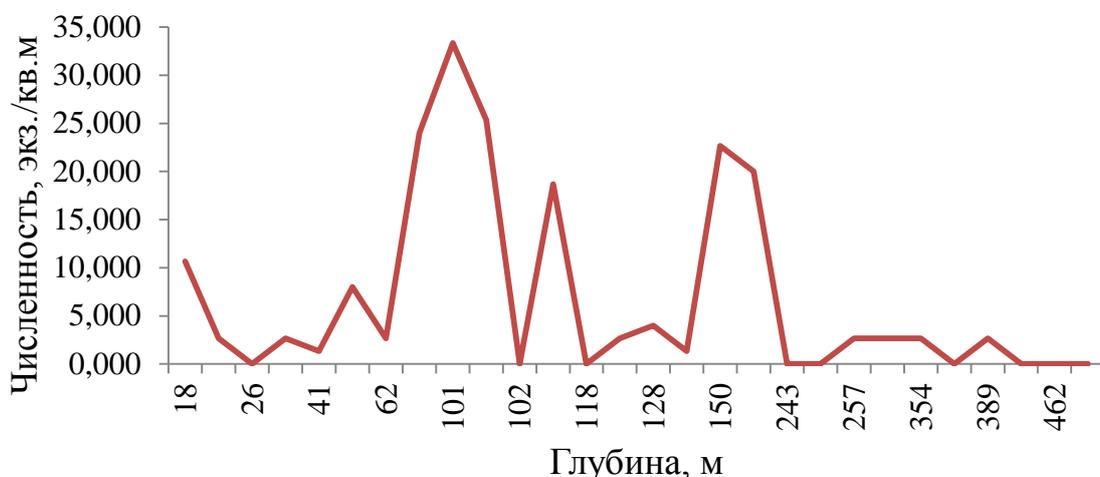


Рисунок 4.3.13 – Изменение численности (экз./м²) класса Holothuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

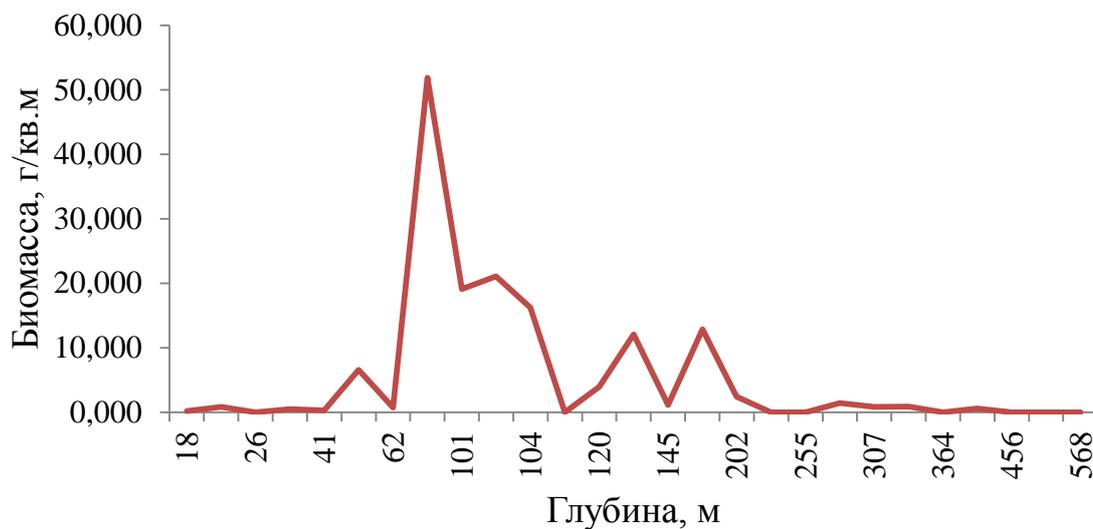


Рисунок 4.3.14 – Изменение биомасс (экз./м²) класса Holothuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Пространственное распределение численности (экз./м²) класса Holothuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г. показало, что максимальные их значения приходятся от центральной до южной части участка (рис. 4.3.15). Максимальные значения биомасс (г/м²) голотурий отмечены в южной части (рис. 4.3.16).

Видовой состав голотурий представлен видами – *Chiridota sp.*, *Pentamera calcigera*, *Pseudocnus fallax*, *Pseudocnus pusillus*, *Pentamera calcigera*, *Cucumaria sp.*, *Myriotrochus rinkii*.

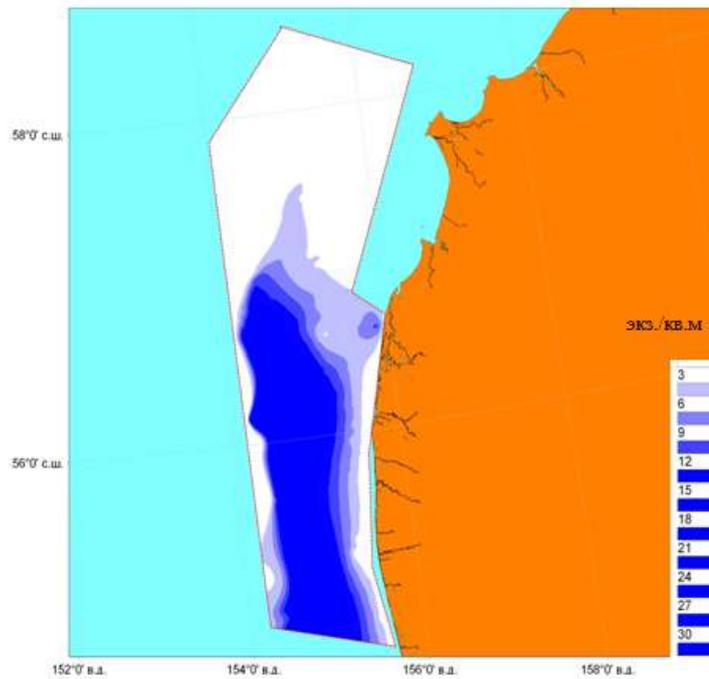


Рисунок 4.3.15 – Пространственное распределение численности (экз./м²) класса Holothuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

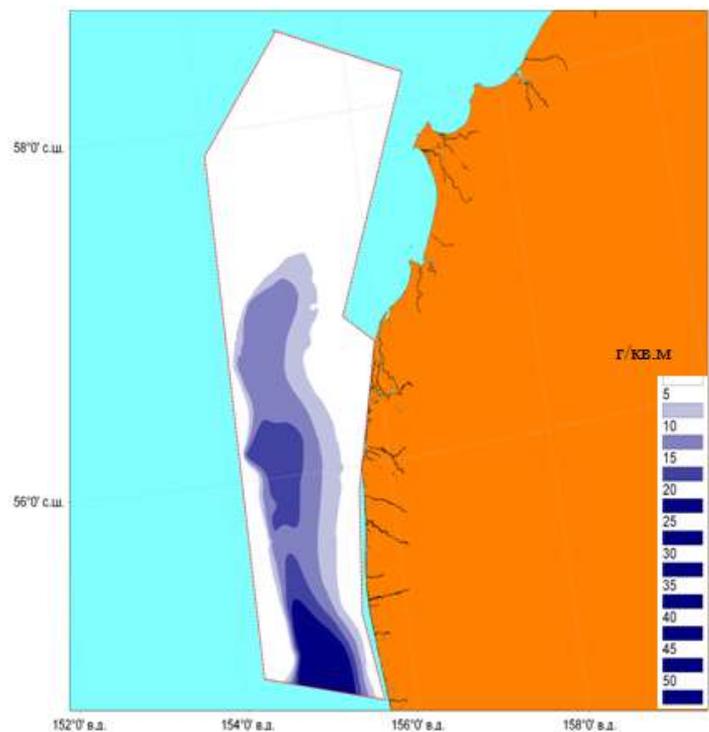


Рисунок 4.3.16 – Пространственное распределение биомасс (г/м²) класса Holothuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, в целом максимальные значения численности и биомассы класса Holothuroidea приурочены к глубинам 90-100 м. Пространственное распределение максимальной численности голотурий отмечено от центральной до южной части участка, а биомасс – в южной.

Класс Asteroidea (Морские звезды). В 2015 г. для морских звезд на лицензионном участке средняя численность составляла $0,714 \pm 0,402$ экз./м² при средней биомассе $0,123 \pm 0,081$ г/м² (см. табл. 4.3.2). Максимальное значение численности (8,000 экз./м²) (рис. 4.3.17) класса Asteroidea отмечено на станции № 1 на глубине 30 м на грунте, представленном галькой. Максимальная же биомасса звезд приходится на станцию № 4 на глубине 90 м на илистом песке и составляет 2,000 г/кв. м (рис. 4.3.18).

Видовой состав класса Asteroidea представлен видами – *Leptasterias arctica*, *Asterias ruthbuni*.

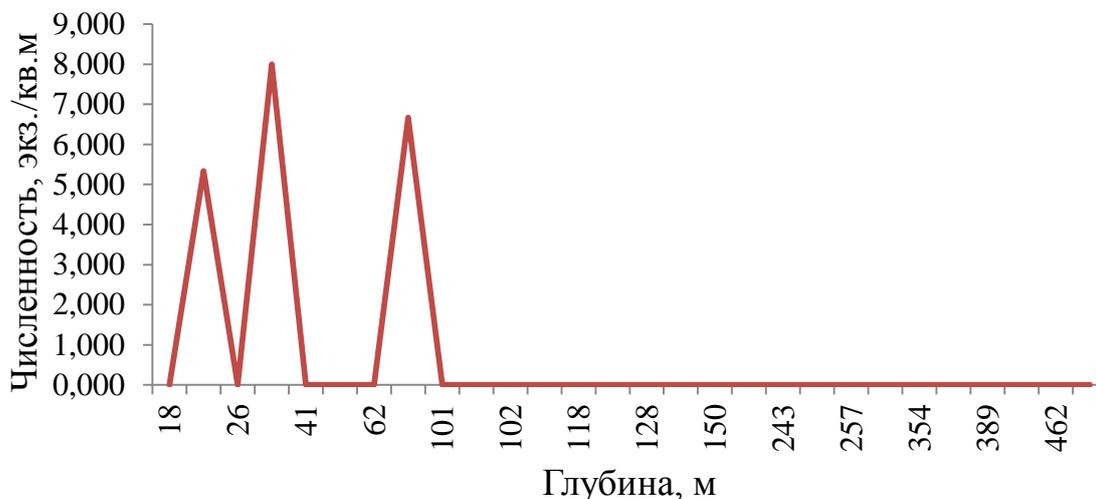


Рисунок 4.3.17 – Изменение численности (экз./м²) класса Asteroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном в 2015 г.

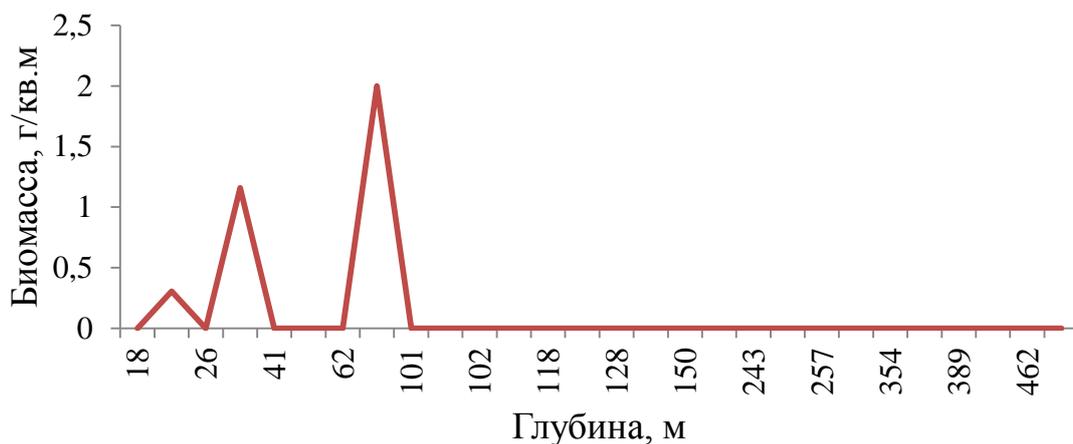


Рисунок 4.3.18 – Изменение биомасс (г/м²) класса Asteroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Таким образом, максимальная численность класса Asteroidea приурочена к глубине 30 м, а максимальная биомасса приходится на глубину 90 м.

Класс Ophiuroidea (Офиуры). На Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г. средняя численность класса Ophiuroidea составила $167,380 \pm 70,056$ экз./м² при средней биомассе $11,243 \pm 5,039$ г/м² (см. табл. 4.3.2). Видовой состав офиур представлен – *Ophiura leptoctenia*, *Ophiura maculata*, *Ophiura quadrispina*, *Ophiacantha bidentata*, *Amphiodia craterodmeta*, *Amphiura sundervalli*, *Amphiura sp.*

Максимальное значение численности ($1994,666$ экз./м²) класса Ophiuroidea отмечено на глубине 128 м на грунте представленном камнями, галькой, крупным песком (станция № 60) (рис.4.3.19), тогда как их максимальная биомасса ($106,360$ г/м²) приходится на глубину 150 м (рис. 4.3.20) на грунт представленный фораминиферовым илом (станции № 20).

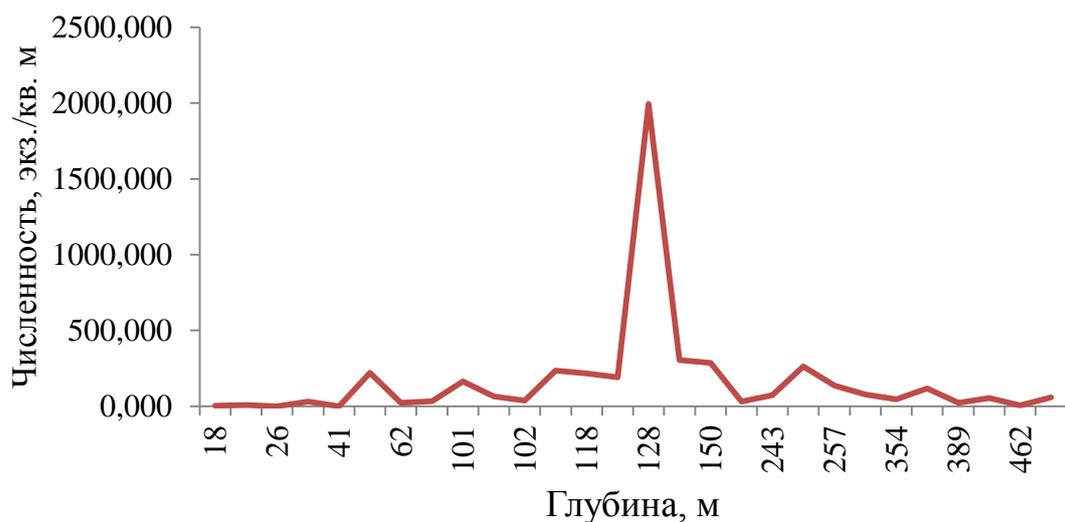


Рисунок 4.3.19 – Изменение численности (экз./м²) класса Orphiuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

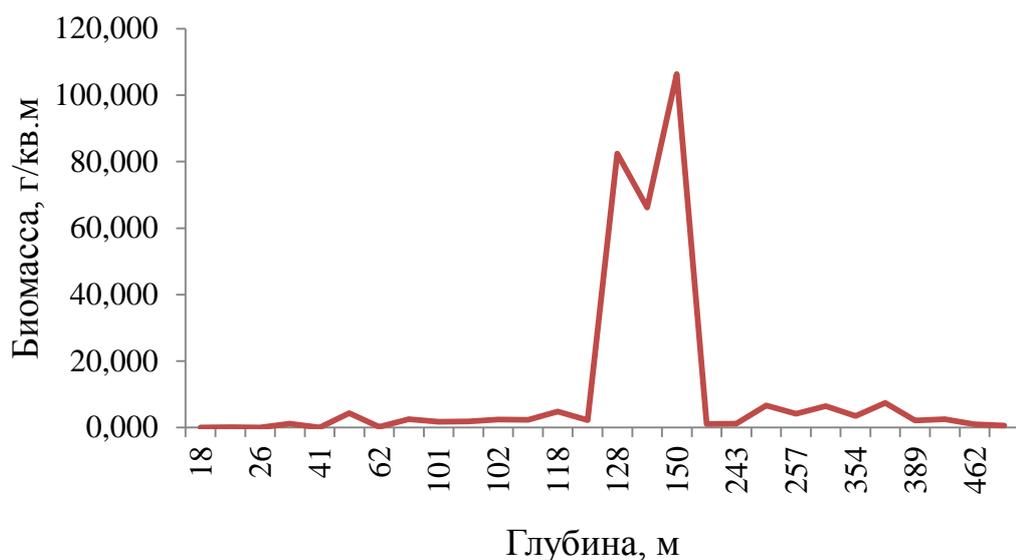


Рисунок 4.3.20 – Изменение биомасс (г/м²) класса Orphiuroidea в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Исследование пространственного распределения численности (рис. 4.3.21) и биомасс (рис. 4.3.22) показало, что на Западно–Камчатском

лицензионном участке отмечена зона с повышенными значениями этих показателей, которая располагается в его центральной части.

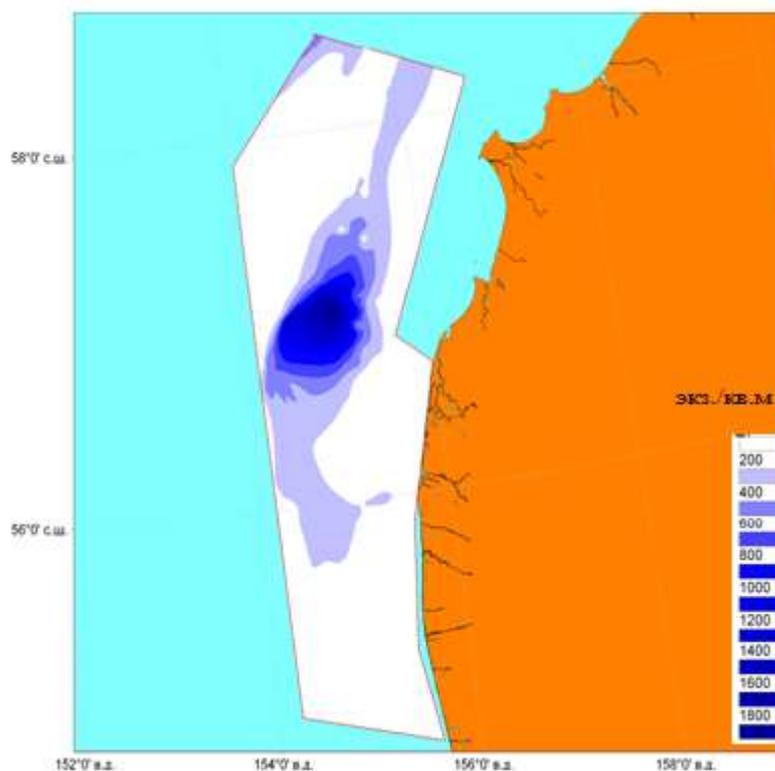


Рисунок 4.3.21 – Пространственное распределение численности (экз./м²) класса Ophiuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

В исследованный период в пространственном распределении численности и биомасс класса Ophiuroidea отмечен участок с повышенными их значениями, который располагается в центральной части лицензионного участка.

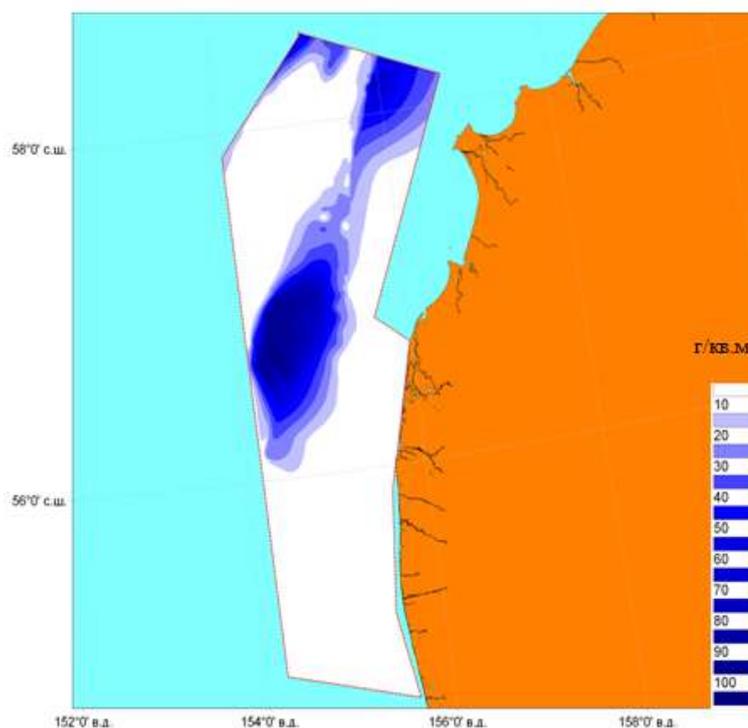


Рисунок 4.3.22 – Пространственное распределение биомасс (г/м²) класса Ophiuroidea на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Тип Echinodermata (Иглокожие) представлен четырьмя классами: Echinoidea, Holothuroidea, Asteroidea, Ophiuroidea. В целом для этого типа пространственное распределение максимальных численности и биомасс приурочено к центральной части лицензионного участка на глубине 128 м.

В процентном отношении по средней численности преобладали представители класса Ophiuroidea, а по средней биомассе – класса Echinoidea. В процентном отношении, как по средней численности, так и по средней биомассе на Западно–Камчатском лицензионном участке преобладает круглый морской еж *Strongylocentrotus pallidus*.

Видовой состав класса Echinoidea представлен видами – *Strongylocentrotus pallidus*, *Echinarachnius parma*, *Brisaster latifrons*. Максимальное значение численности *E. parma* приурочено к грунту, представленному песком с примесью мелкой гальки на глубине 53 м, тогда как максимальное значение биомасс плоских морских ежей приходилось на

глубину 90 м на грунте, представленном илом с песком. Максимальные численность и биомасса круглых морских ежей *S. pallidus* приходится на один и тот же тип грунта (камни, галька, крупный песок) и глубину (128 м) обитания. Средние численность и биомасса сердцевидных морских ежей *Brisaster latifrons* на акватории Западно–Камчатского лицензионного участка незначительны.

Видовой состав класса Holothuroidea представлен видами – *Chiridota* sp., *Pentamera calcigera*, *Pseudocnus fallax*, *Pseudocnus pusillus*, *Pentamera calcigera*, *Cucumaria* sp., *Muriotrochus rinkii*. Максимальные значения численности и биомассы класса Holothuroidea приурочены к глубинам 90-100 м. Пространственное распределение максимальной численности голотурий приходится практически на весь лицензионный участок, а биомассы – на южную часть.

Видовой состав класса Asteroidea представлен видами – *Leptasterias arctica*, *Asterias ruthbuni*. Максимальная численность морских звезд приурочена к глубине 30 м, а максимальная биомасса приходится на глубину 90 м.

Видовой состав класса Ophiuroidea представлен – *Ophiura leptoctenia*, *Ophiura maculata*, *Ophiura quadrispina*, *Ophiacantha bidentata*, *Amphiodia craterodmeta*, *Amphiura sundervalli*, *Amphiura* sp. В пространственном распределении численности офиур и их биомасс отмечен участок с повышенными значениями, который располагается в его центральной части. Максимальное значения численности (1994,666 экз./м²) класса Ophiuroidea отмечено на глубине 128 м на грунте представленном камнями, галькой, крупным песком (станция № 60), тогда как их максимальная биомасса (106,360 г/м²) приходится на глубину 150 м на грунт представленный фораминиферовым илом.

Crustacea (Ракообразные). В результате обработки материалов, содержащих непромысловых ракообразных, мы обнаружили 155 видов животных, принадлежащих к 8 таксономическим группам (отрядам) 38 семействам и 83 родам (табл. 4.3.3).

Около 89% от общей численности экземпляров и около 84% от общей биомассы приходилось на представителей двух отрядов: амфипод (гаммарид и капреллид) (77,81% по численности и 76,29% биомассы), кумовых раков (10,76% и 7,3%).

Фауна амфипод (Amphipoda) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка была представлена 118 видами; кумовых раков (Cumacea) – 22 видами. На долю остальных таксономических групп (Ostracoda, Isopoda, Decapoda, Thanaidacea, Mysidacea) в общем приходилось 15 видов (табл. 4.3.3).

Таблица 4.3.3 – Список видов ракообразных на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

№	ТАКСОН	Встречаемость	Биомасса сред., г/м ²	ст. ошибка ±	Плотность поселения, экз/м ²	ст. ошибка, ±
1	2	3	4	5	6	7
	AMPHIPODA					
	Gammaridea					
1	<i>Acidostoma pectinata</i>	0.04	0.0010	0.0010	0.14	0.143
2	<i>Opisa eschrichti</i>	0.07	0.0029	0.0026	0.29	0.198
3	<i>Boecosimus normani</i>	0.04	0.0101	0.0101	0.71	0.714
4	<i>Paratryphosites abyssi</i>	0.25	0.0708	0.0386	1.43	0.553
5	<i>Anonyx nugax</i>	0.07	0.0067	0.0047	0.29	0.198
6	<i>Anonyx lilljeborgi</i>	0.07	0.0204	0.0144	0.57	0.447
7	<i>Anonyx anivae</i>	0.04	0.0014	0.0014	0.14	0.143
8	<i>Anonyx ampulloides</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
9	<i>Anonyx ochoticus</i>	0.04	0.0024	0.0024	0.29	0.286
10	<i>Anonyx compactus</i>	0.04	0.1216	0.1216	11.29	11.286
11	<i>Anonyx sp.</i>	0.04	0.0017	0.0017	0.14	0.143
12	<i>Socarnes bidenticulatus</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.14	0.143
13	<i>H. pacificus</i>	0.07	0.1538	0.1392	4.00	3.455

14	<i>Hippomedon granulosis</i>	0.04	0.0019	0.0019	0.14	0.143
15	<i>Hippomedon propinquiseous</i>	0.07	0.0159	0.0116	0.86	0.629
16	<i>Hippomedon abyssis</i>	0.04	0.0143	0.0143	0.43	0.429
17	<i>Hippomedon wirketis</i>	0.14	0.0343	0.0214	1.86	1.208
18	<i>Lepidepecreum kasatca</i>	0.07	0.0009	0.0006	0.29	0.198
19	<i>Lepidepecreum comatum</i>	0.11	0.0091	0.0065	0.43	0.238
20	<i>Lepidepecreum eoum</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.29	0.286
21	<i>Lepidepecreum sp.</i>	0.04	0.0004	0.0004	0.14	0.143
22	<i>Orchomenella affinis</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.29	0.286
23	<i>Orchomenella minuta</i>	0.07	0.0033	0.0025	0.29	0.198
24	<i>Orchomenella pacifica</i>	0.04	0.0009	0.0009	0.14	0.143
25	<i>Kerguelenia borealis ochotica</i>	0.18	0.0094	0.0051	2.14	1.447
26	<i>Kerguelenia eoa</i>	0.04	0.0011	0.0011	0.29	0.286
27	<i>Lysianassidae gen. sp.</i>	0.32	0.1254	0.0826	3.86	1.447
28	<i>Ampelisca eschrichti</i>	0.21	0.0544	0.0286	1.00	0.378
29	<i>Ampelisca furcigera</i>	0.18	0.0171	0.0100	0.71	0.295
30	<i>Ampelisca macrocephala</i>	0.21	0.0425	0.0213	1.64	0.891
31	<i>Ampelisca eoa</i>	0.11	0.0219	0.0135	0.64	0.372
32	<i>Ampelisca birulai</i>	0.07	0.0024	0.0019	0.43	0.315
33	<i>Ampelisca sp.</i>	0.14	0.0071	0.0046	0.86	0.429
34	<i>Byblis erythrops</i>	0.11	0.0295	0.0212	1.17	0.666
35	<i>Byblis longicornis</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
36	<i>Haploops setosa</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.14	0.143
37	<i>Urothoe denticulata</i>	0.14	0.0036	0.0024	1.55	0.967
38	<i>Eohaustorius eous</i>	0.11	0.0044	0.0025	1.29	0.798
39	<i>Haustoriidae gen.sp.</i>	0.07	0.0014	0.0010	0.50	0.351
40	<i>Paraphoxus simplex</i>	0.29	0.0107	0.0036	2.81	0.895
41	<i>Paraphoxus oculatus ?</i>	0.07	0.0015	0.0011	0.43	0.315
42	<i>Harpinopsis moiseevi</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.14	0.143
43	<i>Harpinopsis gurjanovae</i>	0.32	0.0269	0.0095	3.74	1.270
44	<i>Harpinopsis selebrosus</i>	0.21	0.0036	0.0018	1.57	0.723
45	<i>Harpinopsis serrata</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.14	0.143
46	<i>Harpinopsis tarasovi</i>	0.11	0.0035	0.0024	1.14	0.766
47	<i>Harpinopsis kobjakovae</i>	0.04	0.0007	0.0007	0.29	0.286
48	<i>Harpinopsis sp.</i>	0.14	0.0016	0.0008	0.79	0.390
49	<i>Grandifoxus longirostris</i>	0.11	0.0011	0.0007	0.43	0.238
50	<i>Grandifoxus nasuta</i>	0.29	0.0218	0.0118	5.24	2.894
51	<i>Grandifoxus robusta</i>	0.14	0.0125	0.0070	1.14	0.738
52	<i>Eyakia uncigera</i>	0.07	0.0047	0.0033	0.29	0.198
53	<i>Eyakia calcarata</i>	0.07	0.0036	0.0029	0.29	0.198
54	<i>Eyakia sp.</i>	0.14	0.0311	0.0217	1.00	0.530
55	<i>Phoxocephalidae gen.sp.</i>	0.04	0.0001	0.0001	0.14	0.143
56	<i>Gitanopsis sp.</i>	0.04	0.0013	0.0013	0.14	0.143

57	<i>Metopa clupeata</i>	0.07	0.0007	0.0005	0.43	0.315
58	<i>Metopa uschakovi</i>	0.04	0.0047	0.0047	0.57	0.571
59	<i>Metopa robusta</i>	0.04	0.0010	0.0010	0.14	0.143
60	<i>Metopella longimata</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
61	<i>Stenothoidae gen. sp.</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
62	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	0.04	0.0001	0.0001	0.14	0.143
63	<i>Odius kelleri</i>	0.04	0.0055	0.0055	0.79	0.786
64	<i>Acanthonotozomatidae gen. sp.</i>	0.07	0.0050	0.0046	0.29	0.198
65	<i>Pardalisca tenuipes</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
66	<i>Stegocephalopsis ampulla</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
67	<i>Perioculodes longimanus</i>	0.04	0.0074	0.0074	0.29	0.286
68	<i>Westwoodilla coecula</i>	0.04	0.0016	0.0016	0.29	0.286
69	<i>Westwoodilla megalops</i>	0.18	0.0102	0.0059	1.00	0.430
70	<i>Bathymedon tilesii</i>	0.07	0.0025	0.0022	0.64	0.515
71	<i>Bathymedon sp.</i>	0.11	0.0068	0.0045	0.95	0.685
72	<i>Monoculodes diamesus</i>	0.21	0.0382	0.0270	2.00	0.861
73	<i>Monoculodes tuberculatus</i>	0.11	0.0024	0.0015	0.43	0.238
74	<i>Monoculodes sp.</i>	0.04	0.0004	0.0004	0.14	0.143
75	<i>Aceroides l. Latipes</i>	0.11	0.0045	0.0030	0.43	0.238
76	<i>Oedicerotidae gen. sp.</i>	0.25	0.0150	0.0058	2.10	0.714
77	<i>Bruzelia tubercuata</i>	0.21	0.0080	0.0038	1.00	0.392
78	<i>Bruzelia sp.</i>	0.07	0.0013	0.0009	0.43	0.315
79	<i>Syrrhoë crenulata</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
80	<i>Tiron spiniferum</i>	0.14	0.0061	0.0032	0.57	0.269
81	<i>Tiron acanthurus</i>	0.11	0.0059	0.0035	0.64	0.399
82	<i>Pleustes medius</i>	0.07	0.0016	0.0011	0.29	0.198
83	<i>Pleustomesus medius</i>	0.04	0.0007	0.0007	0.14	0.143
84	<i>Pleustoides quadridens ochoticus</i>	0.04	0.0163	0.0163	1.86	1.857
85	<i>Pleustidae gen.sp.</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
86	<i>Nototropis ekmani</i>	0.04	0.0014	0.0014	0.14	0.143
87	<i>Eusirus cuspidatus</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
88	<i>Melita sp.</i>	0.11	0.0379	0.0320	1.14	0.766
89	<i>Melita denata</i>	0.43	0.1112	0.0500	5.81	1.999
90	<i>Maera loveni</i>	0.14	0.0409	0.0200	1.19	0.645
91	<i>Maera sp.</i>	0.04	0.0386	0.0386	0.14	0.143
92	<i>Arctolembos arcticus</i>	0.07	0.0037	0.0034	0.29	0.198
93	<i>Photis renhardi</i>	0.11	0.2020	0.1124	1.43	0.828
94	<i>Photis vinogradovi</i>	0.07	0.0050	0.0047	0.93	0.793
95	<i>Photis sp.</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.29	0.286
96	<i>Pareurystheus sp.</i>	0.29	0.0064	0.0028	3.29	1.235
97	<i>Gammaropsis melanops</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.14	0.143
98	<i>Gammaropsis sp</i>	0.11	0.0055	0.0033	0.43	0.238
99	<i>Gammaridae gen. Sp.</i>	0.04	0.0010	0.0010	0.14	0.143

80	<i>Amphiithoe sp.</i>	0.04	0.0157	0.0157	0.14	0.143
81	<i>Ischyrocerus krascheninnikovi</i>	0.04	0.0004	0.0004	0.29	0.286
82	<i>Ischyrocerus elongatus</i>	0.18	0.0064	0.0033	1.50	0.702
83	<i>Ischyrocerus commensalis</i>	0.14	0.0046	0.0025	1.29	0.652
84	<i>Ischyrocerus latipes</i>	0.07	0.0016	0.0011	0.29	0.198
85	<i>Ischyrocerus assimilis ?</i>	0.04	0.0003	0.0003	0.29	0.286
86	<i>Ischyrocerus sp.</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.29	0.286
87	<i>Ericthonius tolli</i>	0.36	0.0049	0.0017	3.14	1.091
88	<i>Crasssicorophium crassicorne</i>	0.18	0.0817	0.0736	10.64	9.763
90	<i>Corophiidae gen.sp.</i>	0.07	0.0044	0.0034	2.29	1.890
91	<i>Protomedeia grandimata</i>	0.07	0.0006	0.0004	0.64	0.449
92	<i>Protomedeia fasciata</i>	0.07	0.0027	0.0019	1.86	1.388
93	<i>Protomedeia sp.</i>	0.04	0.0001	0.0001	0.14	0.143
94	<i>Unciola leucopis</i>	0.11	0.0014	0.0011	0.86	0.595
95	<i>Dulichia sp.</i>	0.07	0.0050	0.0035	0.50	0.380
96	<i>Gammaridea fam.sp.</i>	0.07	0.0021	0.0015	0.57	0.447
97	Caprellidea					
98	<i>Caprellidea fam. sp.</i>	0.75	0.0479	0.0175	8.76	1.549
99	<i>Caprella punctata</i>	0.25	0.0216	0.0094	1.14	0.404
100	<i>Caprella linearis</i>	0.04	0.0034	0.0034	0.14	0.143
	Итого AMPHIPODA		1.7307	0.3326	127.45	25.420
	CUMACEA					
119	<i>Lamprops sp.</i>	0.04	0.0010	0.0010	0.14	0.143
120	<i>Diastylis sp.</i>	0.07	0.0017	0.0016	0.43	0.315
121	<i>Diastylis paraspinulosa</i>	0.04	0.0017	0.0017	0.14	0.143
122	<i>Diastylis hirsuta</i>	0.07	0.0009	0.0007	0.29	0.198
123	<i>Diastylis bidentata</i>	0.04	0.0051	0.0051	0.14	0.143
124	<i>Diastylis koreana</i>	0.04	0.0009	0.0009	0.14	0.143
125	<i>Diastylis dalli</i>	0.11	0.0194	0.0118	1.29	0.898
126	<i>Diastylis echinata</i>	0.04	0.0033	0.0033	0.14	0.143
127	<i>Diastylis alaskensis</i>	0.25	0.0660	0.0250	3.38	1.220
128	<i>Diastylis glabra</i>	0.04	0.0074	0.0074	0.14	0.143
129	<i>Diastylis glabra pasifica</i>	0.11	0.0048	0.0029	0.57	0.339
130	<i>Brachydiastylis hexaceros</i>	0.04	0.0014	0.0014	0.43	0.429
131	<i>Eudorellopsis sp.</i>	0.07	0.0006	0.0004	0.29	0.198
132	<i>Eudorellopsis derzhavini</i>	0.14	0.0034	0.0018	1.00	0.530
133	<i>Eudorellopsis biplicata</i>	0.36	0.0103	0.0053	3.50	1.496
134	<i>Eudorellopsis deformis</i>	0.04	0.0009	0.0009	0.14	0.143
135	<i>Eudorellopsis uschakovi</i>	0.04	0.0006	0.0004	0.29	0.286
136	<i>Eudorella pacifica</i>	0.11	0.0051	0.0034	1.50	1.042
137	<i>Eudorella emarginata</i>	0.11	0.0046	0.0030	0.68	0.426
138	<i>Eudorella minor</i>	0.14	0.0154	0.0127	1.95	1.034
139	<i>Campylaspis crispa</i>	0.04	0.0002	0.0002	0.14	0.143

140	<i>Cumacea fam.sp.</i>	0.21	0.0119	0.0060	0.89	0.376
	Итого CUMACEA		0.1655	0.0392	17.62	3.366
	TALITRIDA					
141	<i>Najna consiliorum</i>	0.04	0.0017	0.0017	0.57	0.571
	ISOPODA					
142	<i>Cleantiella sp.</i>	0.07	0.0221	0.0165	0.43	0.315
143	<i>Synidotea bicuspidata</i>	0.07	0.0487	0.0439	0.57	0.447
144	<i>Rocinela maculata</i>	0.04	0.0017	0.0017	0.14	0.143
145	<i>Munna serrata</i>	0.04	0.0006	0.0006	0.36	0.357
146	<i>Isopoda fam. sp.</i>	0.14	0.0029	0.0015	0.79	0.390
	Итого ISOPODA		0.0761	0.0479	2.29	1.012
	MYSIDACEA					
147	<i>Mysida fam.sp.</i>	0.14	0.0281	0.0149	1.21	0.661
	OSTRACODA					
148	<i>Ostracoda fam.sp.</i>	0.54	0.0648	0.0350	13.52	7.034
	DECAPODA					
149	<i>Spirontocaris intermedia</i>	0.04	0.0267	0.0267	0.04	0.036
150	<i>Eualis sp.</i>	0.04	0.0879	0.0879	0.11	0.107
151	<i>Pagurus sp.</i>	0.04	0.0011	0.0011	0.04	0.036
152	<i>Hyas sp.</i>	0.04	0.0120	0.0120	0.04	0.036
153	<i>Crangon sp.</i>	0.04	0.0033	0.0033	0.04	0.036
154	<i>Decapoda fam.sp.</i>	0.21	0.0705	0.0464	0.70	0.339
	Итого DECAPODA		0.2014	0.1371	0.95	0.373
	THANAIDACEA					
155	<i>Thanaidacea fam. sp.</i>	0.18	0.0003	0.0001	0.18	0.074
	Итого CRUSTACEA		2.2686	0.3580	163.79	30.269

У некоторых экземпляров видовой или родовой статус вызывает сомнение, такие виды в табл. 4.3.1 стоят под знаком вопроса. Некоторые экземпляры были определены нами только до рода или до семейства, а в случаях, когда было невозможно, определить не только статус вида, рода и семейства, ввиду поврежденности особи, эти экземпляры относили к подотряду/отряду. За основу нами принята классификация Дж. Барнарда и Г. Карамана (Barnard, Karaman, 1991).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСЕЛЕНИЯ И БИОМАССЫ.

Ракообразные распределены в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка практически повсеместно. Плотность поселения колебалась от 11

экз./м² до 675 экз./м², в среднем составив 164 ± 30 экз./м². Биомасса ракообразных варьировала от сотых долей до 6,73 г/м², а средняя величина составила $2,269 \pm 0,358$ г/м² (рис. 4.3.23). Вклад в общую биомассу бентоса в среднем был 0,3%, но в местах скоплений амфипод достигал 8 %.

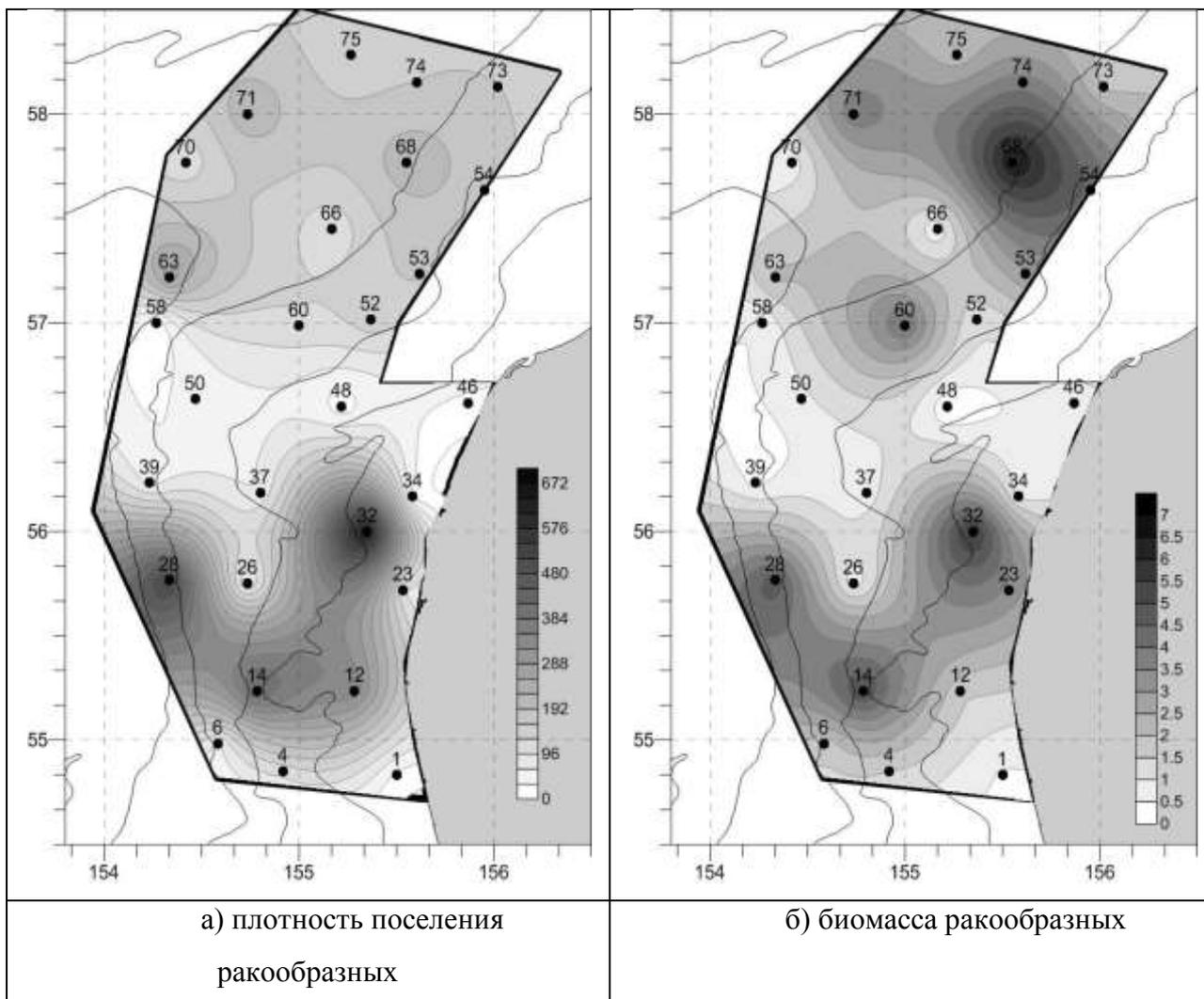


Рисунок 4.3.23 – Карта-схема распределения плотности поселения (экз./м²) и биомассы (г/м²) ракообразных на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г., с обозначениями номеров станций.

Максимальная биомасса ракообразных в 2015 г. (6,73 г/м² при плотности поселения 214 экз./м²) была обнаружена на ст. 68 на глубине 307 м на песчано-галечном грунте. Видовое богатство было довольно высоким (18 видов), но доминировали 4 вида: два вида сем. Lysianassidae – *H. pacificus*

(3.891 г/м² при плотности поселения 96 экз./м²) и *H. wirketis* (0,564 г/м² и 32 экз./м²); *Melita sp.* (0,604г/м², 15 экз./м²) и *E. calcarata* (0,576 г/м², 12 экз./м²) (рис. 4.3.23. б).

Максимальная плотность поселения (675 экз./м² и 5,865 г/м²) была зафиксирована на ст. 32 на глубине 53 м на грунте представленном песком и мелкой галькой (рис. 4.3.24). Видовое разнообразие на этой станции было представлено 28 видами, из которых по плотности поселения преобладал *Ericthonius tolli* – 274 экз./м² и 2,066 г/м². Также на этой станции были отмечены массовые скопления *P. medius* (52 экз./м²) и *C. crassicorne* (52 экз./м²). Плотность поселения остальных видов, встреченных на этой точке составляла от 4 до 28 экз./м².

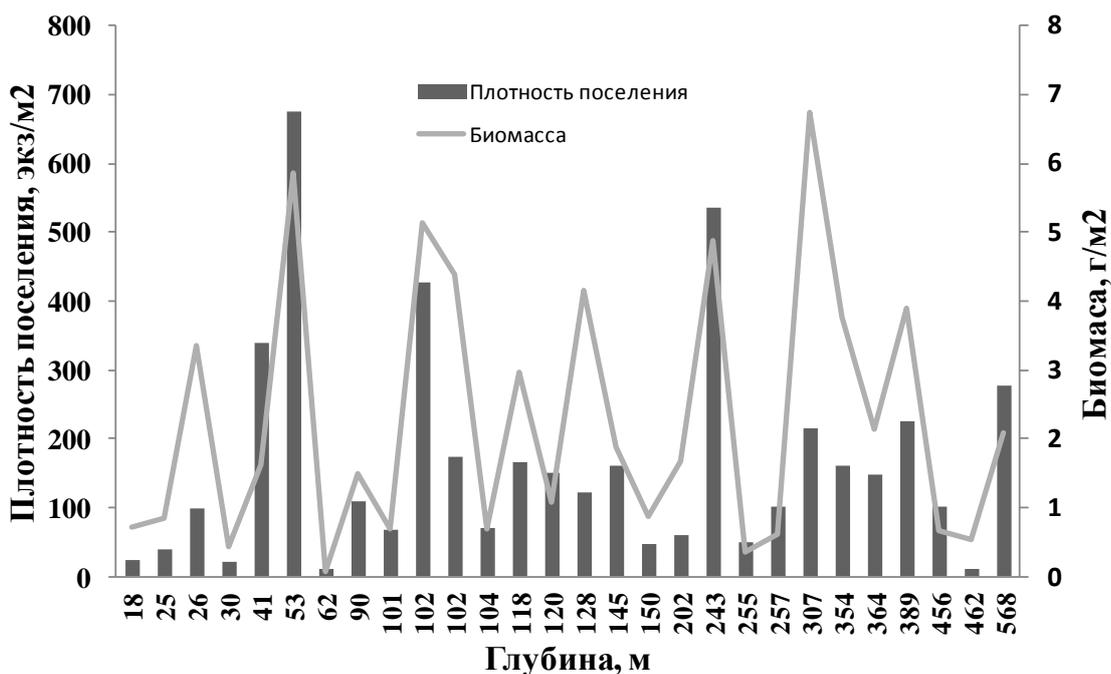


Рисунок 4.3.24 – Распределение биомассы и плотности поселения ракообразных в 2015 г. в зависимости от глубины.

Распределение плотности поселения на исследуемой акватории, в большей степени зависело не от глубины, а от качественного состава

субстрата. Наибольшие плотности поселения организмов присутствовали на песчаных и илистых грунтах, а наименьшие на галечных, каменистых, и, грунтах, представленных ракушей.

Распределение биомассы и плотности поселений по основным таксономическим группам. Амфиподы распространены в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка повсеместно (рис. 4.3.25).

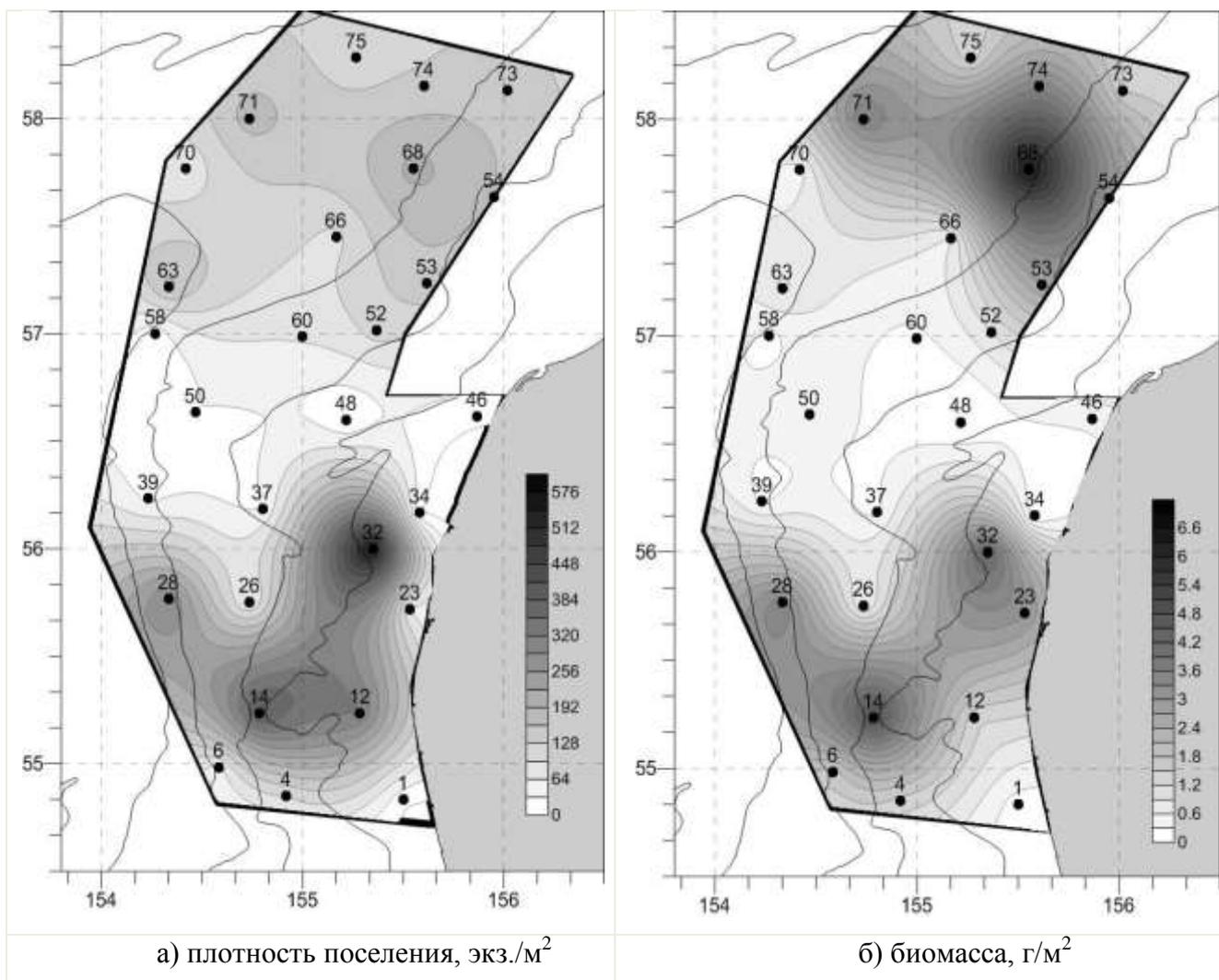


Рисунок 4.3.25 – Карта-схема распределения биомассы (г/м²) и плотности поселения (экз./м²) амфипод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.

Плотность поселения амфипод на Западно-Камчатском лицензионном участке изменялась от 4 до 586 экз./м² и составила в среднем 127 ± 25 экз./м²,

а биомасса варьировала от сотых долей до 6,691 г/м², и в среднем составила 1,73±0,33 г/м² (рис. 4.3.25 и 4.3.26).

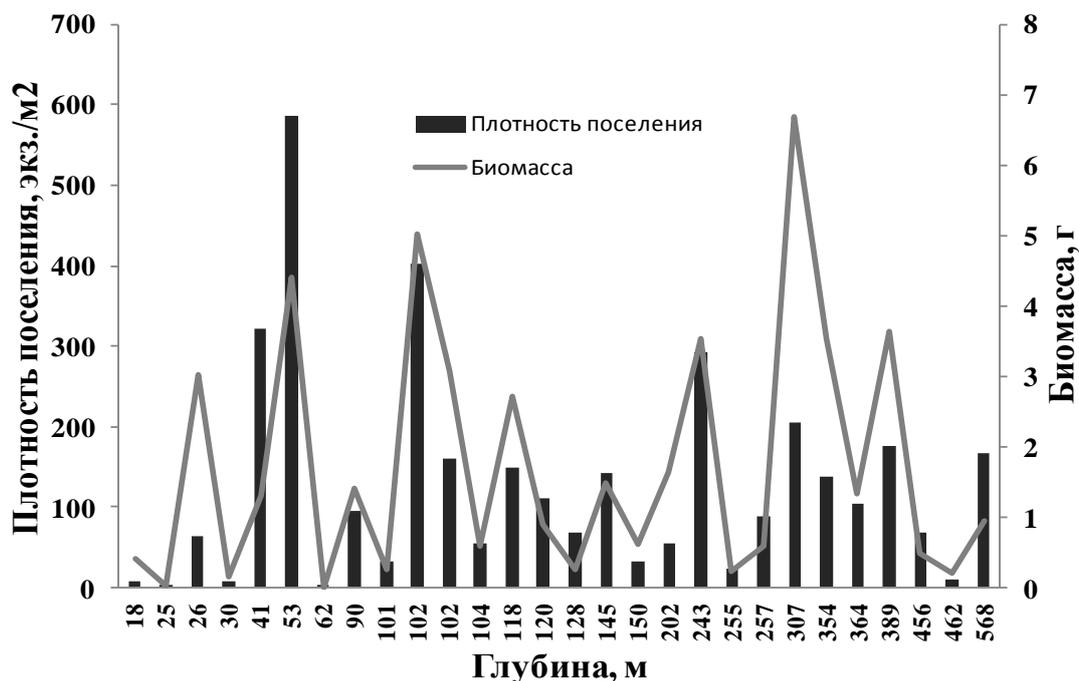


Рисунок 4.3.26 – Распределение биомассы и плотности поселения амфипод в 2015 г. в зависимости от глубины.

Максимальная биомасса амфипод, как и максимальная биомасса ракообразных в целом, была зафиксирована на 68 ст. на глубине 307 м на песчано-галечном грунте и составила 6,69г/м² при плотности поселения 204 экз./м² (рис. 4.3.25 и 4.3.26).

Максимальная численность амфипод на квадратный метр в 2015 г. была отмечена на ст. 32 (глубина 53 м; песок, мелкая галька) и составила 586 экз./м² (биомасса 4,416 г/м²). На этой станции было определен 21 вид амфипод из которых более 46 % от численности (274 экз./м², 2,066 г/м²) приходилось на *E. tolli*, вид сем. Sorophiidae, строящий илистые трубки, которые, слипаясь вместе, образуют комки, напоминающие соты (рис. 4.3.27).



Рисунок 4.3.27 – Колония *Ericthonius tolli* образованная на трубке *Polihaeta* (ст.32).

Биомасса **кумовых раков** (Cumacea) варьировала от сотых долей до $0,958 \text{ г/м}^2$, средняя биомасса составила $0,166 \pm 0,039 \text{ г/м}^2$. Плотность поселения кумовых на Западно-Камчатском лицензионном участке составила в среднем $17,62 \pm 3,37 \text{ экз./м}^2$ (рис. 4.3.28).

Максимум биомассы и плотности поселения был зафиксирован на ст. 63 на глубине 568 м на илистом песке и составил $0,958 \text{ г/м}^2$ при плотности поселения $72,5 \text{ экз./м}^2$. (рис. 4.3.28а,б). На этой станции нами были встречены представители 7 видов кумовых раков, принадлежащих к 3 семействам и 4 родам. Максимум численности и биомассы приходился на двух представителей сем. Diastylidae : *Diastylis dalli* (24 экз./м^2 , $0,284 \text{ г/м}^2$) и *Diastylis alaskensis* (20 экз./м^2 , $0,460 \text{ г/м}^2$).

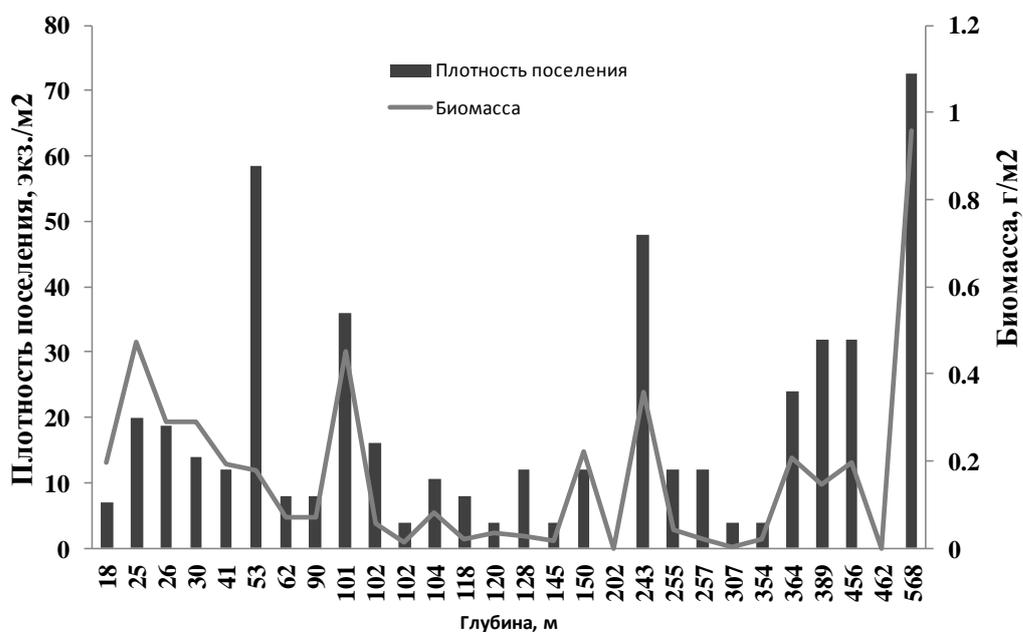


Рисунок 4.3.28 – Распределение биомассы и плотности поселения кумовых раков в 2015 г. в зависимости от глубины.

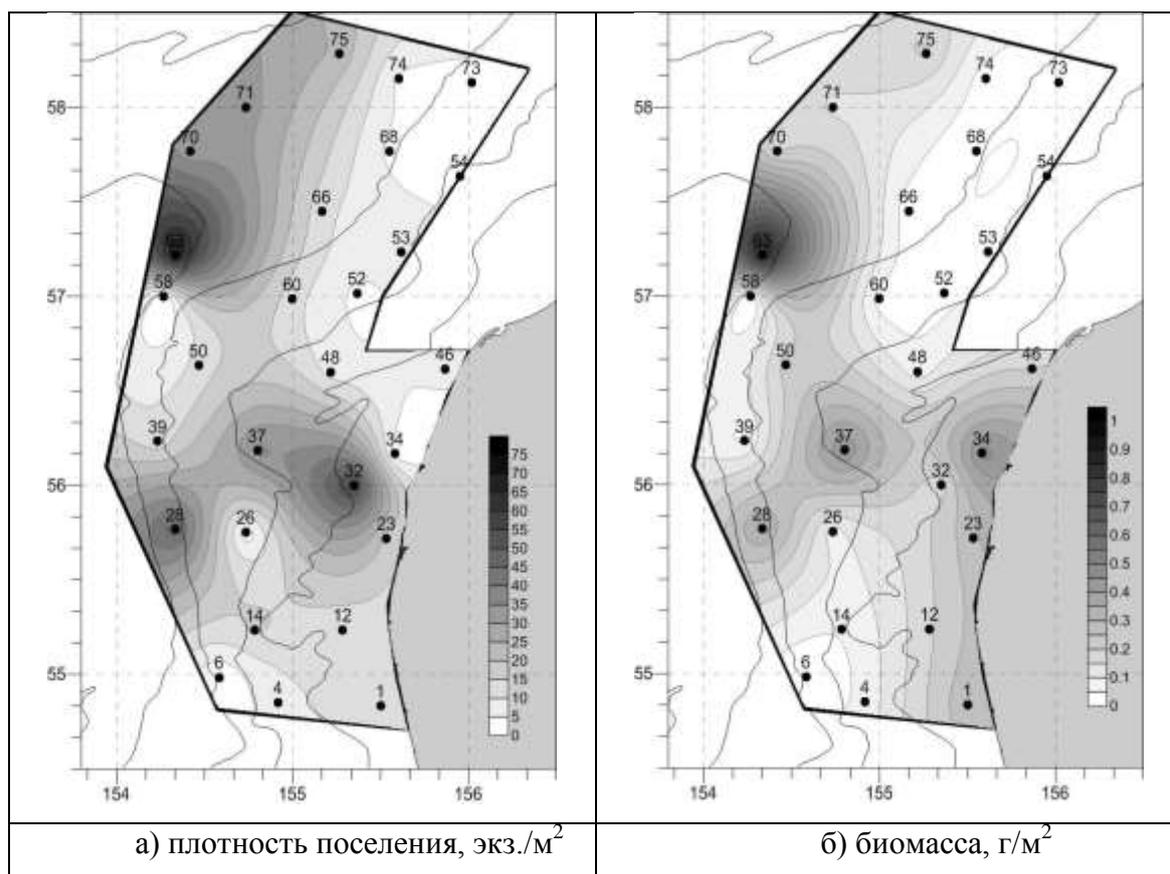


Рисунок 4.3.29 – Карта-схема распределения биомассы (г/м²) и плотности поселения (экз./м²) кумовых раков на Западно-Камчатском лицензионном в 2015 г. с обозначениями номеров станций.

Представители отряда кумовых раков встречались на 26 станциях на глубинах от 18 до 568 м (рис. 4.3.29) но наибольшая численность кумовых раков приходилась на станции с илистым и песчаным грунтом, что связано с их биологией – большую часть жизни кумовые раки проводят, зарывшись в грунт.

Остракоды (Ostracoda) в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка в 2015 г. присутствовали на 15 станциях, предпочитая илистые и песчаные грунты иногда с примесью гальки и мелких валунов. Видовой состав остракод не определялся, определялись только количественные показатели.

Средняя биомасса остракод составила $0,065 \pm 0,035$ г/м², а средняя численность равнялась $13,52 \pm 7,03$ экз./м² (рис. 4.3.30 и 4.3.31).

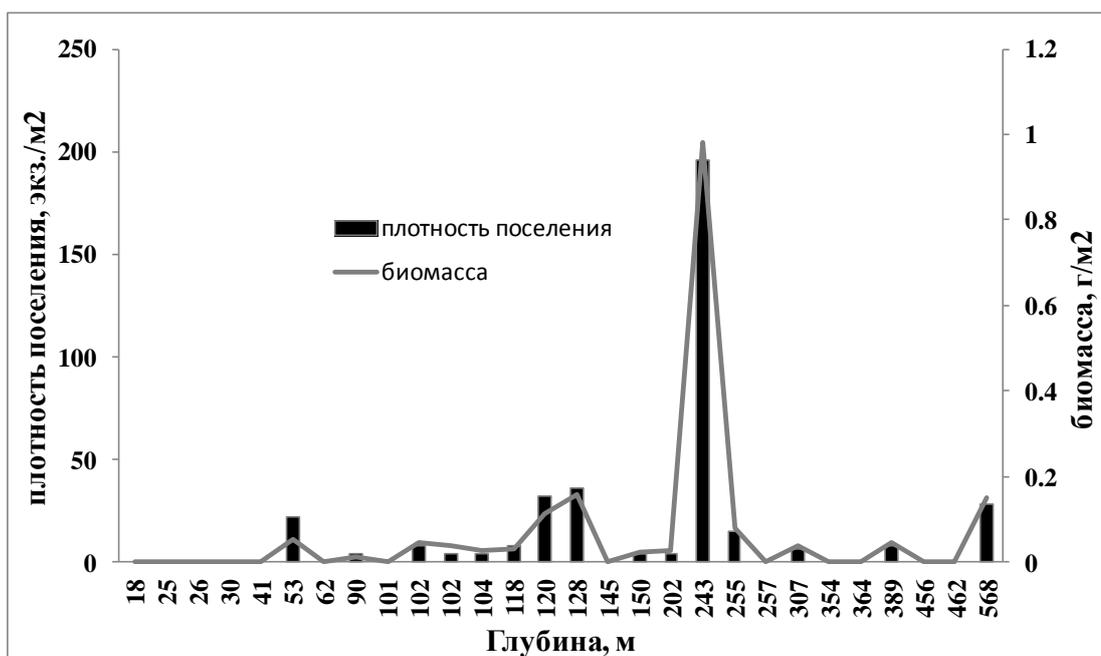


Рисунок 4.3.30 – Распределение биомассы и плотности поселения остракод в 2015 г. в зависимости от глубины.

Максимальные показатели биомассы и плотности поселения были зафиксированы на ст. 28 на илисто-песчаном грунте на глубине 243 м ($0,981$ г/м² и 196 экз./м²) (рис. 4.3.30 и 4.3.31).

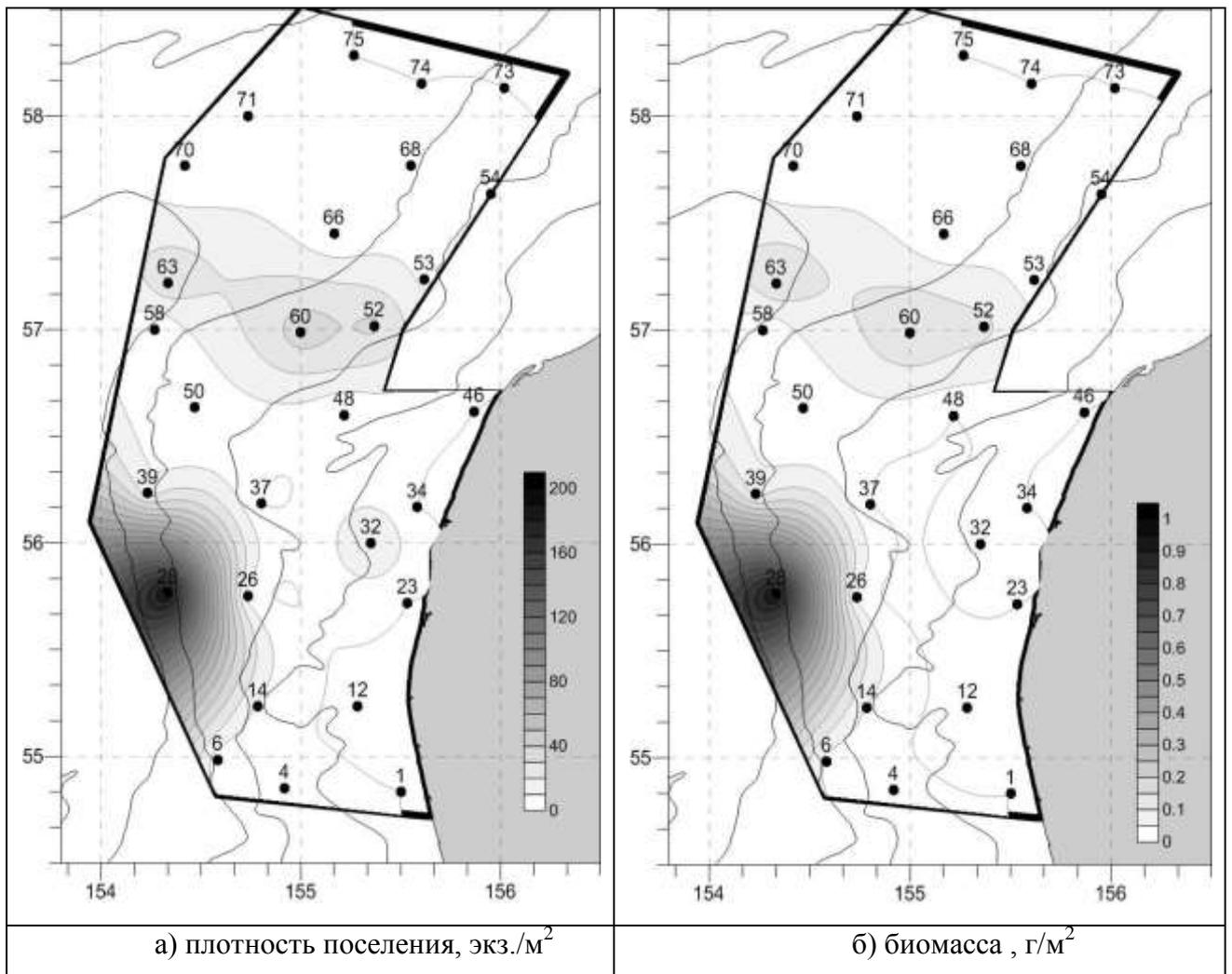


Рисунок 4.3.31 – Карта-схема распределения биомассы (г/м²) и плотности поселения (экз./м²) остракод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.

Изоподы за весь период исследований были встречены нами на 6 станциях в северной глубоководной части полигона (рис. 4.3.32). Нами было определено 4 вида изопод, принадлежащих к 3 семействам и 4 родам. Как правило изоподы в районе исследований характеризовались низкой плотностью поселения, в среднем $2,29 \pm 1,01$ экз./м², но в некоторых точках их присутствие было довольно значительным (20 экз./м²). Биомасса изопод в среднем составила $0,076 \pm 0,048$ г/м², а максимальная биомасса составила 1,128 г/м², благодаря находке на ст. 54 нескольких крупных особей

принадлежащих к сем. Idotheidae.

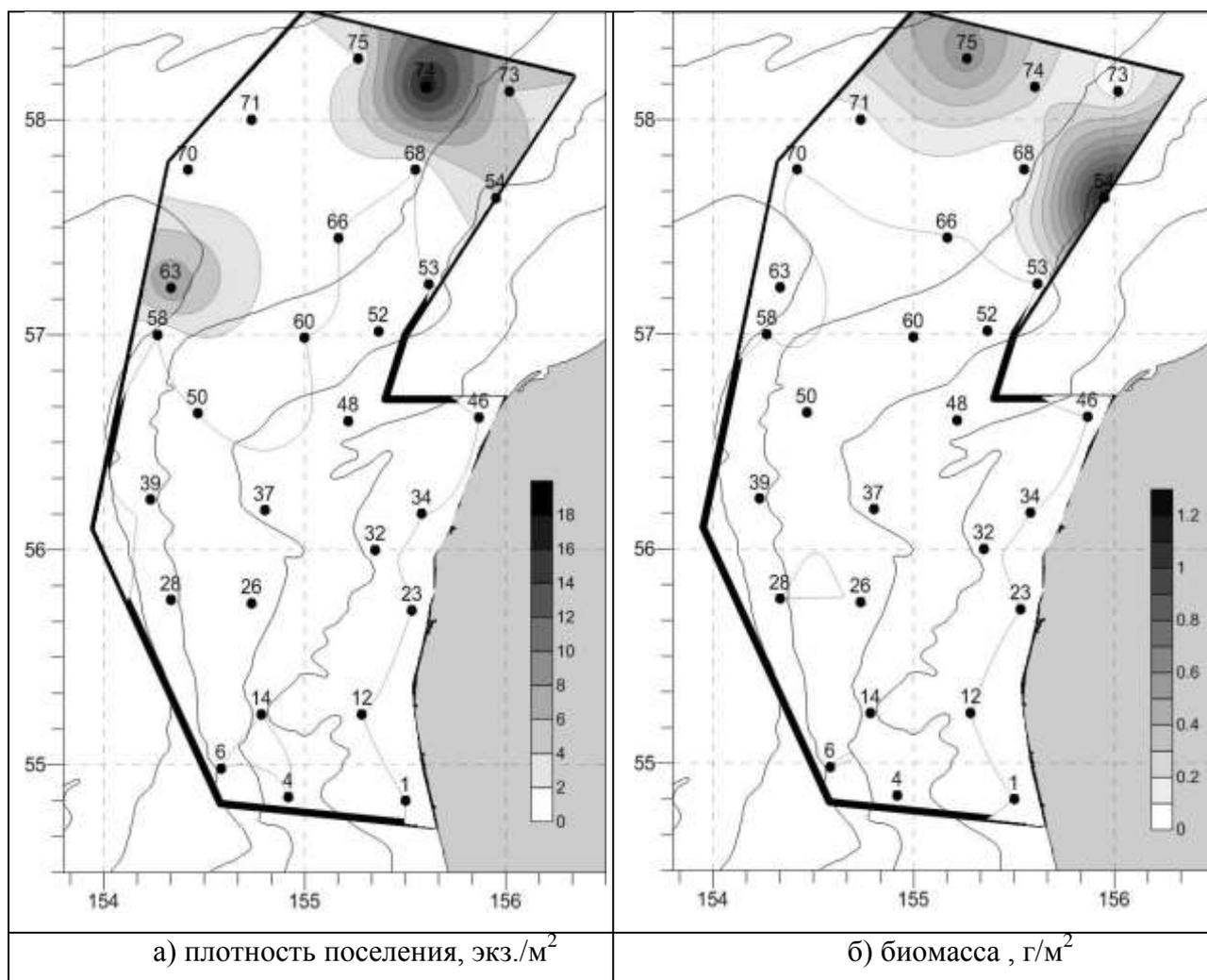


Рисунок 4.3.32 – Карта-схема распределения биомассы (г/м²) и плотности поселения (экз./м²) изопод на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. с обозначениями номеров станций.

Представители отрядов декапод, мизид, танаид и талитрид имели в районе исследований единичные встречи и, как правило, до вида не определялись.

Декаподы встретились нам на 8 станциях и имели среднюю плотность поселения $0,95 \pm 0,37$ экз./м², но, благодаря своим крупным размерам, средняя биомасса составила $0,201 \pm 0,137$ г/м². Как правило в пробах присутствовали фрагменты клешней и панцирей и, в редких случаях, попадались целые особи молоди шримсов или креветок и раков отшельников (*Pagurus sp.*).

Определить видовую принадлежность декапод удалось лишь в 1 случае, 4 особи определены до рода, в остальных случаях особи отмечались как *Decapoda fam.sp.* (табл. 4.3.1).

Мизиды и танаиды встречены нами на 5 и 4 станциях соответственно и существенной роли в формировании общей численности и биомассы ракообразных не имели. Плотность поселения и биомасса мизид в среднем составила $1,21 \pm 0,66$ экз./м² и $0,028 \pm 0,015$ г/м², а танаид $0,18 \pm 0,07$ экз./м² и $0,0003 \pm 0,00014$ г/м².

Талитриды нами были встречены всего на одной станции (ст. 23, глубина 26 м, мелкая галька), но, так как эти животные являются супролеторальными, скорее всего мертвых особей замыло волной и они случайно попали в дночерпатель уже в мертвом виде.

Тип Mollusca (Моллюски).

В исследованных пробах обнаружено 4 класса моллюсков. Представители типа встречены на всех обследованных станциях. Из них практически на всех станциях (на 27 из 28) отмечены представители двустворчатых моллюсков, представители класса *Gastropoda* встречены на 25 станциях, хитоны или *Logicata* на 11 станциях, и лопатоногие моллюски или *Scaphopoda* отмечены всего на 9 станциях (рис. 4.3.33), в основном находящихся глубже 200 м. Доминируют по численности на большинстве станций представители класса *Bivalvia* (рис. 4.3.34), максимальная численность отмечена на ст. 26 (глубина 2 м, грунт - серый ил) – 601 экз./м², в основном за счет мелких моллюсков *Axinopsida subquadrata*. Из двустворчатых моллюсков наиболее массовыми видами в пробах являются такие виды как: *Axinopsida subquadrata* (встречена в 30,9% отобранных проб), *Mysella derjugini* (в 22,2 % проб) и *Macoma loveni* (в 18,5% проб). Среди брюхоногих наибольшей численности в пробах достигают моллюски рода *Frigidoalvania* (до 120 экз./м²), видовая принадлежность которых требует дальнейшего изучения. Наиболее массовыми на обследованной акватории

являются такие брюхоногие моллюски как *Cylichna alba* (в 35% отобранных проб) (рис. 4.3.35), *Cylichnatys angusta* (в 16% проб) (рис. 4.3.36) , *Retusa obtusa* (в 17,3 % проб). Распределение численности встреченных классов моллюсков по станциям приведено на диаграммах.

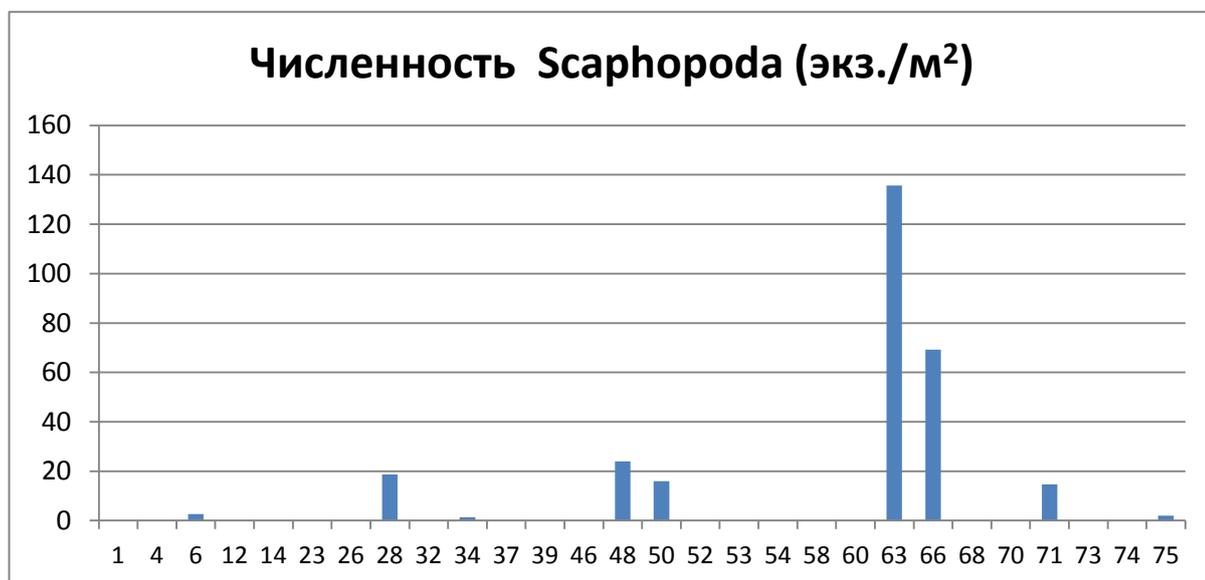


Рисунок 4.3.33 – Численность Scaphopoda (экз./м²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).

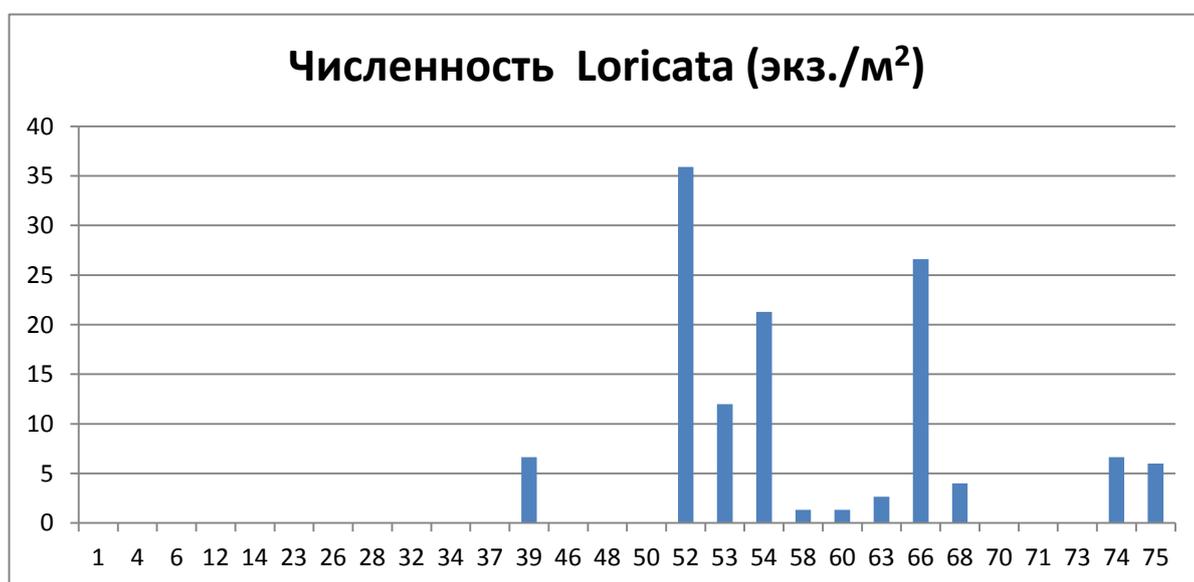


Рисунок 4.3.34 – Численность Loricata (экз./м²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).

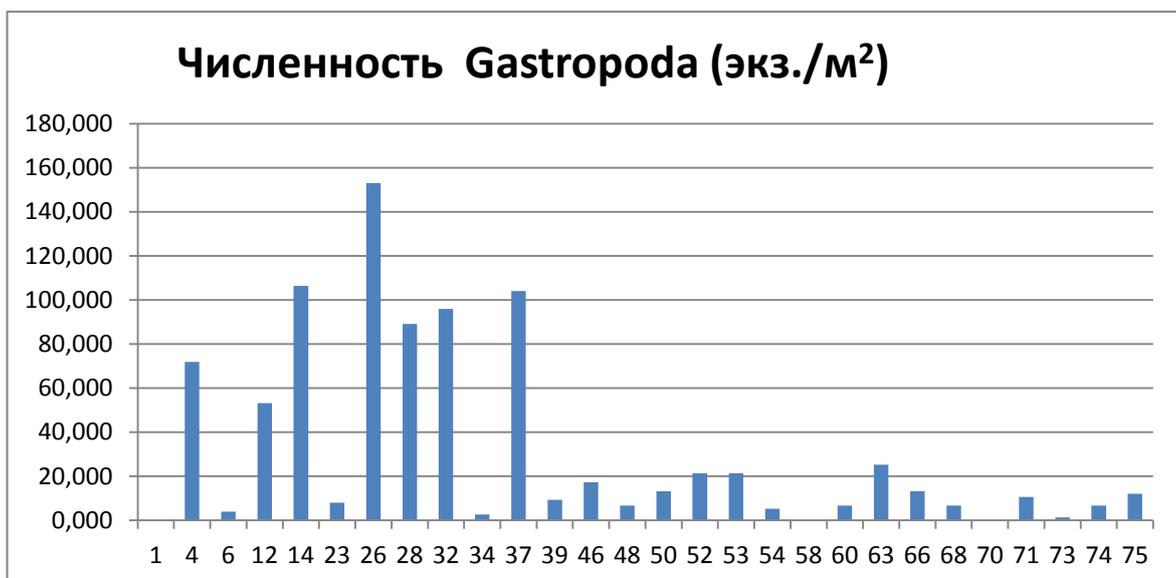


Рисунок 4.3.35 – Численность Gastropoda (экз./м²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).

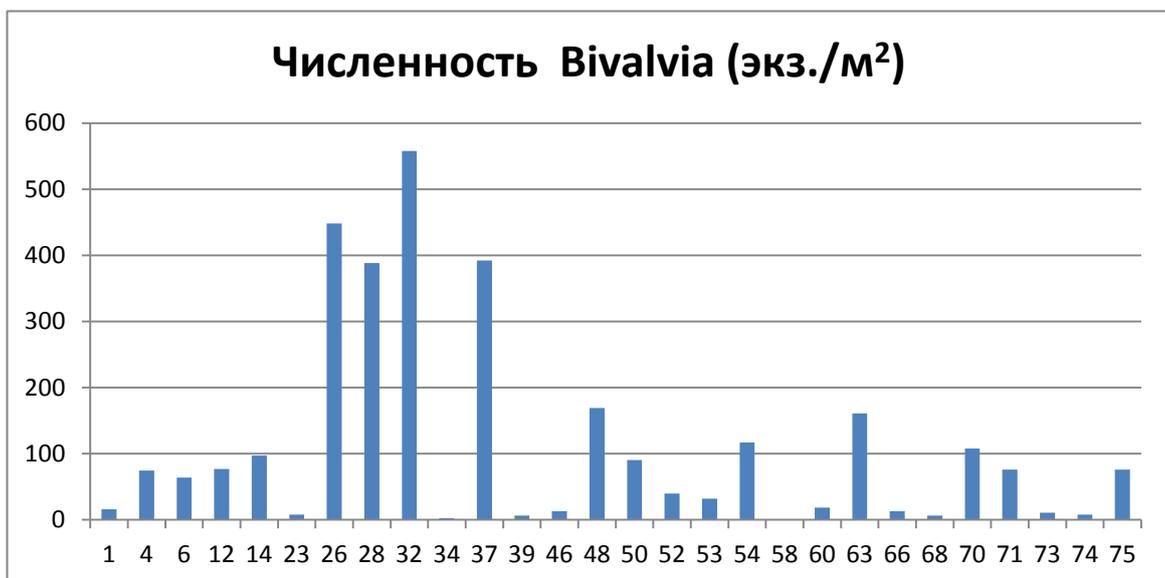


Рисунок 4.3.36 – Численность Bivalvia (экз./м²) на лицензионной площади (по оси ординат количество экз., по оси абсцисс – номера станций).

Биомасса моллюсков на обследованной площади варьирует от 0,013 г/м² до 93,7 г/м², что в целом является ниже средних многолетних показателей для этого района. По биомассе на многих глубоководных станциях доминируют двустворчатые моллюски (рис. 4.3.37) рода *Yoldia* на глубинах до 100 м доминируют моллюски рода *Masoma*. Распределение биомассы

разных классов моллюсков на обследованном участке представлены на диаграммах (рис.4.3.38; 4.3.39; 4.3.40).

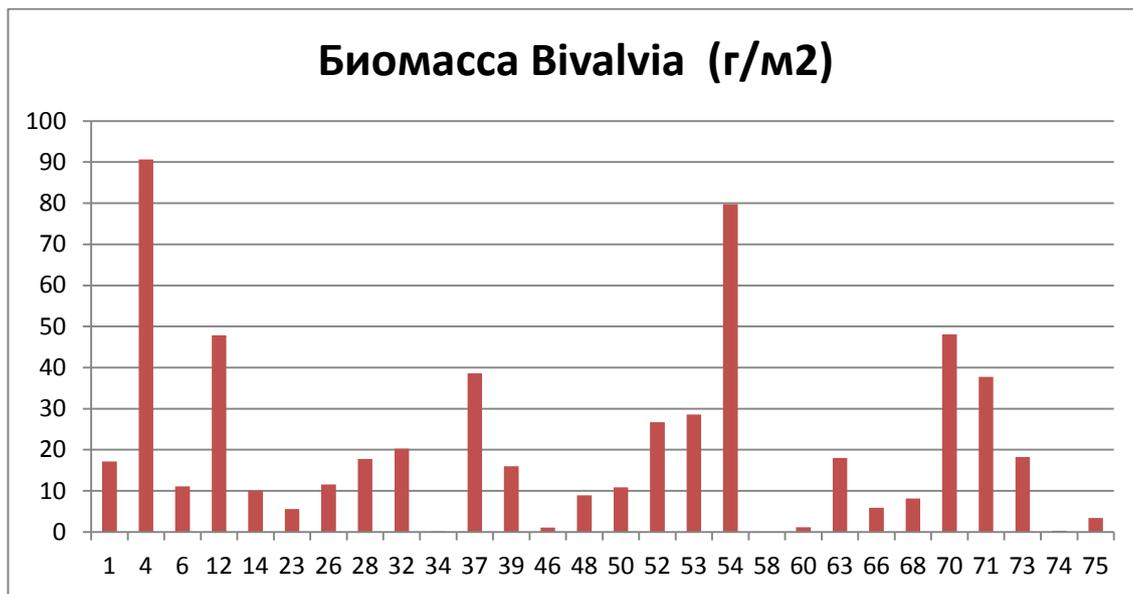


Рисунок 4.3.37 – Биомасса Bivalvia (г/м²) на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г. (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).

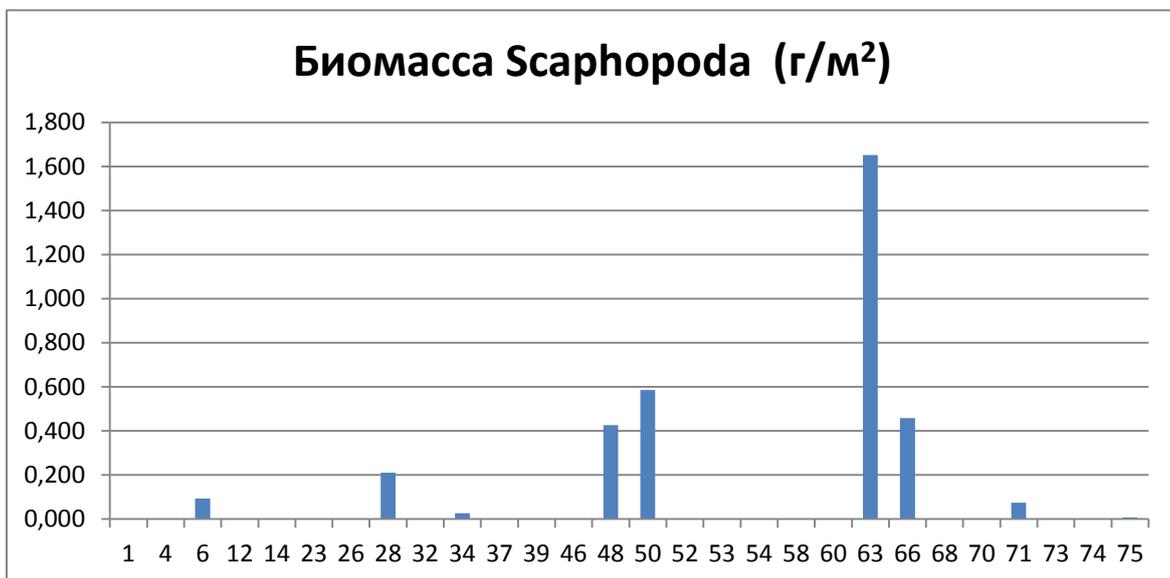


Рисунок 4.3.38 – Биомасса Scarphopoda (г/м²) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).

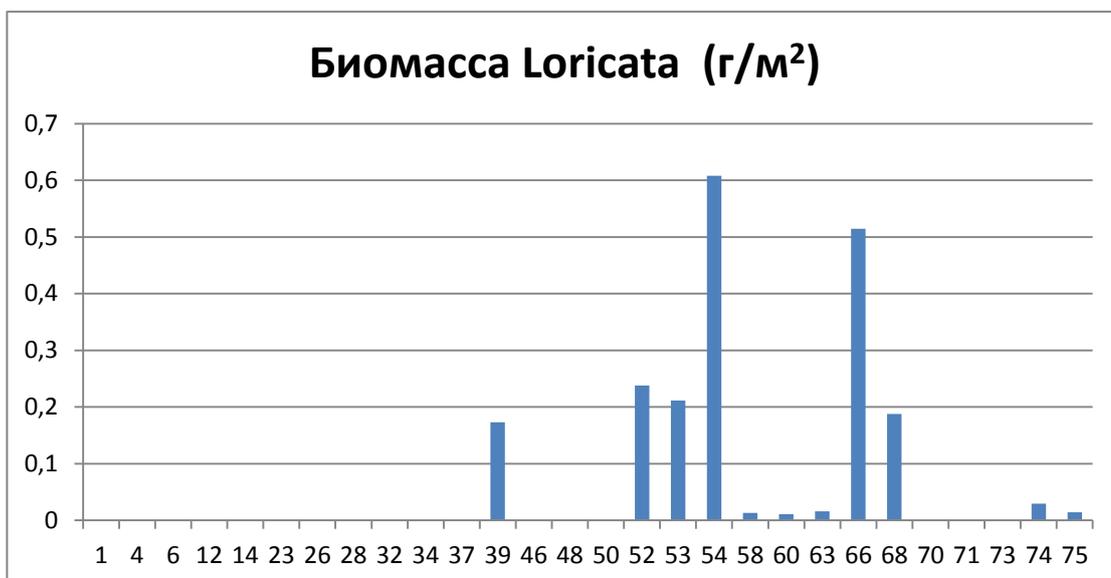


Рисунок 4.3.39 – Биомасса Loricata (г/м²) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).

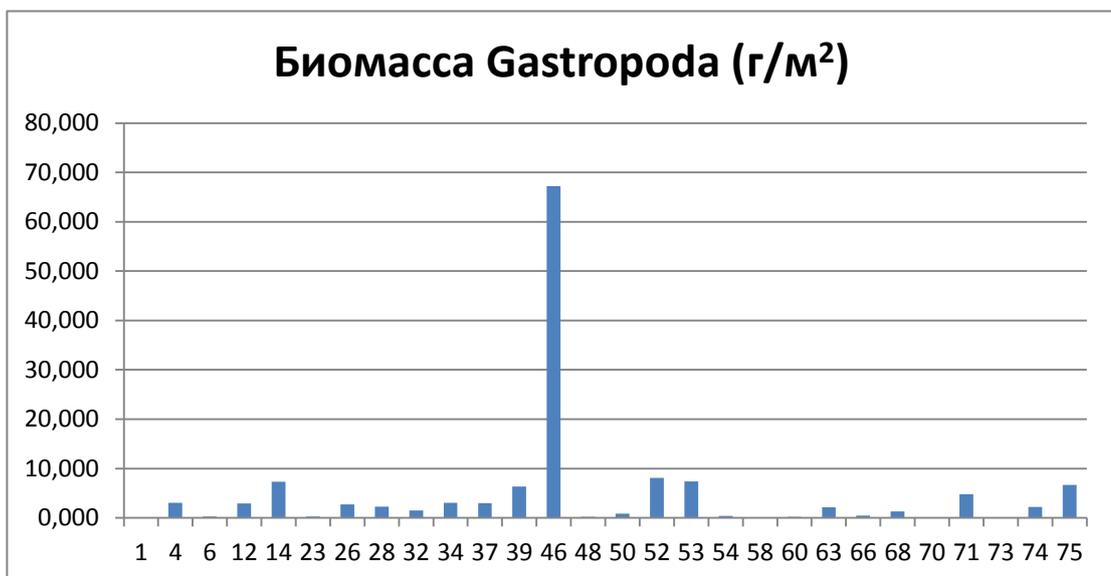


Рисунок 4.3.40 – Биомасса Gastropoda (г/м²) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).

На ст. 46 (глубина 18 м, грунт - ил) отмечена наибольшая биомасса брюхоногих (67,2 г/м²), за счет крупноразмерных особей *Cr. affinis*. На большинстве станций биомасса брюхоногих моллюсков не превышает 10 г/м², что объясняется особенностями работы учетного орудия лова.

Распределение общей численности (рис. 4.3.41) моллюсков в зависимости от грунта показали, что их наибольшие значения приурочены к илисто-песчаным и илистым грунтам. Наименьшая биомасса моллюсков приурочены к крупным промытым фракциям с минимальным количеством органики (рис. 4.3.42). Наибольшая биомасса -93,7 г/м², отмечена нами на глубине 92 м, на илисто песчаном грунте. Доминирующим по биомассе видом здесь является *Astarte borealis*, составляющая до 90% биомассы из двадцати видов моллюсков обитающих в этих стациях.



Рисунок 4.3.41 – Численность моллюсков на разных типах грунта на лицензионной площади (по оси ординат количество (экз./м²), по оси абсцисс – тип грунта).



Рисунок 4.3.42 – Биомасса *Bivalvia* (г/м²) на лицензионной площади (по оси ординат вес в граммах, по оси абсцисс – номера станций).

Анализ пространственного распределения численности моллюсков показал, что на Западно-Камчатском лицензионном участке в 2015 г. максимальные значения численности (рис. 4.3.43) беспозвоночных типа *Mollusca* приурочены к южной части участка, а биомасс (рис. 4.3.44) – к периферийным границам участкам в северной и южной частях.

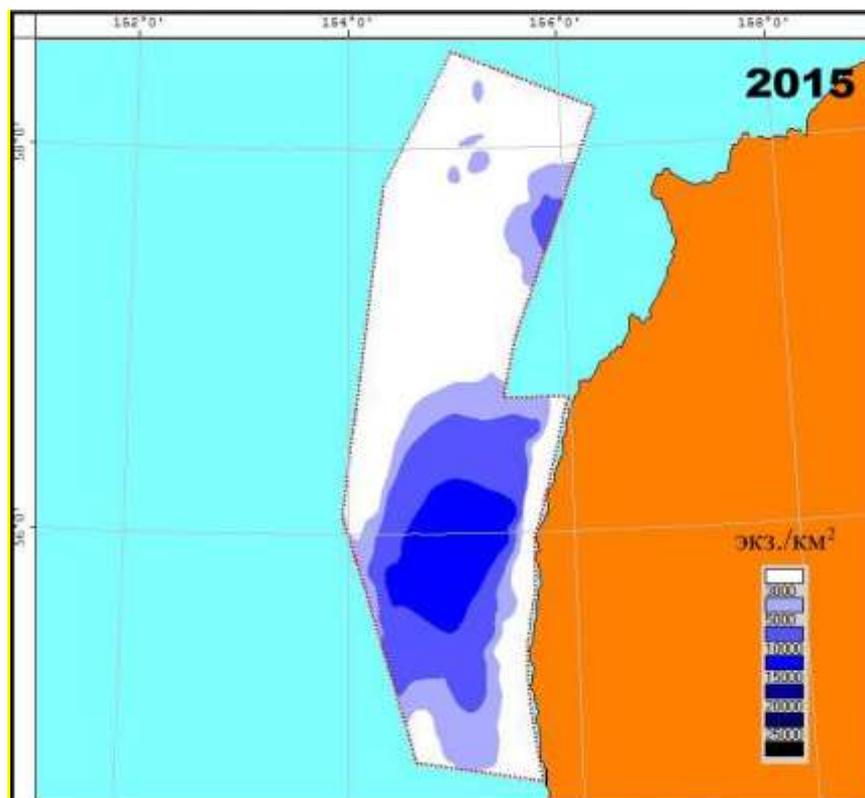


Рисунок 4.3.43 – Пространственное распределение суммарной численности моллюсков на Западно–Камчатском лицензионном участке

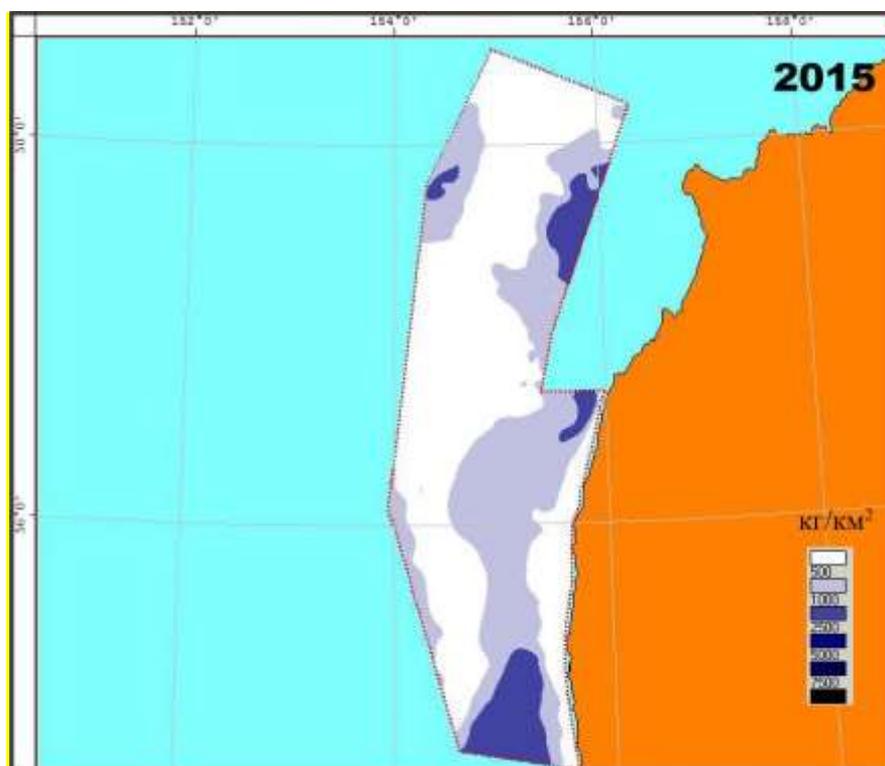


Рисунок 4.3.44 – Пространственное распределение суммарной биомассы моллюсков на Западно–Камчатском лицензионном участке

Polychaeta (Многощетинковые черви).

В пределах лицензионного участка в июле 2015 г нами обнаружено 125 видов Polychaeta, отнесенных к 92 родам, 31 семействам (табл 4.3.4).

Таблица 4.3.4. Таксономический список видов, встречаемость и плотностные характеристики Polychaeta, Nemertea, Sipuncula, Priapulida, Actinaria и Ascidiacea лицензионного участка в 2015 г.

Семейство	№	Вид	Встречаемость	Плотность поселения экз/м ²	Ошибка средней ±	Биомасса г/м ²	Ошибка средней ±
		<i>Polychaeta</i>					
Protodrilidae	1	<i>Protodrilus sp</i>	0,04	0,4	0,4		
Oeonidae	2	<i>Drilonereis philum</i>	0,11	0,4	0,2	0,0009	0,001
Lumbrinereidae	3	<i>Scoletoma fragilis</i>	0,18	0,8	0,3	0,3132	0,216
	4	<i>Lumbrinereis sp</i>	0,14	1,1	0,7	0,0409	0,033
	5	<i>Lumbrinereis latrelli</i>	0,29	1,6	0,6	0,5179	0,227
	6	<i>Gen sp</i>	0,18	0,4	0,2	0,0235	0,019
Nereidae	7	<i>Nereis zonata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0014	0,001
	8	<i>Gen. sp.</i>	0,25	2,3	1,4	0,0471	0,029
Onuphidae	9	<i>Nothrya conchylega</i>	0,32	5,6	2,5	0,6364	0,303
	10	<i>Nothrya geophiliformis</i>	0,11	1,1	0,9	0,1856	0,134
	11	<i>Nothria irridescens</i>	0,14	0,9	0,5	0,1199	0,079
	12	<i>Kinbergonuphis lineata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0138	0,014
Nephtyidae	13	<i>Nephtys longosetosa</i>	0,14	0,9	0,6	0,1829	0,104
	14	<i>Nephtys ciliata</i>	0,29	2,6	1,2	0,8093	0,393
	15	<i>Nephtys caeca</i>	0,29	2,4	1,0	1,2684	0,593
	16	<i>Nephtys paradoxa</i>	0,07	0,2	0,2	0,4126	0,412
	17	<i>Nephtys sp</i>	0,11	0,2	0,1	0,1052	0,065
Phyllodocidae	18	<i>Eteone sp.</i>	0,14	0,4	0,2	0,0044	0,003
	19	<i>Eteone longa</i>	0,39	1,3	0,3	0,0056	0,002
	20	<i>Phyllodoce sp</i>	0,04	0,2	0,2	0,0050	0,005
	21	<i>Lugia sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0151	0,015

	22	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	0,43	1,4	0,5	0,1426	0,076
Aphroditidae	23	<i>Aphrodita talpa</i>	0,04	0,1	0,1	0,0609	0,061
Pholoididae	24	<i>Pholoe minuta</i>	0,29	1,6	0,6	0,0139	0,006
Polynoidae	25	<i>Genus species</i>	0,50	2,4	0,6	0,3221	0,251
	26	<i>Eunoe sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0007	0,001
	27	<i>Gattyana cirrosa</i>	0,11	1,3	1,1	0,0311	0,021
	28	<i>Gattyana amondseni</i>	0,04	0,3	0,3	0,0026	0,003
	29	<i>Gattyana sp</i>	0,11	0,6	0,4	0,0059	0,005
	30	<i>Arcteobia anticostiensis</i>	0,14	0,5	0,3	0,0167	0,014
Glyceridae	31	<i>Glycera capitata</i>	0,14	2,5	1,7	0,2972	0,186
Goniadidae	32	<i>Glycinde armigera</i>	0,75	5,4	1,4	0,0931	0,040
	33	<i>Goniada annulata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0001	0,000
Orbinidae	34	<i>Scoloplos armiger</i>	0,89	22,9	4,6	0,2995	0,067
	35	<i>Phylo norvegica</i>	0,21	0,7	0,3	0,0302	0,017
Capitellidae	36	<i>Capitella capitata</i>	0,18	1,6	1,0	0,0183	0,011
	37	<i>Notomastus latericeus</i>	0,25	1,3	0,5	0,0196	0,010
Terebellidae	38	<i>Pista cristata</i>	0,04	0,4	0,4	0,0119	0,012
	39	<i>Pista zachi</i>	0,04	1,5	1,5	0,0267	0,027
	40	<i>Artacama proboscidea</i>	0,04	0,1	0,1	0,0042	0,004
	41	<i>Laphania sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0004	0,000
	42	<i>Trichobranchus glacialis</i>	0,11	0,2	0,1	0,0043	0,002
	43	<i>Terebellides stroemi</i>	0,29	1,5	0,5	0,2321	0,137
	44	<i>Streblostroma sp.</i>	0,04	0,1	0,1	0,0015	0,002
	45	<i>Polycirrus arcticus</i>	0,04	0,1	0,1	0,0027	0,003
	46	<i>Gen sp</i>	0,25	1,5	0,7	0,0406	0,021
	47	<i>Amphitrite cirrata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0041	0,004
	48	<i>Thelepus cincinnatus</i>	0,11	0,3	0,2	0,0104	0,006
	49	<i>Laena abbranchiata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0310	0,031
	50	<i>thelepus sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0008	0,001
Syllidae	51	<i>Syllis Oerstedii</i>	0,36	3,2	1,1	0,0196	0,007
	52	<i>Syllis sp</i>	0,07	0,1	0,1	0,0336	0,034
	53	<i>Autolythus sp.</i>	0,04	0,1	0,1	0,0001	0,000

	54	<i>Pionosyllis magnifica</i>	0,11	0,3	0,2	0,0026	0,002
	55	<i>Exogone gemmifera</i>	0,29	1,9	0,9	0,0014	0,001
Spionidae	56	<i>Gen sp</i>	0,11	0,5	0,4	0,0356	0,032
	57	<i>Spio filicornis</i>	0,11	2,3	1,5	0,0919	0,052
	58	<i>Spio sp.</i>	0,07	0,1	0,1	0,0008	0,001
	59	<i>Polydora sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0001	0,000
	60	<i>Spiophanes bombyx</i>	0,25	6,5	4,3	0,0788	0,061
	61	<i>Prionospio Steenstrupi</i>	0,07	0,2	0,2	0,0016	0,001
	62	<i>Prionospio sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0003	0,000
	63	<i>Laonice cirrata</i>	0,18	2,1	1,1	0,1401	0,089
	64	<i>Minuspio sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0006	0,001
	65	<i>Microspio theeli</i>	0,04	0,6	0,6	0,0011	0,001
Sphaerodoridae	66	<i>Sphaerodorum gracilis</i>	0,04	0,1	0,1	0,0020	0,002
	67	<i>Sphaerodorum minutum</i>	0,04	0,1	0,1	0,0001	0,000
Sternaspidae	68	<i>Sternaspis scutata</i>	0,04	0,4	0,4	0,1030	0,103
Pectinariidae	69	<i>Cistenides hyperborea</i>	0,07	0,1	0,1	0,0209	0,014
	70	<i>Cistenides granulata</i>	0,11	0,6	0,4	0,0388	0,025
Maldanidae	71	<i>Axiiothella catenata</i>	0,07	0,5	0,4	0,1229	0,088
	72	<i>Nicomache lumbricalis</i>	0,14	1,0	0,6	0,1334	0,093
	73	<i>Praxilella praetermissa</i>	0,21	3,9	2,5	0,2957	0,155
	74	<i>Praxilella gracilis</i>	0,18	2,8	1,3	0,3155	0,147
	75	<i>Clymenura borealis</i>	0,07	0,3	0,2	0,0225	0,021
	76	<i>Genus sp</i>	0,29	2,7	1,8	0,2641	0,150
	77	<i>Maldane sarsi</i>	0,25	14,5	7,2	0,4157	0,213
	78	<i>Petaloproctus dentatus</i>	0,04	0,1	0,1	0,0004	0,000
	79	<i>Rhodine loveni</i>	0,36	5,4	3,3	0,5342	0,344
	80	<i>Notoproctus pacificus</i>	0,11	0,2	0,1	0,0099	0,009
Ampharetidae	81	<i>Lysippe labiata</i>	0,18	1,5	0,8	0,0189	0,009
	82	<i>Lysippe sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0031	0,003
	83	<i>Anabothrus gracilis</i>	0,21	1,0	0,5	0,0456	0,025
	84	<i>Gen. sp.</i>	0,21	0,7	0,3	0,0054	0,003

	85	<i>Amphicteis ninonae</i>	0,21	1,2	0,6	0,0924	0,051
	86	<i>Melinna elisabethae</i>	0,14	0,6	0,3	0,0181	0,013
	87	<i>Ampharete sp.</i>	0,43	3,4	1,5	0,0529	0,022
	88	<i>Ampharete acutifrons</i>	0,14	0,3	0,1	0,0207	0,013
	89	<i>Ampharete lindsroemi</i>	0,04	0,1	0,1	0,0036	0,004
	90	<i>Ampharete crassiseta</i>	0,04	0,1	0,1	0,0019	0,002
	91	<i>Ampharete borealis</i>	0,07	0,1	0,1	0,0048	0,004
	92	<i>Ampharete arctica</i>	0,07	0,6	0,4	0,0129	0,009
	93	<i>Ampharete longipaleolata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0051	0,005
	94	<i>Amage auricula</i>	0,04	0,1	0,1	0,0059	0,006
Ophellidae	95	<i>Travisia forbesii</i>	0,46	2,3	0,7	0,1056	0,035
	96	<i>Ophelia limacina</i>	0,29	2,6	1,1	0,0721	0,038
	97	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0042	0,004
	98	<i>Ophelina acuminata</i>	0,14	0,9	0,6	0,1174	0,068
Flabelligeridae	99	<i>Diplocirrus longisetosus</i>	0,18	0,7	0,3	0,0234	0,013
	100	<i>Pherusa plumosa</i>	0,04	0,1	0,1	0,0008	0,001
	101	<i>Brada granulata</i>	0,04	0,1	0,1	0,0041	0,004
	102	<i>Annenkovia mastigophora</i>	0,07	0,2	0,2	0,0676	0,050
	103	<i>Gen sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0012	0,001
	104	<i>Brada nuda</i>	0,04	0,1	0,1	0,0041	0,004
	105	<i>Brada inhabilis</i>	0,07	0,2	0,2	0,0824	0,082
Scalibregmidae	106	<i>Scalibregma inflata</i>	0,39	3,2	1,0	0,0454	0,016
Cirratulidae	107	<i>Cirratulus cirratus</i>	0,25	1,7	0,7	0,0090	0,004
	108	<i>Chaetozone setoza</i>	0,64	18,5	5,6	0,1220	0,039
	109	<i>Cossura sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0019	0,002
	110	<i>Gen sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0008	0,001
Sabellidae	111	<i>Genus sp</i>	0,21	1,5	0,9	0,1103	0,100
	112	<i>Potamilla neglecta</i>	0,04	0,1	0,1	0,2102	0,210
	113	<i>Euchone analis</i>	0,25	4,4	2,6	0,0480	0,018
	114	<i>Chone</i>	0,04	0,6	0,6	0,0239	0,024

		<i>infundibuliformis</i>					
	115	<i>Paradyalechone cincta</i>	0,18	0,7	0,3	0,0129	0,007
	116	<i>Fabricia crenicollis</i>	0,07	1,0	0,9	0,0026	0,003
	117	<i>Chone duneri</i>	0,04	0,4	0,4	0,0005	0,001
	118	<i>Potamilla sp</i>	0,07	0,1	0,1	0,0135	0,013
	119	<i>Branchiomma sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0121	0,012
	120	<i>Bispira sp</i>	0,04	0,1	0,1	0,0026	0,003
Oweniidae	121	<i>Owenia fusiformis</i>	0,29	0,9	0,3	0,0102	0,004
	122	<i>Galathowenia oculata</i>	0,43	10,3	5,6	0,0621	0,042
Chaetopteridae	123	<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0,07	0,0	0,0		
	124	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	0,04	0,1	0,1	0,0023	0,002
Sabellariidae	125	<i>Idanthyrsus armatus</i>	0,04	0,1	0,1	0,0119	0,012
Fam sp	126			0,1	0,1	0,0239	0,017
	127	неидентиф останки		2,9	1,6	0,0839	0,039
		итого на 1 метр		186,5	25,7	10,705 1	1,858
		<i>Priapulida</i>					
	128	<i>Priapulus caudatus</i>	0,21	0,2	0,2	0,0130	0,011
		<i>Nemertea</i>					
		<i>Fam sp</i>	0,46	1,5	0,4	0,4031	0,278
		<i>Sipuncula</i>					
	129	<i>Phascolion strombus</i>	0,25	0,3	0,1	0,2379	0,214
	130	<i>Golfingia margaritacea</i>	0,21	0,2	0,2	0,5630	0,515
	131	<i>Nephasoma eremita</i>	0,29	0,5	0,4	0,0064	0,004
		итого		1,0	0,5	0,7869	0,540
		<i>Ascidacea</i>					
	132	<i>Fam sp</i>	0,25	0,4	0,3	0,3463	0,336
		<i>Actinaria</i>					
	133	<i>Fam sp</i>	0,32	0,4	0,2	0,0773	0,069

В целом на площади исследований плотность поселения *Polychaeta* изменялась от 22 до 596 экз/м², биомасса - от 0,428 до 33,744 г/м², при средних значениях 186,5±25,7 экз/м² и 10,705±1,858 г/м² соответственно

(табл 4.3.4, рис. 4.3.45 и 4.3.46)

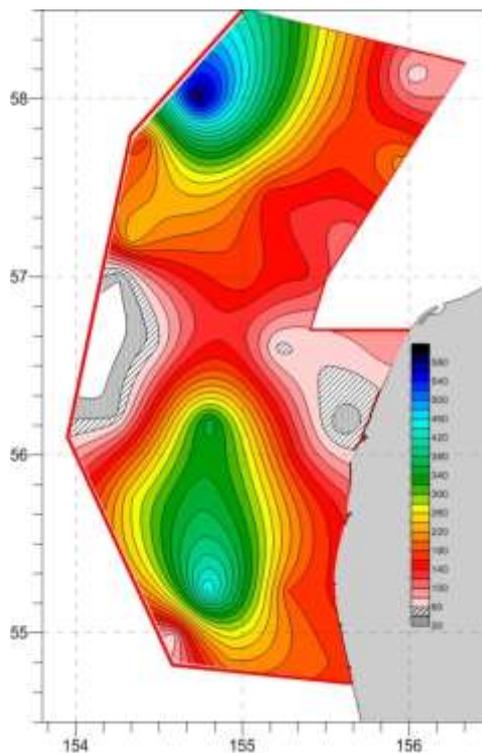


Рисунок 4.3.45 – Распределение плотности поселения Polychaeta на лицензионном участке в период исследований. Шкала: экз/м².

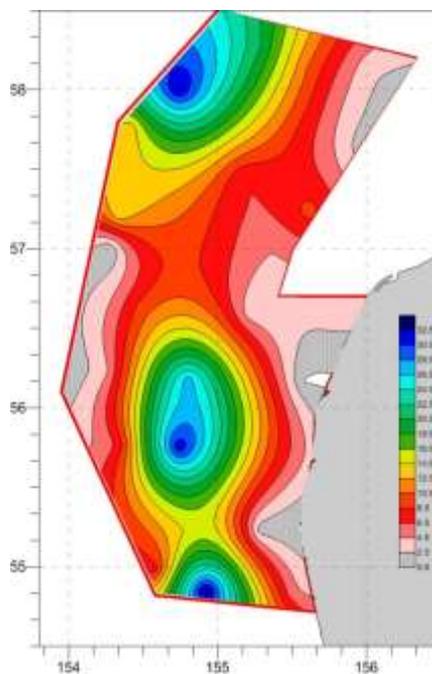


Рисунок 4.3.46 – Распределение биомассы Polychaeta на лицензионном участке в период исследований. Шкала: г/м².

По биомассе доминировали 5 видов Polychaeta: *N. caeca* – 1.268 г/м², *N. ciliata* – 0.809 г/м², *N. conchylega* – 0,636 г/м², *R. loveni* – 0,534 г/м² и *L. latrelli* – 0,518 г/м².

Максимальные показатели биомассы в 2015 г отмечены на глубинах 90 - 104 м на илистых и илисто-песчаных грунтах, где достигали 33.74 – 27,14 г/м² (ст.№ 4, 37, 26, 71). Здесь в среднем максимальную биомассу показали *N. caeca* – до 11,522 г/м², *N. ciliata* – до 11, 522г/м² и *N. paradoxa* – 11,532 г/м².

Станции с меньшими показателями – 14,64 – 10,57 г/м² располагались на глубинах 354 - 568 м с илисто-песчаными грунтами (ст. 74, 70, 63). Здесь преобладали *L. cirrata* – 1,614 г/м², *R.loveni* – 2,106 г/м², *B. inhabilis* – 2.3 г/м², и *N. conchylega* – 5,118 г/м².

Кроме того схожую биомассу показала станция 14 на глубине 102 м с черными илами – 14,64 г/м². Самые высокие значения показали *N. ciliata* и *P. praetermissa* - 4,496 и 2,628 г/м².

Довольно низкую биомассу показали фораминиферовые илы: 9,004 г/м², на глубинах 148 – 198 м (ст.50). Преобладали *N.iridescens* – 1.758 г/м² и *N. ciliata* – 4.79 г/м².

Низкие значения показали каменисто-песчаные и каменисто-галечные грунты вне зависимости от глубины – 10,57 – 4.6 г/м² (120 - 462 м) (ст. 527, 60, 39, 66, 68, 74, 58). Самую минимальную биомассу показали песчаные и каменисто-песчаные грунты – 0,428 – 4,054 г/м² (ст. 34, 12, 48, 54, 73, 39, 58). (рис. 4.3.47 и 4.3.48).

Средняя биомасса не является показателем успешности вида или группы видов в отдельном биотопе, более важно в этом плане плотность поселения, так как стратегия выживания вида в первую очередь зависит от потенциала к воспроизводству, и максимальному заселению территории.

Так средняя плотность поселения Polychaeta 2015 г в исследованном районе составила 187,5±10,57 экз/м² (табл. 4.3.4). В целом в 2015 году по

плотности поселения доминировали *S. armiger* – $23 \pm 4,6$ экз/м², *M. sarsi* – $14,5 \pm 7,2$ экз/м², *C. setosa* – $18,5 \pm 5,6$ экз/м².

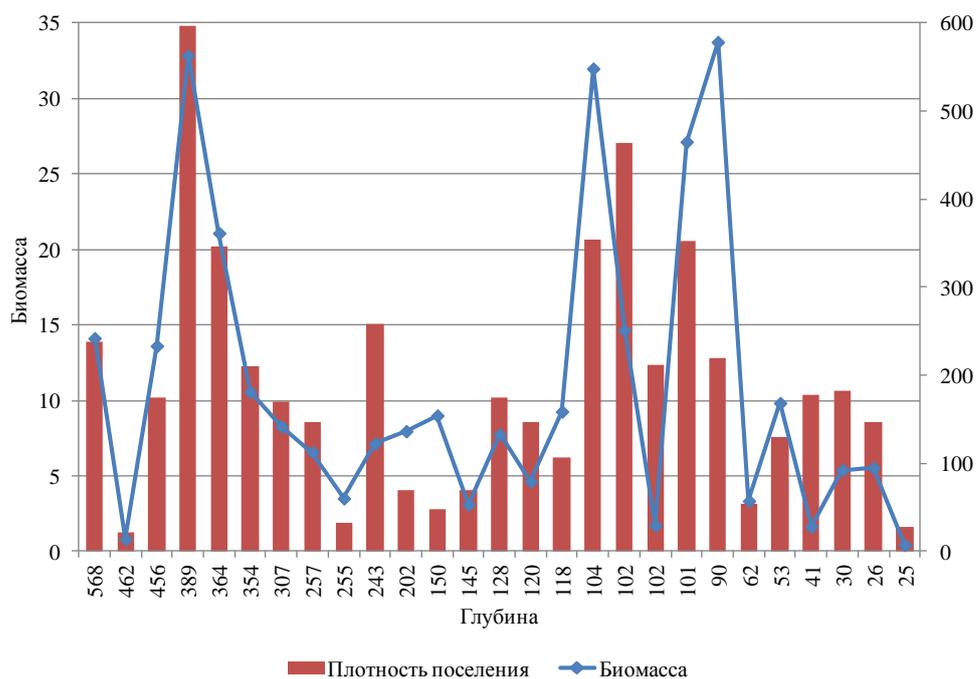


Рисунок 4.3.47 – Изменение плотности поселения (экз/м²) и биомассы (г/м²) Polychaeta на лицензионном участке в период исследований с увеличением глубины.

Самую высокую плотность поселения показали станции на глубинах 568 - 90 м, с грунтами, где преобладала илистая фракция: песчано-илистыми, илистыми и фораминиферовыми (ст. 4, 37, 14, 26, 28, 75, 71, 63): 220 – 596 экз/м². Здесь преобладали *M. sarsi* – до 130 экз/м², *P. praetermissa* – до 68 экз/м², *N.conchylega* – до 54 экз/м², *C. setosa* – до 134 экз/м².

Станции с меньшими показателями плотности поселения (выше 100 экз/м²) находились в диапазоне глубин 26 - 456 м на грунтах, содержащих песчаную и галечно-гравийную фракцию (ст. 1, 23, 12, 32, 53, 52, 60, 66, 68). Здесь массовыми видами были *S. armiger* - до 122 экз/м² и *S.bombyx* – до 118 экз/м².

Средние показатели плотности Polychaeta (50 – 100 экз/м²) показали станции, расположенные на грунтах с преобладанием каменистой фракции на

глубинах 18 – 202 м (ст. 46, 48, 73, 6).

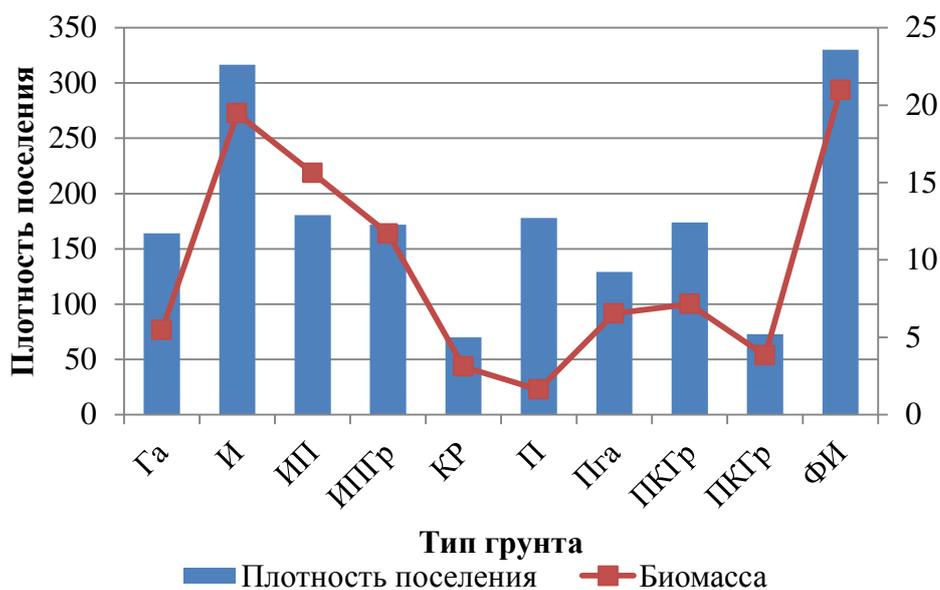


Рисунок 4.3.48 – Изменение плотности поселения (экз/м²) и биомассы (г/м²) *Polychaeta* на лицензионном участке в период исследований на различных типах грунтов (Га – галька, И – ил, ИП – илистый песок, ИПГр – илисто-печано-гравийный грунт, Кр – каменисто-ракушечный грунт, П – песчаный грунт, Пга – песчано-галечный грунт, ПКГр – песчано-каменисто-галечный грунт, ФИ – фораминиферовый ил).

Массовые виды – *S. armiger* – 6,9 экз/м², *N. caeca* – 5,4 экз/м², *C. setosa* – 4,5 экз/м².

Наименьшие показатели плотности поселения показали станции с каменисто-песчаными грунтами на глубинах 424 и 141 м (ст. 67, 82). Преобладающие виды – *G. armigera* – до 34 экз/м² и *S. armiger* – до 20 экз/м².

Анализ распределения плотностных характеристик по глубинам показал, что самый высокие средние показатели биомассы приходились на глубины: 90 м на илисто песчаном грунте – 33,74 г/м² при средней плотности поселения 220 экз/м², 389 м на фораминиферовом илу – 32,84 г/м² при средней плотности поселения 596 экз/м² и 104 м на сером илу – 31,98 г/м²

при 354 экз/м². Максимальные же показатели плотности поселения для Polychaeta, характерны для глубин 101, 102, 104, 389 м на илистых грунтах и составляли 352, 464, 354, 596 экз/м² при биомассе 27,14, 14,6, 31,98 и 32,84 г/м² соответственно. Минимальную плотность поселения 22, 28 и 32 экз/м² при 0,81, 0,428 и 3,516 г/м² показали станции на глубинах 25, 255 и 462 м с каменисто-песчаными грунтами.

Кроме того, вымокие показатели плотности поселения отмечены на илистых и песчано-илистых грунтах.

Илисто-песчано-каменистые грунта показали сравнительно высокую среднюю плотность поселения выше 150 экз/м², при относительно низкой биомассе – 12 г/м² (см. рис. 4.3.47 и 4.3.48).

В 2015 году на территории лицензионного участка нами встречено 47 видов мшанок в диапазоне глубин 28 – 424 м на грунтах, содержащих каменистую и галечно-ракушечную фракции (ст. 1, 50, 52, 53, 60, 66, 74, 75) (рис.4.3.49). По средней плотности колоний в период проведения работ доминировала *Hippothoa arctica* – ее плотность составила 8,29±4,41 колоний/м².

Средняя плотность поселения мшанок на лицензионном участке составила 25,81±11,53 колонии/м² (табл. 4.3.5, рис. 4.3.49).

Таблица 4.3.5. Видовой список и плотность поселения мшанок в пределах лицензионного участка в 2015 г.

№	Вид	Встречаемость	Плотность поселения колоний/м ²	Стандартная ошибка ±
1	<i>Hippothoa arctica</i> (Kluge, 1906)	0,29	8,29	4,41
2	<i>Stomachetosella</i> sp. 4	0,14	1,10	0,66
3	<i>Escharella ventricosa</i> (Hassall, 1842)	0,25	4,62	2,04
4	<i>Smittina ?kobjakovae</i> Androsova, 1958	0,21	1,14	0,58
5	<i>Escharopsis rosacea</i> (Busk, 1856)	0,14	1,10	0,57
6	<i>Stomachetosella tuberculata</i>	0,04	0,90	0,90

	<i>Androsova, 1958</i>			
7	<i>Reussinella arctica (Osburn, 1950)</i>	0,04	0,76	0,76
8	<i>Porella sp. 2</i>	0,14	0,81	0,41
9	<i>Porella concinna (Busk, 1854)</i>	0,04	0,10	0,10
10	<i>Arctonula kunashiri (Gontar, 1982)</i>	0,07	0,38	0,30
11	<i>Conopeum nakanosum</i> <i>Grischenko, Dick, Mawatari, 2007</i>	0,07	0,95	0,72
12	<i>Lepralia ?uschakovi Gontar, 1979</i>	0,18	0,48	0,29
13	<i>Schizobrachiella perforata (Kluge, 1952)</i>	0,18	0,86	0,62
14	<i>Celleporina ?ventricosa (Lorenz, 1886)</i>	0,11	0,48	0,34
15	<i>Stomachetosella sp. 1</i>	0,04	0,10	0,10
16	<i>Callopora obesa Kluge, 1952</i>	0,11	0,19	0,11
17	<i>Porella belli (Dawson, 1859)</i>	0,11	0,19	0,11
18	<i>Alcyonidium sp.</i>	0,04	0,14	0,14
19	<i>Smittina sp. 1</i>	0,04	0,05	0,05
20	<i>Porella tumida Kluge, 1955</i>	0,07	0,24	0,17
21	<i>Ellissina marginulata Gontar, 1992</i>	0,11	0,52	0,32
22	<i>Gontarella ?sp. nov.</i>	0,07	0,19	0,13
23	<i>Hippoponella sp. nov.</i>	0,04	0,10	0,10
24	<i>Doryporella alcicornis (O'Donoghue, 1923)</i>	0,04	0,05	0,05
25	<i>Fatkullina sp. nov.</i>	0,04	0,05	0,05
26	<i>Hippoponella hippopus (Smitt, 1868)</i>	0,04	0,19	0,19
27	<i>Hippoporina obesa (Waters, 1900)</i>	0,04	0,05	0,05
28	<i>Stomachetosella sp. 6</i>	0,04	0,10	0,10
29	<i>Cylindroporella tubulosa (Norman, 1868)</i>	0,04	0,05	0,05
30	<i>Hippoponella parva Androsova, 1958</i>	0,04	0,10	0,10
31	<i>Hincksipora spinulifera (Hincks, 1889)</i>	0,07	0,14	0,10
32	<i>Smittina ?rigida Lorenz, 1886</i>	0,04	0,05	0,05
33	<i>Amphiblestrum trifolium ?quadrata (Hincks, 1880)</i>	0,04	0,19	0,19
34	<i>Buffonellaria biapertura (Michelin, 1842)</i>	0,11	0,19	0,11
35	<i>Buchneria variabilis (Androsova, 1958)</i>	0,04	0,14	0,14
36	<i>Celleporina ?surcularis (Packard, 1863)</i>	0,07	0,10	0,07
37	<i>Escharopsis sarsi (Smitt, 1868)</i>	0,04	0,05	0,05

38	<i>Gontarella gigantea</i> Grischenko, Taylor, Mawatari, 2002	0,04	0,10	0,10
39	<i>Callopora lata</i> (Kluge, 1907)	0,04	0,05	0,05
40	<i>Cauloramphus disjunctus</i> Canu, Bassler, 1929	0,04	0,10	0,10
41	<i>Celleporina minima</i> Grischenko, Dick, Mawatari, 2007	0,07	0,10	0,07
42	<i>Cheilopora praelucida</i> (Hincks, 1888)	0,07	0,10	0,07
43	<i>Hippoporina dentata</i> Gontar, 1992	0,07	0,10	0,10
44	<i>Klugeflustra kishikaensis</i> (Okada, 1918)	0,07	0,05	0,05
45	<i>Phylactella labiata</i> (Boeck in Smitt, 1868)	0,07	0,05	0,05
46	<i>Scrupocellaria orientalis</i> Kluge, 1955	0,07	0,05	0,05
47	<i>Tegella armifera</i> (Hincks, 1880)	0,04	0,05	0,05
	итого на 1 кв м		25,81	11,53

Наибольшая концентрация наваги в 2015 г. (1047 кг/км²) обнаружена на глубинах 10-50 м, при среднем значении на обследованной акватории – 646 кг/км² (рис. 4.5.1.4, см. табл. 4.5.1.4).

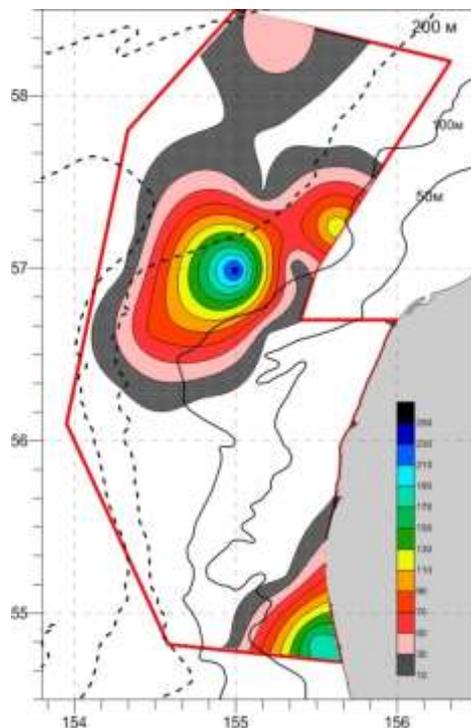


Рисунок 4.3.49 – Плотность поселения Врузоа в пределах лицензионного участка в 2015 г. Шкала: колонии/м²

Прочие представители бентоса (из уловов дночерпателя). В 2015 г. в группу бентоса "прочие" были отнесены беспозвоночные, отмеченные в уловах дночерпателя и относящиеся к 8 группам. В целом для них средняя численность составила $3,4566 \pm 1,479$ экз./м² при средней биомассе $3,831 \pm 3,054$ г/м² (табл. 4.3.6)

Таблица 4.3.6 – Изменение средних численности (экз./м²) и биомасс (г/м²) "прочих" представителей бентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Тип	Класс	Отряд	Средняя численность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²
Coelenterata	Hydrozoa		$3,111 \pm 1,226$	$0,141 \pm 0,069$
	Anthozoa	Hydrocarallia	–	$0,321 \pm 0,321$
		Actiniarea	$0,204 \pm 0,112$	$0,237 \pm 0,191$
		Octocorallia	–	$0,321 \pm 0,321$
Spongya		$0,047 \pm 0,0476$	$0,955 \pm 0,952$	
Tentaculata	Briozoa		–	$1,57 \pm 0,914$
Nemertini			$0,047 \pm 0,047$	$0,233 \pm 0,233$
Chordata	Ascidacea		$0,0476 \pm 0,047$	$0,053 \pm 0,053$
Сумма			$3,4566 \pm 1,479$	$3,831 \pm 3,054$

Примечание: “–” подсчет численности не проводился

В 2015 г. на станции № 60 на грунте, представленном песком и мелкой галькой (глубина 53 м) отмечено максимальное значение численности ($21,333$ экз./м²) "прочих" представителей бентоса (рис. 4.3.50), преимущественно за счет гидроидов.

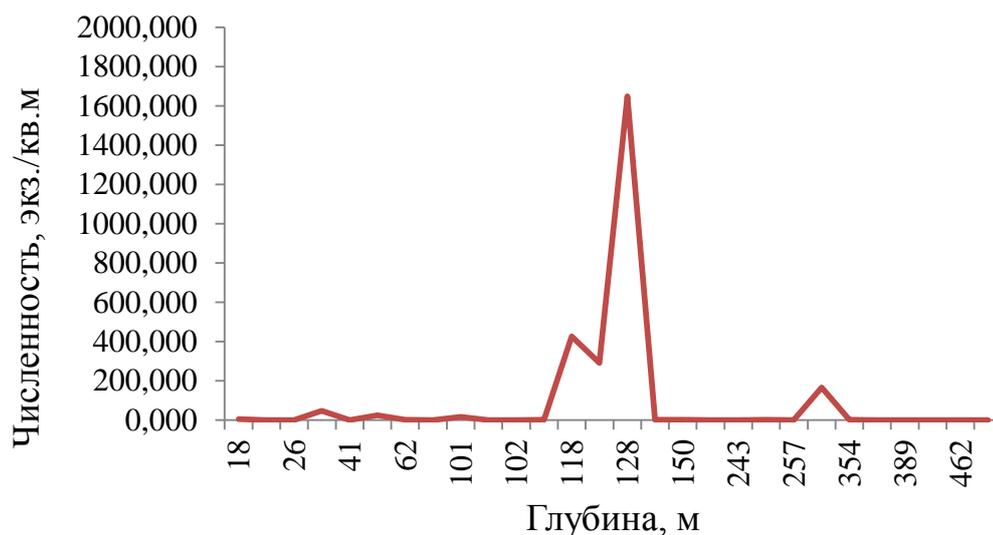


Рисунок 4.3.50 – Изменение численности (экз./м³) “прочих” представителей бентоса в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

В 2015 г. на станции № 63 максимальная биомасса (33,777 г/м²) приурочена к глубине 568 м (рис. 4.3.51) на грунте представленном илистым песком с гравием. Здесь высокие значение биомассы (26,666 г/м²) были обусловлены наличием представителей губок.

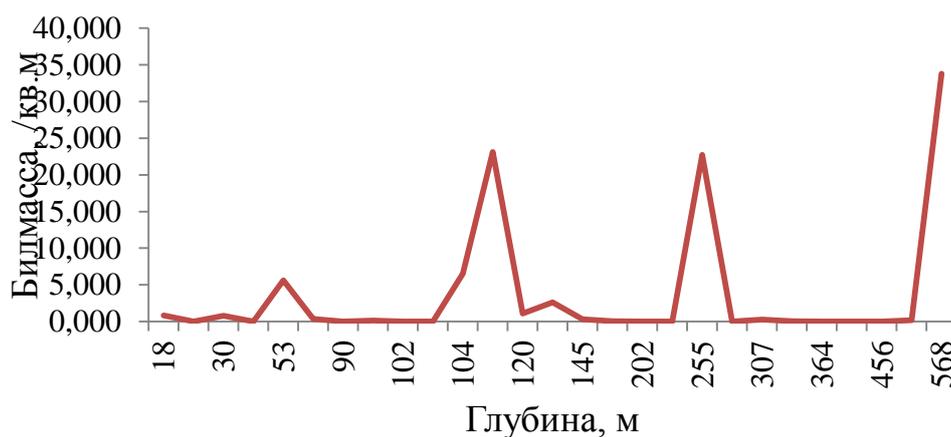


Рисунок 4.3.51 – Изменение биомассы (г/м²) “прочих” представителей бентоса в зависимости от глубины обитания на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

На рисунке 4.3.52 отражено пространственное распределение численности (экз./м²) представителей бентоса группы "прочие" на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.,

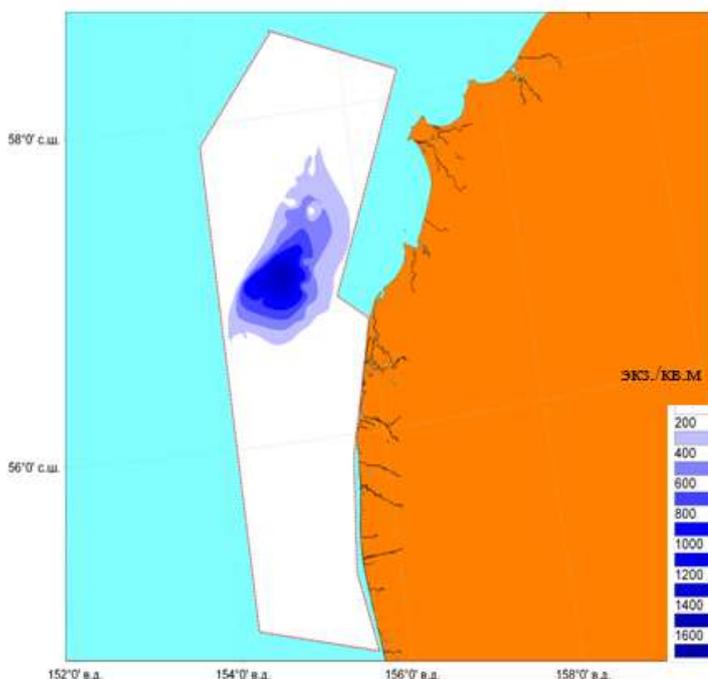


Рисунок 4.3.52 – Пространственное распределение численности (экз./м²) представителей бентоса группы "прочие" на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

а на рисунке 4.3.53 – пространственное распределение биомассы (г/м²). Исследование показало, что на Западно–Камчатском лицензионном участке отмечена зона повышенного распределения численности “прочих” представителей бентоса, не относящихся к основным группам, которая располагается в центральной части, а повышенных биомасс – в центральной и периферийной.

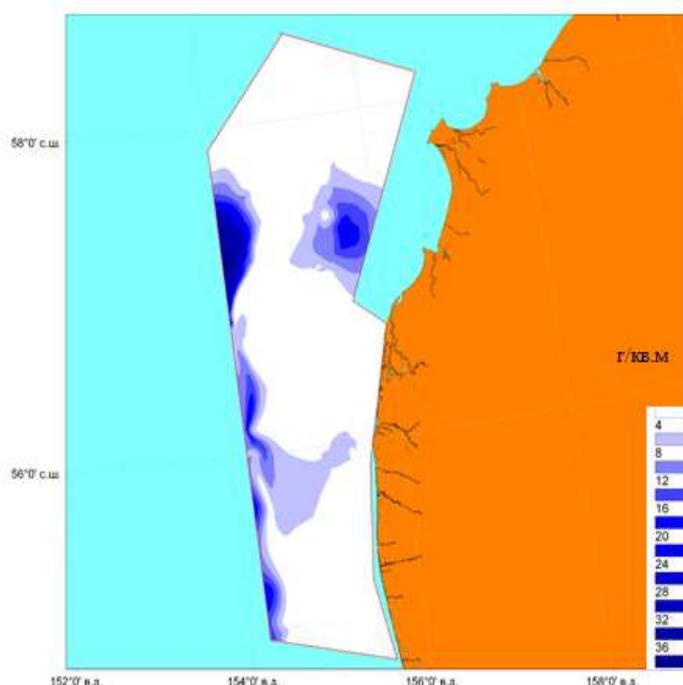


Рисунок 4.3.53 – Пространственное распределение биомасс ($\text{г}/\text{м}^2$) представителей бентоса группы "прочие" на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Встречаемость бентоса в уловах донного трала. По данным дночерпательных станций, в 2015 г средняя численность макрозообентосных беспозвоночных Западно–Камчатского лицензионного участка в период проведения мониторинговых работ составила $1220,172 \pm 254,492$ экз./ м^2 при средней биомассе – $378,809 \pm 207,539$ $\text{г}/\text{м}^2$, (табл. 4.3.7, рис. 4.3.54 и 4.3.55).

Таблица 4.3.7 – Средняя численность (экз./ м^2) и биомасса ($\text{г}/\text{м}^2$) зообентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

Тип	Средняя численность, экз./ м^2	Средняя биомасса, $\text{г}/\text{м}^2$
Echinodermata	$195,044 \pm 83,585$	$152,784 \pm 106,348$
Annelida	$697,440 \pm 103,061$	$192,664 \pm 93,131$
Mollusca	$160,441 \pm 36,098$	$27,262 \pm 4,649$
Arthropoda	$163,791 \pm 30,269$	$2,268 \pm 0,357$
Прочие	$3,4566 \pm 1,479$	$3,831 \pm 3,054$
Сумма	$1220,172 \pm 254,492$	$378,809 \pm 207,539$

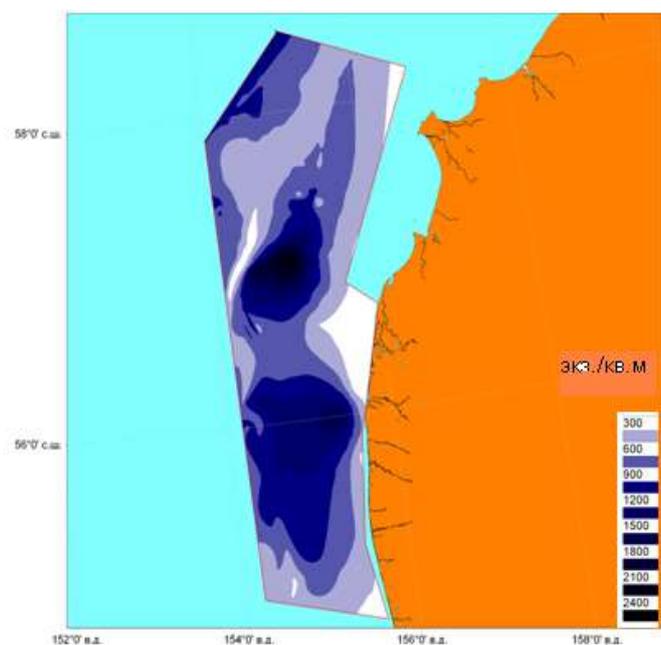


Рисунок 4.3.54 – Пространственное распределение общей численности бентоса (экз./м²) на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

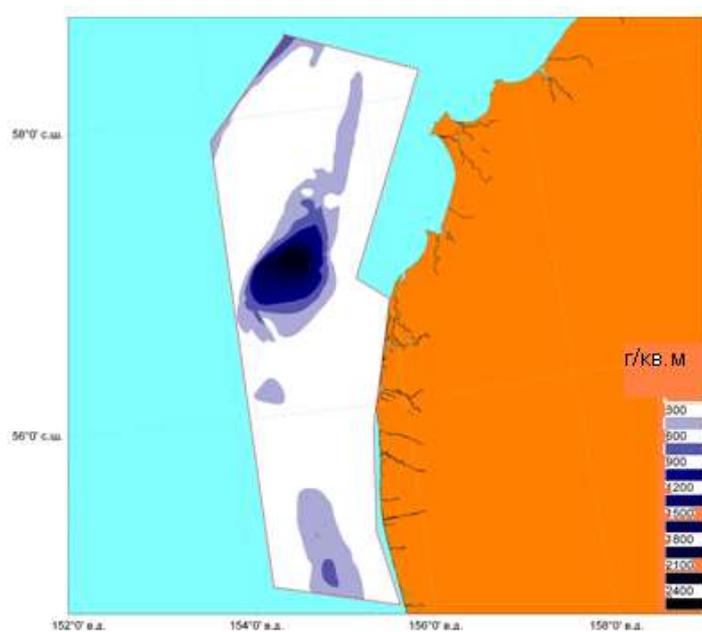


Рисунок 4.3.55 – Пространственное распределение общей биомассы (г/м²) бентоса на Западно–Камчатском лицензионном участке в 2015 г.

4.4. Ихтиопланктон

По результатам проведенных в июне-июле 2015 г. исследований в границах лицензионного участка в пробах отмечено 10 видов рыб, в т.ч. 3 вида удалось определить только до рода, принадлежащих 7 семействам (табл. 4.4.1). Абсолютно преобладали ихтиопланктонные стадии желтоперой лиманды (*Limanda aspera*) и минтая (*Theragra chalcogramma*).

Таблица 4.4.1 — Видовой состав ихтиопланктона (%) на обследованной акватории в июне–июле 2015 г.

Семейство	Вид	Икра	Личинки	Мальки
Gadidae	<i>Theragra chalcogramma</i>	19,7	95,3	
Cottidae	<i>Gymnacanthus sp.</i>		0,1	
—	<i>Myoxocephalus sp.</i>		0,1	
—	<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>		0,1	
Psychrolutidae	<i>Malacocottus zonurus</i>		0,2	
Agonidae	<i>Podothecus sturioides</i>		0,1	
Liparidae	<i>Liparis latifrons</i>		0,5	
Ammodytidae	<i>Ammodytes hexapterus</i>		0,1	
Pleuronectidae	<i>Hippoglossoides sp.</i>	0,2	1,4	
—	<i>Limanda aspera</i>	78,1		
—	<i>Limanda sakhalinensis</i>	2,0		
—	<i>Platichthys stellatus</i>		1,4	
—	<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>		0,6	
Общее относительное количество, %		100	100	0
Общее количество, шт.		9900	854	0

Среди икринок доминировала икра желтоперой лиманды, доля которой от общего количества всей учтенной икры составляла 78,1%. Этот вид камбал относится к летне-нерестующим видам (Моисеев,1953; Перцева-Остроумова, 1961; Дьяков, 2011). В среднемноголетнем аспекте, их нерест начинается в конце июня, а пика достигает в июле. Будучи самым массовым видом камбал у Западной Камчатки, икринки желтоперой лиманды в июле во все годы доминируют в составе ихтиопланктона. Эмбрионы этого вида были отмечены на 11 из 28 станций. Уловы достигали 3084 икр./м² при среднем значении, равном 276 икр./м². Основные скопления икры вида зарегистрированы в южной части обследованного полигона, а средневзвешенная к количеству учтенной икры по станциям глубина составила 48 м (рис. 4.4.1). Основу уловов составляли эмбрионы начальных стадий развития (I и II), что свидетельствует о совпадении сроков работ с периодом массового икрометания желтоперой лиманды (табл. 4.4.2).

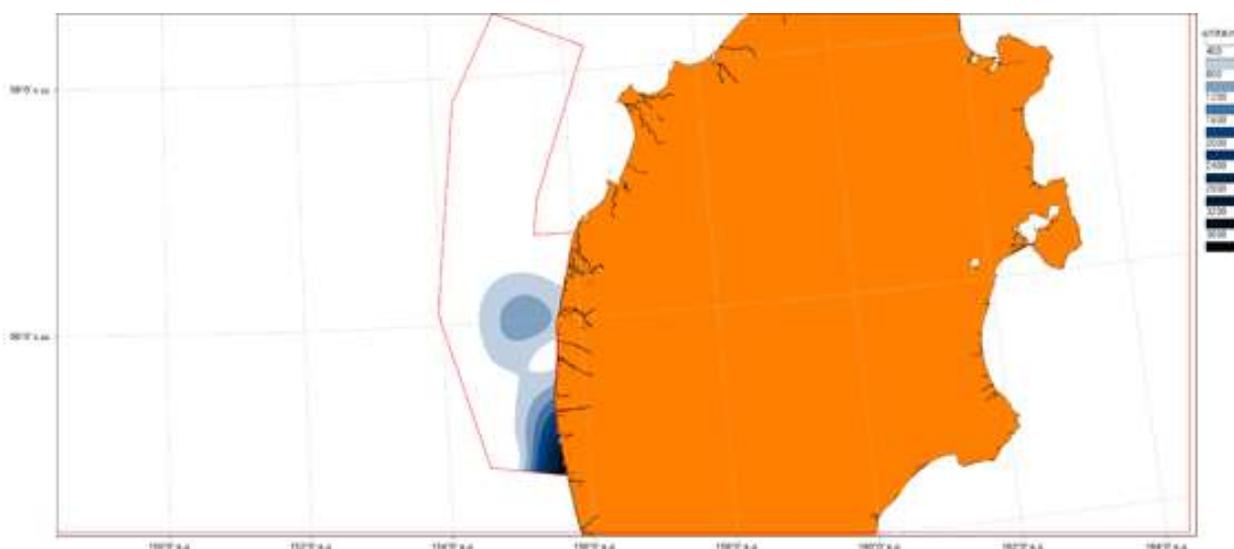


Рисунок 4.4.1 — Распределение икры желтоперой камбалы на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Общее количество учтенной икры желтоперой камбалы в июне–июле 2015 г. на обследованной акватории составило $16146,8 \times 10^9$ экз. (см. табл.

4.4.1).

Таблица 4.4.2 — Соотношение стадий развития икры, общее количество учтенной икры и личинок массовых видов рыб на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Вид	Соотношение стадий развития (по шкале Расса), %				Общее количество икринок, $\times 10^9$ экз.	Общее количество личинок, $\times 10^9$ экз.
	I	II	III	IV		
<i>L. aspera</i>	42,8	35,9	20,2	1,1	$\frac{15392,9-19851,5}{16146,8}$	—
<i>T. chalcogramma</i>	11,0	15,7	41,2	32,1	$\frac{2405,7-3579,1}{3110,0}$	$\frac{994,7-1225,8}{1120,7}$
<i>L. sakhalinensis</i>	35,1	27,8	33,0	4,1	$\frac{196,4-273,7}{220,6}$	—

* — минимум-максимум/среднее

На втором месте по величине уловов и частоте встречаемости (в 15 из 28 проб) была икра минтая. Относительное количество эмбрионов этого вида от общего количества всей учтенной икры составляло 19,7% (см. табл. 4.4.1). Максимальный улов составил 558 икр./м² при среднем значении, равном 70 икр./м². Основные скопления икры обнаружены в южной части района исследований на глубинах около 90 м (рис. 4.4.2).

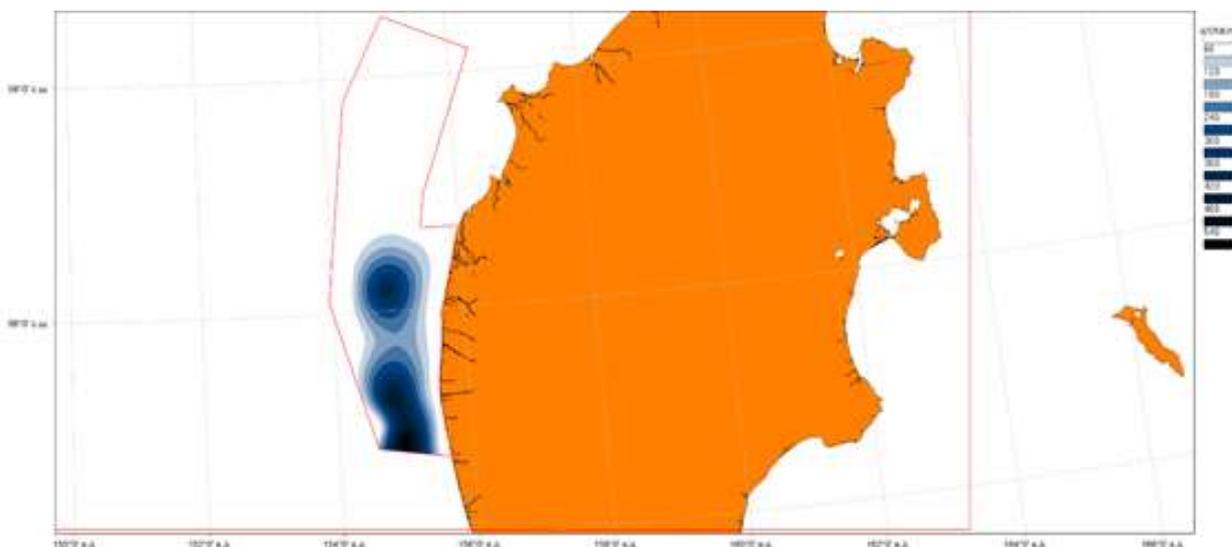


Рисунок 4.4.2 — Распределение икры минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Распределение икры носило «пятнистый» характер, а максимальный улов также зарегистрирован в южной части обследованной акватории на глубине 92 м.

Основное количество эмбрионов находилось на стадиях развития III и IV (см. табл. 4.4.2), что хорошо согласуется с литературными данными о сроках нереста и продолжительности отдельных стадий развития икры этого вида в водах Западной Камчатки (Фадеев, 1987). Известно, что к июлю–августу нерест минтая у Западной Камчатки практически завершается, и лишь в редких случаях летом можно встретить размножающихся особей (Золотов и др., 1990).

Что касается личинок минтая, то они абсолютно доминировали в составе ихтиопланктона, составляя 95,3% от общего количества всех учтенных личинок. В абсолютном выражении максимальное количество личинок минтая составляло 99 экз./0,5 м², при среднем значении, равном 29 экз./0,5 м². Основные скопления личинок вида обнаружены в центральной и южной частях полигона, а средневзвешенная к количеству личинок по станциям глубина равна 118 м (рис. 4.4.3).

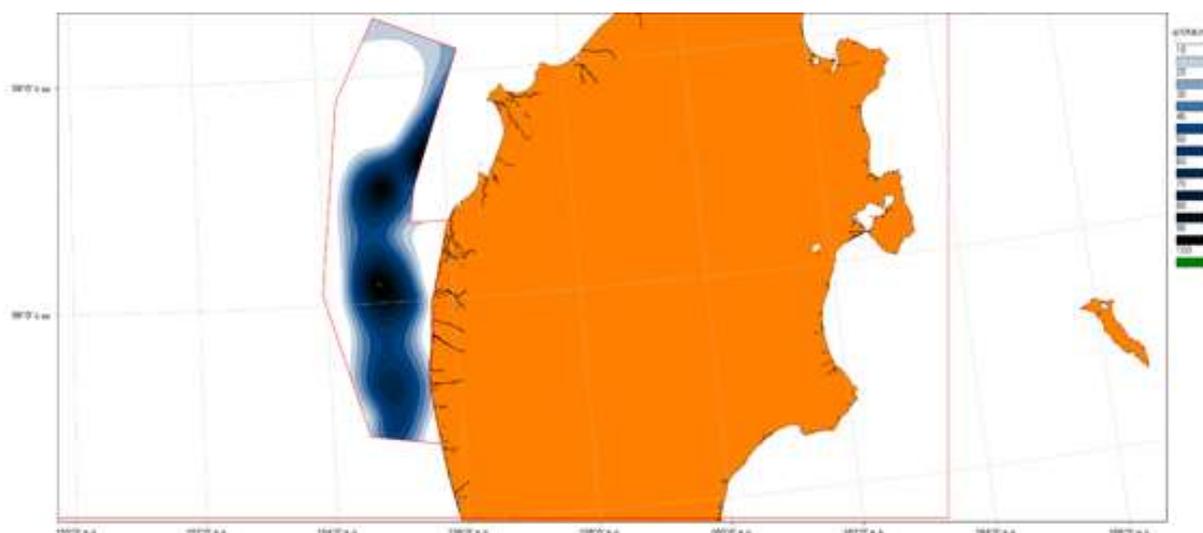


Рисунок 4.4.3 — Распределение личинок минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Общее количество икры и личинок минтая на обследованной акватории оценено величинами 3110,0 и $1120,7 \times 10^9$ экз., соответственно (см. табл. 4.4.2). Среди других отмеченных в уловах видов значимыми были только уловы икринок сахалинской лиманды (см. табл. 5.4.1). Они встречались в пробах на 30 из 84 станций. Максимальный улов составил 118 икр./м², а средний — 11 икр./м². В таблице 4.4.3 представлены размерные характеристики личинок рыб в 2015 г., а на рис. 4.4.5 — размерный состав самого массового среди личинок вида — минтая.

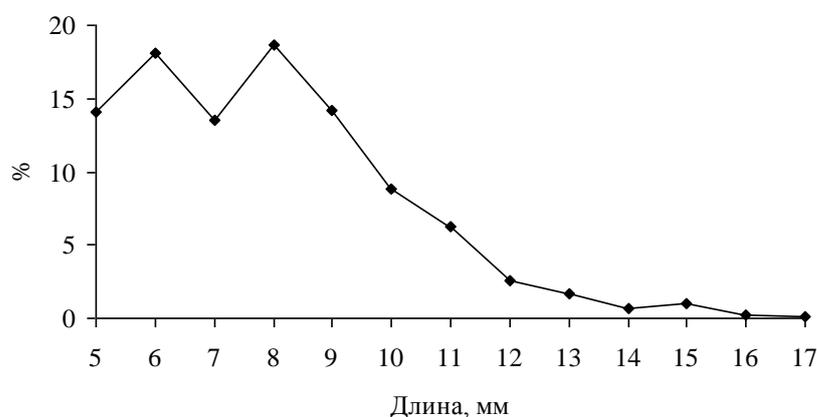


Рисунок 4.4.5 — Размерный состав личинок минтая на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Таблица 4.4.3 — Длина личинок и в пробах ихтиопланктона на акватории лицензионного участка в июне–июле 2015 г.

Вид	Личинки
<i>Theragra chalcogramma</i>	4,2–17,0/7,5 (724)
<i>Gymnacanthus sp.</i>	8,3 (1)
<i>Myoxocephalus sp.</i>	17,7 (1)
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	17,7 (1)
<i>Malacocottus zonurus</i>	9,0–10,3/9,7 (2)
<i>Podothecus sturioides</i>	16,3 (1)
<i>Liparis latifrons</i>	3,5–9,7/5,4 (4)
<i>Ammodytes hexapterus</i>	5,7 (1)
<i>Hippoglossoides sp.</i>	5,0–7,5/5,7 (12)
<i>Platichthys stellatus</i>	3,9–5,8/4,8 (11)
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	6,5–10,3/8,5 (5)

* — минимум-максимум/среднее (количество измерений)

Резюмируя вышеизложенное, отметим, что полученные в июне–июле 2015 г. сведения о видовом, количественном составе ихтиопланктона, распределении планктонных стадий массовых видов рыб, их размерных характеристиках хорошо согласуются с известными литературными данными.

4.5. Результаты донной траловой съемки

4.5.1. Ихтиофауна

В 2015 г в составе уловов было зарегистрировано 110 видов рыб из 24 семейств. Основа видовой разнообразия приходилась на долю 5 семейств: Рогатковых *Cottidae* – 22 вида, Липаровых *Liparidae* – 12 видов, Бельдюговых *Zoarcida*, Камбаловых *Pleuronectidae* и Стихеевых *Stichaeidae* по 11 видов (табл. 4.5.1.1).

Таблица 4.5.1.1 Видовой состав и встречаемость (%) рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Семейство <i>Rajidae</i> - Ромбовые скаты		Семейство <i>Agonidae</i> - Лисичковые	
<i>Bathyraja aleutica</i>	2,7	<i>Podothecus acipenserinus</i>	63,0
<i>Bathyraja isotrachys</i>	4,1	<i>Podothecus veternus</i>	8,2
<i>Bathyraja maculata</i>	16,4	<i>Sarritor frenatus</i>	21,9
<i>Bathyraja matsubarai</i>	1,4	<i>Sarritor leptorhynchus</i>	2,7
<i>Bathyraja minispinosa</i>	4,1	Семейство <i>Cyclopteridae</i> - Круглопёровые	
<i>Bathyraja parmifera</i>	12,3	<i>Aptocyclus ventricosus</i>	5,5
<i>Bathyraja</i> sp.	6,8	<i>Cyclopteropsis</i> sp.	1,4
<i>Bathyraja trachura</i>	1,4	<i>Eumicrotremus birulai</i>	2,7
<i>Bathyraja violacea</i>	39,7	<i>Eumicrotremus orbis</i>	2,7
Семейство <i>Clupeidae</i> - Сельдевые		<i>Eumicrotremus soldatovi</i>	1,4
<i>Clupea pallasii</i>	46,6	Семейство <i>Liparidae</i> - Липаровые	

Семейство Microstomatidae - Малоротковые		Careproctus colletti	4,1
Leuroglossus schmidti	8,2	Careproctus cyclocephalus	1,4
Семейство Osmeridae - Корюшковые		Careproctus cypselurus	4,1
Mallotus villosus catervarius	38,4	Careproctus furcellus	11,0
Osmerus mordax dentex	9,6	Careproctus macrodiscus	2,7
Семейство Salmonidae - Лососевые		Careproctus rastrinus	27,4
Salvelinus leucomaenis	1,4	Careproctus roseofuscus	8,2
Семейство Mустophidae - Светящиеся анчоусы		Careproctus sp.	8,2
Stenobranchius leucopsarus	1,4	Crystallichthys mirabilis	9,6
Семейство Moridae - Моровые		Elassodiscus tremebundus	6,8
Antimora microlepis	1,4	Liparis ochotensis	41,1
Семейство Gadidae - Тресковые		Squaloliparis dentatus	1,4
Eleginus gracilis	60,3	Семейство Bathymasteridae - Батимастеровые	
Gadus macrocephalus	100,0	Bathymaster signatus	4,1
Theragra chalcogramma	100,0	Семейство Zoarcidae - Бельдюговые	
Семейство Sebastidae - Морские окуни		Allolepis hollandi	17,8
Sebastes glaucus	9,6	Bothrocarra soldatovi	9,6
Sebastes macrochir	1,4	Bothrocarichthys microcephalus	13,7
Семейство Hexagrammidae - Терпуговые		Lycodes brunneofasciatus	9,6
Hexagrammos stelleri	15,1	Lycodes fasciatus	20,5
Семейство Cottidae - Рогатковые		Lycodes pectoralis	1,4
Arteidiellichthys nigripinnis	6,8	Lycodes tanakae	1,4
Arteidiellus sp.	2,7	Lycodes raridens (взр_)	2,7
Enophrys diceraus	2,7	Lycodes sigmatoides (взр_)	8,2
Gymnacanthus detrisus	28,8	Lycogrammoides schmidti	2,7
Gymnacanthus galeatus	20,5	Zoarces elongatus	4,1
Gymnacanthus pistilliger	23,3	Семейство Stichaeidae - Стихеевые	
Hemilepidotus gilberti	12,3	Anisarchus medius	
Hemilepidotus jordani	17,8	Ascoldia knipowitschi	1,4
Icelus canaliculatus	4,1	Eumesogrammus praecisus	4,1

<i>Icelus spatula</i>	2,7	<i>Leptoclinus maculatus diaphanocarus</i>	6,8
<i>Icelus spiniger</i>	17,8	<i>Lumpenella longirostris</i>	2,7
<i>Melletes papilio</i>	5,5	<i>Lumpenus sagitta</i>	19,2
<i>Microcottus sellaris</i>	5,5	<i>Chirolophis snyderi</i>	4,1
<i>Myoxocephalus jaok</i>	45,2	<i>Stichaeopsis nevelskoi</i>	17,8
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	82,2	<i>Stichaeus punctatus</i>	1,4
<i>Myoxocephalus stelleri</i>	2,7	Семейство Anarhichadidae - Зубатковые	
<i>Trichocottus brashnikovi</i>	1,4	<i>Anarhichas orientalis</i>	9,6
<i>Triglops forficatus</i>	1,4	Семейство Trichodontidae - Волосозубовые	
<i>Triglops jordani</i>	1,4	<i>Trichodon trichodon</i>	4,1
<i>Triglops pingelii</i>	4,1	Семейство Ammodytidae - Песчанковые	
<i>Triglops szepticus</i>	2,7	<i>Ammodytes hexapterus</i>	8,2
<i>Stelgistrum stejnegeri</i>	4,1	Семейство Pleuronectidae - Камбаловые	
Семейство Hemitripterae - Волосатковые		<i>Atheresthes evermanni</i>	13,7
<i>Hemitriperus villosus</i>	37,0	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	23,3
Семейство Psychrolutidae - Психролютовые		<i>Hippoglossoides sp.*</i>	69,9
<i>Dasycottus setiger</i>	6,8	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	17,8
<i>Eurymen gyrinus</i>	1,4	<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	4,1
<i>Malacocottus zonurus</i>	23,3	<i>Limanda aspera</i>	64,4
Семейство Agonidae - Лисичковые		<i>Limanda sakhalinensis</i>	43,8
<i>Aspidophoroides bartoni</i>	13,7	<i>Myzopsetta proboscidea</i>	27,4
<i>Ocella dodecaedron</i>	2,7	<i>Platichthys stellatus</i>	27,4
<i>Pallasina barbata</i>	1,4	<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	52,1
<i>Percis japonica</i>	11,0	<i>Reinhardtius hippoglossoides matsuurae</i>	16,4

*Примечание: *Hippoglossoides sp.* – включает в себя два близкородственных вида *Hippoglossoides robustus* и *Hippoglossoides elassodon*.

По результатам траловой съемки в 2015 г общая численность рыб на участке шельфа у западного побережья Камчатки оценена в 6 232 869 тыс. экземпляров. Более 70% этой величины пришлось на минтай *Theragra chalcogramma* (51,56%) и мойву *Mallotus villosus catervarius* (24,27%).

В общей учтенной численности донных и придонных рыб (1 360 941 тыс. экз.) преобладали: сахалинская камбала *Limanda sakhalinensis* (254 666

тыс. экз. или 18,71%), навага *Eleginus gracilis* (194 325 тыс. экз. или 14,28%), желтоперая камбала *Limanda aspera* (136 750 тыс. экз. или 10,05%) и группа палтусовидных камбал *Hippoglossoides sp.* (133 104 тыс. экз. или 9,78%) (табл. 4.5.1.2).

Таблица 4.5.1.2 Численность (тыс. экз.) и доля в уловах (%) рыб по результатам съемки на участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Вид (группа видов)	Численность	Доля в общей численности	Доля в численности донных рыб	Доля в численности пелагических рыб
<i>Bathyraja aleutica</i>	48	+	+	
<i>Bathyraja isotrachys</i>	1726	0,03	0,13	
<i>Bathyraja maculata</i>	1276	0,02	0,09	
<i>Bathyraja matsubarae</i>	32	+	+	
<i>Bathyraja minispinosa</i>	458	0,01	0,03	
<i>Bathyraja parmifera</i>	306	+	0,02	
<i>Bathyraja sp.</i>	10114	0,16	0,74	
<i>Bathyraja trachura</i>	3090	0,05	0,23	
<i>Bathyraja violacea</i>	8630	0,14	0,63	
<i>Antimora microlepis</i>	106	+	0,01	
<i>Eleginus gracilis</i>	194325	3,12	14,28	
<i>Gadus macrocephalus</i>	12333	0,20	0,91	
<i>Sebastes glaucus</i>	362	0,01	0,03	
<i>Sebastolobus macrochir</i>	212	+	0,02	
<i>Hexagrammos stelleri</i>	3658	0,06	0,27	
<i>Arteidiellichthys nigripinnis</i>	18200	0,29	1,34	
<i>Arteidiellus sp.</i>	815	0,01	0,06	
<i>Enophrys diceraus</i>	110	+	0,01	
<i>Gymnacanthus detrisus</i>	6164	0,10	0,45	
<i>Gymnacanthus galeatus</i>	15193	0,24	1,12	
<i>Gymnacanthus pistilliger</i>	18878	0,30	1,39	
<i>Hemilepidotus gilberti</i>	3028	0,05	0,22	
<i>Hemilepidotus jordani</i>	1240	0,02	0,09	
<i>Icelus canaliculatus</i>	3070	0,05	0,23	
<i>Icelus spatula</i>	5560	0,09	0,41	
<i>Icelus spiniger</i>	11900	0,19	0,87	

Melletes papilio	648	0,01	0,05	
Microcottus sellaris	628	0,01	0,05	
Myoxocephalus jaok	10612	0,17	0,78	
Myoxocephalus polyacanthocephalus	18052	0,29	1,33	
Myoxocephalus stelleri	36	+	+	
Stelgistrum stejneri	2540	0,04	0,19	
Triglops forficatus	575	0,01	0,04	
Triglops jordani	105	+	0,01	
Triglops pingelii	1910	0,03	0,14	
Triglops scepticus	485	0,01	0,04	
Trichocottus brashnikovi	30	+	+	
Hemitripterus villosus	2138	0,03	0,16	
Dasycottus setiger	902	0,01	0,07	
Eurymen gyrinus	220	+	0,02	
Malacocottus zonurus	16408	0,26	1,21	
Aspidophoroides bartoni	13610	0,22	1,00	
Ocella dodecaedron	460	0,01	0,03	
Pallasina aix	8	+	+	
Percis japonica	2390	0,04	0,18	
Podothecus accipenserinus	86770	1,39	6,38	
Podothecus veterinus	4533	0,07	0,33	
Sarritor frenatus	22	+	+	
Sarritor leptorhynchus	257	+	0,02	
Aptocyclus ventricosus	694	0,01	0,05	
Cyclopteropsis sp.	340	0,01	0,02	
Eumicrotremus birulai	333	0,01	0,02	
Eumicrotremus orbis	483	0,01	0,04	
Eumicrotremus soldatovi	42	+	+	
Careproctus colletti	3504	0,06	0,26	
Careproctus cyclocephalus	134	+	0,01	
Careproctus cypselurus	904	0,01	0,07	
Careproctus furcellus	1228	0,02	0,09	
Careproctus macrodiscus	390	0,01	0,03	
Careproctus rastrinus	30692	0,49	2,26	
Careproctus roseofuscus	2818	0,05	0,21	
Careproctus sp.	1402	0,02	0,10	
Crystallichthys	2320	0,04	0,17	

mirabilis				
Elassodiscus tremebundus	1244	0,02	0,09	
Liparis ochotensis	3150	0,05	0,23	
Squaloliparis dentata	148	+	0,01	
Bathymaster signatus	445	0,01	0,03	
Allolepis hollandi	68605	1,10	5,04	
Bothrocara soldatovi	2012	0,03	0,15	
Bothrocarichthys microcephalus	16423	0,26	1,21	
Lycodes brunneofasciatus	1252	0,02	0,09	
Lycodes fasciatus	10343	0,17	0,76	
Lycodes pectoralis	227	+	0,02	
Lycodes raridens	158	+	0,01	
Lycodes sigmatoides	998	0,02	0,07	
Lycodes tanakae	353	0,01	0,03	
Lycogrammoides schmidti	933	0,01	0,07	
Zoarces elongatus	3550	0,06	0,26	
Ascoldia knipowitschi	218	+	0,02	
Chirolophis snyderi	2150	0,03	0,16	
Eumesogrammus praecisus	1305	0,02	0,10	
Leptoclinus maculatus	5070	0,08	0,37	
Lumpenus sagitta	13620	0,22	1,00	
Lumpenella longirostris	3430	0,06	0,25	
Stichaeopsis nevelskoi	10200	0,16	0,75	
Stichaeus punctatus	520	0,01	0,04	
Anarhichas orientalis	168	+	0,01	
Trichodon trichodon	586	0,01	0,04	
Ammodytes hexapterus	114340	1,83	8,40	
Atheresthes evermanni	1585	0,03	0,12	
Glyptocephalus stelleri	1248	0,02	0,09	
Hippoglossoides sp.	133104	2,14	9,78	
Hippoglossus stenolepis	704	0,01	0,05	
Lepidopsetta polyxystra	356	0,01	0,03	
Limanda aspera	136750	2,19	10,05	
Limanda sakhalinensis	254666	4,09	18,71	
Myzopsetta	14696	0,24	1,08	

proboscidea				
Platichthys stellatus	4986	0,08	0,37	
Pleuronectes quadrituberculatus	18100	0,29	1,33	
Reinhardtius hippoglossoides matsurae	3844	0,06	0,28	
Всего донные	1360941		100,00	
Clupea pallasii	109123	1,75		2,24
Leuroglossus schmidti	4400	0,07		0,09
Mallotus villosus catervarius	1512460	24,27		31,04
Osmerus mordax dentex	31655	0,51		0,65
Salvelinus leucomaenis	13	+		+
Stenobranchius leucopsarus	260	+		0,01
Theragra chalcogramma	2334368	37,45		47,91
Theragra chalcogramma мол.	879650	14,11		18,06
Всего пелагические	4871928			100,00
Итого	6232869	100,00		

Примечание: + – менее 0,01%.

В 2015 г общая биомасса рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки оценена в 1 108 155 т. Более 70% этой величины пришлось на минтай (63,44%), навагу (4,31%), многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (3,18%) и желтоперую и сахалинскую камбалы (3,52 и 3,04%, соответственно).

В общей учтенной биомассе донных и придонных рыб (335 124 т) преобладали: навага (47 760 т или 14,25%), желтоперая камбала (39 062 т или 11,66%), многоиглый керчак (35 238 т или 10,51%), сахалинская камбала (33 724 т или 10,06%), группа палтусовидных камбал (24 872 т или 7,42%) и треска (23 719 т или 7,08%) (табл. 4.5.1.3).

Таблица 4.5.1.3 – Биомасса (т) и доля в уловах (%) рыб по результатам съемки на участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Вид (группа видов)	Биомасса	Доля в общей биомассе	Доля в биомассе донных рыб	Доля в биомассе пелагических рыб
<i>Bathyraja aleutica</i>	966,0	0,09	0,29	
<i>Bathyraja isotrachys</i>	1362,0	0,12	0,41	
<i>Bathyraja maculata</i>	6068,0	0,55	1,81	
<i>Bathyraja matsubarae</i>	214,0	0,02	0,06	
<i>Bathyraja minispinosa</i>	1464,0	0,13	0,44	
<i>Bathyraja parmifera</i>	1199,9	0,11	0,36	
<i>Bathyraja sp.</i>	1454,0	0,13	0,43	
<i>Bathyraja trachura</i>	302,0	0,03	0,09	
<i>Bathyraja violacea</i>	9250,0	0,83	2,76	
<i>Antimora microlepis</i>	4,3	+	+	
<i>Eleginus gracilis</i>	47760,0	4,31	14,25	
<i>Gadus macrocephalus</i>	23718,6	2,14	7,08	
<i>Sebastes glaucus</i>	156,0	0,01	0,05	
<i>Sebastolobus macrochir</i>	86,0	0,01	0,03	
<i>Hexagrammos stelleri</i>	905,0	0,08	0,27	
<i>Artediellichthys nigripinnis</i>	615,1	0,06	0,18	
<i>Artediellus sp.</i>	4,9	+	+	
<i>Enophrys diceraus</i>	8,5	+	+	
<i>Gymnacanthus detrisus</i>	2426,6	0,22	0,72	
<i>Gymnacanthus galeatus</i>	1260,0	0,11	0,38	
<i>Gymnacanthus pistilliger</i>	1172,5	0,11	0,35	
<i>Hemilepidotus gilberti</i>	1200,1	0,11	0,36	
<i>Hemilepidotus jordani</i>	857,5	0,08	0,26	
<i>Icelus canaliculatus</i>	130,0	0,01	0,04	
<i>Icelus spatula</i>	39,0	+	0,01	
<i>Icelus spiniger</i>	555,0	0,05	0,17	
<i>Melletes papilio</i>	245,0	0,02	0,07	
<i>Microcottus sellaris</i>	20,0	+	0,01	
<i>Myoxocephalus jaok</i>	10934,0	0,99	3,26	
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	35238,0	3,18	10,51	
<i>Myoxocephalus stelleri</i>	24,0	+	0,01	
<i>Stelgistrum stejneri</i>	24,6	+	0,01	
<i>Triglops forficatus</i>	55,0	+	0,02	
<i>Triglops jordani</i>	6,5	+	+	
<i>Triglops pingelii</i>	55,0	+	0,02	
<i>Triglops szepticus</i>	24,7	+	0,01	
<i>Trichocottus brashnikovi</i>	4,4	+	+	
<i>Hemitripteris villosus</i>	3936,0	0,36	1,17	
<i>Dasycottus setiger</i>	172,0	0,02	0,05	
<i>Eurymen gyrinus</i>	19,9	+	0,01	
<i>Malacocottus zonurus</i>	3786,0	0,34	1,13	

<i>Aspidophoroides bartoni</i>	290,1	0,03	0,09	
<i>Occella dodecaedron</i>	20,1	+	0,01	
<i>Pallasina aix</i>	0,1	+	+	
<i>Percis japonica</i>	553,3	0,05	0,17	
<i>Podothecus accipenserinus</i>	7330,0	0,66	2,19	
<i>Podothecus veterus</i>	143,4	0,01	0,04	
<i>Sarritor frenatus</i>	2,4	+	+	
<i>Sarritor leptorhynchus</i>	3,5	+	+	
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	240,0	0,02	0,07	
<i>Cyclopteropsis</i> sp.	10,7	+	+	
<i>Eumicrotremus birulai</i>	17,4	+	0,01	
<i>Eumicrotremus orbis</i>	16,1	+	+	
<i>Eumicrotremus soldatovi</i>	6,9	+	+	
<i>Careproctus colletti</i>	136,0	0,01	0,04	
<i>Careproctus cyclocephalus</i>	1,3	+	+	
<i>Careproctus cypselurus</i>	194,0	0,02	0,06	
<i>Careproctus furcellus</i>	792,0	0,07	0,24	
<i>Careproctus macrodiscus</i>	394,0	0,04	0,12	
<i>Careproctus rastrinus</i>	9916,0	0,89	2,96	
<i>Careproctus roseofuscus</i>	1258,0	0,11	0,38	
<i>Careproctus</i> sp.	30,0	+	0,01	
<i>Crystallichthys mirabilis</i>	530,0	0,05	0,16	
<i>Elassodiscus tremebundus</i>	414,0	0,04	0,12	
<i>Liparis ochotensis</i>	3080,0	0,28	0,92	
<i>Squaloliparis dentata</i>	320,0	0,03	0,10	
<i>Bathymaster signatus</i>	14,1	+	+	
<i>Allolepis hollandi</i>	3390,0	0,31	1,01	
<i>Bothrocarra soldatovi</i>	1068,0	0,10	0,32	
<i>Bothrocarichthys microcephalus</i>	793,3	0,07	0,24	
<i>Lycodes brunneofasciatus</i>	1142,0	0,10	0,34	
<i>Lycodes fasciatus</i>	2510,0	0,23	0,75	
<i>Lycodes pectoralis</i>	4,5	+	+	
<i>Lycodes raridens</i>	122,5	0,01	0,04	
<i>Lycodes sigmatoides</i>	2032,5	0,18	0,61	
<i>Lycodes tanakae</i>	392,5	0,04	0,12	
<i>Lycogrammoides schmidti</i>	46,7	+	0,01	
<i>Zoarces elongatus</i>	180,0	0,02	0,05	
<i>Ascoldia knipowitschi</i>	6,6	+	+	
<i>Chirolophis snyderi</i>	1,7	+	+	
<i>Eumesogrammus praecisus</i>	60,0	0,01	0,02	
<i>Leptoclinus maculatus</i>	86,9	0,01	0,03	
<i>Lumpenus sagitta</i>	970,0	0,09	0,29	
<i>Lumpenella longirostris</i>	485,0	0,04	0,14	
<i>Stichaeopsis nevelskoi</i>	930,0	0,08	0,28	
<i>Stichaeus punctatus</i>	7,9	+	+	
<i>Anarhichas orientalis</i>	900,0	0,08	0,27	
<i>Trichodon trichodon</i>	74,0	0,01	0,02	
<i>Ammodytes hexapterus</i>	4019,9	0,36	1,20	

<i>Atheresthes evermanni</i>	1822,5	0,16	0,54	
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	948,0	0,09	0,28	
<i>Hippoglossoides sp.</i>	24872,0	2,24	7,42	
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	2232,0	0,20	0,67	
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	210,0	0,02	0,06	
<i>Limanda aspera</i>	39062,0	3,52	11,66	
<i>Limanda sakhalinensis</i>	33724,0	3,04	10,06	
<i>Myzopsetta proboscidea</i>	3490,0	0,31	1,04	
<i>Platichthys stellatus</i>	3504,0	0,32	1,05	
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	15262,0	1,38	4,55	
<i>Reinhardtius hippoglossoides matsuurae</i>	7336,0	0,66	2,19	
Всего донные	335123,9		100,00	
<i>Clupea pallasii</i>	25210,0	2,27		3,26
<i>Leuroglossus schmidti</i>	60,1	0,01		0,01
<i>Mallotus villosus catervarius</i>	23710,0	2,14		3,07
<i>Osmerus mordax dentex</i>	4310,1	0,39		0,56
<i>Salvelinus leucomaenis</i>	32,2	+		+
<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	5,6	+		+
<i>Theragra chalcogramma</i>	703032,5	63,44		90,94
<i>Theragra chalcogramma</i> мол.	16670,1	1,50		2,16
Всего пелагические	773030,5			100,00
Итого	1108154,5	100,00		

Примечание: + – менее 0,01%.

Следует отметить, что основная часть учтенной биомассы в 2015 г. концентрировалась в диапазонах глубин 51-100 и 101-250 м (рис. 4.5.1.1).

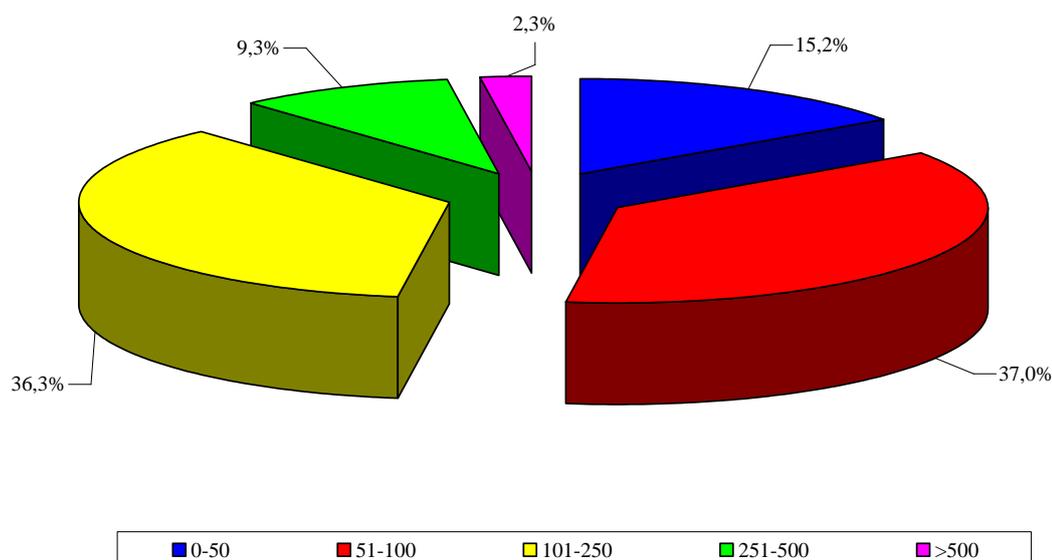


Рисунок 4.5.1.1 – Распределение учтенной биомассы на обследованном участке у западного побережья Камчатки по диапазонам глубин в 2015 г.

Максимальная плотность ромбовых скатов наблюдалась в диапазоне глубин 251-500 и более м (824 кг/км^2). Средняя плотность распределения скатов на обследованной площади составляла 277 кг/км^2 (табл. 4.5.1.4). Основная часть скатов концентрировалась в северной части района исследований (рис. 4.5.1.2).

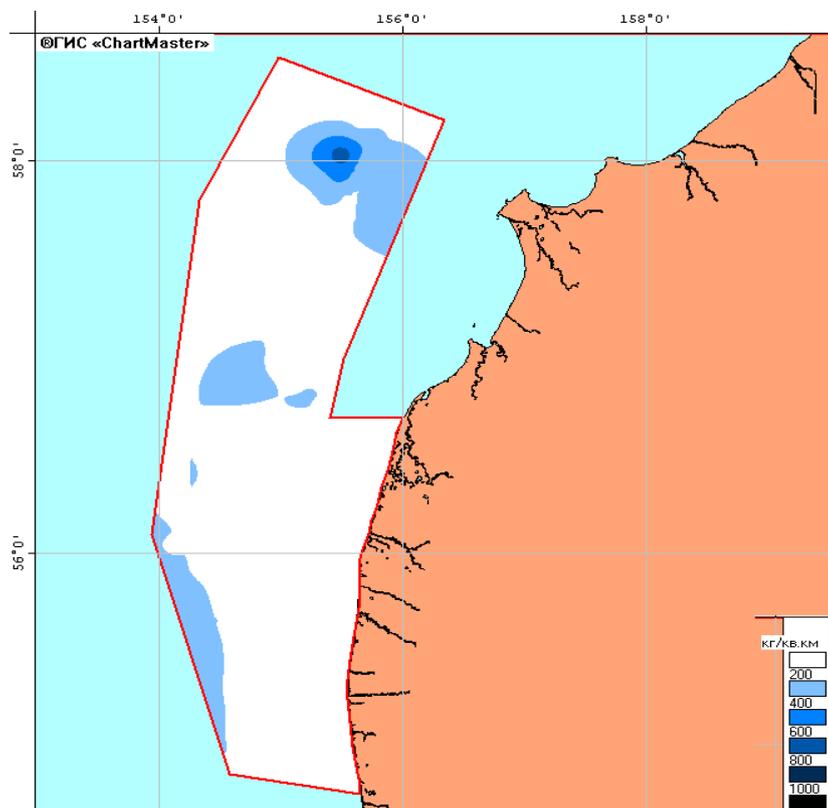


Рисунок 4.5.1.2 – Распределение ромбовых скатов на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

В 2015 г максимальная концентрация сельди (635 кг/км^2) наблюдалась в центральной части полигона в диапазоне глубин 51-100 м (рис. 4.5.1.3). Средняя плотность распределения сельди на обследованной площади равнялась 345 кг/км^2 (табл. 4.5.1.4).

Наибольшая концентрация наваги в 2015 г. (1047 кг/км^2) обнаружена на глубинах 10-50 м, при среднем значении на обследованной акватории – 646 кг/км^2 (рис. 4.5.1.4, см. табл. 4.5.1.4).

Таблица 4.5.1.4 – Средняя плотность распределения (кг/км²) наиболее массовых семейств и видов на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2014 г. по диапазонам глубин.

Диапазон глубин, м / Семейство (вид, группа видов)	10-50	51-100	100-250	251->500	Средняя
Ромбовые скаты	17	86	180	824	277
Сельдь	491	635	150	103	345
Навага	1047	859	424	254	646
Треска	547	143	184	171	261
Минтай	1671	14781	13001	1020	7618
Рогатковые	1376	1321	459	369	881
Волосатковые	179	24	21	85	77
Психролотовые	1	1	11	187	50
Лисичковые	132	94	48	54	82
Липаровые	30	72	133	563	199
Бельдюговые	3	31	40	302	94
Стихеевые	14	15	12	23	16
Азиатский стрелозубый палтус	0	1	13	88	26
Малорот Стеллера	13	26	12	2	11
Палтусовидные камбалы	237	626	517	34	353
Белокорый палтус	5	13	38	37	23
Двухлинейная камбала	2	5	4	0	3
Желтоперая камбала	1642	899	99	251	723
Сахалинская камбала	802	1395	88	4	572
Хоботная камбала	191	42	2	38	68
Звездчатая камбала	193	40	3	46	70
Четырехбугорчатая камбала	437	506	70	41	264
Черный палтус	1	1	18	483	126

Плотность распределения трески уменьшалась с увеличением глубины. Максимальная плотность зарегистрирована в диапазоне 10-50 м (547 кг/км²), при среднем значении – 261 кг/км² (см. табл. 4.5.1.4). Наибольшие концентрации рыб обнаружены в южной части обследованной акватории (рис. 4.5.1.5).

Наиболее плотные скопления минтая в 2015 г располагались в диапазонах глубин 51-100 (14781 кг/км²) и 101-250 м (13001 кг/км²) в центральной части района исследований, при среднем значении 7618 кг/км² (рис. 4.5.1.6, см. табл. 4.5.1.4).

Максимальная плотность рогатковых зарегистрирована в диапазоне

глубин 10-50 м (1376 кг/км^2), при среднем значении 851 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4). Наиболее плотная концентрация отмечена в южной части обследованной акватории (рис. 4.5.1.7).

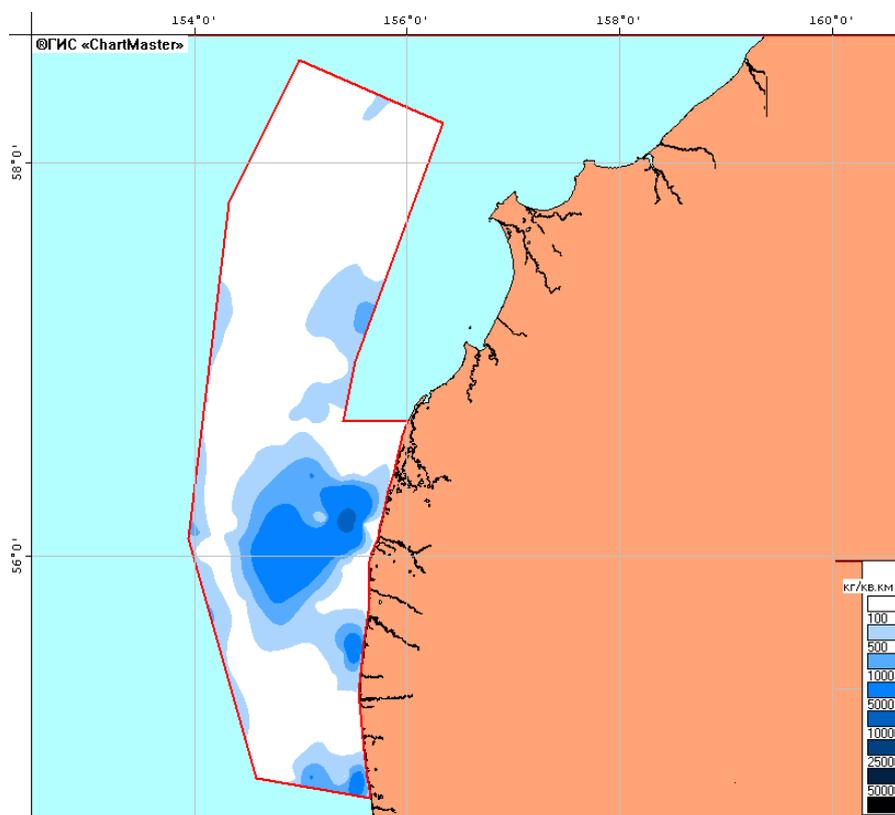


Рисунок 4.5.1.3 – Распределение сельди на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

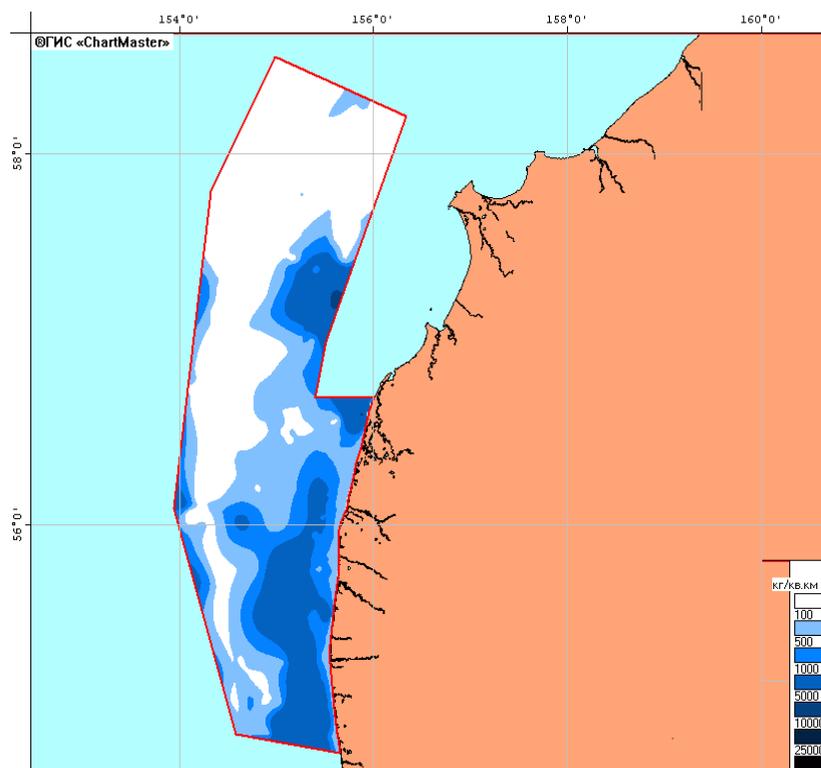


Рисунок 4.5.1.4 – Распределение наваги на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

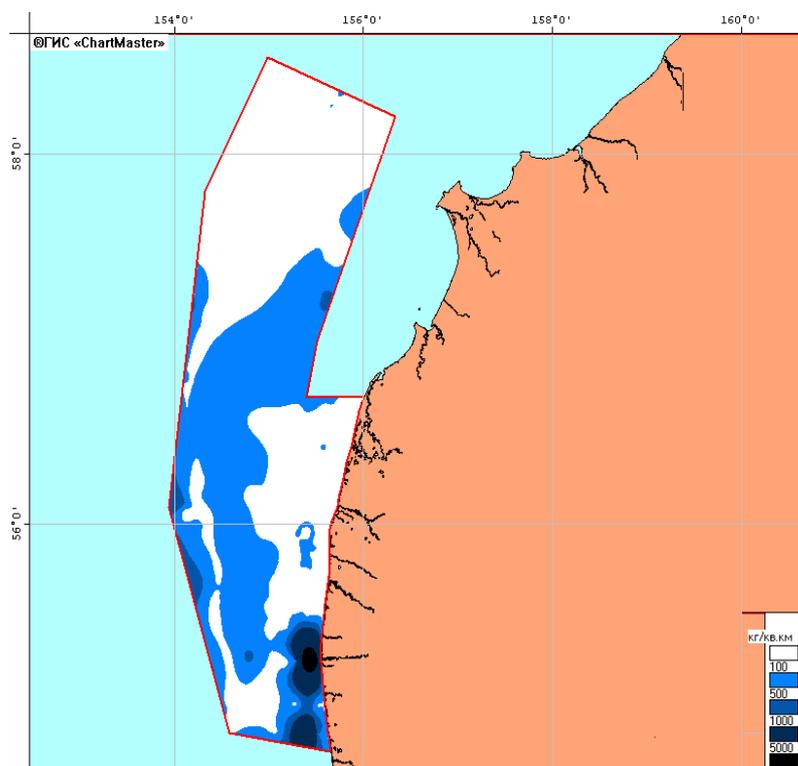


Рисунок 4.5.1.5 – Распределение трески на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

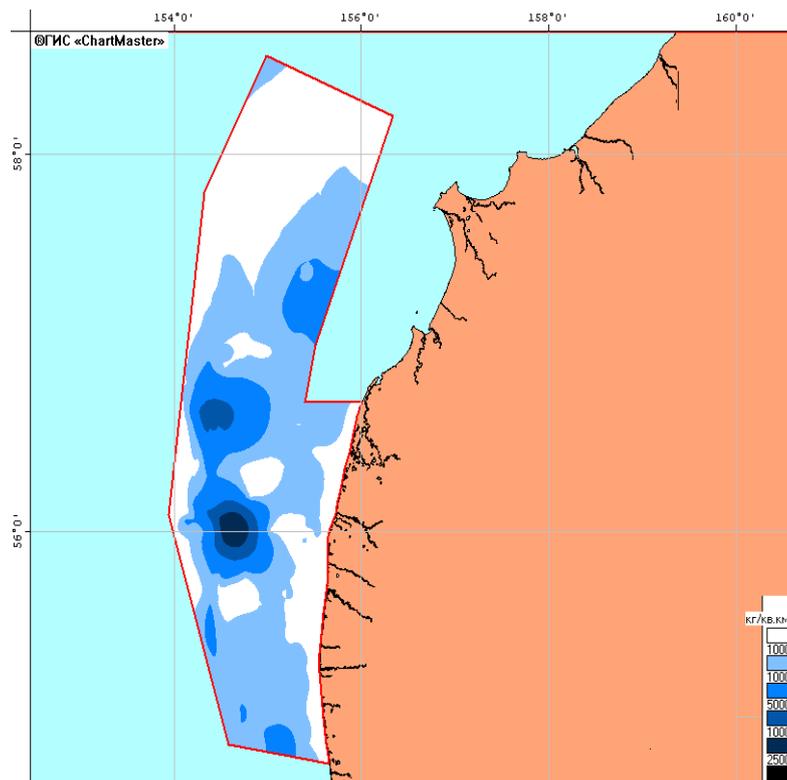


Рисунок 4.5.1.6 – Распределение минтая на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

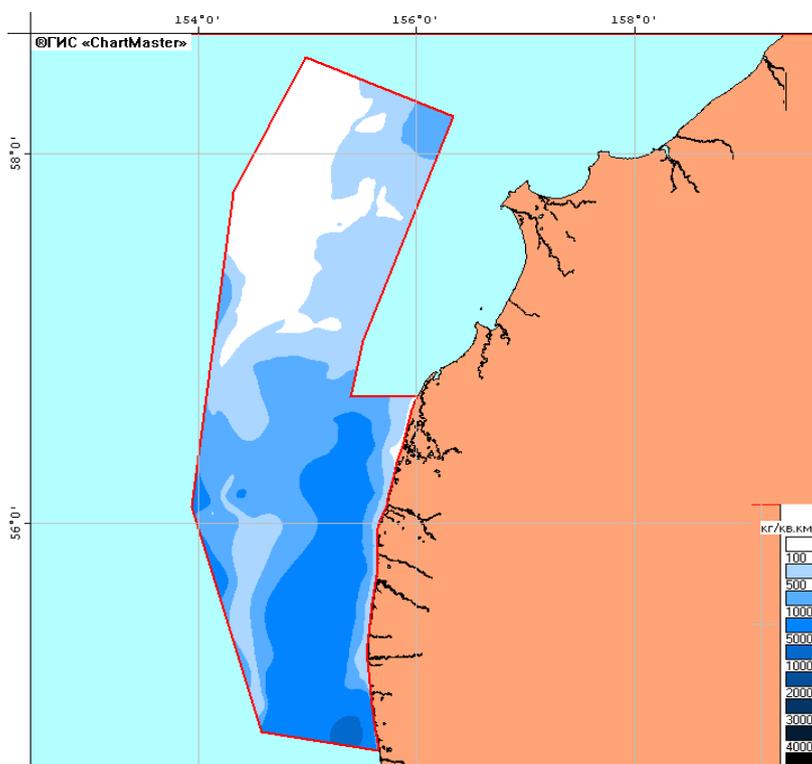


Рисунок 4.5.1.7 – Распределение рогатковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Основная часть представителей семейства волосатковых концентрировалась на глубинах 10-50 м (179 кг/км^2), при среднем значении для всего участка – 77 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис.4.5.1.8).

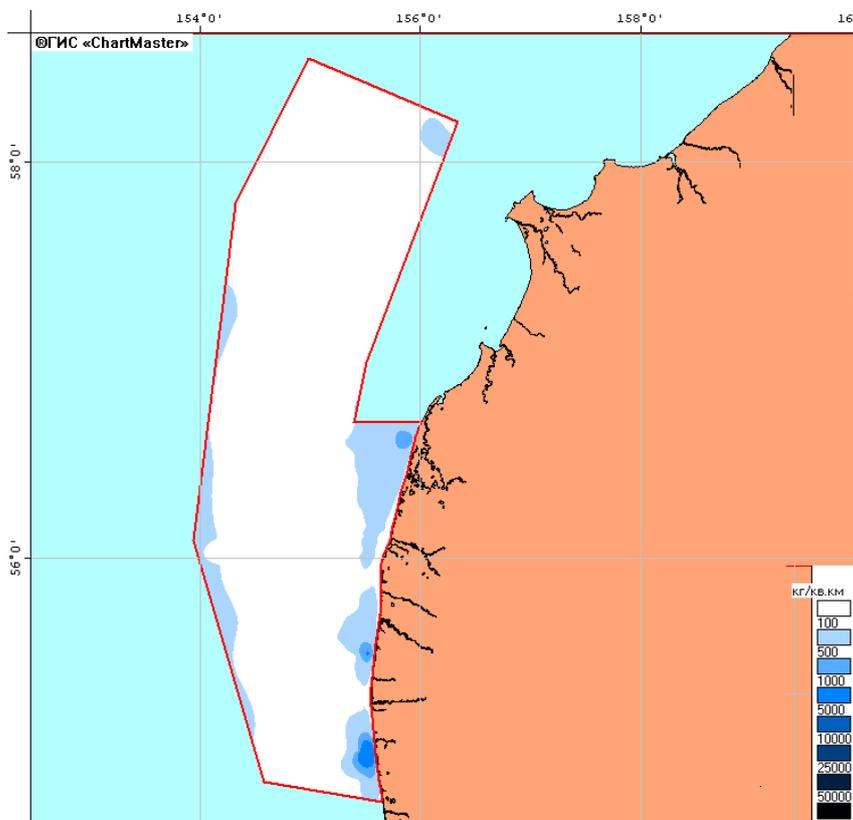


Рисунок 4.5.1.8 – Распределение волосатковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Концентрация представителей семейства психролютовых возрастала с увеличением глубины – до 187 кг/км^2 в диапазоне глубин 251-500 и более м. Средняя плотность распределения равнялась 50 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.9). Наибольшая плотность лисичковых отмечена в диапазоне глубин 10-50 м (132 кг/км^2). Данная величина уменьшалась с увеличением глубины и, в среднем, составляла 82 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.10).

Максимальные концентрации липаровых отмечены на глубинах свыше 250 м (563 кг/км^2) преимущественно, в северо-западной части полигона. Средняя плотность распределения равнялась 199 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.11).

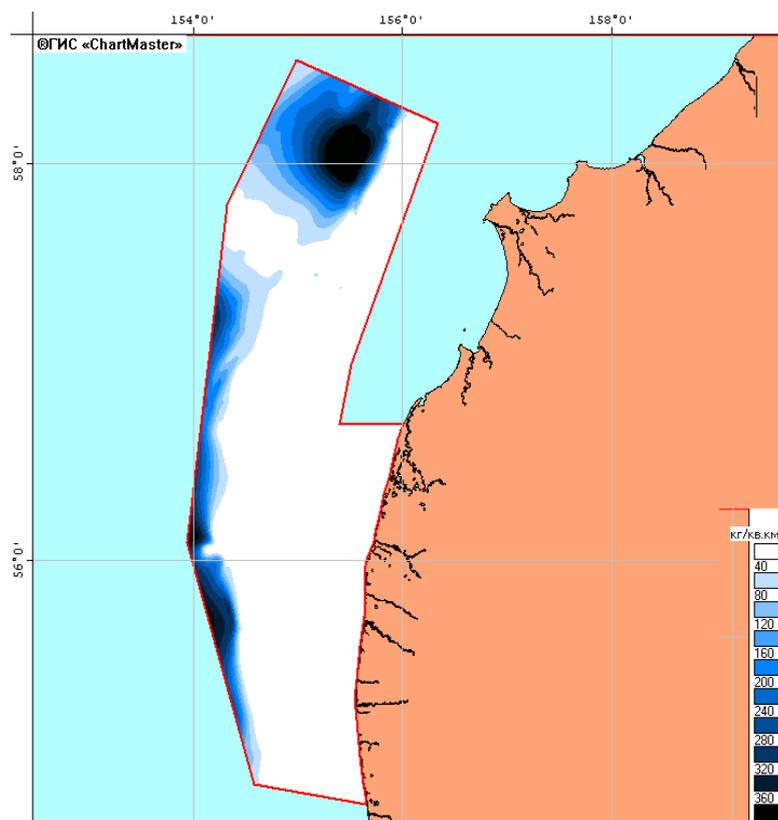


Рисунок 4.5.1.9 – Распределение психролютовых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

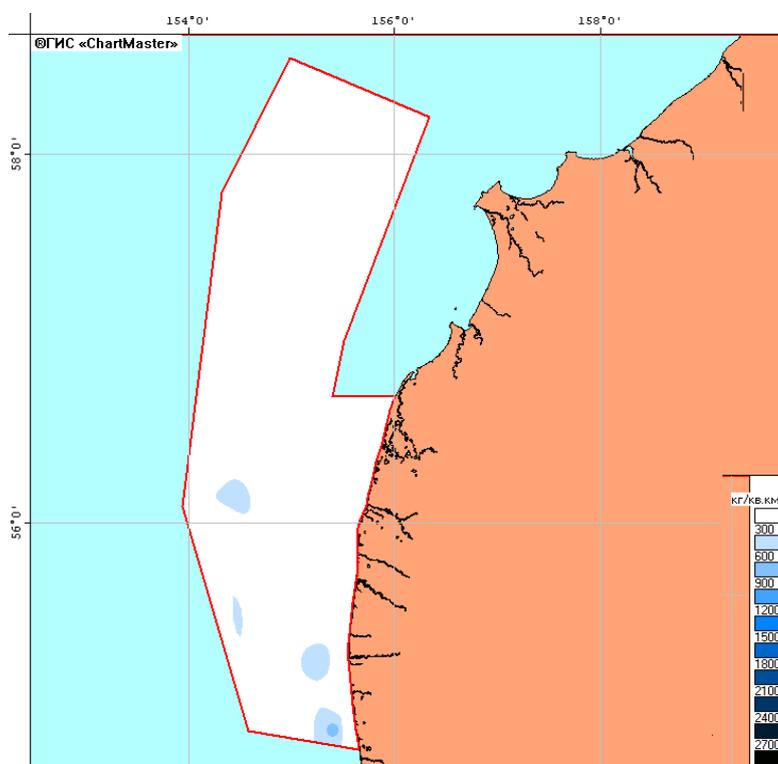


Рисунок 4.5.1.10 – Распределение лисичковых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

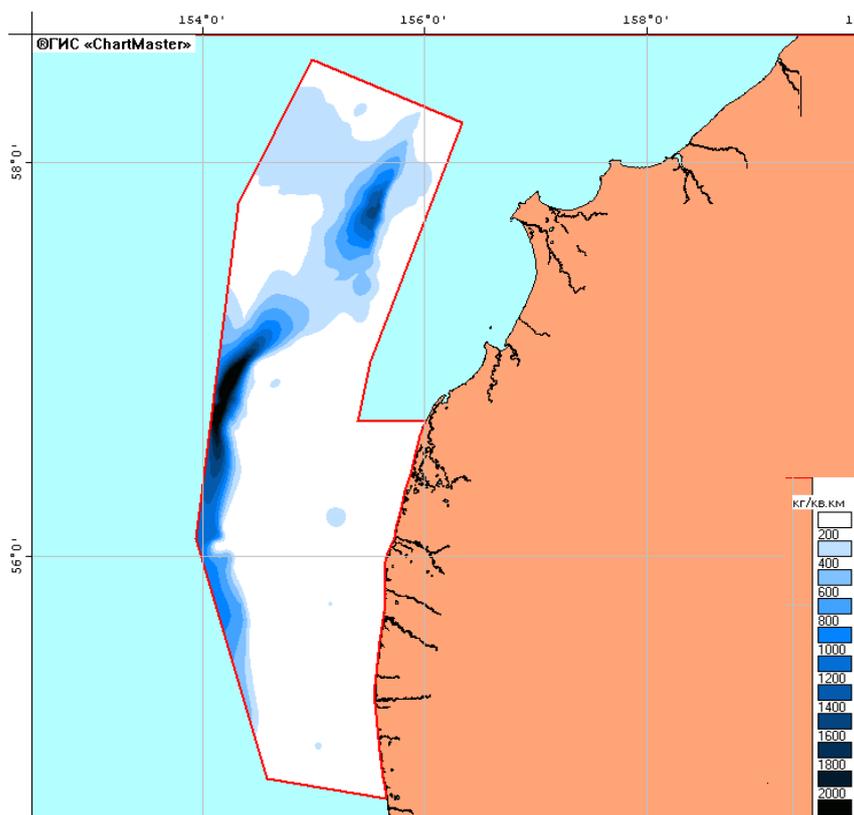


Рисунок 4.5.1.11 – Распределение липаровых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Основная часть бельдюговых концентрировалась в диапазоне глубин более 250 м. Максимальная плотность распределения равнялась 302 кг/км^2 , средняя – 94 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.12).

Средняя плотность распределения стихеевых в районе исследований составляла 16 кг/км^2 , а максимальные концентрации представителей семейства отмечены на глубинах более 250 м (23 кг/км^2) (см. табл. 4.5.1.4, рис.4.5.1.13).

Максимальные скопления азиатского стрелозубого палтуса также зарегистрированы на глубинах свыше 250 м (88 кг/км^2). Средняя плотность распределения вида составляла 26 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.14).

В 2015 г. максимальные скопления малорота Стеллера (26 кг/км^2) обнаружены в диапазоне глубин 51-100 м. Средняя плотность распределения составляла 11 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.15).

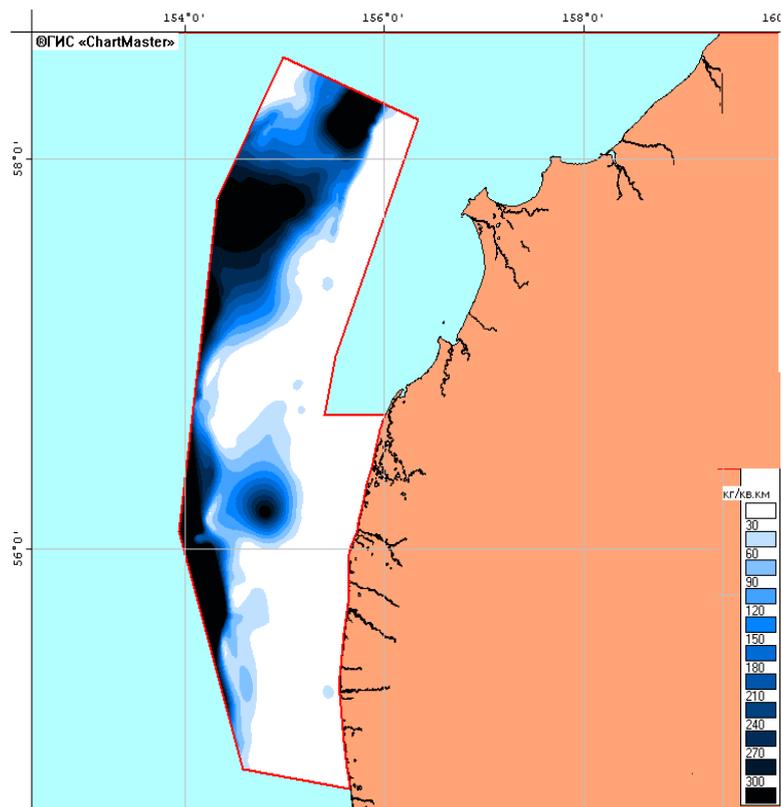


Рисунок 4.5.1.12 – Распределение белдюговых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

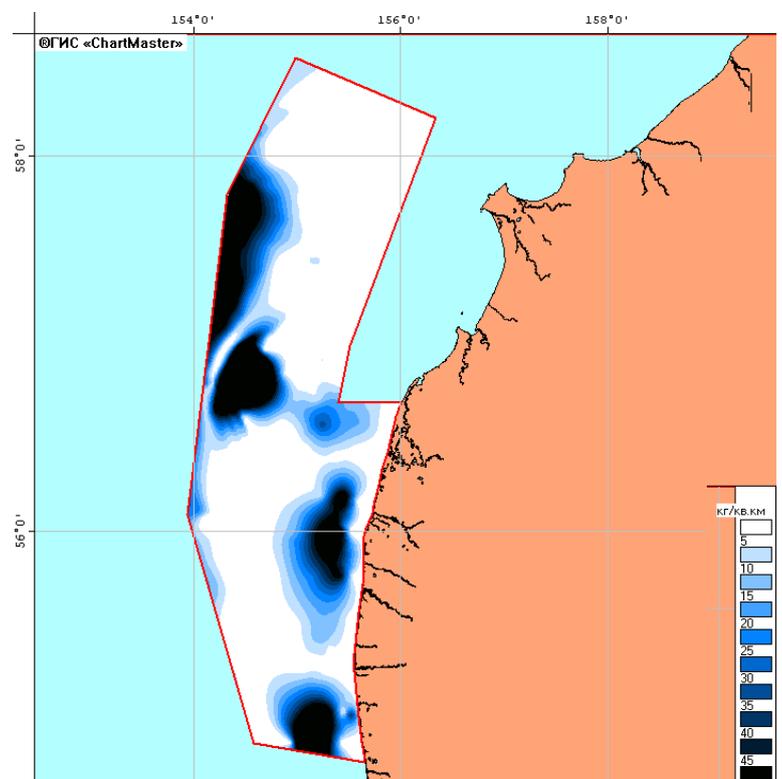


Рисунок 4.5.1.13 – Распределение стихеевых на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

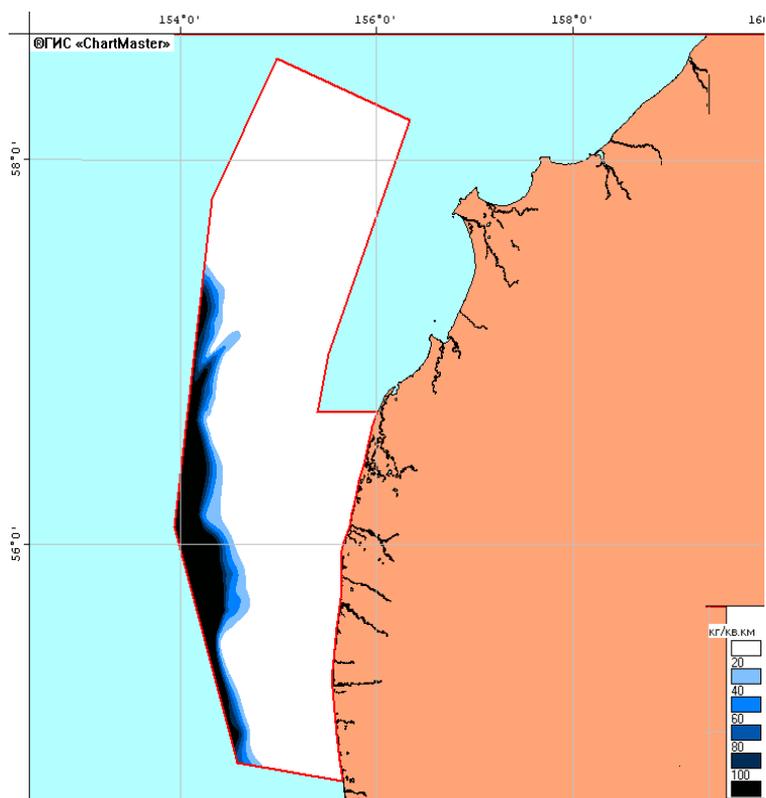


Рисунок 4.5.1.14 – Распределение азиатского стрелозубого палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

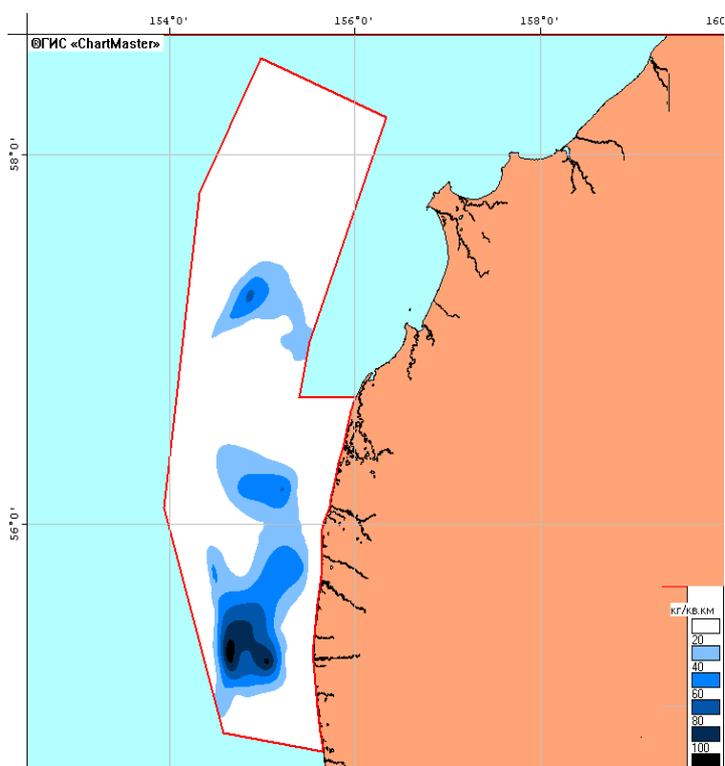


Рисунок 4.5.1.15 – Распределение малорота Стеллера на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

В 2015 г наиболее плотные скопления группы палтусовидных камбал обнаружены в диапазонах глубин 51-100 (626 кг/км^2) и 101-250 м (517 кг/км^2), преимущественно, в центральной части полигона. Средняя плотность распределения равнялась 353 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.16).

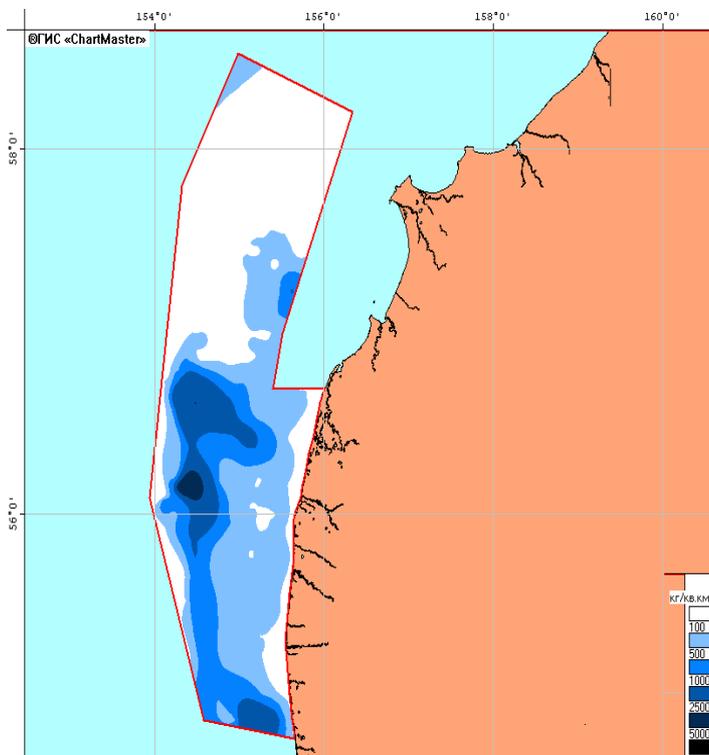


Рисунок 4.5.1.16 – Распределение группы палтусовидных камбал на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Локальные участки скоплений максимальной плотности белокорого палтуса располагались в на глубинах 101-250 и более 251 м (38 и 37 кг/км^2 , соответственно). Средняя плотность распределения составляла 23 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.17).

Небольшое по площади скопление двухлинейной камбалы максимальной плотностью 5 кг/км^2 наблюдалось в прибрежной зоне в самой южной части акватории исследований (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.18).

Максимальные скопления желтоперой камбалы (1642 кг/км^2) были зарегистрированы в диапазоне глубин 10-50 м. Средняя плотность распределения в районе исследований равнялась 723 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4,

рис. 4.5.1.19).

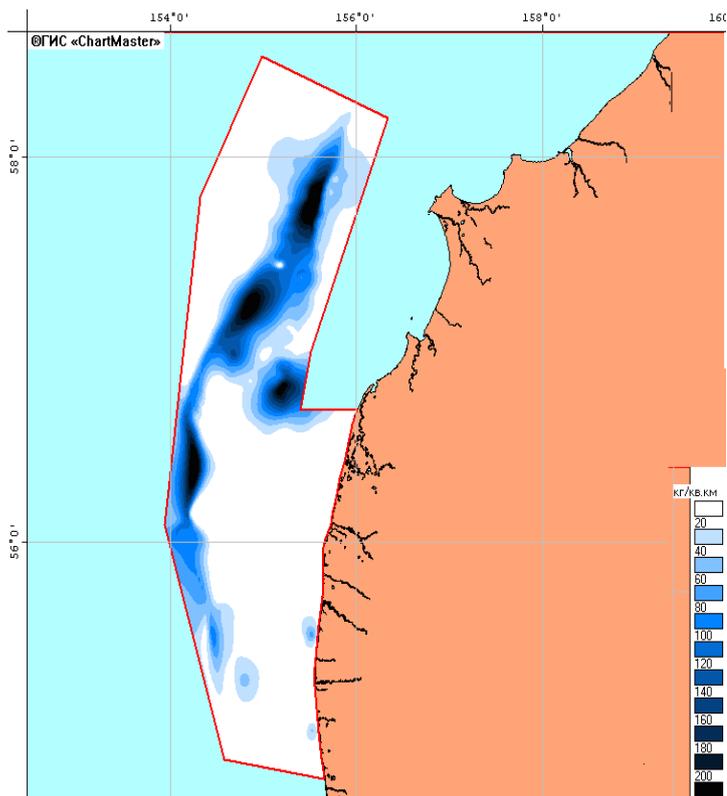


Рисунок 4.5.1.17 – Распределение белокорого палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

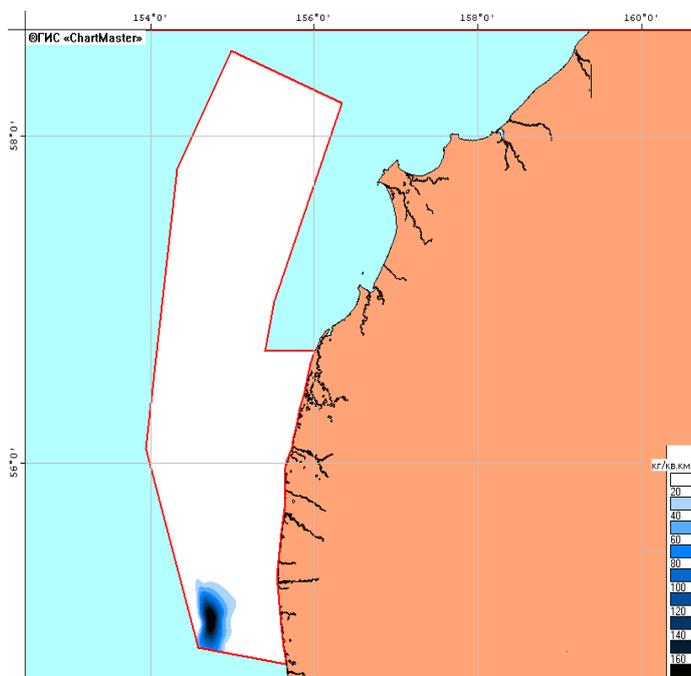


Рисунок 4.5.1.18 – Распределение двухлинейной камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

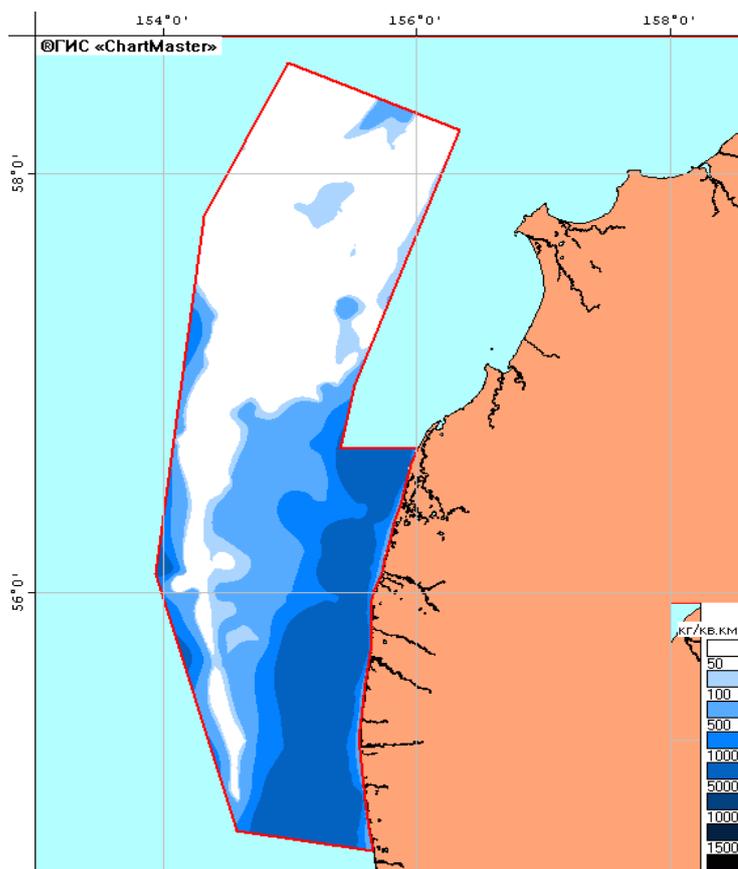


Рисунок 4.5.1.19 – Распределение желтоперой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

В 2015 г максимальные скопления сахалинской камбалы (1395 кг/км^2) были обнаружены на глубинах 51-100 м. Средняя плотность распределения в районе исследований равнялась 572 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.20).

В период проведения исследований основные скопления хоботной камбалы размещались, преимущественно, в диапазонах глубин 10-50 м на юге полигона. Средняя плотность распределения составляла 68 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 3.5.1.21).

Скопления звездчатой камбалы максимальной плотности (193 кг/км^2) зарегистрированы в прибрежной зоне на глубинах 10-50 м. Средняя плотность распределения составляла 70 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.22).

В 2015 г. значительные скопления четырехбугорчатой камбалы

отмечены в диапазонах глубин 10-50 (437 кг/км²) и 51-100 м (506 кг/км²). Средняя плотность распределения составляла 264 кг/км² (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.23).

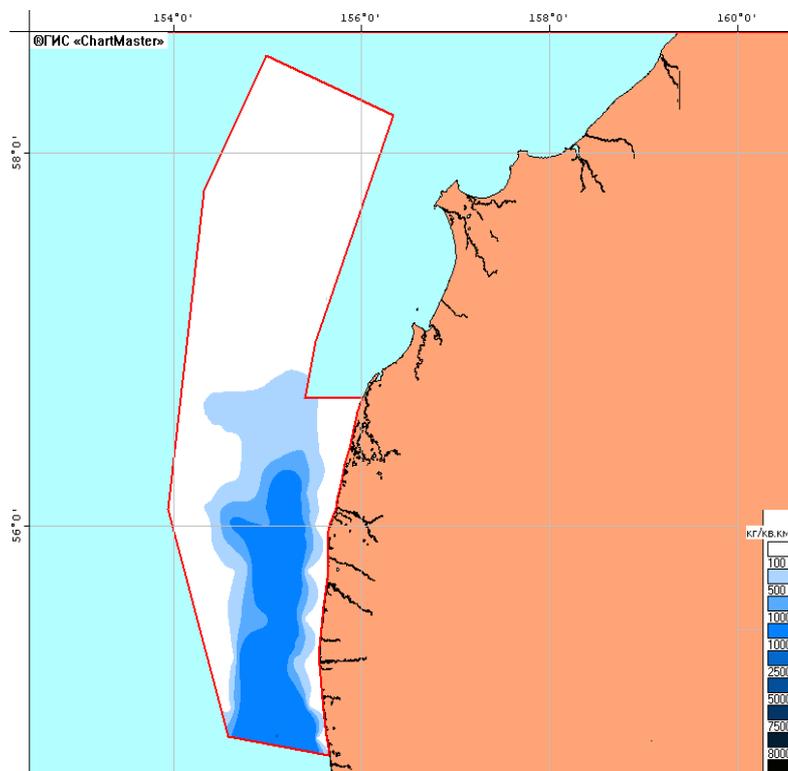


Рисунок 4.5.1.20 – Распределение сахалинской камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

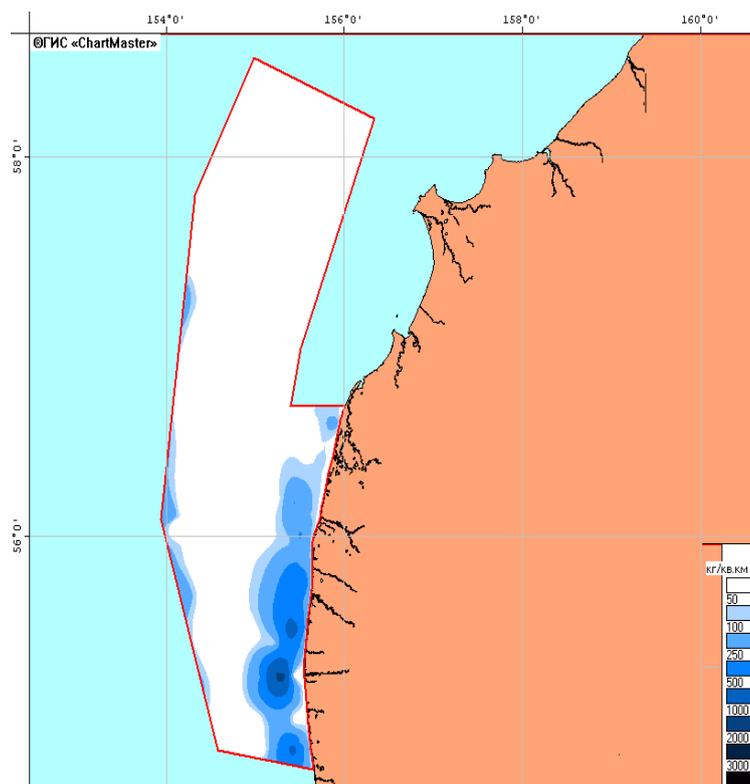


Рисунок 4.5.1.21 – Распределение хоботной камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

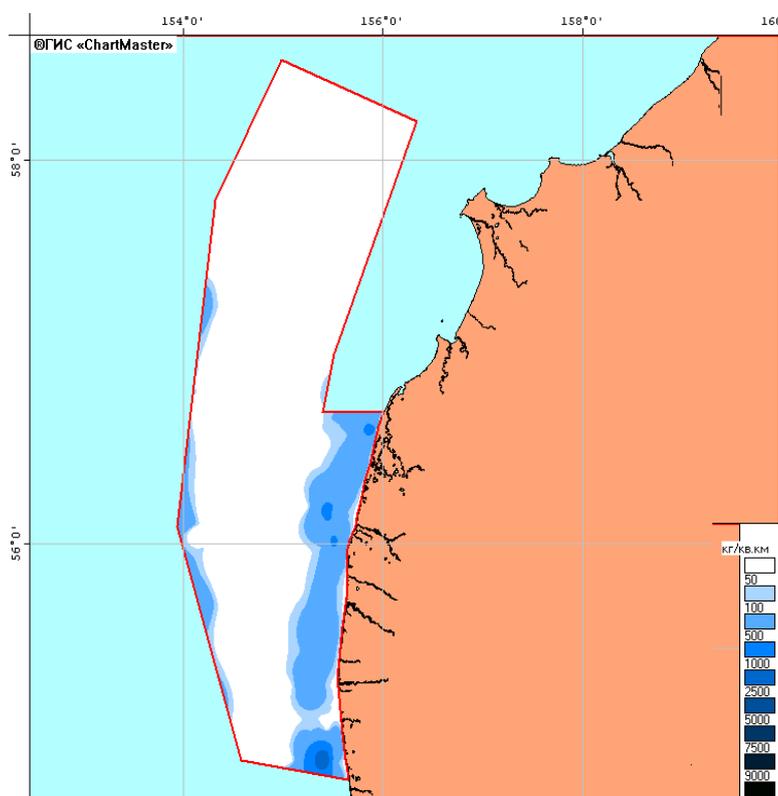


Рисунок 4.5.1.22 – Распределение звездчатой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

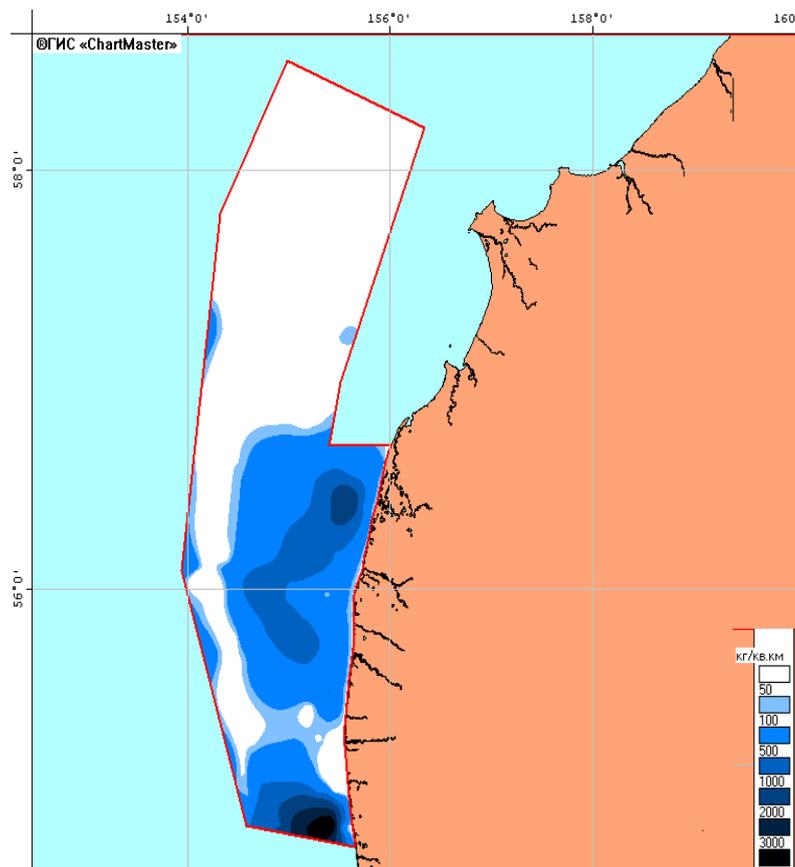


Рисунок 4.5.1.23 – Распределение четырехбугорчатой камбалы на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Скопления черного палтуса располагались на максимальных глубинах. Средняя плотность распределения составляла 126 кг/км^2 (см. табл. 4.5.1.4, рис. 4.5.1.24).

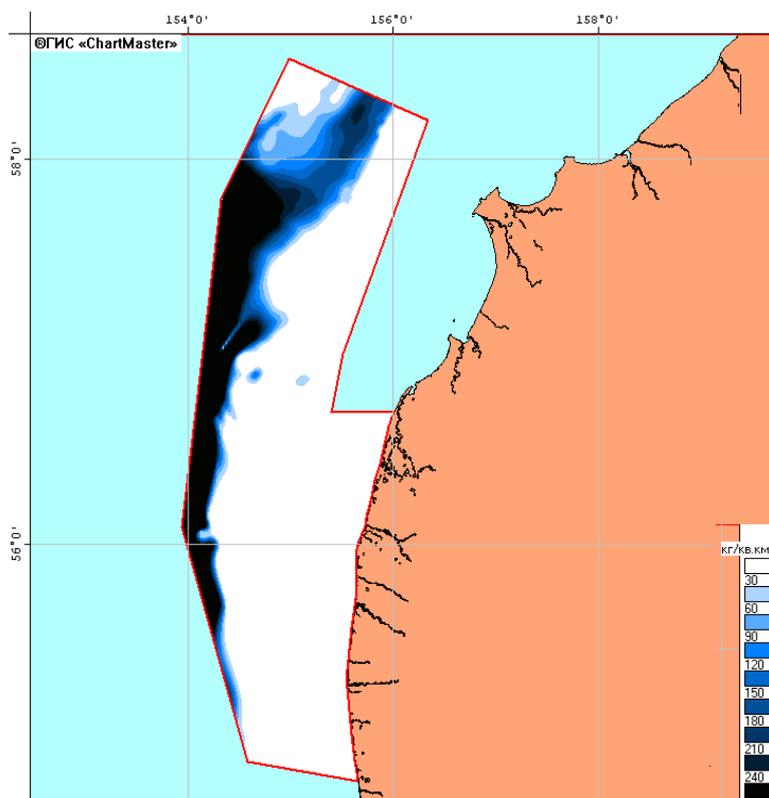


Рисунок 4.5.1.24 – Распределение черного палтуса на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Основные биологические показатели массовых видов рыб

Минтай.

В 2015 г длина минтая в уловах варьировала от 8 до 75 см, составляя в среднем 32,4 см. Кривая размерного состава имела двухпиковую форму. Преобладали рыбы длиной 21-25 (21%) и 29-37 см (58%) (рис. 4.5.1.25). Средний вес особей составлял 0,514 кг. Среди проанализированных рыб доля самок равнялась 57,0%. Более 55% самок имели гонады на стадии зрелости II и II-III, более 60% самцов – на стадии II (рис. 4.5.1.26). Средний балл наполнения желудков минтая равнялся 2,3. В составе пищевого комка преобладали эуфаузииды – 31,6%. Средний балл упитанности рыб по Кларк составлял 1,0.

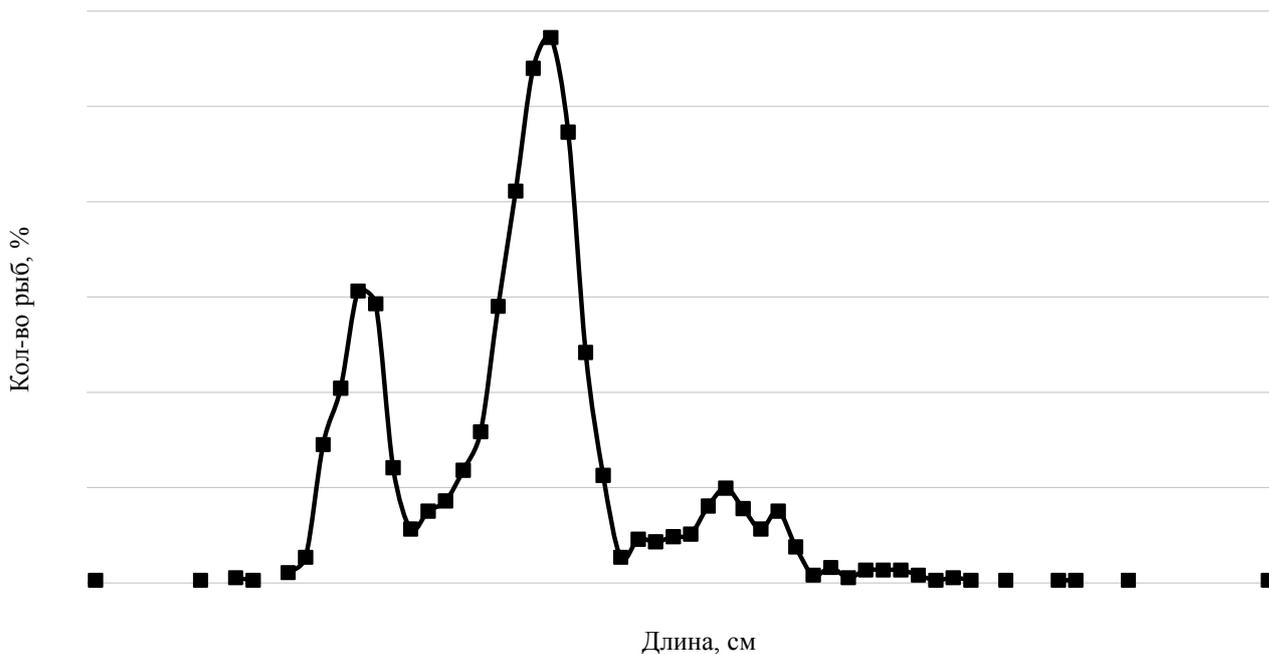


Рисунок 4.5.1.25 – Размерный состав ($n=1861$, $m=32,4$) минтая в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

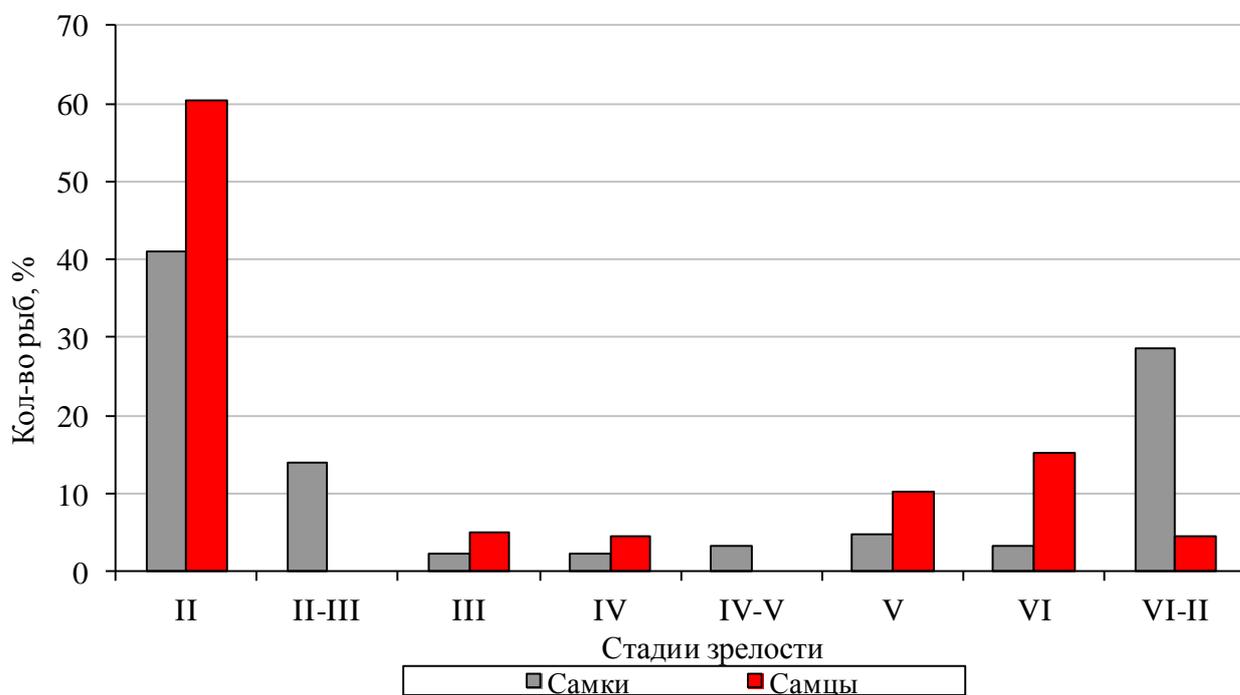


Рисунок 4.5.1.26 – Стадии зрелости гонад минтая в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Сельдь.

В 2015 г длина рыб в уловах изменялась от 23 до 35 см, составляя в среднем 28,6 см. Кривая размерного состава имела двухпиковую форму. Доминировали особи длиной 25-31 см (более 84 %) (рис. 4.5.1.27). Средний вес сельди равнялся 0,226 кг.

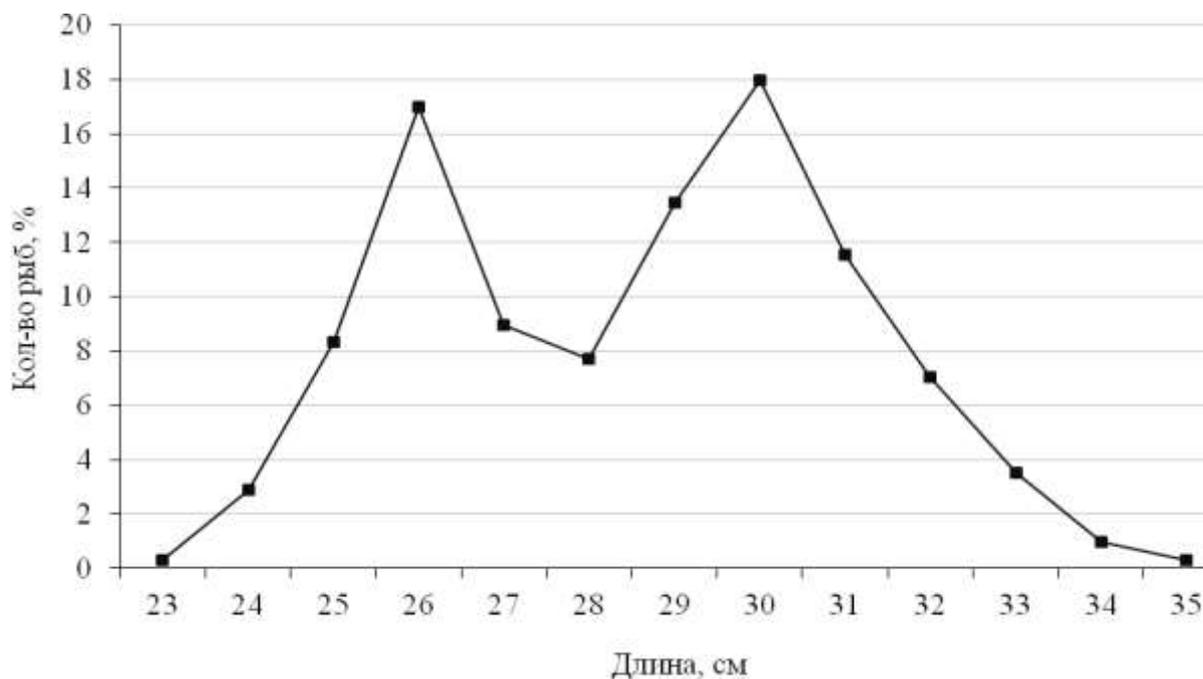


Рисунок 4.5.1.27 – Размерный состав ($n=312$, $m=28,6$) сельди в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Навага.

В 2015 г длина рыб в уловах изменялась от 15 до 45 см, составляя в среднем 26,9 см. Кривая размерного состава имела трехпиковую форму, однако, преобладали особи длиной 16-18 (30%) и 25-40 (56%) см (рис. 4.5.1.28). Средний вес наваги равнялся 0,223 кг. Доля самок равнялась 54%. Более 77% самок имели гонады на стадии зрелости II и II-III, более 69% самцов – на стадии II (рис. 4.5.2.29).

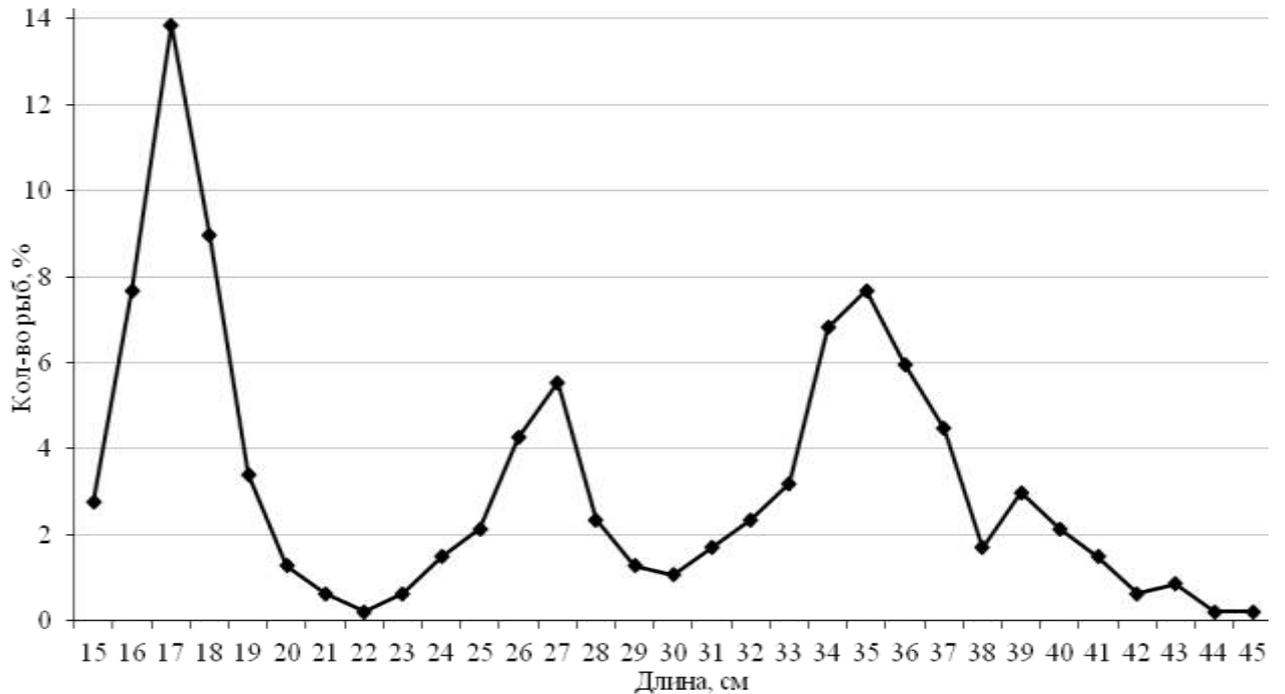


Рисунок 4.5.1.28 – Размерный состав (n=469, m=26,9) наваги в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

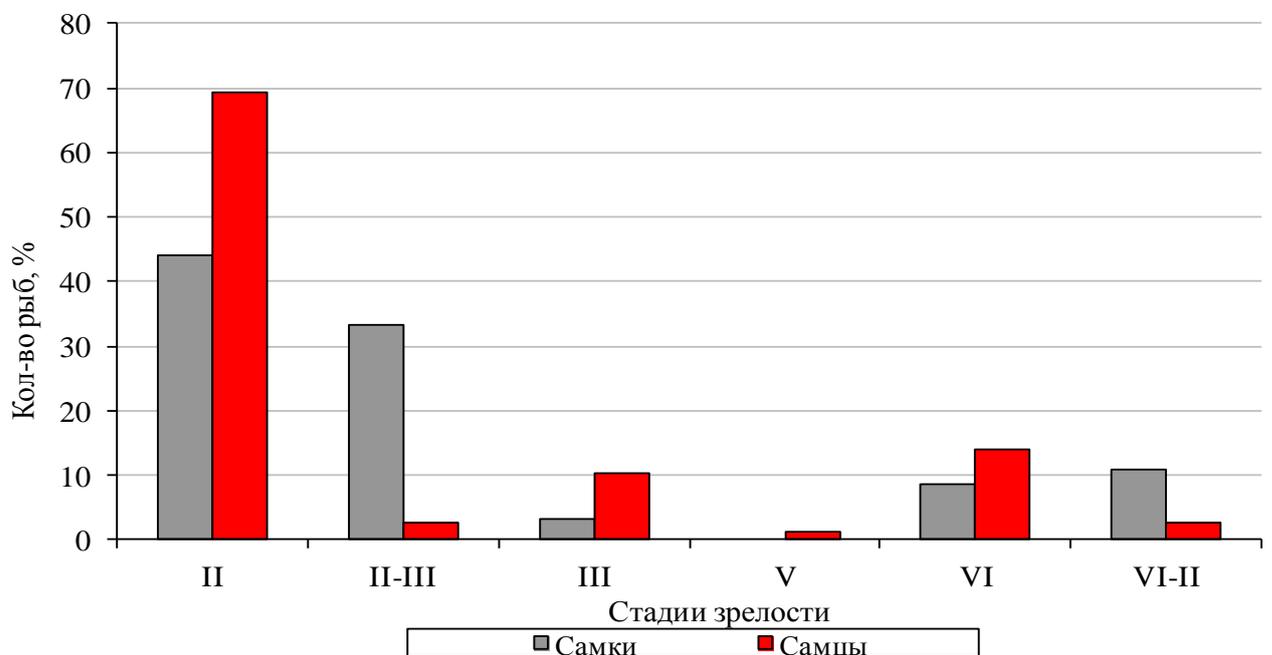


Рисунок 4.5.1.29 – Стадии зрелости гонад наваги в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Средний балл наполнения желудков рыб составлял 1,9. У 31% проанализированных особей желудки оказались вывернуты. В составе пищевого комка преобладали полихеты (22%). Средний балл упитанности наваги по Кларк равнялся 0,83.

Треска.

В 2015 г длина трески в уловах варьировала от 27 до 91 см. Доминировали рыбы длиной 50-65 см – более 57%. Средняя длина равнялась 51,3 см (рис. 4.5.1.30). Средний вес особей составлял 1,637 кг. Среди проанализированных рыб в уловах преобладали самки – 60%. Более 66% самок имели гонады на стадии зрелости II, 75% самцов – на стадии II и VI (рис. 4.5.1.31). В период проведения работ треска питалась со средней интенсивностью. Средний балл наполнения желудков равнялся 2,2. Средний балл упитанности рыб по Кларк составлял 2,3.

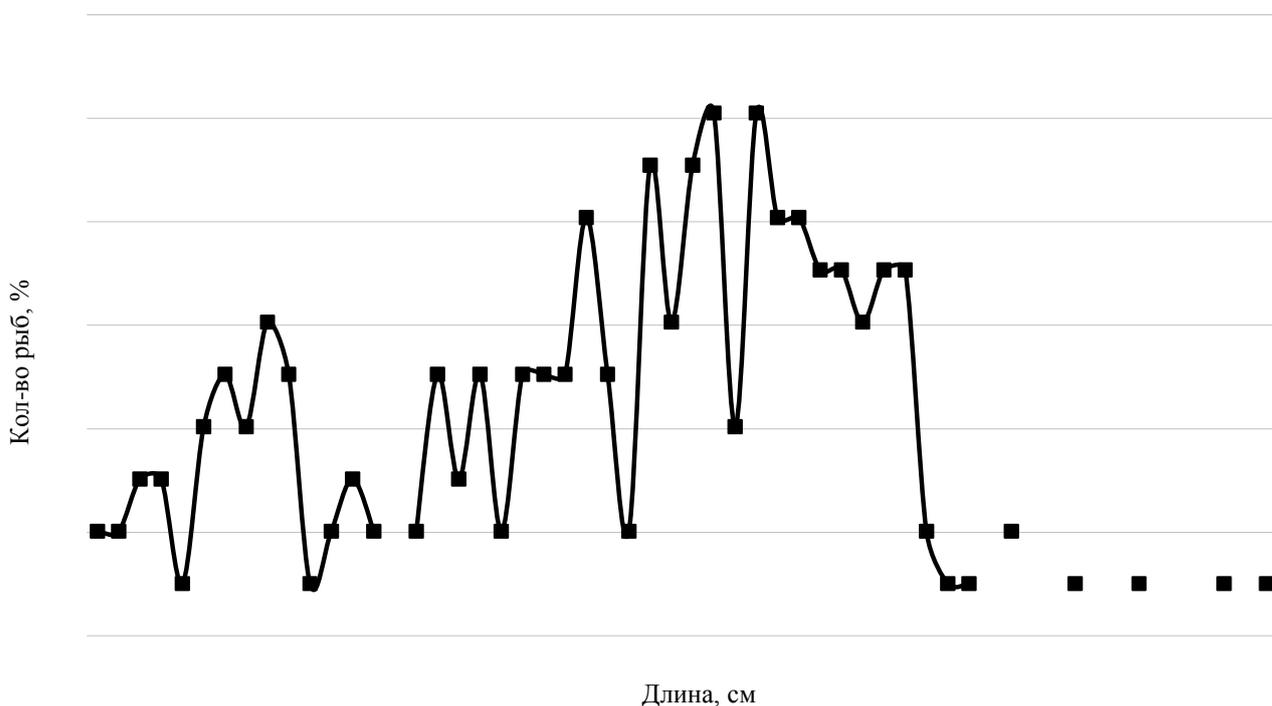


Рисунок 4.5.1.30 – Размерный состав (n=198, m=51,3) трески в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

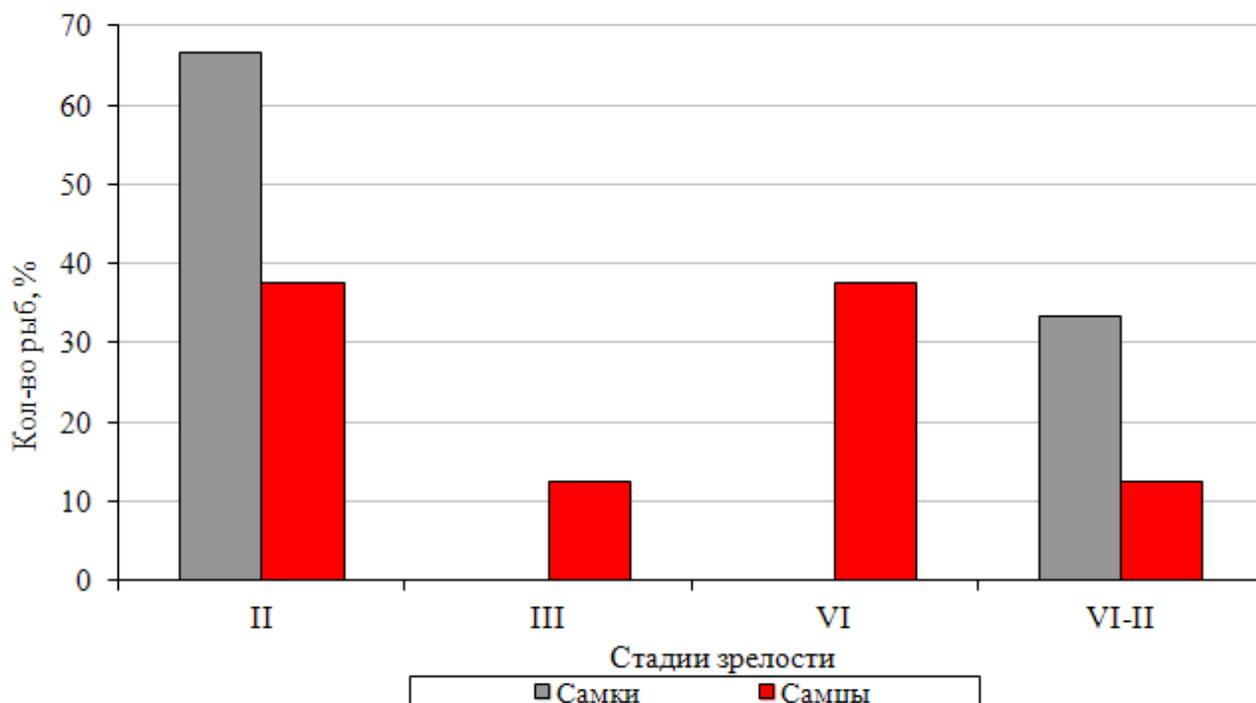


Рисунок 4.5.1.31 – Стадии зрелости гонад трески в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Желтоперая камбала.

В 2015 г длина рыб в уловах варьировала от 11 до 44 см, составляя, в среднем, 27,7 см. В размерном составе доминировали камбалы длиной 21-33 см – около 74% (рис. 4.5.1.32). Средний вес особей составлял 0,282 кг. В уловах преобладали самцы – 58%. 50% самок и 71% самцов – имели гонады на стадии зрелости V (рис. 4.5.1.33). В период проведения исследований рыбы питались достаточно слабо, средний балл наполнения желудков равнялся 1,5. В составе пищевого комка преобладала полупереваренная пища (61%) и полихеты (24%). Средняя упитанность особей по Фултону составляла 1,3.

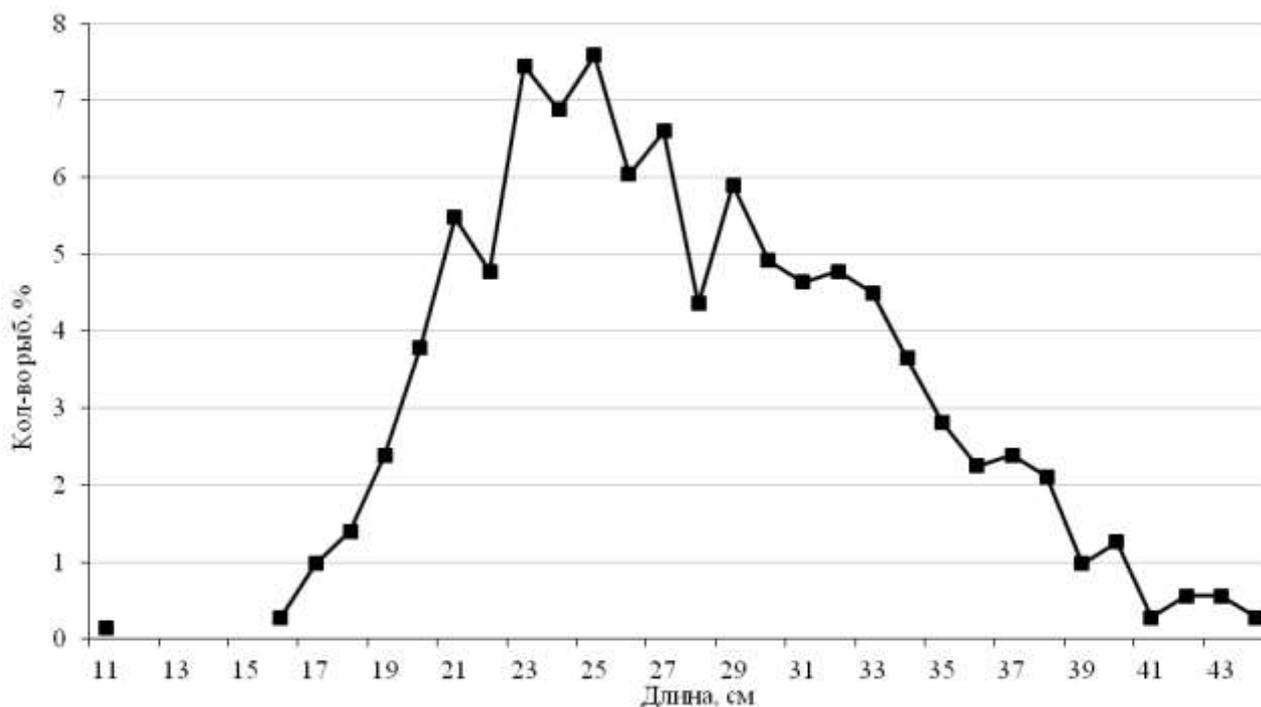


Рисунок 4.5.1.32 – Размерный состав ($n=712$, $m=27,7$) желтоперой камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

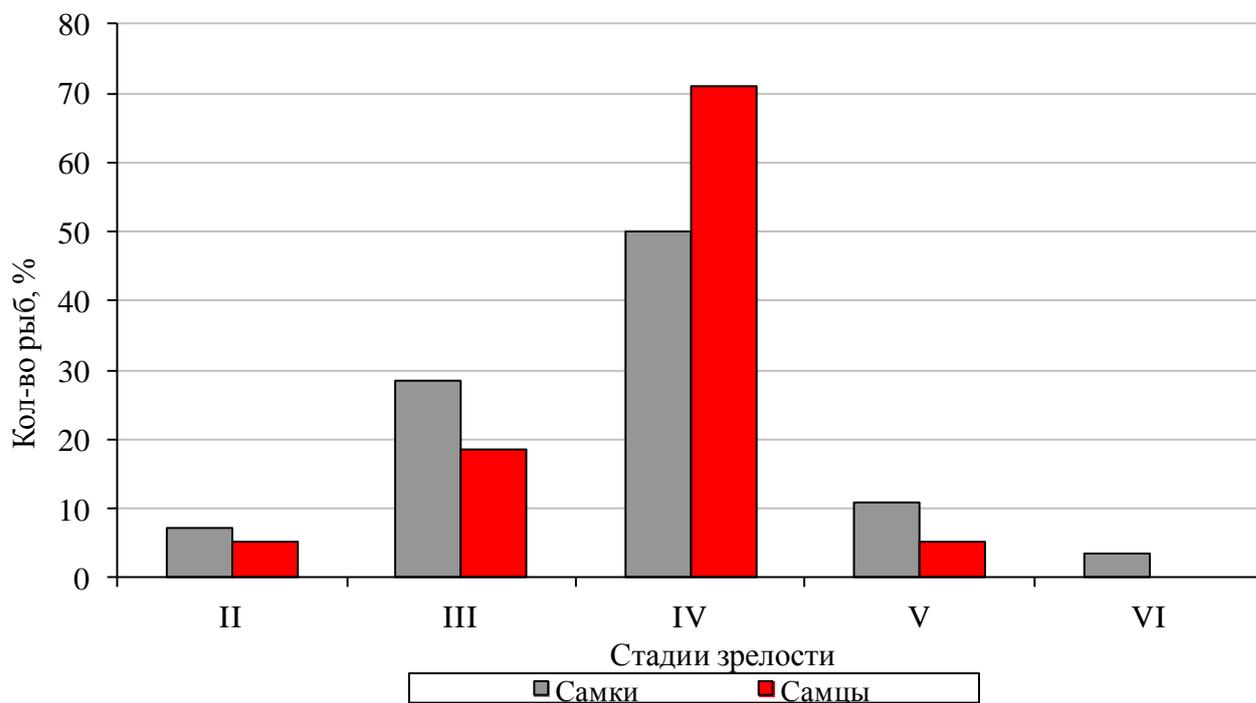


Рисунок 4.5.1.33 – Стадии зрелости гонад желтоперой камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

Сахалинская камбала.

В 2015 г длина камбалы в уловах варьировала от 14 до 31 см. Доминировали рыбы длиной 23-29 см – более 69%. Средняя длина равнялась 24,1 см (рис. 4.5.1.34). Средний вес особей составлял 0,133 кг.

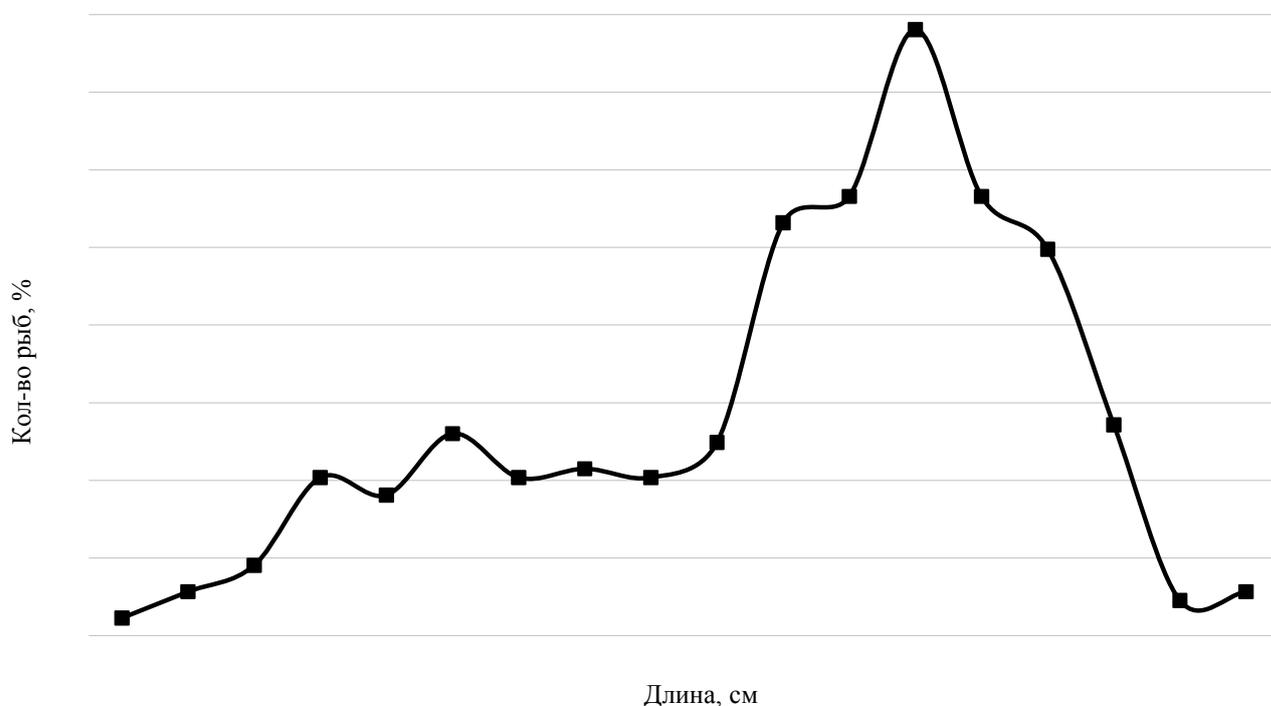


Рисунок 4.5.1.34 – Размерный состав ($n=442$, $m=24,1$) сахалинской камбалы в период проведения учетных работ на обследованном участке у западного побережья Камчатки летом 2015 г.

4.5.2. Промысловые беспозвоночные

Камчатский краб (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*). Скопления всех функциональных групп камчатского краба были сосредоточены на глубинах менее 45 м (табл. 4.5.2.1, рис. 4.5.2.1). Максимальные средние уловы промысловых самцов отмечены на изобате 32 м в координатах $55^{\circ}00'$ с.ш., $155^{\circ}26'$ в.д.

Таблица 4.5.2.1 — Средние и максимальные уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Пререкруты	Молодь	Самки
Менее 30	89,2	84,7	77,3	97,3
30–45	112,1	112,4	89,5	140,4
45–65	31,6	38,5	26,3	7,4
65–80	7,8	9,2	24,2	4,0
80–120	3,9	7,1	14,1	2,3
120–200	5,0	7,8	5,7	0,5
Свыше 200	0,6	1,3	1,2	0,0
Максимальный улов	197,0	190,0	250,0	462,0
Средний улов	29,1	30,7	27,3	29,7

Высокие концентрации непромысловых самцов, как пререкрутов, так и маломерных располагались, в основном, на изобатах 30–45 м. Максимальные уловы пререкрутов отмечены на глубине 43 м в координатах 56°11' с.ш., 155°26' в.д. Максимальные уловы молоди зафиксированы на глубине 26 м в координатах 55°45' с.ш., 155°32' в.д. Максимально плотные скопления самок имели место в районах наивысших уловов самцов на глубине 43 м, т.е. располагались несколько южнее Северного Запретного миграционного района.

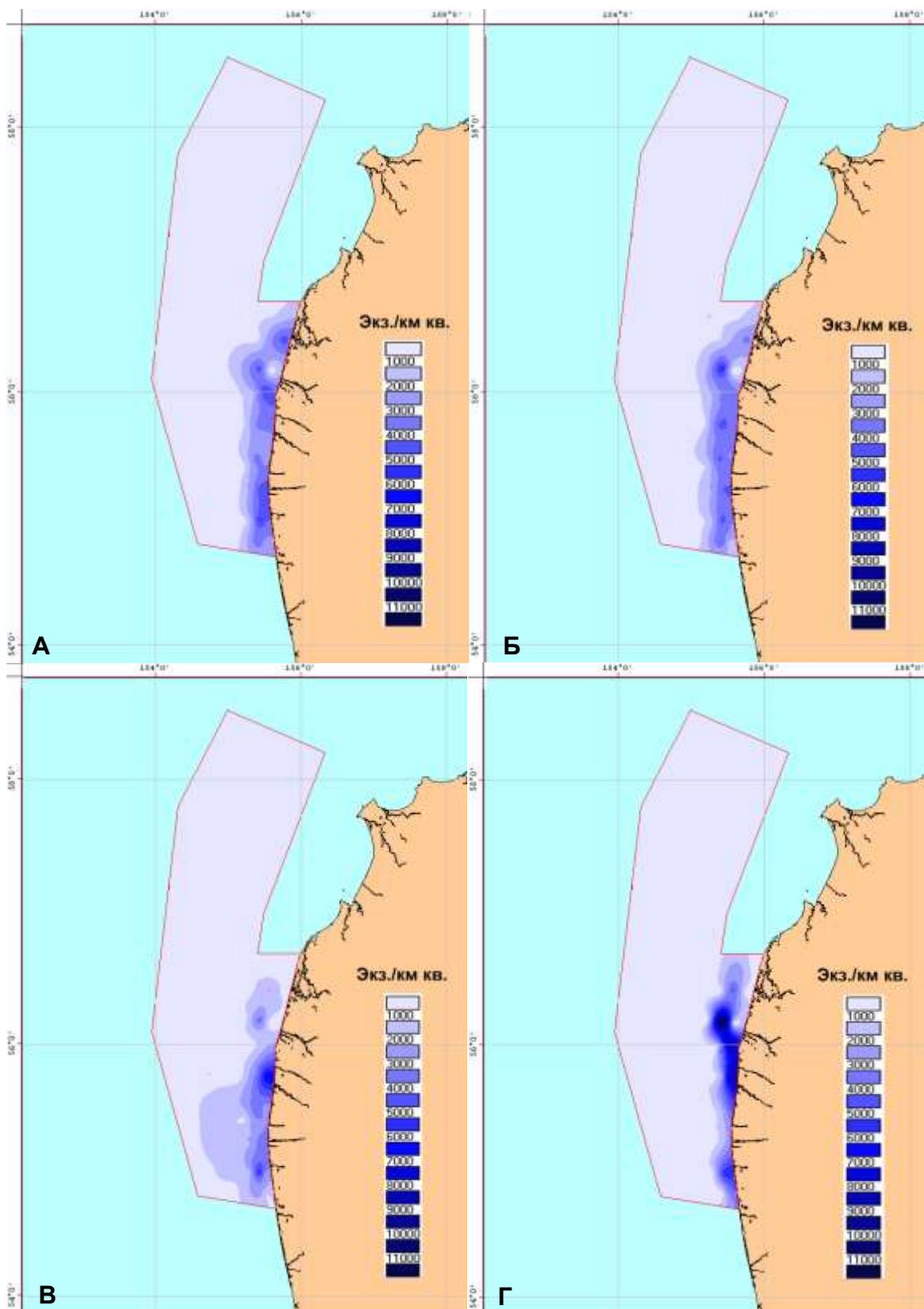


Рисунок 4.5.2.1 — Распределение камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. А — промысловых самцов, Б — пререкрутов, В — молоди, Г — самок

В целом, уловы всех функциональных групп камчатского краба снижались с увеличением глубины, достигая минимальных значений в пределах изобат 120–200 м. Свыше 200 м камчатский краб в уловах практически не встречался.

Размерный состав самцов и самок камчатского краба представлен в таблице 4.5.2.2 и на рисунке 4.5.2.2.

Таблица 4.5.2.2 — Размерные характеристики камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Группа	N, экз.	Среднее, мм	Ошибка	σ	Минимум, мм	Максимум, мм
Самки	794	109,9	0,3	9,3	82	150
Самцы	3300	139,9	0,4	20,2	11	214
Самцы пром.	1060	163,1	0,3	10,7	150	214
Самцы непром.	2240	128,9	0,3	13,2	11	150

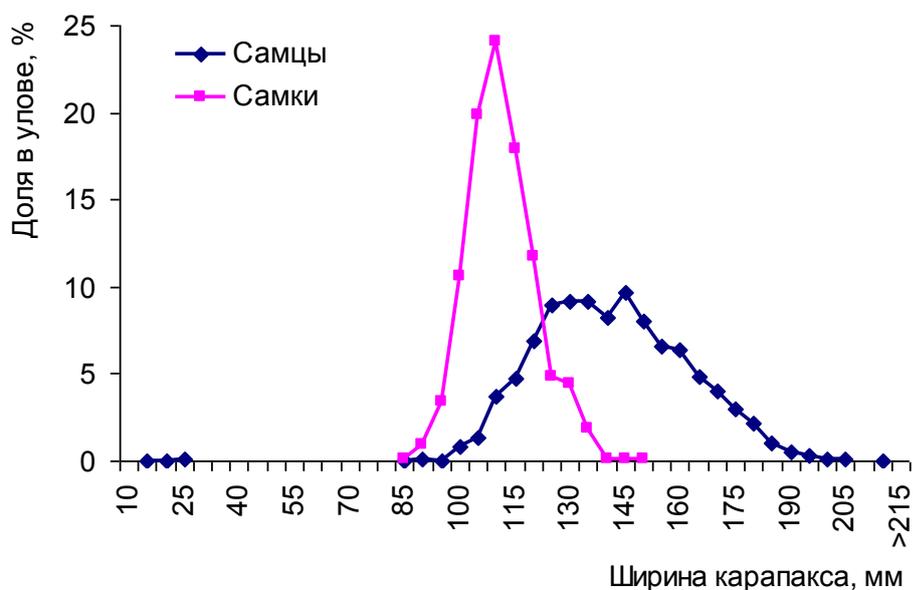


Рисунок 4.5.2.2 — Размерный состав камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

В уловах встречены самцы в диапазоне размеров от 11 мм до 214 мм и самки от 82 мм до 150 мм. Средний размер промысловых самцов составил 163,1 мм.

Межлиночное состояние промысловых самцов камчатского краба в 2015 г. представлено на рисунке 4.5.2.3. Значительно доминировали особи 3 межлиночной стадии. Линька в период проведения работ продолжалась на всей площади участка: присутствовали самцы на 4 предлиночной и 3 ранней постлиночной стадиях.

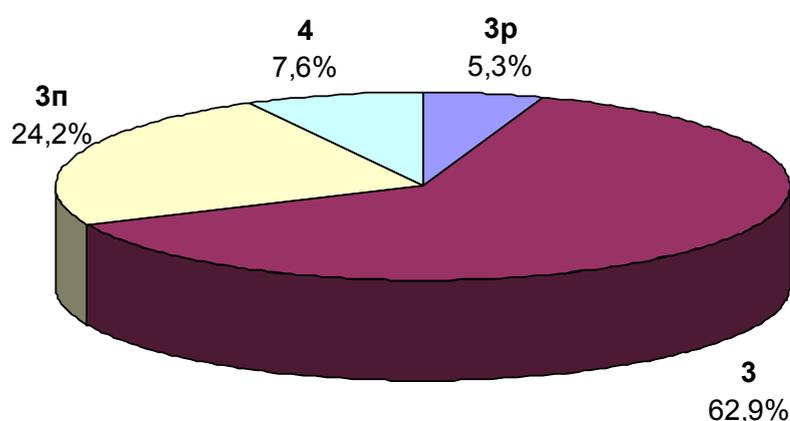


Рисунок 4.5.2.3 — Межлиночное состояние промысловых самцов камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Самки с икрой бурого цвета преобладали на всем участке. В незначительных количествах попадались самки на стадии выпуска личинок, единично — на стадии «икра глазок». Процент неполовозрелых и яловых самок повсеместно был невелик (рис. 4.5.2.4).

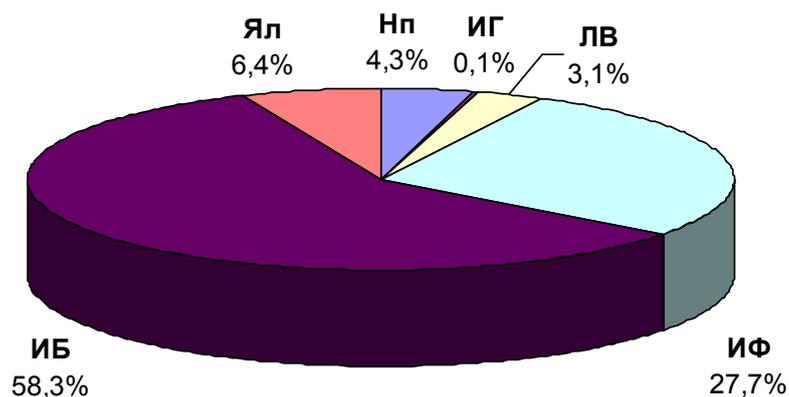


Рисунок 4.5.2.4 — Функциональное состояние самок камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Соотношение различных функциональных групп самцов (промысловые, пререкруты, маломерные) и самок в уловах отображено на рисунке 4.5.2.5.

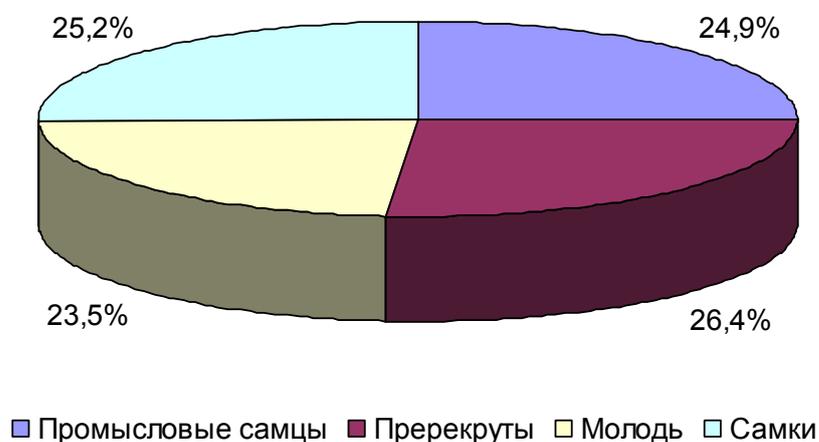


Рисунок 4.5.2.5 — Соотношение функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Средние и максимальные плотности распределения камчатского краба в исследуемом районе, а также оцененная численность камчатского краба в

пределах западно-камчатского лицензионного участка представлены в таблице 4.5.2.3.

Таблица 4.5.2.3 — Численность и плотности распределения функциональных групп камчатского краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Пререкруты	Молодь	Самки
Численность, млн. экз.	20,222	22,038	21,339	19,158
Плотность средняя, экз./км ²	519,8	570,3	549,2	499,5
Плотность максимальная, экз./км ²	5157,0	5641,5	6972,2	12764,9

Синий краб (*PARALITHODES PLATYPUS*). Максимальные уловы промысловых и непромысловых самцов величиной 200 и 116 экз./траление соответственно отмечены на глубине 129 м в координатах 56°59' с.ш., 155°00' в.д. Наивысшие уловы самок синего краба достигали 105 экз./траление на глубине 37 м в районе с координатами 56°35' с.ш., 155°38' в.д. (рис. 4.5.2.6).

Наиболее высокие средние уловы всех самцов наблюдались на глубинах свыше 80 м, самок — на глубинах 30–45 м (табл. 4.5.2.4).

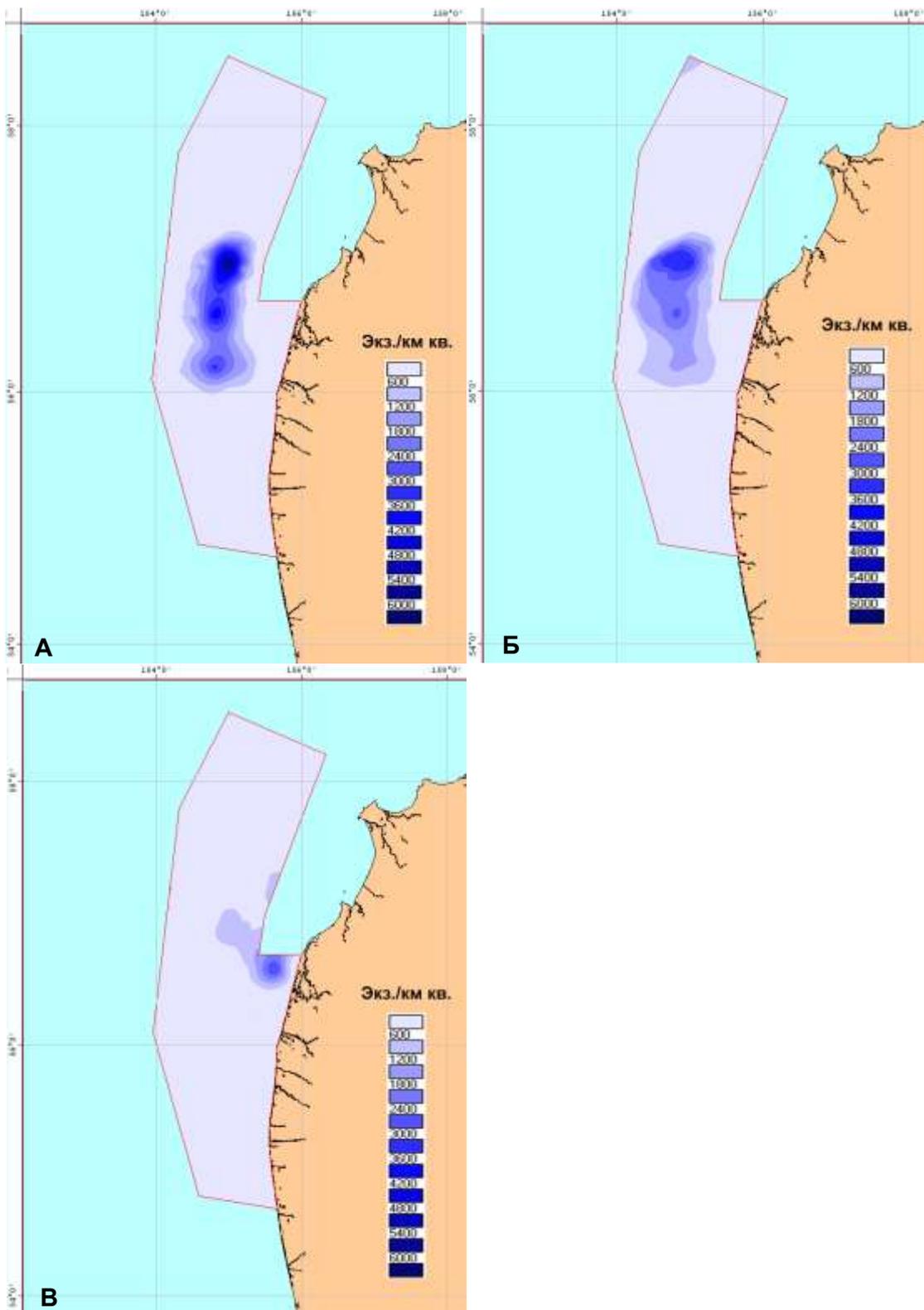


Рисунок 4.5.2.6 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015

Таблица 4.5.2.4 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Менее 30	0,4	0,4	0,1
30–45	4,3	2,7	14,5
45–65	11,0	11,9	2,6
65–80	14,6	16,4	0,6
80–120	34,7	22,4	7,4
120–200	29,3	36,1	2,6
Свыше 200	1,0	1,4	0,0
Максимальный улов	199,5	115,5	105
Средний улов	13,1	12,2	3,4

Размеры самцов синего краба находились в пределах 14–182 мм, самок — 45–125 мм (табл. 4.5.2.5, рис. 4.5.2.7). Доля промысловых самцов (более 130 мм по ширине карапакса) в уловах составила 45,0%. Доля непромысловых самцов была равна 42,3%, самок — 12,7% (рис. 4.5.2.8).

Таблица 4.5.2.5 — Размерные характеристики синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Группа	N, экз.	Среднее, мм	Ошибка	σ	Минимум, мм	Максимум, мм
Самки	211	97,3	0,8	11,3	45	125
Промысловые самцы	749	145,2	0,4	10,8	130	182
Непромысловые самцы	704	114,7	0,5	13,0	14	129

Средний размер промысловых самцов составил 145,2 мм, непромысловых самцов — 114,7 мм, самок — 97,3 мм.

Среди промысловых самцов синего краба преобладали самцы на 3

межлиночной стадии, которые составляли 59,3% (рис. 4.5.2.8А). Доля самцов на 3 ранней и 3 поздней межлиночных стадиях составила 22,2 и 16,7%, соответственно. Недавно полинявшие и самцы в предлиночном состоянии встречались единично.

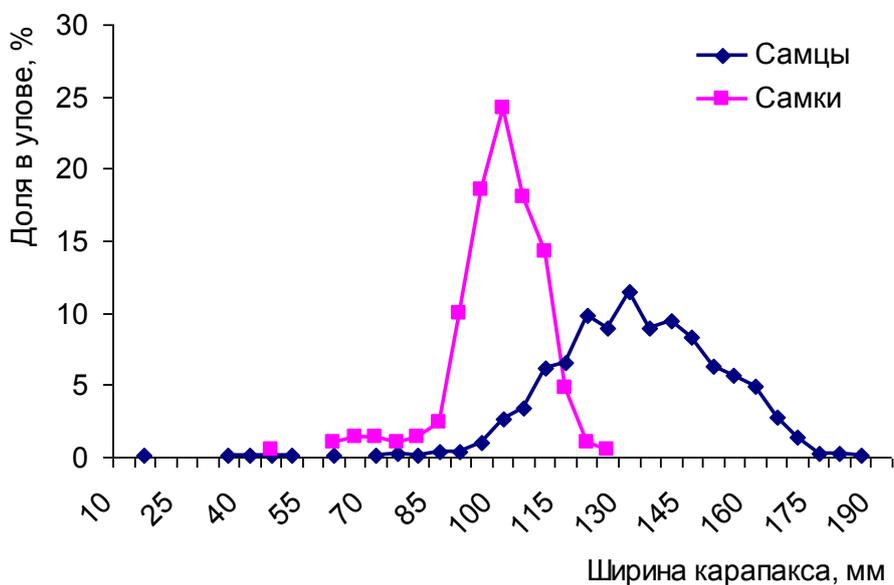


Рисунок 4.5.2.7 — Размерный состав синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.



Рисунок 4.5.2.8 — Соотношение функциональных групп синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Среди самок преобладали особи на стадии выпуска личинок (32,2%). Значительную долю составляли самки с икрой фиолетового и бурого цветов (28,9 и 13,3%) (рис. 4.5.2.8Б). Доля неполовозрелых самок была низка и составляла 10,9%.

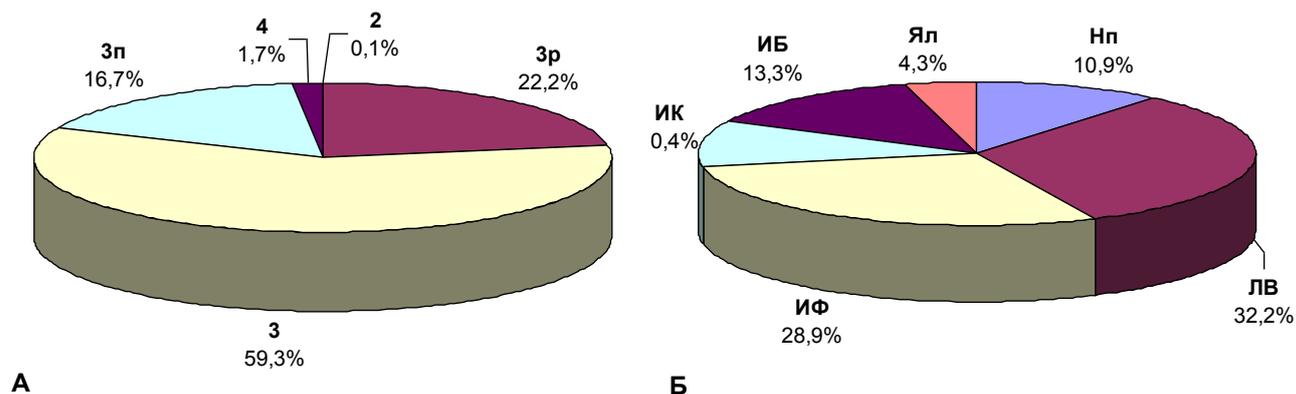


Рисунок 4.5.2.8 — Межлиночные стадии промысловых самцов (А) и биологическое состояние самок (Б) синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Оценки численности и плотностей распределения синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. приведены в таблице 4.5.2.6.

Таблица 4.5.2.6 — Численность и плотность распределения синего краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Численность, млн. экз.	15,863	15,652	3,748
Средняя плотность, экз./км ²	429,6	425,2	102,0
Максимальная плотность,	6102,0	3630,1	2970,0

экз./км ²			
----------------------	--	--	--

Краб стригун-бэрди (*CHIONOECETES BAIRDI*). В сравнении с другими видами крабов и крабоидов, краб-стригун бэрди отмечен в пределах исследуемой акватории значительно в меньших количествах.

Максимальные уловы промысловых самцов не превышали 38 экз./траление, непромысловых — 24 экз./траление, самок — 9 экз./траление, и были отмечены для самцов главным образом в южной части лицензионного участка в пределах изобат 30-45 м, для самок — на глубинах 45–65 м (рис. 4.5.2.9).

В целом, в пределах лицензионного участка уловы указанных функциональных групп стригуна бэрди составили в среднем 1,2, 0,9 и 0,3 экз./траление, соответственно (табл. 4.5.2.7).

Ширина карапакса самцов варьировала от 27 до 158 мм, самок от 22 до 114 мм (рис. 4.5.2.10). Средний размер промысловых самцов (ШК > 120 мм) составил 132,0 мм, непромысловых — 104,5 мм, самок — 89,9 мм. Доля непромысловых самцов краба-стригуна была равна 35,7% уловов. Доля самок составила 13,7% всего улова вида (рис. 4.5.2.11).

Таблица 4.5.2.7 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Менее 30	0,0	0,0	0,0
30–45	4,0	2,9	0,1
45–65	3,8	2,1	2,0
65–80	1,6	2,8	1,0
80–120	0,5	0,4	0,2
120–200	0,6	0,0	0,0
Свыше 200	0,2	0,0	0,0
Максимальный	38,0	24,0	9,0

улов			
Средний улов	1,2	0,9	0,3

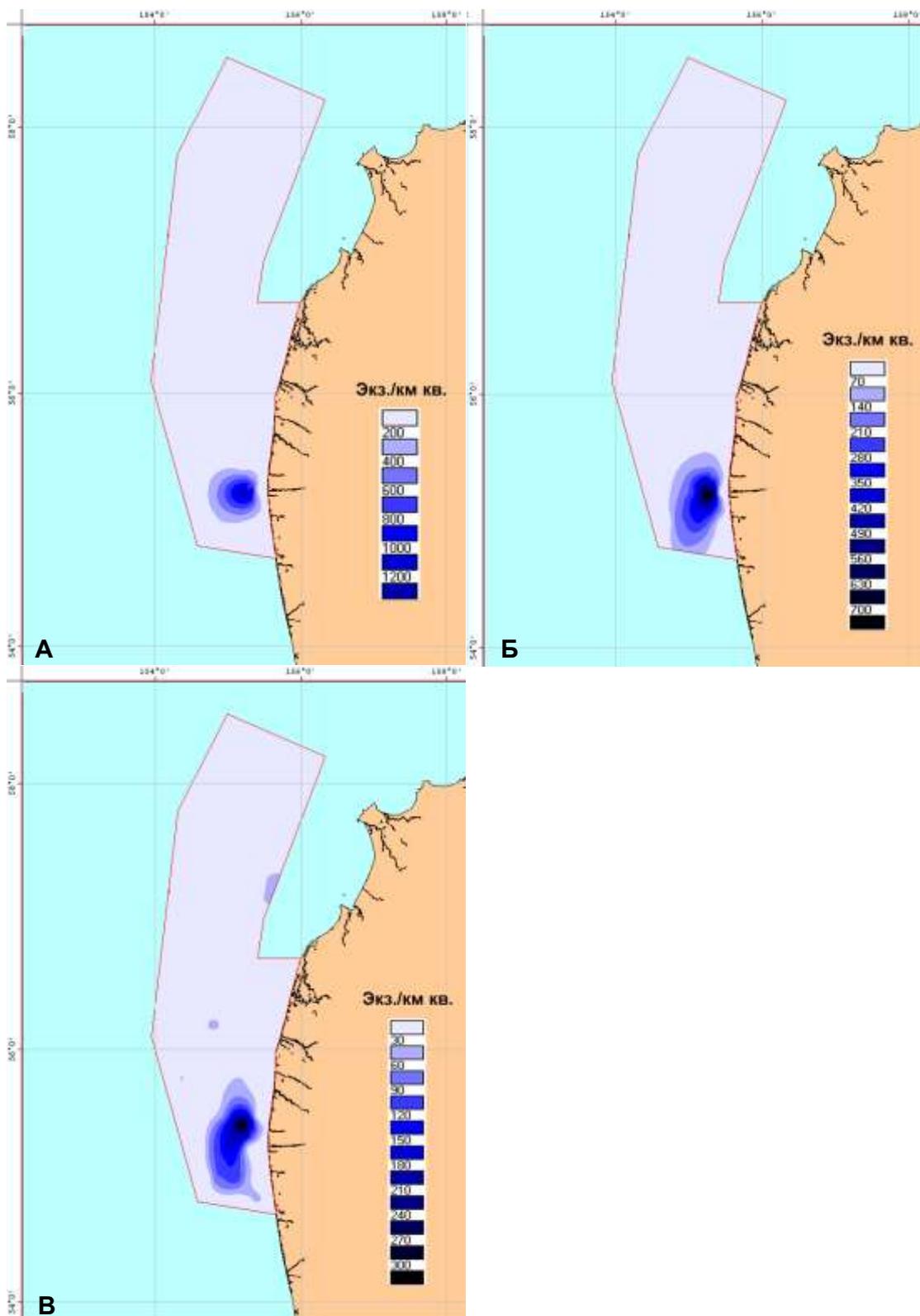


Рисунок 4.5.2.9— Распределение уловов промысловых (А), непромысловых

(Б) самцов и самок (В) краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

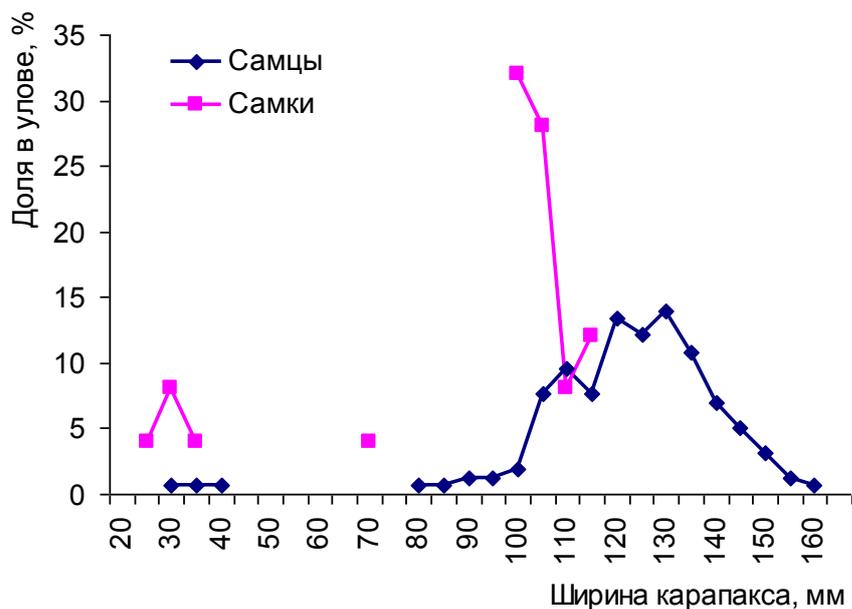


Рисунок 4.5.2.10 — Размерный состав краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

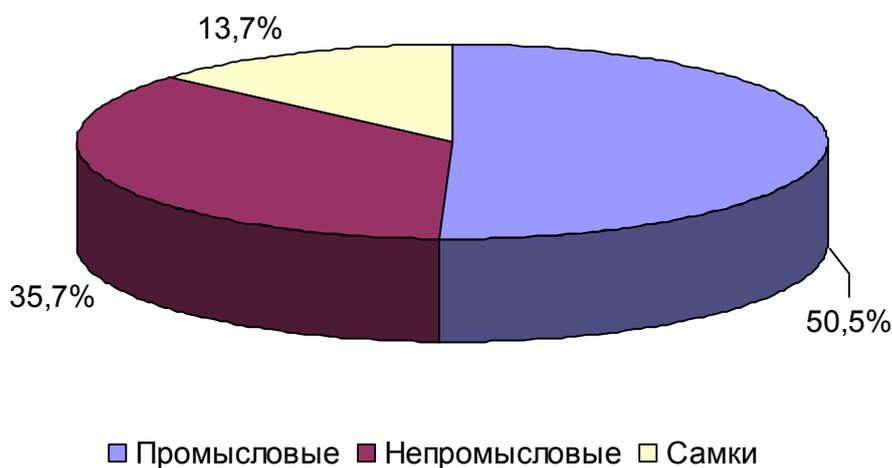


Рисунок 4.5.2.11 — Соотношение функциональных групп краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Среди промысловых самцов краба-стригуна бэрди в подавляющем

большинстве преобладали самцы на 3 поздней межлиночной стадии (79,3%). Остальные самцы находились на 3 межлиночной стадии. Недавно полинявшие и самцы в предлиночном состоянии не встречались.

Среди самок преобладали особи на стадии икра глазок (52%). Другую долю составляли неполовозрелые самки и самки с икрой оранжевого цвета и (24 и 20%).

Оценки численности и плотностей распределения краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. приведены в таблице 4.5.2.8.

Таблица 4.5.2.8 — Численность и плотность распределения краба-стригуна бэрди в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Численность, млн. экз.	1,411	0,879	0,439
Средняя плотность, экз./км ²	36,3	22,2	11,2
Максимальная плотность, экз./км ²	1248,3	758,8	319,7

Краб-стригун опилио (*CHIONOECETES OPILIO*). Распределение уловов самцов краба стригуна опилио представлено на рисунке 4.5.2.12.

Средние уловы промысловых самцов на всех глубинах были незначительны. Максимальные средние уловы промысловых самцов в размере 1,6 экз./траление отмечены на глубинах 80–120 м. Максимальный улов составил 9 экз./траление на глубине 363 м. (табл. 4.5.2.9). Максимальные средние уловы непромысловых самцов отмечены на изобатах свыше 200 м, максимальный улов достигал 129 экз./траление на той же глубине, что и промысловых самцов. Максимальный улов самок

зафиксирован в размере 140 экз./траление на глубине 349 м.

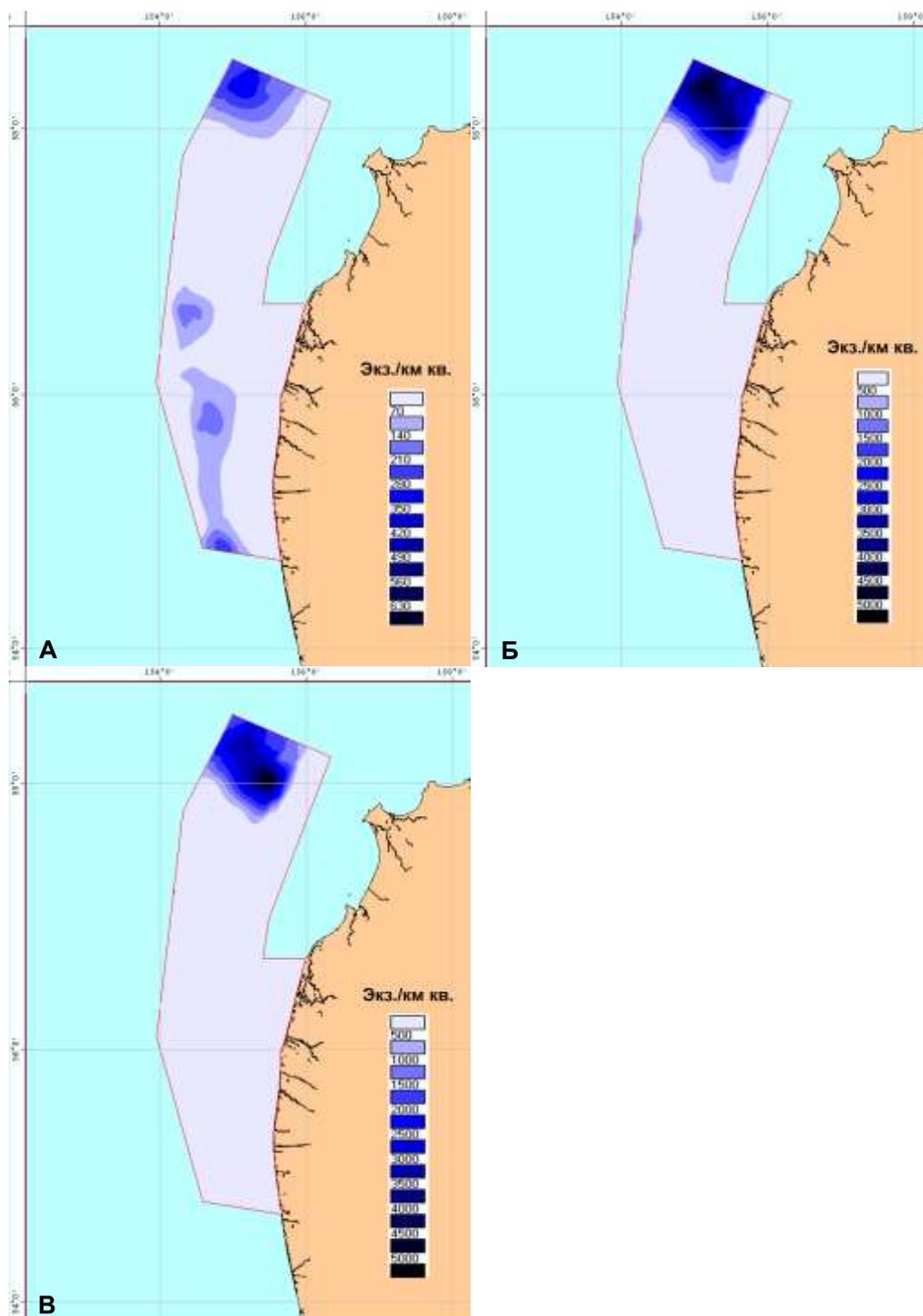


Рисунок 4.5.2.12 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Таблица 4.5.2.9 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Менее 30	0,0	0,0	0,0
30–45	0,0	0,0	0,0
45–65	0,1	0,5	0,1
65–80	1,0	0,4	0,4
80–120	1,6	1,5	1,3
120–200	1,2	0,1	0,6
Свыше 200	0,9	17,9	13,4
Максимальный улов	9,0	129,0	139,5
Средний улов	0,8	5,4	4,2

Доля непромысловых самцов (47,0%) в уловах была выше, чем промысловых (11,6%) и самок (41,4%) (рис. 4.5.2.13).

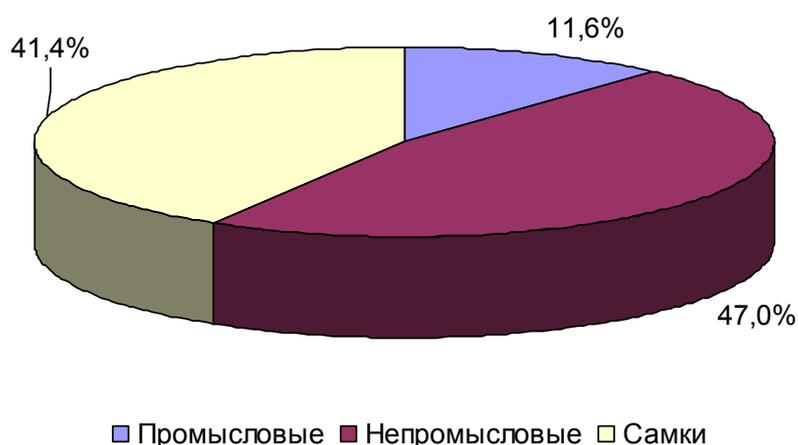


Рисунок 4.5.2.13 — Соотношение функциональных групп краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Ширина карапакса самцов колебалась от 10 до 144 мм, самок — от 13 до 77 мм (рис. 4.5.2.14). Средний размер промысловых самцов составил 121,5 мм, непромысловых — 32,6 мм, самок — 28,1 мм.

Подавляющее большинство самок в уловах были неполовозрелыми (рис. 4.5.2.15А), редко встречались самки с оранжевой икрой (1,2 %) и икрой на стадии «глазка» (3,0%). В период проведения работ значительная часть промысловых самцов находилась на 4 межлиночной стадии — 52,2% (рис. 4.5.2.15Б).

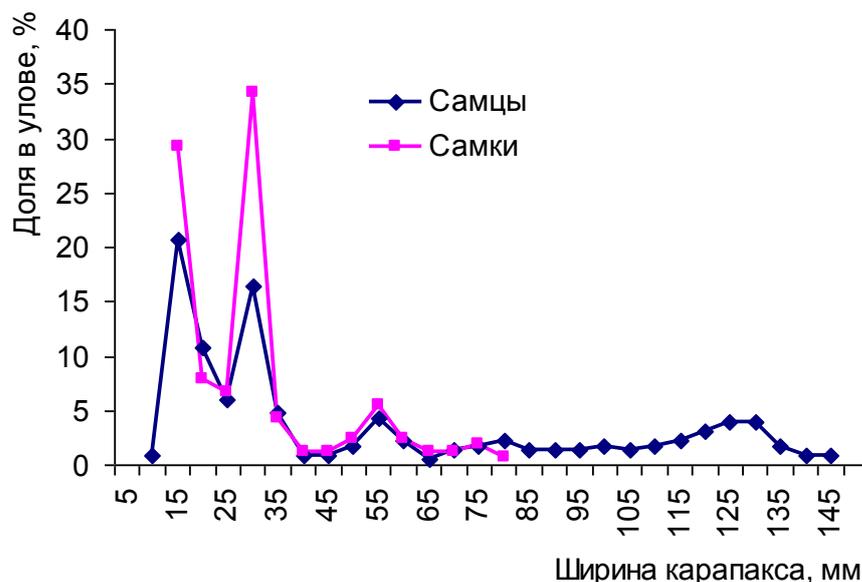


Рисунок 4.5.2.14 — Размерный состав краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

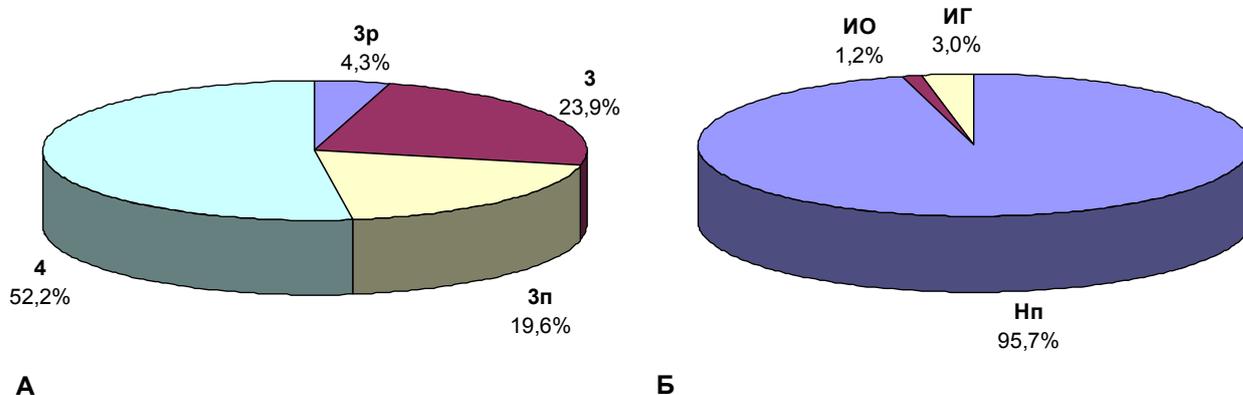


Рисунок 4.5.2.15 — Межлиночные стадии промысловых самцов (А) и

биологическое состояние самок (Б) краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Оценки численности и плотностей распределения краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. приведены в таблице 4.5.2.10.

Таблица 4.5.2.10 — Численность и плотность распределения краба-стригуна опилио в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Численность, млн. экз.	1,562	13,714	10,954
Средняя плотность, экз./км ²	42,8	400,6	319,8
Максимальная плотность, экз./км ²	348,5	4976,4	5398,9

Волосатый четырехугольный краб (*ERIMACRUS ISENBECKII*).

Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. представлено на рисунке 4.5.2.16.

Максимальные средние уловы промысловых самцов достигали 10,3 экз./траление на глубинах 30–45 м. Максимальный улов промысловых самцов составил 27,0 экз./траление на глубине 31 м. Непромысловые самцы и самки в уловах трала практически не встречались (табл. 4.5.2.11).

В уловах преобладали промысловые самцы (91,9%), на долю непромысловых самцов и самок приходилось 3,4 и 4,7%, соответственно (рис. 4.5.2.17). Размерный состав волосатого краба представлен на рисунке 4.5.2.18. Ширина карапакса самцов варьировала от 56 до 110 мм. Средний

размер промысловых самцов составил 94,2 мм, непромысловых — 66,4 мм, самок — 75,6 мм.

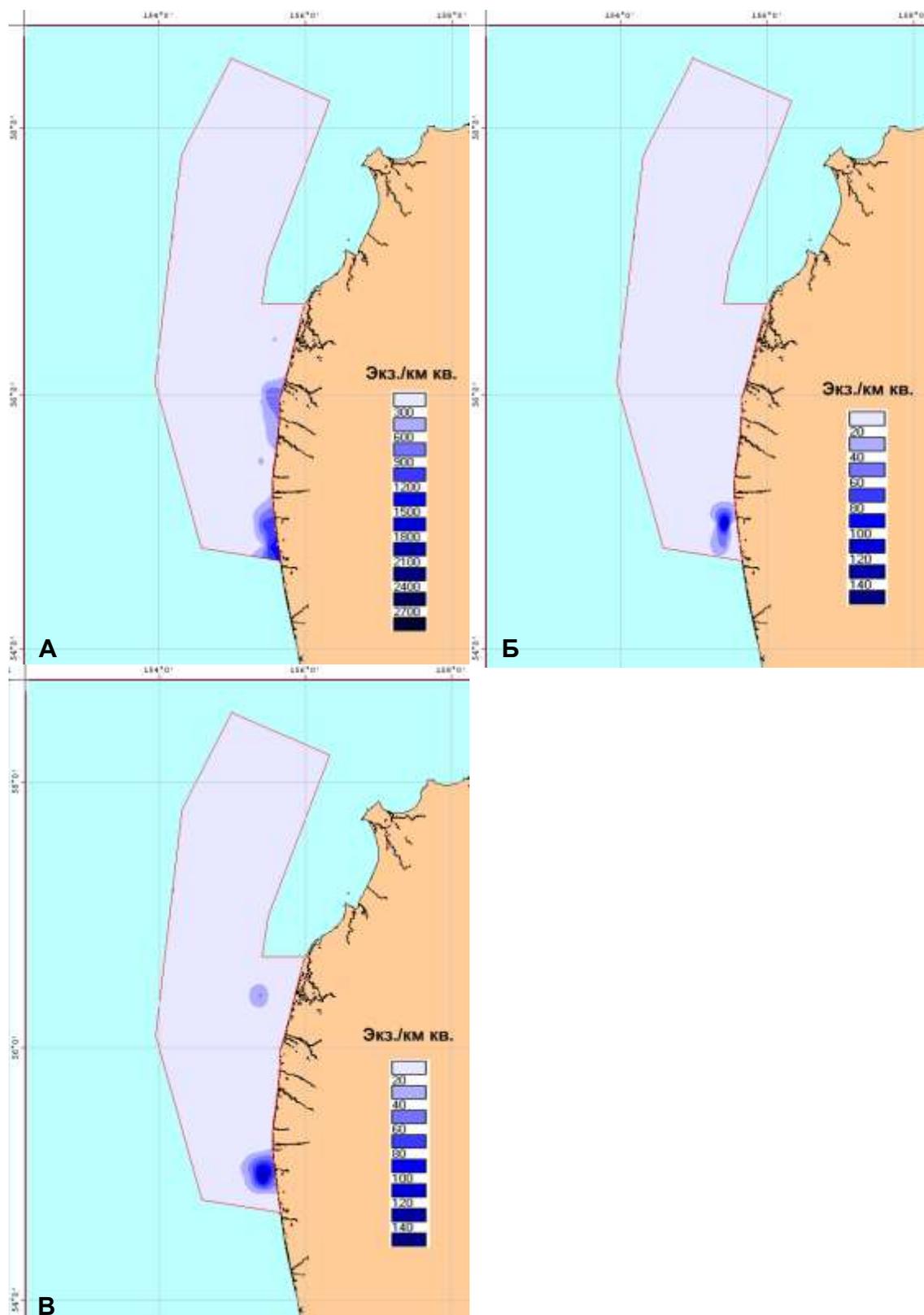


Рисунок 4.5.2.16 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых

(Б) самцов и самок (В) волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Таблица 4.5.2.11 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Менее 30	6,1	0,0	0,2
30–45	10,3	0,5	0,4
45–65	0,6	0,0	0,3
65–80	0,2	0,0	0,0
80–120	0,1	0,0	0,0
120–200	0,0	0,0	0,0
Свыше 200	0,0	0,0	0,0
Максимальный улов	27,0	4,0	4,0
Средний улов	2,1	0,1	0,1

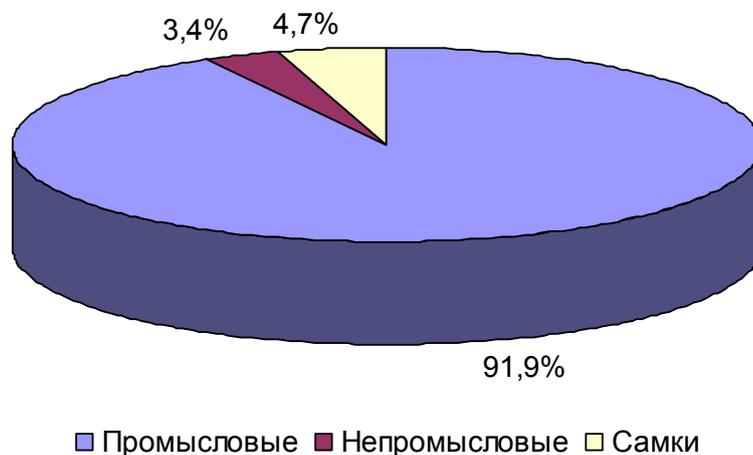


Рисунок 4.5.2.17 — Соотношение функциональных групп волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

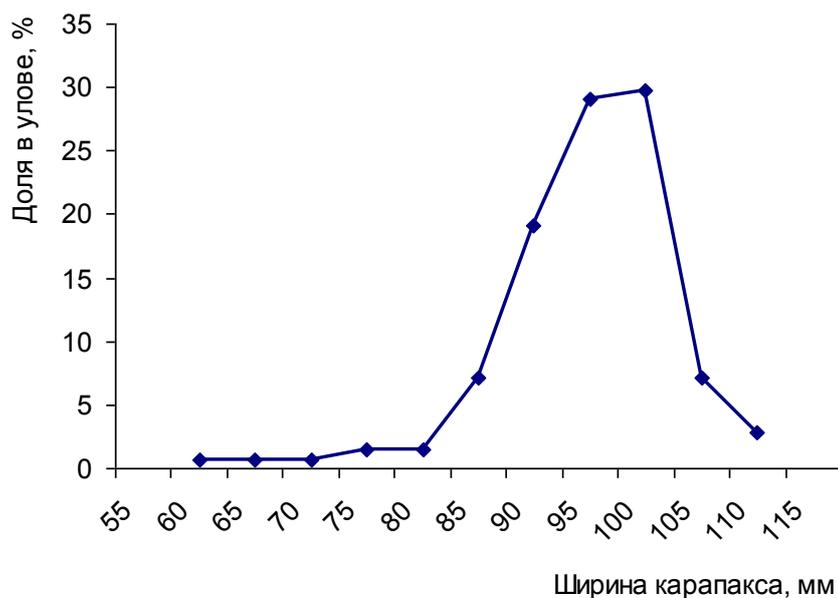


Рисунок 4.5.2.18 — Размерный состав самцов волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Межлиночные стадии самцов представлено на рисунке 4.5.2.19. В период проведения съемки значительная часть самцов недавно претерпела линьку, но преобладали в уловах промысловые самцы с панцирем на 3 поздней (63,2%) и 3 (16,9%) межлиночных стадиях.

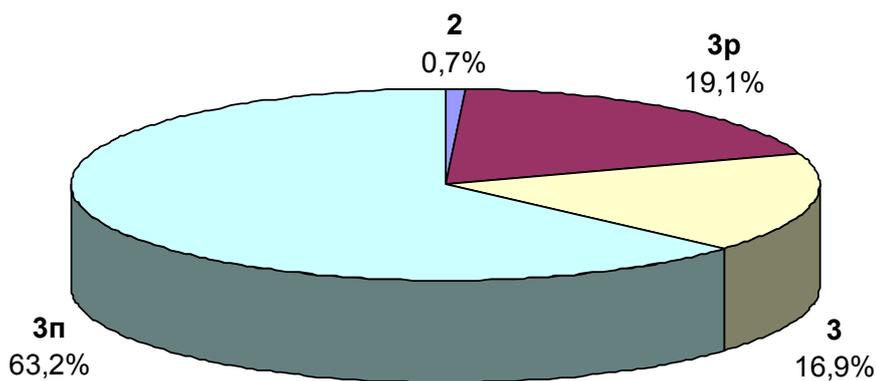


Рисунок 4.5.2.19 — Межлиночные стадии самцов волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Среди самок встречались только оплодотворенные особи.

Оценки численности и плотностей распределения волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. приведены в таблице 4.5.2.12.

Таблица 4.5.2.12 — Численность и плотность распределения волосатого четырехугольного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Численность, млн. экз.	1,906	0,054	0,083
Средняя плотность, экз./км ²	48,9	1,4	2,1
Максимальная плотность, экз./км ²	1301,4	149,3	153,4

Равношипый краб (*LITHODES AEQUISPINUS*). Распределение уловов равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. представлено на рисунке 2.6.1.

Максимальные средние уловы промысловых самцов достигали 7,5 экз./траление на глубинах свыше 200 м. Максимальный улов промысловых самцов составил 41 экз./траление на глубине 255 м.

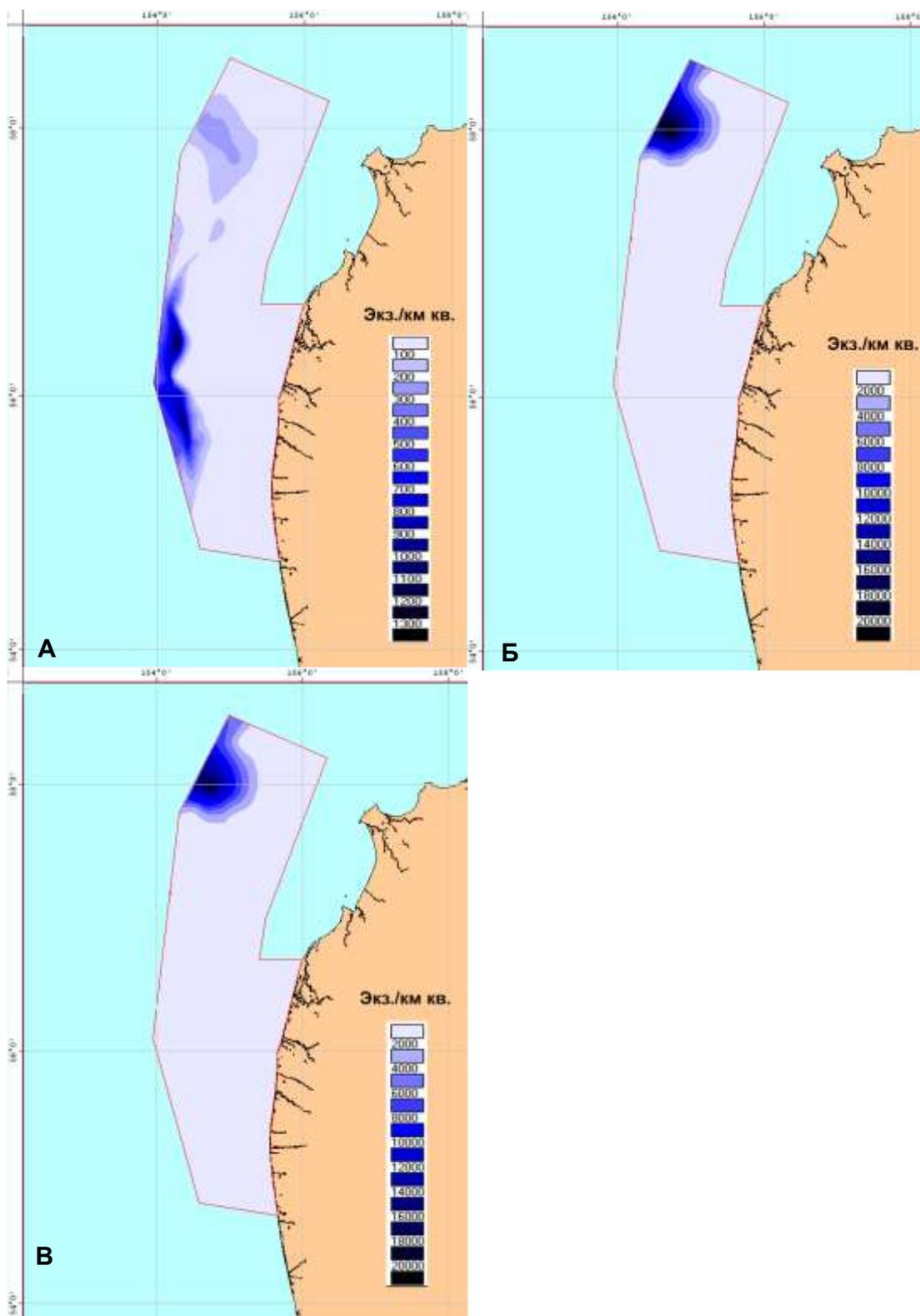


Рисунок 4.5.2.20 — Распределение уловов промысловых (А), непромысловых (Б) самцов и самок (В) равношипового краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Наивысшие средние уловы непромысловых самцов и самок составили, соответственно, 42 и 34 экз./траление также на изобатах свыше 200 м (табл. 4.5.2.13). Максимальные уловы этих функциональных групп достигали 672 и 588 экз./траление соответственно, на глубине 389 м.

Таблица 4.5.2.13 — Средние уловы (экз./30 мин. траление) разных функциональных групп равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Менее 30	0,0	0,0	0,0
30–45	0,0	0,0	0,0
45–65	0,0	0,0	0,0
65–80	0,0	0,0	0,0
80–120	0,0	0,0	0,0
120–200	0,5	0,3	0,0
Свыше 200	7,5	42,0	34,0
Максимальный улов	41,0	672,0	588,0
Средний улов	2,2	12,0	9,7

Размерный состав равношипного краба представлен на рисунке 4.5.2.21. Ширина карапакса самцов варьировала от 44 до 187 мм, самок — от 13 до 156 мм. Средний размер промысловых самцов составил 146,2 мм, непромысловых — 100,1 мм, самок — 89,3 мм.

В уловах преобладали непромысловые самцы (50,3%), на долю промысловых самцов и самок равношипного краба приходилось 17,8 и 31,9%, соответственно (рис. 4.5.2.22).

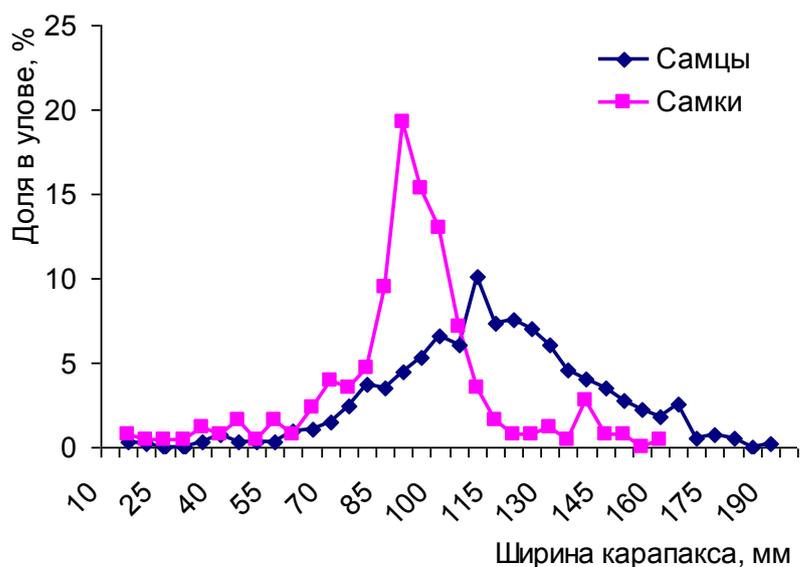


Рисунок 4.5.2.21 — Размерный состав самцов и самок равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

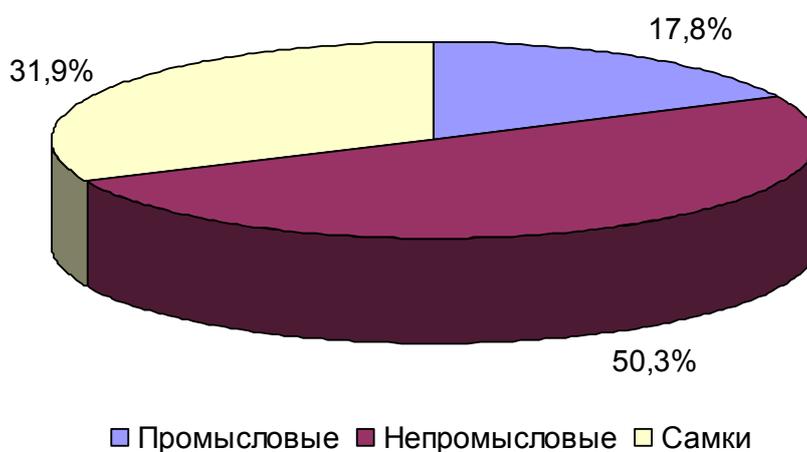


Рисунок 4.5.2.22 — Соотношение функциональных групп равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Межлиночные стадии самцов представлено на рисунке 4.5.2.23. В период проведения исследований часть промысловых самцов недавно претерпела линьку и находилась на 2 (2,8%) и 3 ранней (12,0%) стадиях. Но подавляющее большинство самцов (69%) находилось на 3 межлиночной

стадии.

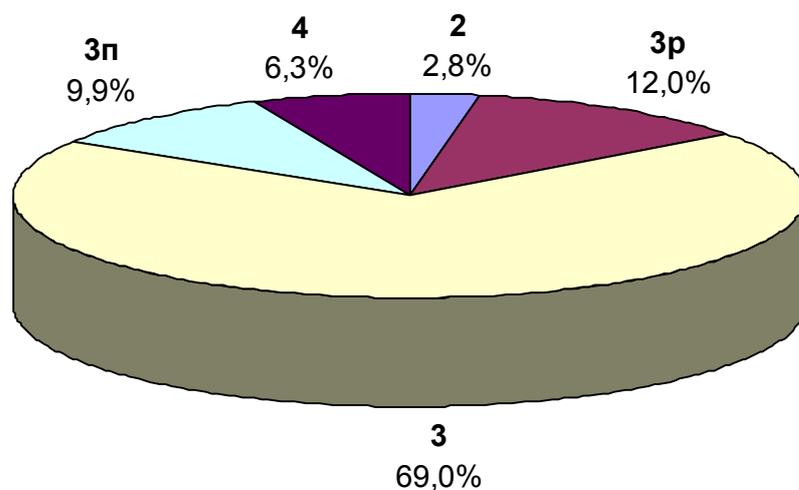


Рисунок 4.5.2.23 — Межлиночные стадии самцов равношипого краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Среди самок в подавляющем большинстве преобладали неполовозрелые особи краба без икры (93,3%) (рис. 4.5.2.24).

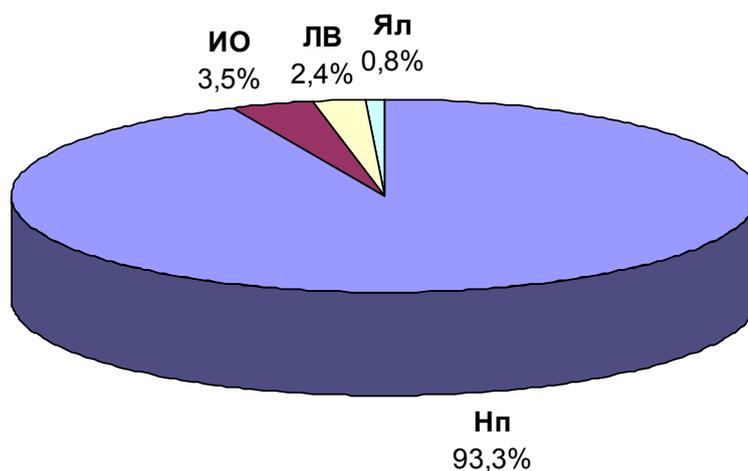


Рисунок 4.5.2.24 — Биологическое состояние самок равношипого краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Оценки численности и плотностей распределения равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. приведены в таблице 4.5.2.14.

Таблица 4.5.2.14 — Численность и плотность распределения равношипного краба в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
Численность, млн. экз.	2,929	33,653	29,731
Средняя плотность, экз./км ²	78,9	967,0	857,1
Максимальная плотность, экз./км ²	1270	20280	17,749

Кукумария (*CUCUMARIA SP.*). Максимальные средние уловы кукумарии наблюдались на глубинах 80–120 м — 30,9 кг/траление (табл. 4.5.2.15).

Таблица 4.5.2.15 — Средние уловы кукумарии в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Глубины, м	Уловы за 30 мин. траления, кг
Менее 30	11,1
30–45	0,0
45–65	0,0
65–80	0,0
80–120	30,9
120–200	0,0
Свыше 200	0,0
Максимальный улов	367,6
Средний улов	6,1

Максимальный улов 367,6 кг отмечен в центральной части лицензионного участка, на глубине 118 м. Плотность на скоплении в 2015 г. достигла 14,1 т/км², при среднем значении на всей площади участка 264,4 кг/км². Распределение уловов показано на рисунке 4.5.2.25.

Биомасса кукумари в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г. оценена в объеме 9,771 тыс. т.

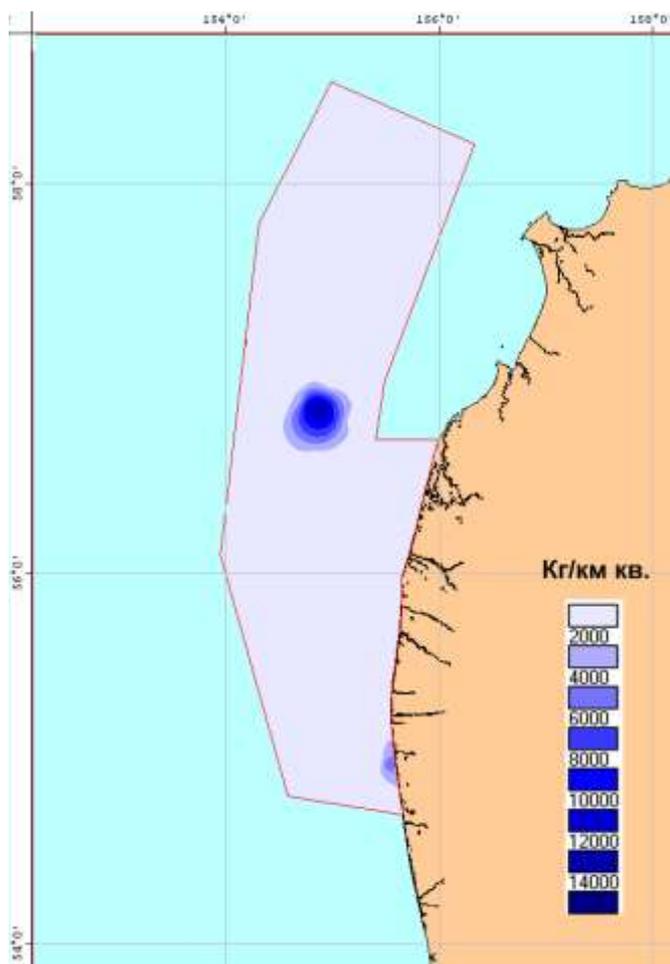


Рисунок 4.5.2.25 — Распределение уловов кукумари в пределах западно-камчатского лицензионного участка в 2015 г.

Прилов других видов ракообразных. В прилове трала единично встречались также такие виды крабов, как *Chionoecetes angulatus*, *Telmessus*

cheiragonus, *Oregonia gracilis*, *Hyas coarctatus*.

Из креветок отмечены единичные находки *Argis grassa*, *A. lar*, *A. ochotensis*, *Crangon communis*, *Sclerocrangon boreas*, *S. salebrosa*, *S. derjugeni*, *Eualus suckleyi*, *Lebbeus heterochaela*, *L. groenlandicus*, *L. longidactylus*, *Pandalus hypsinotus*, *P. borealis*, *P. goniurus*, *P. hypsinotus*, *Spirantocaris spinus*.

Из других ракообразных отмечены единичные находки *Pagurus sp.* и *Balanus sp.*

Ихтиопатологические исследования ракообразных. В 2015 г. в районе исследований у промысловых крабов были зарегистрированы следующие заболевания: бактериальная панцирная болезнь, абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса, инфекции вирусами и риккетсиями, инвазии микроспоридиями рода *Thelohania* паразитическими динофлагеллятами рода *Hematodinium* (горькая болезнь), трематодами, корнеголовым раком *Briarosaccus callosus*. Географическая распространенность патогенов и заболеваний, в целом, соответствовала расположению основных скоплений ракообразных каждого вида в данный сезон года (рисунок 4.5.2.26). Панцирную болезнь регистрировали на всей исследованной территории.

Инфекционные заболевания. У крабов всех исследованных видов регистрировали абсцессоподобный некроз трубочек гепатопанкреаса. Клинических признаков заболевание не имеет и его можно обнаружить только при патологоанатомическом исследовании животных. Основным визуальным признаком патологии являются твердые трубочки гепатопанкреаса коричневого или черного цвета и наличие вокруг них белого вещества, похожего на гной.

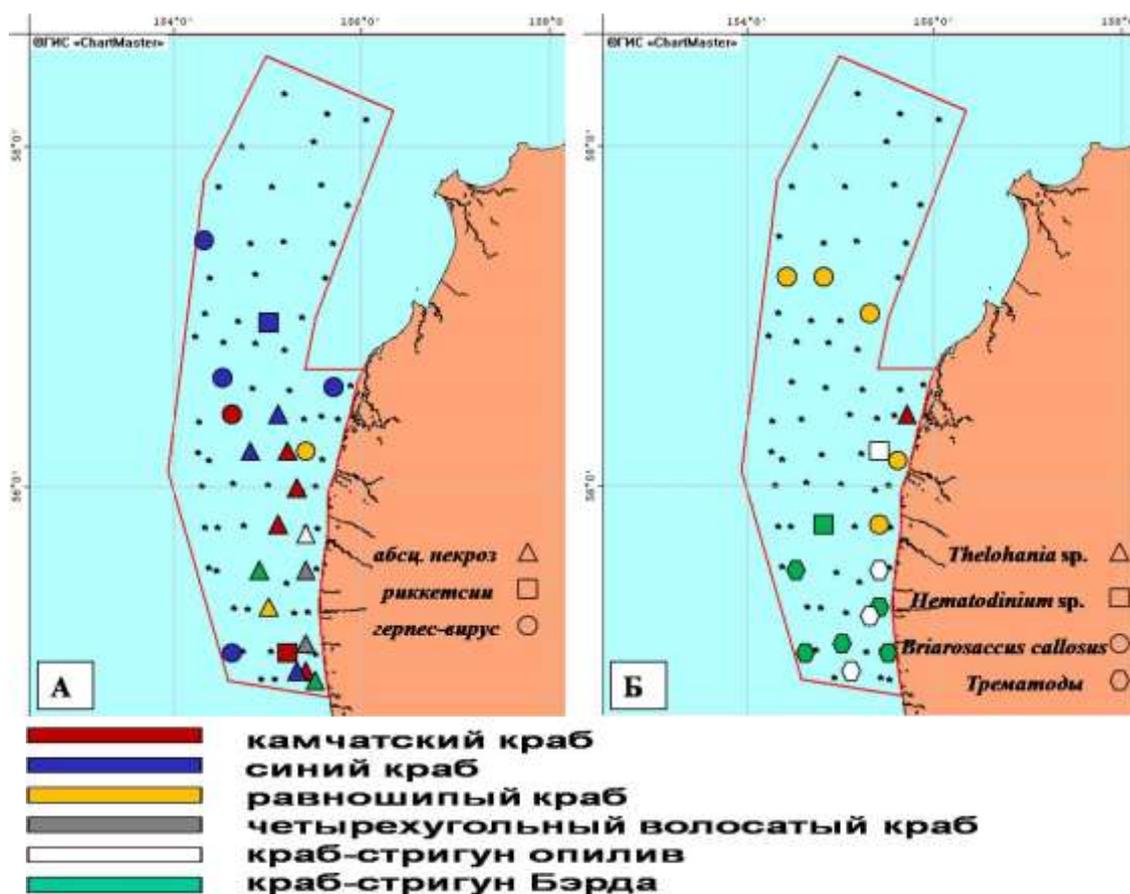


Рисунок 4.5.2.26 — Географическая распространенность инфекционных (А) и паразитарных (Б) заболеваний у ракообразных в районе исследований

У исследованных в 2015 г. животных степень поражения органа была различной — от отдельных поврежденных трубочек до их крупных сгустков. В отдельных случаях была полностью поражена левая или правая часть гепатопанкреаса (рис. 4.5.2.27 А, Б).

Дальнейшие исследования показали, что абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса у крабов происходит в результате двух разных инфекций. Деструкция клеточных стенок, лизис всех типов клеток эпителия и разрушение базальной мембраны трубочек с образованием вокруг них меланизированной «капсулы» являются общими для обеих инфекционных заболеваний.

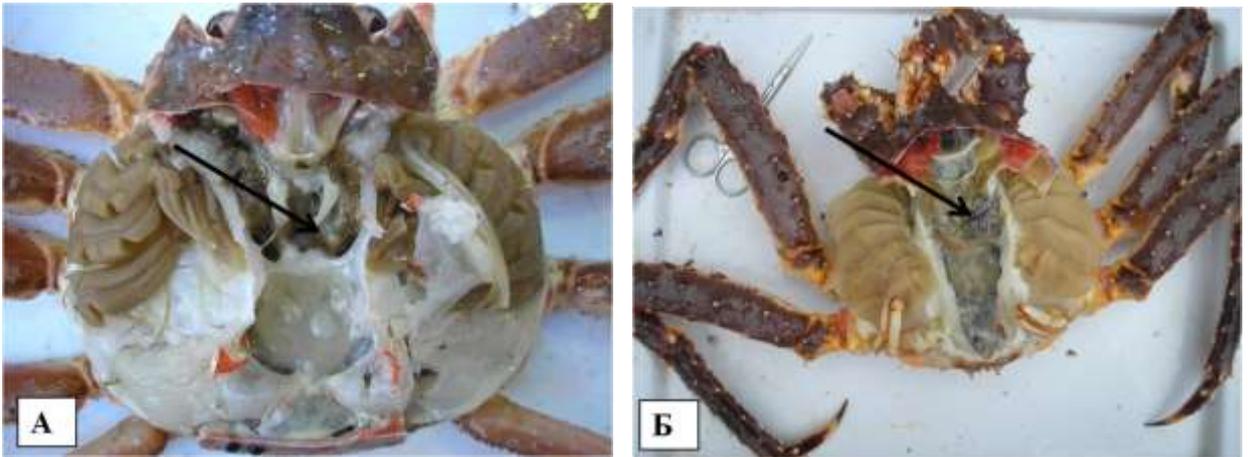


Рисунок 4.5.2.27— Абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса (↑): небольшой участок повреждения у краба-стригуна Бэрда (А) и поражение всей правой части органа у камчатского краба (Б)

Поэтому они имеют очень похожие визуальные признаки и могут быть правильно диагностированы только при микроскопических исследованиях. У крабов, исследованных в 2015 г. в подавляющем большинстве случаев заболевание имело бактериальную природу. По данным многолетних исследований, чаще всего их поврежденного органа выделяли бактерий рода *Vibrio*, которые являются факультативными патогенами и входят в состав обычной микрофлоры морской воды. Микроскопические исследования показали, что у 1 экз. камчатского и 3 экз. синего крабов заболевание было вызвано риккетсиями (являются облигатными внутриклеточными патогенами). Гистологические признаки патологии в обоих случаях имеют четкие различия. При бактериальном некрозе гепатопанкреаса отмечали уменьшение объема цитоплазмы в клетках эпителия трубочек гепатопанкреаса, ее повышенную базофилию, уменьшение количества вакуолей, некроз и меланизацию всех типов клеток эпителия трубочек. Расположенные рядом трубочки могли иметь нормальную структуру. Скопления палочковидных грамотрицательных бактерий регистрировали в полости пораженных трубочек гепатопанкреаса (рис. 4.5.2.28 А). Напротив,

при инфекции риккетсиями колонии микроорганизмов находились непосредственно в цитоплазме клеток (рис.4.5.2.28 Б). Зараженные клетки были увеличены в размерах, стенки некоторых из них разрушены. В последнем случае, содержимое клетки находилось в просвете трубочки гепатопанкреаса. По предварительным данным этиологический агент этого заболевания близок к риккетсио-подобным бактериям некроза гепатопанкреаса (NHP-B), которые вызывают эпизоотии с высокой смертностью у культивируемых креветок (Nunan et al., 2013). Ранее единичные случаи инфекции риккетсиями невыясненного таксономического положения отмечали у синего краба *P. platypus* в восточной части Берингова моря (Johnson, 1983). В Охотском море заболевание известно у синего краба с 2013 г. (Рязанова, Устименко, 2014).

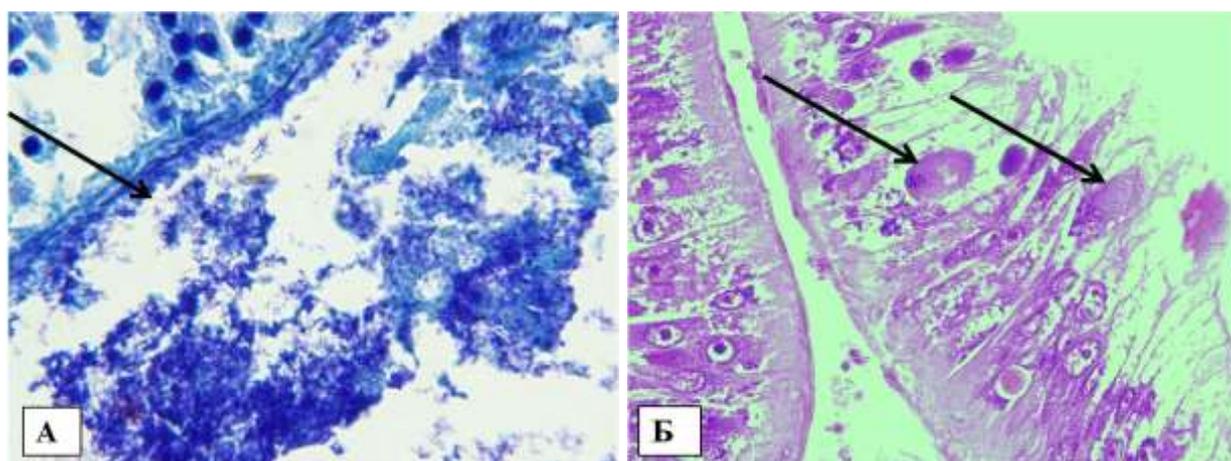


Рисунок 4.5.2.28 — Микроскопические отличия при некрозе гепатопанкреаса: скопление бактерий (↑) в полости трубочки гепатопанкреаса (А) и колонии риккетсий (↑) в цитоплазме клеток эпителия (Б). Ув.: 1000

У крабов всех исследованных видов регистрировали бактериальную панцирную болезнь. Характерными визуальными признаками заболевания являются черные или коричневые пятна различного размера на экзоскелете,

иногда с его разрушением вплоть до мягких тканей. В исследованиях 2015 г. в подавляющем большинстве случаев отмечали слабую и среднюю степень заболевания. Доля животных с панцирной болезнью в уловах варьировала от 1,2% (камчатский краб) до 12,0% (краб-стригун Бэрда). По нашим многолетним данным в зимний период встречаемость панцирной болезни у крабов на шельфе Западной Камчатки может достигать 20% (Рязанова и др., 2013), что связано с линочным циклом ракообразных. Очень часто панцирная болезнь развивается в области механической травмы покровов, поэтому его встречаемость выше в популяциях, подвергающихся активному промыслу. Основными патогенными агентами этого заболевания являются бактерии родов *Vibrio*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, которые составляют обычную микрофлору морской среды (Benhalima et al., 1998; Brock, Lightner, 1990; Вялова, 1999).

У 5% синего, 0,5% камчатского и 2,5% равношипного крабов обнаружили инфекцию герпес-подобным вирусом. При вскрытии больных животных отмечали увеличенный объем соединительной ткани, выстилающей полость тела и наличие мелких твердых включений черного цвета. У всех особей в ходе гистологического анализа были обнаружены характерные для этого заболевания различной степени тяжести изменения в тканях антеннальной железы и пузыря, а также в соединительно-тканной составляющей внутренних органов. Клетки эпителия антеннальной железы и пузыря имеют гипертрофированные ядра с эозинофильным содержимым. Наружная мембрана клеток часто разрушена и измененные ядра свободно лежат в просвете между петлями лабиринта антеннальной железы и пузыря. Следует отметить, что с момента первой регистрации герпес-вирусной инфекции в Охотском море в 2006 г., показатели зараженности синего краба всегда были выше, чем крабов двух других видов.

Паразитарные инвазии. Инвазия паразитической динофлагелляты рода *Nematodinium*, вызывающей у ракообразных «горькую болезнь»,

зарегистрирована у 1,1% краба-стригуна Бэрда и 0,7% опилио. Визуальным признаком заболевания у крабов-стригунов является изменение окраски экзоскелета на розовую и изменение гемолимфы, которая становится кремово-желтой и густой. Зараженные особи не пригодны для использования, поскольку их мясо имеет меловую текстуру и очень горький, вяжущий вкус. Диагностика заболевания основана на выявлении стадий паразита в гемолимфе хозяина в результате микроскопических исследований. В восточной части Берингова моря «горькая болезнь» широко распространена в популяциях крабов-стригунов Бэрда и опилио и является серьезной проблемой для их промысла (Meyers et al., 1996). У крабов-стригунов в на шельфе Западной Камчатки заболевание встречается редко.

В 2015 г. у 0,6% камчатского краба и 0,7% краба-стригуна Бэрда отмечали инвазию микроспоридиями рода *Thelohania*. Визуальным признаком заболевания являются белые творожистые сгустки в полости тела крабов, поскольку эти микроспоридии паразитируют в соединительной ткани. Больные крабы не пригодны для использования. При микроскопических исследованиях в образцах тканей больных крабов регистрировали стадии развития паразита характерные для рода *Thelohania* — панспоробласты, содержащие до 8 спор.

Инвазию трематодами отмечали у 13% крабов-стригунов Бэрда и 9% опилио. В большинстве случаев метацеркарии паразита Ø 2-3 мм (1-30 экз.) регистрировали в мускулатуре ходильных ног крабов (рис. 4.5.2.29А). При высокой интенсивности инвазии метацеркарии отмечали также в соединительной ткани в полости тела, гепатопанкреасе и жабрах. Инвазию выявляли при патологоанатомическом вскрытии животных, не имеющих клинических признаков каких-либо заболеваний и только у половозрелых самок и самцов промыслового размера. При гистологических исследованиях в мышечных тканях обнаружили инцистированные метацеркарии трематод, пролиферацию фиброзных элементов и образование гранулем вокруг

капсулы с паразитом. Других признаков воспалительной реакции не отмечали.

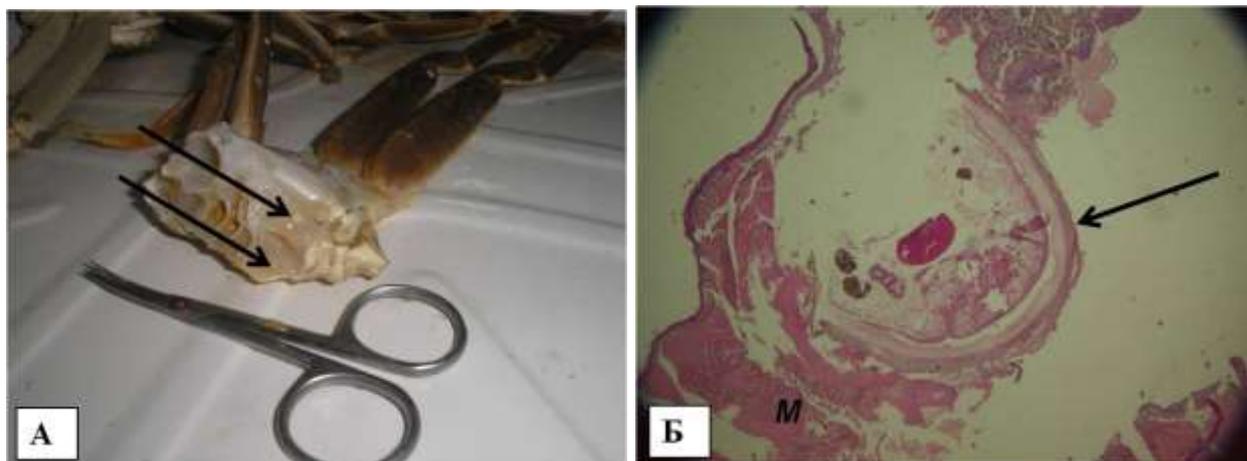


Рисунок 4.5.2.29 — Метацеркарии трематод (↑) у краба-стригуна Бэрда: видимые невооруженным глазом в мускулатуре ходильных конечностей (А), в гистологическом препарате мышечной ткани (М) при увеличении X 50 (Б)

В прикамчатских водах инвазия трематодами у промысловых крабов была впервые зарегистрирована в 2013 г. По сообщению американских коллег единственный случай заражения краба-стригуна опилио метацеркариями трематод, предположительно отнесенными к роду *Steganoderma*, был зарегистрирован несколько лет назад у островов Прибылова. Инвазия метацеркариями трематод родов *Microphallus* и *Steganoderma* у ракообразных (креветок и крабов нескольких видов) известна в Атлантике. Окончательным хозяином для первых являются морские птицы, для вторых, предположительно, донные рыбы. О случаях заражения человека трематодами двух указанных родов информации нет.

У 2,1% особей равнощипого краба отмечали заражение корнеголовым раком *Briarosaccus callosus*. Визуальные признаки инвазии ярко выражены, поскольку под абдоменом хозяина развивается оранжевого цвета наружное репродуктивное тело (экстерна) паразита (рис. 4.5.2.30А). Все внутренние органы зараженного краба переплетены ярко-зелеными тонкими отростками

интерны корнеголового рака (рис.4.5.2.30 Б).

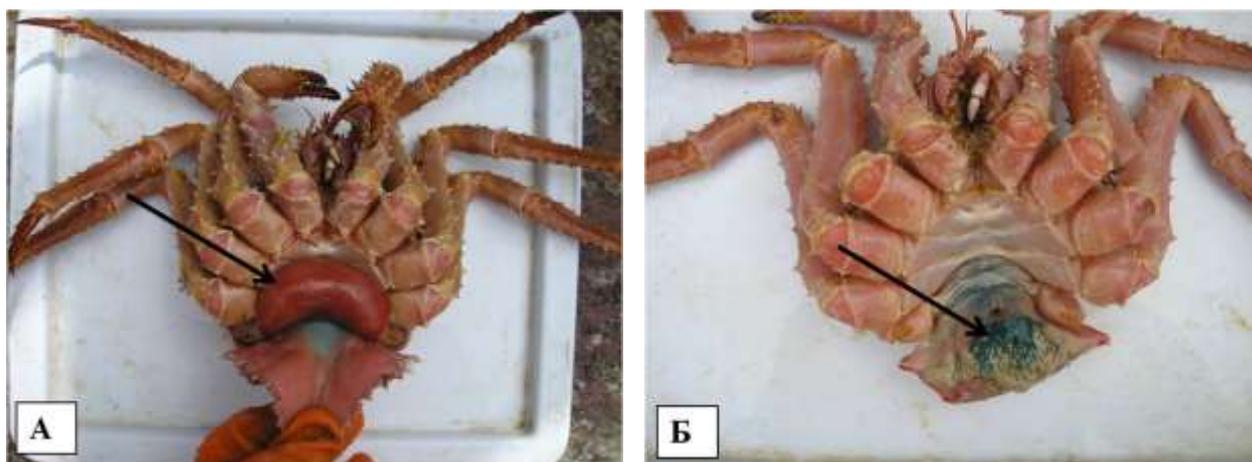


Рисунок 4.5.2.30 — Зараженный корнеголовым раком *Briarosaccus callosus* равношипый краб: экстерна паразита (↑) под абдоменом хозяина (А), зеленые отростки интерны (↑) среди трубочек гепатопанкреаса хозяина (экстерна и покровы абдомена удалены) (Б)

При гистологических исследованиях выросты интерны паразита обнаружили в яичнике, соединительной ткани желудка, пищевода, задней кишки, антеннальной железы, массово — между трубочками гепатопанкреаса. Ответной тканевой воспалительной реакции хозяина на присутствие паразита не выявили. Фолликулы яичника самок были пустыми — ооциты в них встречались лишь единично. Кроме того, регистрировали разрушение отдельных фолликулов. В семенниках зараженных самцов отмечали небольшое количество половых клеток на ранних стадиях развития, но зрелые сперматозоиды отсутствовали. Исследования крабов разных видов, включая крабов-литодид, зараженных корнеголовыми раками, показывают, что повреждения органов хозяина при этом отсутствуют или они минимальны и связаны только со сдавливанием или смещением тканей. Исключение составляет половая система, которая подвергается деградации независимо от того, проникли отростки интерны в половые железы или нет. У равношипого краба на шельфе западной Камчатки инвазия корнеголовым

раком является самым распространенным паразитарным заболеванием. Доля крабов этого вида в отдельные годы может достигать 10%. Отмечены также единичные случаи заражения камчатского и синего крабов.

Анализ результатов исследований показал, что показатели превалентности инфекционных и инвазионных заболеваний у промысловых крабов в районе исследований в 2015 г. были относительно невысоки (табл. 4.5.2.17).

Таблица 4.5.2.17 — Встречаемость (%) патогенов и заболеваний у промысловых крабов в районе исследований в 2015 г.

Патогены и заболевания	Вид краба					
	<i>P. camtschaticus</i>	<i>P. platypus</i>	<i>L. aequispinus</i>	<i>Ch. bairdi</i>	<i>Ch. opilio</i>	<i>E. isenbeckii</i>
бактериальная панцирная болезнь	1,2	2,2	2,6	12,5	4,7	6,2
некроз гепатопанкреаса	1,5	3,0	5,0	8,0	7,2	3,7
герпес-вирус	0,5	5,0	2,5	0	0	0
<i>Hematodinium</i> sp.	0	0	0	1,1	0,7	0
<i>Thelohania</i> sp.	0,5	0	0	1,0	0	0
<i>Briarosaccus callosus</i>	0	0	2,1	0	0	0
трематоды	0	0	0	13	9,1	0

В период исследований, доля особей с клиническими признаками заболеваний в уловах была на уровне, установленном во время летних траловых съемок прошлых лет, но ниже данных ловушечных и траловых съемок, которые проводились в осенний и зимний период. Различия в распространенности заболеваний объясняются тем, что сроки заражения и развитие большинства заболеваний у ракообразных напрямую зависят от сезона года. Как правило, внешние (клинические) признаки заболеваний проявляются на их поздней стадии развития, что у холодноводных ракообразных происходит осенью и зимой.

В целом показатели превалентности инфекционных и инвазионных заболеваний у промысловых крабов в районе исследований относительно невысоки. Исключение составляют бактериальная панцирная болезнь у крабов-стригунов Берда, а так же зараженность трематодами у краба этого же вида и краба-стригуна опилио.

Ихтиопатологические исследования рыб. У обследованных рыб обнаружено 35 видов паразитов относящихся к 7 классам: микроспоридии — 1, миксоспоридии — 3, нематоды — 6; цестоды — 5, трематоды — 10, скребни — 5, ракообразные — 5. Видовая принадлежность паразитарных агентов у рыб разных видов и показатели зараженности представлены в таблице (табл. 4.5.2.17).

Больше всего видов паразитов было выявлено у трески и минтая, наименьшее число видов отмечали у тихоокеанской сельди. Видовой состав паразитов трески, минтая, наваги был достаточно сходным. По степени зараженности общими паразитами на первом месте был минтай затем треска, навага, камбалы палтусовидная, желтоперая, четырех-бугорчатая, сельдь тихоокеанская.

Самыми массовыми из всех паразитов были личинки нематод *Anisakis* sp., с высокой степенью инвазии их отмечали у всех обследованных рыб.

Таблица 4.5.2.17 — Количественные показатели паразитарных инвазий у рыб на шельфе Западной Камчатки в 2015 г.

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %/Средняя интенсивность инвазии, экз./Пределы интенсивности, экз./Индекс обилия						
		треска	минтай	навага	камбала четырех-бугорчатая	камбала палтусовидная	камбала желтоперая	сельдь
<i>Myxosporidia gen. sp.</i>	кожа	0	0	0	23/-/-/-	0	0	0
<i>Ceratomyxa marine</i>	желчный пузырь	0	0	0	33,3/-/-/-	0	0	0
<i>Myxidium theragrae</i>	желчный пузырь	0	100/-/-/-	0	0	0	0	0
<i>Glugea punctifera</i>	мышцы	0	1,9/-/-/-	0	0	0	0	0
<i>Abothrium gadi</i>	жкт	21,4/3,3/2–5/0,7	6,7/1/1/0,07	21,4/15,7/1–24/3,3	0	0	0	0
<i>Diphyllobothrium sp.</i>	полость тела	17,2/9,1/1–21/1,6	0	0	0	1,5/1/1/0,01	0	0
<i>Nybelinia surmenicola</i>	мышцы	1,7/2/2/0,03	31/7,4/2–34/2,3	0,9/2/2/0,02	0	3/2/2/0,06	0	0
	печень	3,4/1/1/0,03	11,6/2,4/1–12/0,3	1,9/1/1/0,02	0	1,4/1/1/0,01	0	0
	полость тела	69/6,5/1–35/4,5	81,5/7,75/1–30/6,3	4,7/1,4/1–2/0,07	0	73,1/3,7/1–31/2,7	8,1/2/1–4/0,2	0
<i>Pyramicocephalus phocarum</i>	печень	0	1,9/1/1/0,02	0	0	0	0	0
	полость тела	24,1/2,3/1–5/2,3	40,8/2,2/1–6/0,9	22,6/1,75/1–3/0,4	0	0	0	0
<i>Bothriocephalus scorpii</i>	жкт	7,1/2/2/0,1	0	7,1/2/2/0,1	0	0	0	0
<i>Anisakis sp.</i>	мышцы	3,4/2/2/0,07	0	0	1,3/2/2/0,01	4,5/2,7/2–4/0,1	1,3/1/1/0,01	0

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %/Средняя интенсивность инвазии, экз./Пределы интенсивности, экз./Индекс обилия						
		треска	минтай	навага	камбала четырех-бугорчатая	камбала палтусовидная	камбала желтоперая	сельдь
	печень	12,1/1/1/0,1	60,2/5,4/1–30/3,2	2,8/1,3/1–2/0,04	7,7/1,3/1–3/0,1	19,4/1,1/1–2/0,2	1,3/1/1/0,01	2/1/1/0,02
	полость тела	62,1/3,2/1–7/3,9	77,7/6,7/1–34/5,2	27,3/1,5/1–8/0,4	2,6/1/1/0,02	28,3/4,6/1–50/1,3	4/1/1/0,04	63/4,2/1–43/2,6
<i>Pseudoterranova decipiens</i>	мышцы	8,6/2,4/2–4/0,2	0	0	5,1/2,5/1–4/0,1	0	2,7/2/2/0,05	0
	печень	5,2/1/1/0,05	0	0,9/1/1–5/0,01	12,8/1,6/1–5/0,2	0	0	0
	полость тела	20,7/1,6/1–4/0,3	0	0	5,1/1,5/1–3/0,08	0	0	0
<i>Contracaecum osculatum</i>	полость тела	28,6/3/1–5/0,8	2,9/5/1–12/0,14	21,4/2/1–4/0,4	0	6/3,2/1–5/0,2	0	0
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	жкт	7,1/1/1/0,07	6,7/1/1/0,07	7,1/1/1/0,07	0	16,7/1/1/0,2	0	0
<i>Ascarophis pacifica</i>	жкт	100/99,4/73–150/99,4	100/107,5/16–339/107,5	92,8/39,8/5–109/36,9	0	0	0	100/97,8/5–226/97,8
<i>Spirurina sp.</i>	жкт	0	0	0	33,3/5/4–6/1,7	33,3/15/9–21/5	0	0
<i>Stephanostomum sp.</i>	мышцы	0	0	0	6,4/4/2–6/0,2	56,7/27,4/2–144/15,5	86,5/22,2/2–150/19,2	0
	плавники	0	0	0	3,8/2/1–4/0,08	31,3/5,8/1–51/1,8	66,2/5,7/1–42/3,7	0
<i>Hemiurus levinseni</i>	жкт	100/21,9/9–53/21,9	100/17,5/1–52/17,5	92,8/24,1/2–110/22,3	0	0	14,3/3/3/0,4	22,2/4,5/1–8/1
<i>Brachyphallus crenatus</i>	жкт	0	20/2/1–3/0,4	14,3/1,5/1–2/0,2	0	0	0	100/24,8/6–49/24,8
<i>Derogenes varicus</i>	жкт	0	0	7,1/6/6/0,4	33/4/2–6/1,3	16,7/1/1/0,2	0	0

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %/Средняя интенсивность инвазии, экз./Пределы интенсивности, экз./Индекс обилия						
		треска	минтай	навага	камбала четырех-бугорчатая	камбала палтусовидная	камбала желтоперая	сельдь
<i>Progonus mulleri</i>	жкт	35,7/3,6/1–9/1,3	6,7/2/2/0,1	28,6/4,25/2–9/1,2	33/60/10–110/20	0	0	0
<i>Lecithaster gibbosus</i>	жкт	21,4/3/1–6/0,6	6,7/1/1/0,7	14,3/2/1–3/0,3	50/12/1–25/6	0	28,6/1,5/1–2/0,4	0
<i>Lecithophyllum botryophorum</i>	жкт	0	13,3/6/5–7/0,8	0	0	0		0
<i>Bucephalopsis gracilescens</i>	жкт	0	0	0	33,3/11/3–19/3,7	16,7/3/3/0,5	14,3/1/1/0,1	0
<i>Lepidapedon gadi</i>	жкт	21,4/3,3/2–4/0,7	0	14,3/8/2–14/1,1	0	0	0	0
<i>Steringotrema ovacutum</i>	жкт	0	0	0	0	0	28,6/1,5/1–2/0,4	0
<i>Ehinorhynchus gadi</i>	жкт	100/64,6/20–134/64,6	100/28,2/3–132/28,2	85,7/30,4/3–62/26,1	83,3/5,6/1–14/4,7	83,3/29,4/1–80/24,5	42,8/17/1–49/7,3	0
<i>Bolbosoma caenoforme</i>	жкт	0	26,7/1,5/1–3/0,4	0	0	0	0	0
<i>Corynosoma strumosum</i>	печень	1,7/3/3/0,05	0	0,9/1/1/0,01	0	0	5,4/1,25/1–2/0,07	0
	полость тела	31/5,5/2–12/1,7	2,9/2/1–3/0,06	21,7/1,7/1–6/0,4	0	0	85,1/8,6/1–54/7,3	0
<i>Corynosoma semerme</i>	полость тела	21,4/4/1–7/0,8						
<i>Corynosoma</i> sp.	печень	0	0		9/1,8/1–5/0,2	1,5/1/1/0,01	0	0
	полость тела	0	0	0	35,9/2,4/1–15/0,9	55,2/4,6/1–18/2,5	0	6/1,5/1–3/0,09
<i>Clavella irina</i>	жабры	10,3/1/1/0,1	0	7,5/1/1/0,07	0	0	0	0
<i>Clavella perfida</i>	жабры	0	12,6/2,2/1–	0	0	0	0	0

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %/Средняя интенсивность инвазии, экз./Пределы интенсивности, экз./Индекс обилия						
		треска	минтай	навага	камбала четырёх- бугорчатая	камбала палтусовидная	камбала желтоперая	сельдь
			5/0,3					
<i>Haemobaphes diceraus</i>	жабры	17,2/1/1/0,2	1/1/1/0,01	0	0	0	0	0
<i>Acanthochondria hippoglossi</i>	жабры	0	0	0	0	6/1/1/0,06	0	0
<i>Lepeophtheirus</i> sp.	жабры	0	0	0	16,7/3,5/2– 8/0,6	0	0	0

У тресковых самыми многочисленными были нитевидные нематоды *Ascarophis pacifica* и скребни *Ehinorhynchus gadi* из желудочно-кишечного тракта. У камбал зарегистрировали высокие показатели зараженности метацеркариями *Stephanostomum* sp. Этих трематод отмечали на плавниках, под кожей и в мускулатуре (рис 4.5.2.31).

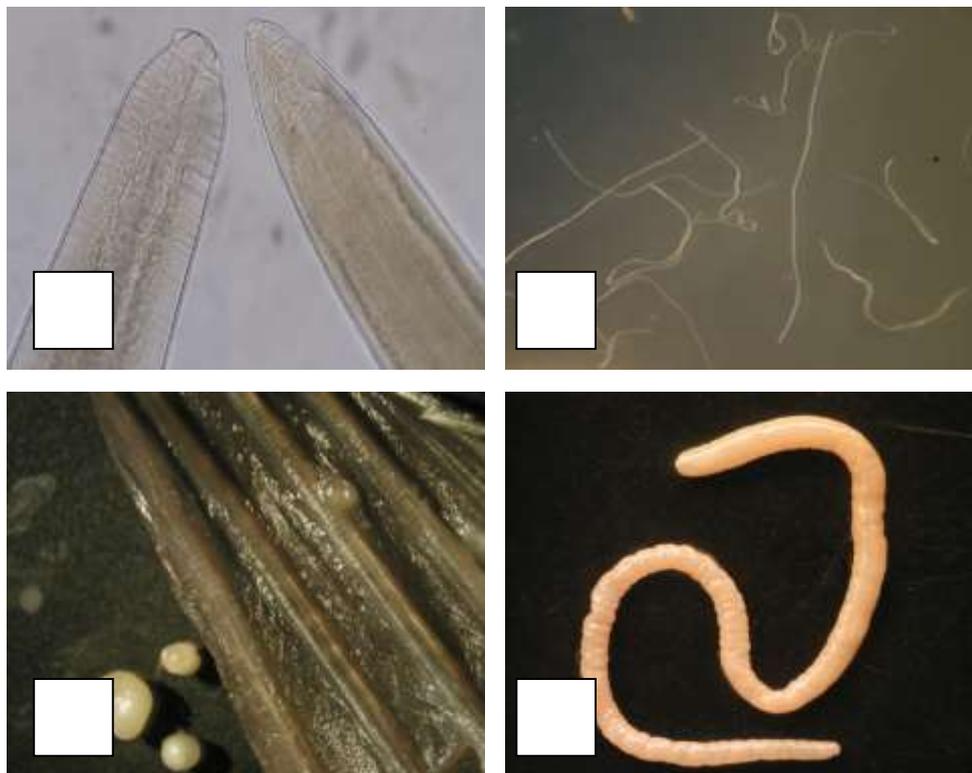


Рисунок 4.5.2.31 — Наиболее массовые паразиты в популяциях обследованных рыб: А — *Anisakis* sp.; Б — *A. pacifica*; В — *Stephanostomum* sp.; Г — *E. Gadi*

У всех обследованных видов рыб были обнаружены паразитические черви, имеющие санитарно-эпидемиологическое значение: *Diphyllobotrium* sp., *Pyramicocephalus phocarum*, *Anisakis* sp., *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum*, *Corynosoma strumosum*, *C. semerme*, *Corynosoma* sp. (рис. 4.5.2.32). При попадании личинок скребней и дифиллоботриид в организм человека, эти гельминты могут развиваться в половозрелую форму, вызывая у людей тяжелые заболевания.

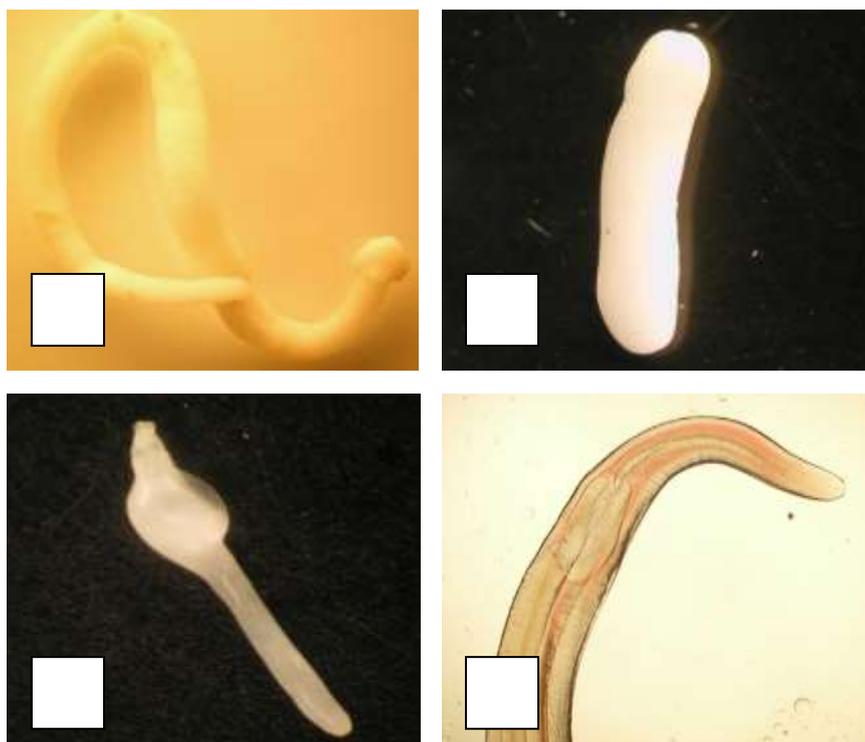


Рисунок 4.5.2.32 — Паразиты потенциально опасные для здоровья человека: А — *P. phocarum*; Б — *Diphyllobotrium* sp.; В — *C. strumosum*; Г — *P. decipiens*

Анيزакиды в организме человека продолжать жизненный цикл не могут. Но личинки могут внедряться в слизистую желудка, кишечника, вызывая на этом месте воспаление. Заболевание сопровождается острой болью. Рыба, зараженная данными гельминтами, считается «условно годной» и для нее обязателен режим обработки, гарантирующий обезвреживание от возбудителей гельминтозов человека и животных.

Такие паразиты как *Glugea punctifera*, *Nybelinia surmenicola*, *Stephanostomum* sp., локализуясь в мускулатуре рыб, снижают товарное качество рыбопродукции. В результате механического и токсического воздействия плероцеркоидов цестод *N. surmenicola* мышечные волокна приобретают бесформенную структуру, в них происходит распад миофибрилл на отдельные пучки, поперечные разрывы и некроз. При заражении рыб микроспоридиями *G. punctifera* в мускулатуре образуются мелкие, веретенообразные, беловатые цисты в которых при микроскопических

исследованиях регистрируют множество отдельных спор паразита (рис.4.5.2.33). При слабом заражении микроспоридии не оказывают заметного влияния на мышечную ткань и не ухудшают ее вкусовых качеств, но большое количество цист может негативно повлиять на товарную ценность рыб.

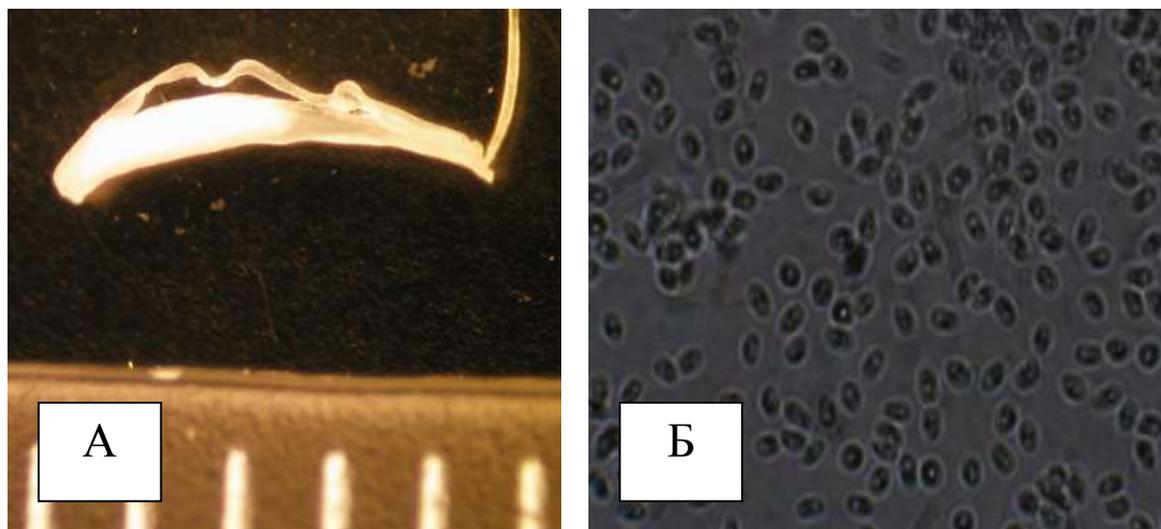


Рисунок 4.5.2.33— Микроспоридия *G. punctifera*: А — циста в мышечном волокне минтая; Б — споры (x400)

У камбал всех исследованных видов регистрировали кожные папилломатозные опухоли различного размера и локализации. Эту патологию у камбал отмечали на 10 станциях. В тех случаях, когда опухоли распространялись на плавники, отмечали их утолщение и деформацию. Папилломатозные опухоли считают доброкачественными и не опасными для жизни рыб, хотя, безусловно, рыбы с такими поражениями не имеют товарной ценности. Кроме того, эти опухоли часто травмируются, а повреждения изъязвляются и становятся воротами для вторичных инфекций. Этиология подобных опухолей не выяснена. Предположительно, это заболевание вирусной этиологии (рис.4.5.2.34).

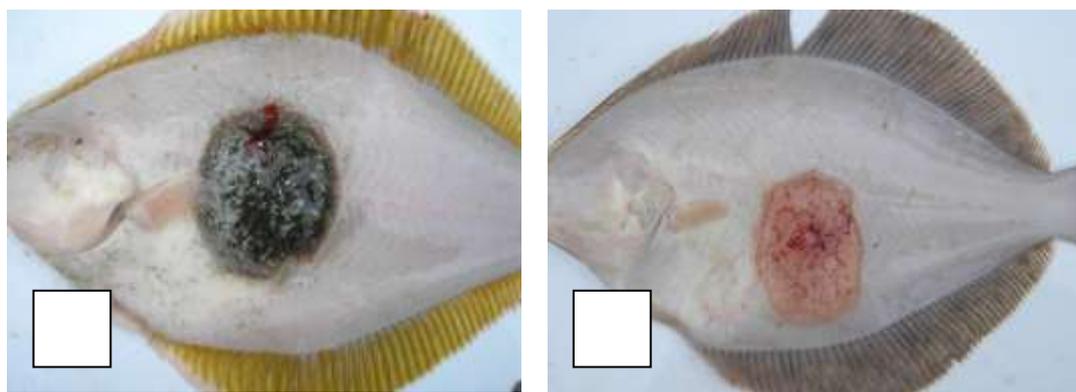


Рисунок 4.5.2.34 — Папилломатозные опухоли у камбал: А — *L. aspera*; Б — *H. elassodon*

В целом, пять из выявленных видов паразитов рыб имеют эпидемиологическое значение и способны снижать товарное качество рыбопродукции: *Anisakis* sp., *P. decipiens*, *N. surmenicola*, *Diphyllobotrium* sp., *P. phocarum*. Рыба зараженная, данными гельминтами, считается «условно годной» и для нее обязателен режим обработки, гарантирующий обезвреживание от возбудителей гельминтозов человека и животных. С целью предупреждения заражения человека упомянутыми паразитами в обязательном порядке должен проводиться контроль за распространенностью их в морепродуктах (Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации, 1997). Сильное заражение трематодами *Stephanostomum* sp. и микроспоридиями *G. punctifera*, как и наличие крупных папилломатозных пухолей на теле и плавниках рыб, снижают товарное качество рыбопродукции и приводят к ее выбраковке.

Особо опасных инвазионных агентов, способных влиять на численность популяций рыб, обнаружено не было. Учитывая относительно невысокие количественные показатели зараженности рыб паразитами, эпизоотическую обстановку в отношении возбудителей инвазионных заболеваний в районе исследований можно считать благополучной.

5. ТЕРРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морские млекопитающие. За время проведения наблюдений в 2015 г. на акватории Западно-Камчатского шельфа и верхнего участка свала глубин было отмечено не менее 3 видов китообразных: Белокрылую морскую свинью (БМС), малого полосатика (МП) и горбача (табл. 5.1). Общее распределение морских млекопитающих в районе представлено на рисунке 1.

БМС встречалась 33 раза общей численностью 279 особей (табл. 5.1). По одной встрече отмечали горбача и 2 раза малого полосатика, проходивших транзитом мимо судна (табл. 5.1, рис. 5.1). Видно, что эти животные тяготеют к глубинам более 90-100 м и их присутствие не было зафиксировано в прибрежной мелководной зоне. Такой характер распределения морских млекопитающих объясняется, прежде всего, наличием/отсутствием предпочитаемых кормовых объектов или миграциями животных.

Таблица 5.1 — Видовой состав и число отмеченных особей морских млекопитающих на Западно-Камчатском шельфе в июне-июле 2015 г.

№	Отряд	Семейство	Латинское видовое название	Русское видовое название	Кол-во встреч		Отмечено особей	
					п	%	N	%
1		Phocoenidae	<i>Phocoenoides dalli</i>	Белокрылая морская свинья	33	92	279	98,8
2	Cetacea	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Горбач	1	3	1	0,4
3			<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Малый полосатик	2	5	2	0,8
				Итого	36	100	282	100

Всего за время экологического мониторинга было отмечено не менее 282 особей морских млекопитающих, подавляющее большинство которых

было представлено белокрылыми морскими свиньями (около 99%) (табл. 5.1).

Белокрылая морская свинья (*Phocoenoides dalli*) встречалась практически на всей исследованной акватории за исключением мелководной зоны (рис. 1). Особенно часто этот вид отмечался к югу от 57° с. ш. В целом по району в 2015 г. зафиксировано не менее 279 морских свиней. Подвид дельфинов не определялся. Большая часть встреч, как и в предыдущие годы, распределялась севернее 57° с. ш. (рис. 5.1).

Поведение морских свиней было типичным для данного вида: они часто подходили к дрейфующему судну, кружились вокруг него, затем пропадали в неизвестном направлении. Так могло повторяться по несколько раз (включая и ночные часы), в зависимости от продолжительности дрейфа судна. Также морские свиньи часто подходили к судну во время переходов между станциями и сопровождали его некоторое время.

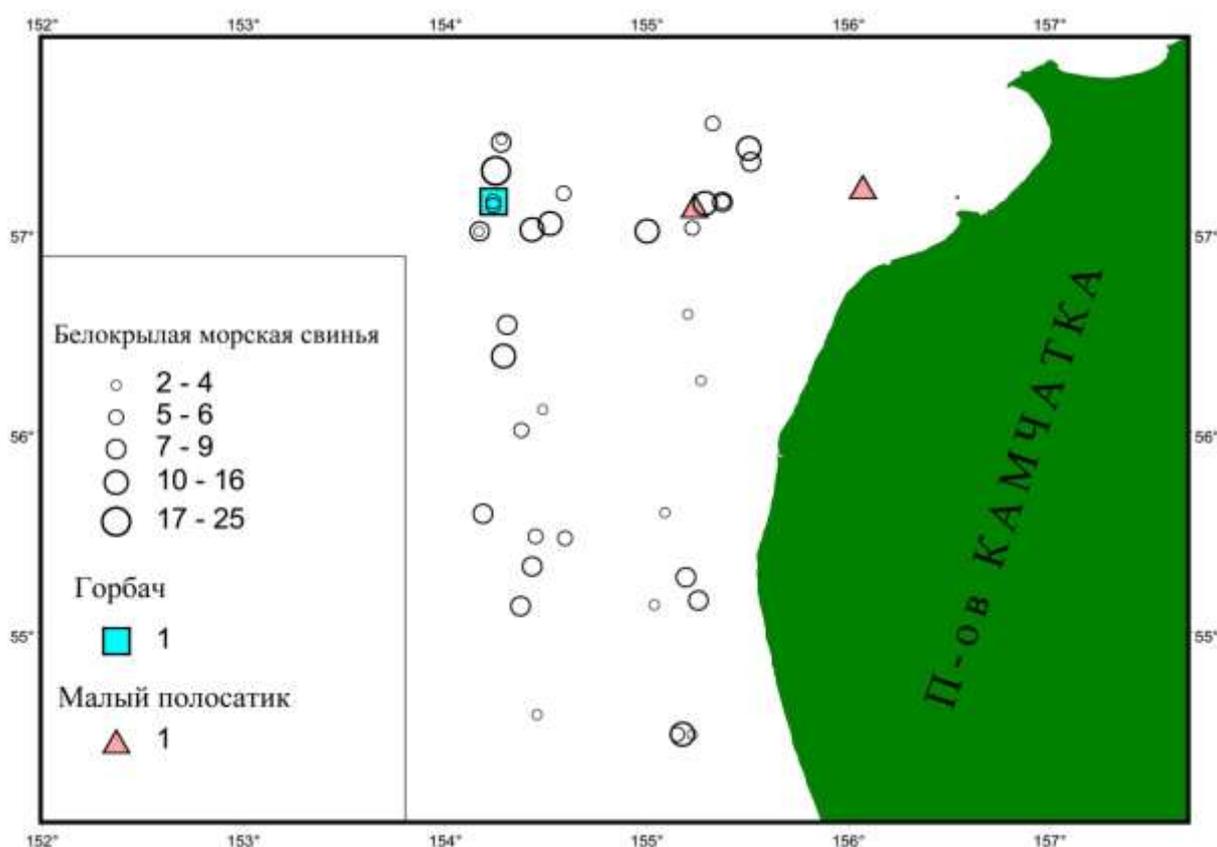


Рисунок 5.1 — Распределение китообразных на акватории Западной Камчатки в июне-июле 2015 г.

Малый полосатик (*Balaenoptera acutorostrata*) в 2015 г. отмечен два раза (рис. 1), в отличие от прошлого года, когда он был отмечен только один раз. Особенности распределения китов в 2015 г. не наблюдалось

Горбач (*Megaptera novaeangliae*) в 2015 г. Зафиксировано 1 встреча 1 животного (табл.1, рис. 1). Численность горбатых китов заметно растет в последние 20-30 лет и их встречи становятся всё более обычными в разных частях Охотского моря.

Наблюдения за встречаемостью и распределением птиц. Среди птиц наибольшую встречаемость составляли глупыши белой и темной морфы, а также чайки всех видов, в том числе и неопределенные (табл. 5.2). Редких видов, находящихся под угрозой исчезновения, в 2015 г. не отмечали.

Встречаемость глупышей в 2015 г. составляла около 65%, общей численностью 8256 особей, тонкоклювого буревестника 3%, серокрылой чайки около 16%, топориков – около 5%, тихоокеанской чайки около 5,5% (табл. 5.2). Как правило, птицы концентрировались во время выборки тралов, где они кормились выпавшей из трала рыбой при его подъеме на борт (рис. 5.2 и 5.3). Во время перемещения судна между станциями количество птиц в акватории резко снижалось.

Таблица 5.2 — Встречаемость птиц во время мониторинговых работ в июне-июле 2015 г. в Охотском море.

Вид	Встречено раз		Общее количество	
	N	%	n	%
<i>Fulmarus glacialis</i> (Глупыш)	115	65	8256	95
<i>Puffinus tenuirostris</i> (Тонкоклювый буревестник)	5	3	47	0,5
<i>Uria aalge</i> (Тонкоклювая кайра)	11	6	61	0,7
<i>Larus schistisagus</i> (Тихоокеанская чайка)	9	5	80	1
<i>Lunda cirrhata</i> (Топорик)	8	5	31	0,2
<i>Larus glaucescens</i> (Серокрылая чайка)	26	15	235	2,57
<i>Rissa tridactyla</i> (Моевка)	1	0,5	2	0,02
<i>Sterna paradisaea</i> (Полярная крачка)	1	0,5	1	0,01
Итого	176	100	8713	100

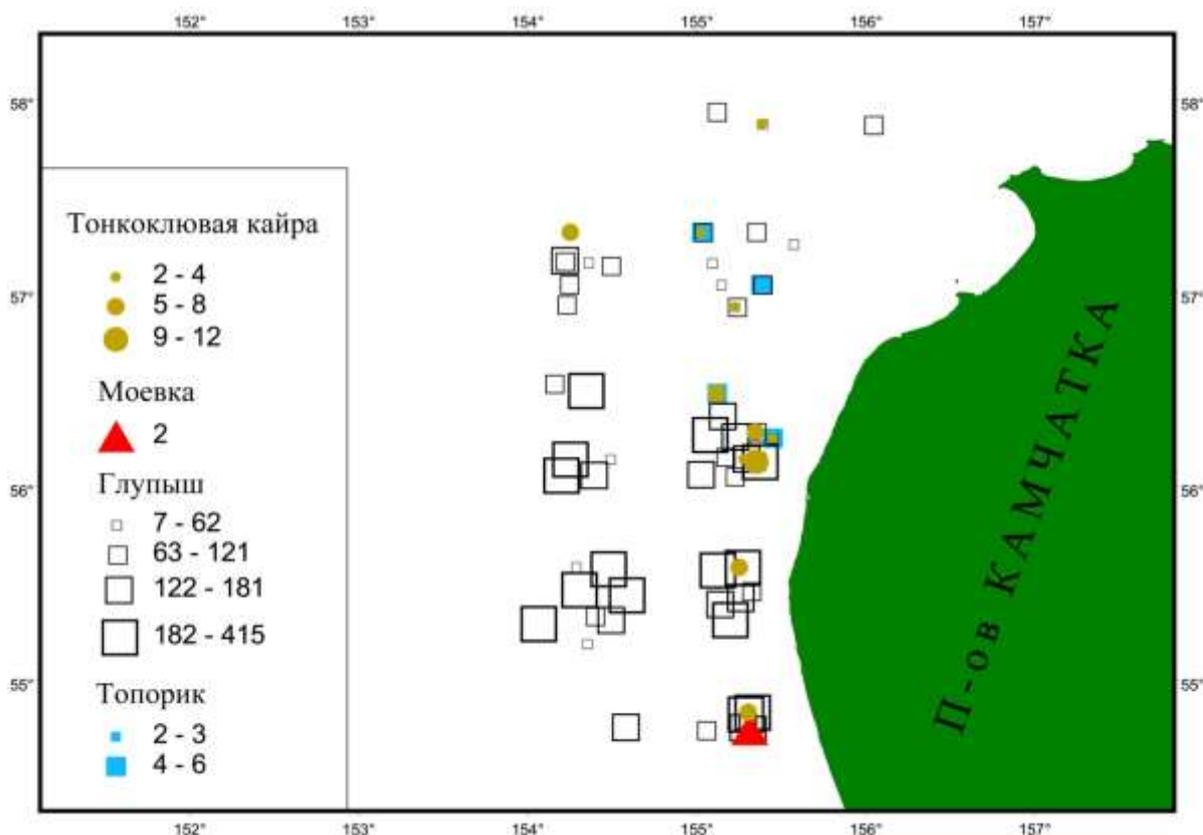


Рисунок 5.2 — Распределение и количество массовых видов птиц по станциям в период наблюдений в 2015 г.

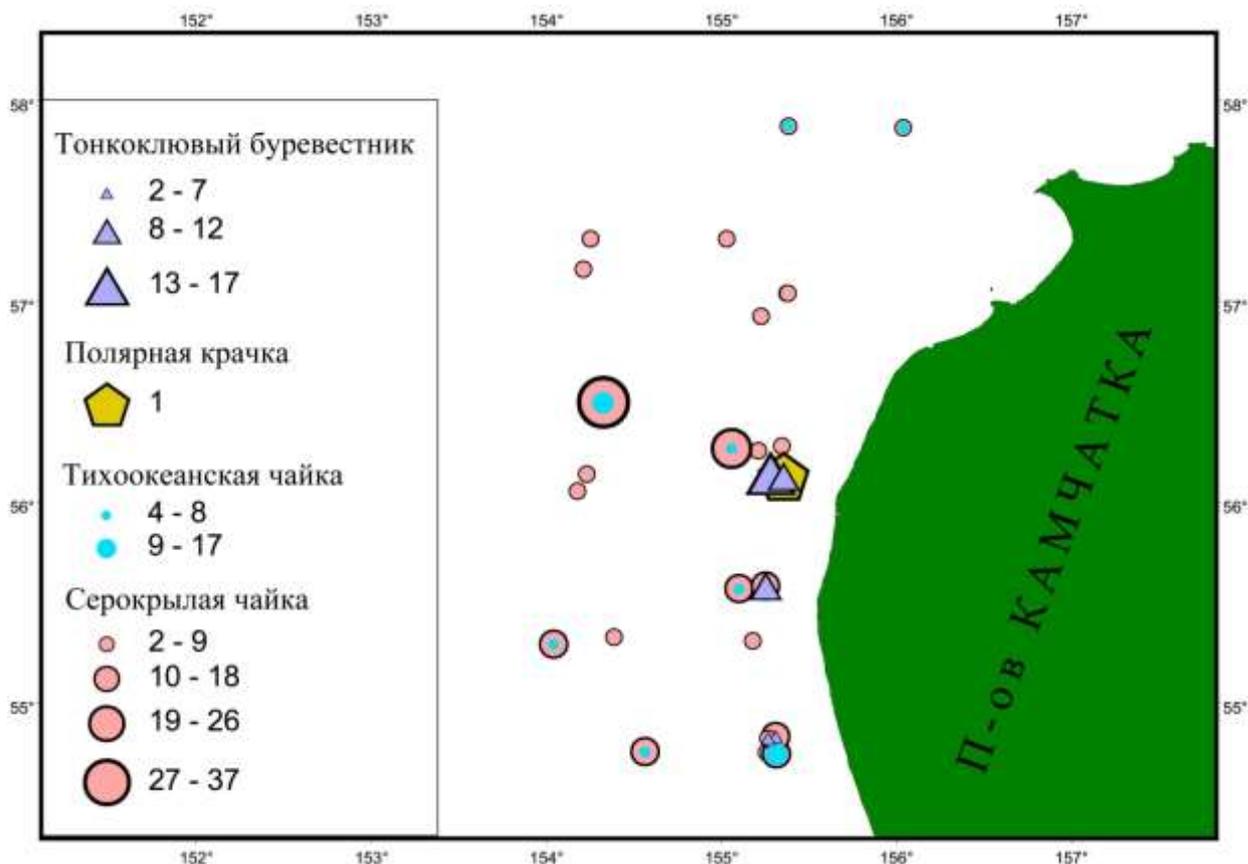


Рисунок 5.3 — Распределение и количество видов птиц, встреченных в небольшом количестве по станциям в период наблюдений в 2015 г.

В период 2015 г. на акватории Западно-Камчатского лицензионного участка отмечено не менее 282 особей морских млекопитающих, относящихся к 3 видам, из которых 1 вид занесен в Красную Книгу РФ и в Красный список МСОП.

Наибольшая концентрация птиц за время исследований в 2015 г. была отмечена в южной части лицензионного участка, между широтами 55,30 и 56,30. Преобладающим по встречаемости видов являлись глупыши, тихоокеанские и серокрылые чайки. Белоспинного альбатроса, вида находящегося под угрозой исчезновения, в 2015 г. не отмечено.

В течение всего периода наблюдений за морскими млекопитающими и птицами в охотоморских водах лицензионного участка, какого-либо существенного негативного антропогенного фактора, воздействующего на

животных, не было выявлено.

С целью дальнейшего изучения, защиты и контроля численности морских млекопитающих и авифауны, а также оценки возможных угроз рекомендуется проведение регулярных наблюдений, в первую очередь в весенне-летний и летне-осенний периоды. Мониторинг должен проводиться как на акватории непосредственно лицензионного участка, так и в прилегающих районах, включая прибрежную зону, подготовленным персоналом.

С целью предотвращения ущерба при возникновении аварий или катастроф, особенно связанных с разливом нефтепродуктов, на наш взгляд, требуется строительство реабилитационных ветеринарных центров для морских млекопитающих и птиц, как в месте выполнения работ, так и в г. Петропавловске-Камчатском.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метеорологическая обстановка в период проведения работ в 2015 г.

Во второй половине июня 2015 г. над акваторией северо-западной части Тихого океана (включая и Охотское море), поле ПАД отличалось повышенными относительно нормы значениями. Отметим, что над акваторией Охотского моря в это время располагался не глубокий центр низкого давления, но по сравнению с нормой, даже такой циклон оказался достаточно мощным. В то же время гребень Гавайского антициклона, обычно простирающий свое влияние на акваторию южной части Охотского моря, был заметно ослабленным. Большинство «южных» циклонов смещалось к востоку, не доходя до широты 50° с.ш., а слабые «континентальные» огибали Охотское море в основном по северу. При этом акватория Берингова моря оказалась в зоне действия исключительно антициклонов, что и послужило основной причиной повышения уровня ПАД, в том числе и над акваторией проведения съёмки во второй половине июня.

В июле 2015 г. над акваторией Охотского моря и прилегающими к нему районами, на фоне усиления основных центров действия атмосферы, сформировалась высокоградиентная зона ПАД. Центр Дальневосточной депрессии (ДД) и локальный центр Северотихокеанского максимума (СТМ) расположились практически на одной широте, что привело к существенному росту градиента давления как раз над акваторией Охотского моря. В период проведения работ в июле 2015 г. над Охотским морем господствовали антициклоны.

Изменение показателей качества воздуха. В результате проведенных измерений на газоанализаторе ГАНК, установлено, что во всех отобранных пробах уровень загрязняющих веществ незначителен и ниже ПДК_{мр} (предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества), даже учитывая эффект суммации, в 2 – 10 раз. Таким образом, условия в районе исследований по основным показателям воздуха могут

считаться фоновыми, как и в предыдущие годы наблюдений.

В результате проведенных исследований в 2015 году были выявлены следующие основные особенности гидрологических условий, сравнительно с многолетней информацией:

1. Термические условия на поверхности Западно-Камчатского лицензионного участка в среднем по району были выше нормы на 1 °С, в пространственном распределении аномалии температуры значения изменялись от -0,5 до 3,0 °С;

2. Значения солёности вод поверхностного слоя в среднем по обследованной акватории были близки к норме, отрицательные отклонения (до 1,0–1,5 епс) были приурочены к прибрежному шельфу, а положительные (до 0,5 епс) — к глубоководной части полигона;

3. Средние значения аномалий температуры и солёности воды на поверхности близки к 2013 и 2014 гг.;

4. Поле температуры у дна характеризовалось преобладанием положительных аномалий до +2–4 °С в прибрежной части и до +0,5–1,0 °С на среднем и внешнем шельфе.

В целом же, по измеренным гидрологическим показателям существенных отклонений от среднемноголетнего фона, которые характеризовали бы резкие климатические изменения, обнаружено не было.

Фитопланктон. В 2015 г., как и в 2014 г. съёмки на западно-камчатском лицензионном участке проходили в одинаковые сроки (конец июня - начало июля), в период «цветения» фитопланктона, соответственно, видовое богатство (77 и 83 таксона) микроводорослей фактически не различалось. В 2013 г. в заключительную фазу «цветения» видовое богатство (58 таксонов) было, соответственно, низким. Различия в видовом составе и видовой структуре между 2015, 2014 годами и 2013 г. объясняются естественными сезонными сукцессиями. Например, в 2013 г. численно доминировали диатомовые микроводоросли, а по биомассе — динофитовые. В 2014 и 2015

гг. численно и по биомассе доминировали диатомовые.

По результатам проведенных в июне–июле 2015 г. исследований в границах лицензионного участка видовой состав ихтиопланктона был сравним с таковым, определенным в 2013–2014 гг. В уловах отмечено 10 видов рыб, в т.ч. 3 вида удалось определить только до рода, принадлежащих 7 семействам. В прошлые годы в пробах было зарегистрировано 11 видов. Как и в 2013–2014 гг., в этом году в пробах среди икринок абсолютно доминировала желтоперая лиманда (*Limanda aspera*), а среди личинок — минтай (*Theragra chalcogramma*). Можно заключить, что в исследуемые годы ихтиопланктонные сообщества в границах лицензионного участка находились под преимущественным влиянием естественных факторов среды.

В 2015 г. численность зоопланктона была несколько ниже, чем в предыдущие годы. Доминирующее положение, как и прежде, занимали веслоногие рачки. В текущем году был обеднен видовой состав медуз, по сравнению с таковым в предыдущие годы; совсем не было ветвистоусых рачков; среди копепод не было встречено прибрежного вида *Centropages abdominalis*, среди эвфаузиид – *Thysanoessa longipes*. Чем вызваны подобные изменения пока трудно предположить. Возможно просто имеет место межгодовая флуктуация.

Исследования, проведенные в 2013-2015 гг. показали, что максимальные значения суммарных средних численности и биомасс бентосных беспозвоночных приходились на 2013г. Так например, в 2013 г. представители класса полихет (*Annelida*) насчитывали 111 видов, в 2014 г – 139 видов многощетинковых червей, в пределах лицензионного участка в 2015 г отмечено 125 видов *Polychaeta*, отнесенных к 92 родам, 31 семействам. В 2013 г. отмечено 16 групп представители бентоса (не относящиеся к основным группам), в 2014 г. – 9 групп, 2015 г. – 6 групп донных беспозвоночных. Таким образом, в видовом составе донной фауны, как и зоопланктона возможны изменения в сторону их увеличения или уменьшения. Это может быть связано

с тем, что они являются пищевыми объектами пелагических и донных видов рыб и крабов, соответственно.

Первичная продукция. В 2015 г. показали, что не только на поверхности, но и на горизонтах, расположенных ниже зоны фотосинтеза, например, на 50 м и у дна располагаются скопления живых способных к фотосинтезу микроводорослей. Суточная первичная продукция (ПП) фитопланктона в среднем для акватории в 2013 г. составила 109 мгС/м², в 2014 г. — 1340 мгС/м², в 2015 г. — 1570 мгС/м². Динамика значений ПП укладывается в рамки сезонных изменений этого параметра. Минимум — в период затухания «цветения» (2013 г.) максимум — во время активного развития фитопланктона (2014, 2015 гг.). Распределение областей активно продуцирующего фитопланктона оставалось относительно постоянным в течение трех лет наблюдений.

Проведенные в 2015 году исследования гидрохимического статуса акватории Западно-Камчатского лицензионного участка выявили следующие особенности загрязнения воды, в сравнении со среднемноголетними:

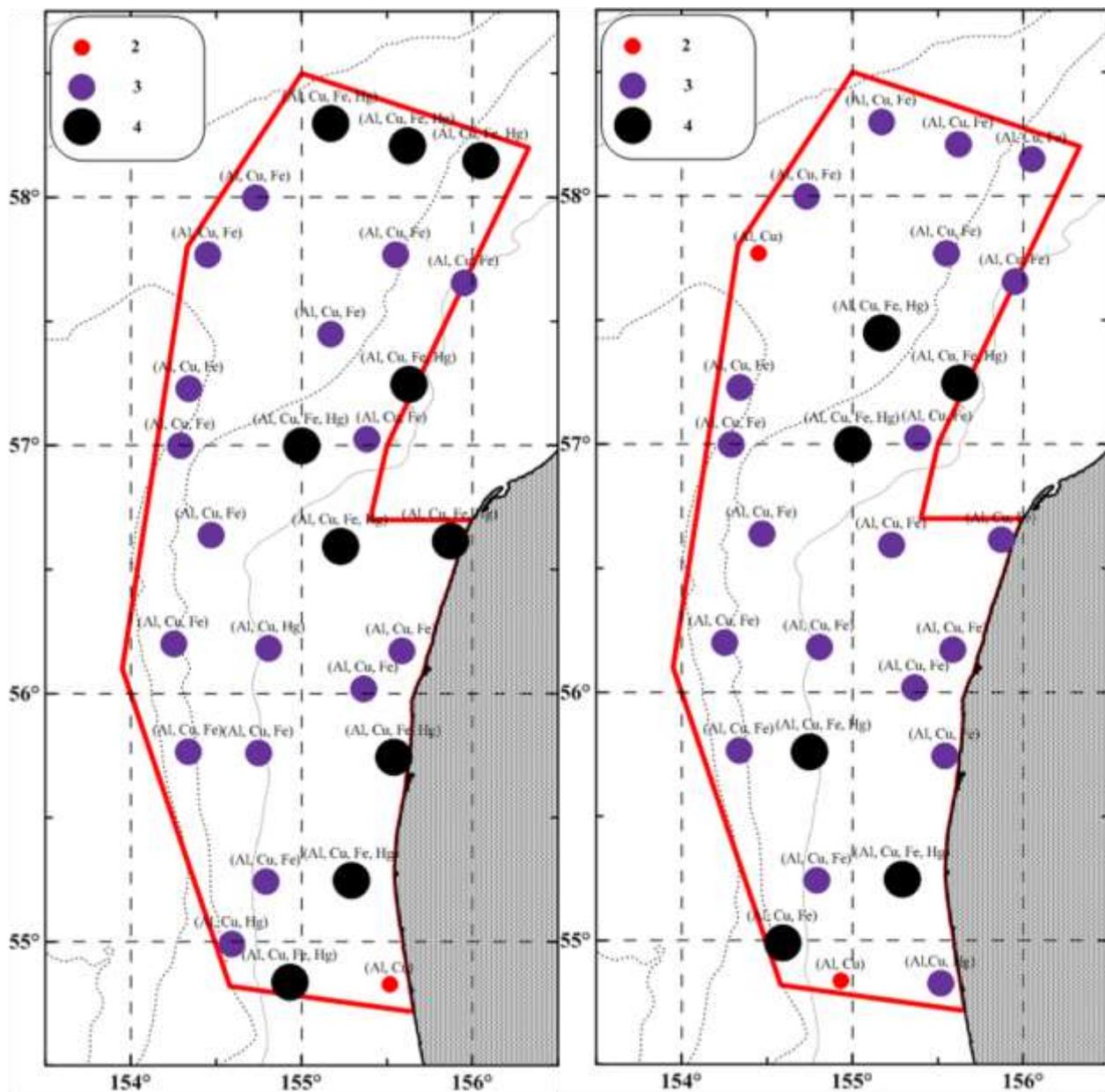
- основные гидрохимические показатели качества вод, такие как рН, БПК₅, общая щелочность, содержание сульфатов, гидрокарбонатов, взвешенных веществ находились на уровне среднемноголетних значений;

- в распределении биогенных элементов в воде акватории лицензионного участка заметных отклонений от показателей прошлых лет также не выявлено;

- фенолы и фенолпроизводные, хлорорганические соединения, бенз[а]пирен и нефтепродукты в воде не обнаруживаются с 2013 года по текущее время;

- существенные отклонения от среднемноголетних показателей были выявлены в уровнях содержания в воде меди и алюминия. Так в 2015 году отмечено превышение ПДК по меди по всей акватории лицензионного участка и значительное повышение содержания алюминия. Содержание железа и

ртути стабильно высокое, с превышением ПДК на отдельных станциях отбора проб (рис. 6.1).



1. а

2. б

Рисунок 6.1 – Карта-схема распределения загрязняющих веществ, по которым обнаружено превышение ПДК в морской воде в слое 0 м (а) и дно (б) на акватории Западно-Камчатского Лицензионного участка в 2015 году. **Красным** цветом обозначены, станции, на которых превышение ПДК зарегистрировано только для двух загрязняющих агентов, **фиолетовым** – для трех, **черным** – для четырех. В скобках приведены химические формулы

поллютантов, для которых обнаружено превышение ПДК.

Превышение ПДК по меди зарегистрировано во всех пробах как в поверхностном так и придонном слое, более чем в половине проб – до 10 раз. В пространственном распределении выявлен ярко выраженный градиент увеличения концентрации меди в направлении с юга на север. Средние величины содержания меди в поверхностном и придонном слое мало отличались и составили 0,045 и 0,047 мг/дм³, соответственно.

Среднее по акватории содержание алюминия составило 0,26 мг/дм³, что превышает установленный нормативными документами ПДК более чем в 6 раз.

Горизонтальные распределения алюминия для поверхностного и придонного слоев аналогичны и показывают равномерное повышение концентрации в направлении с юга на север.

При установленном нормативе ПДК на железо для рыбохозяйственных водоемов в 0,05 мг/дм³ незначительное превышение этого норматива наблюдалось в 89% проб, в 27% – почти в два раза. Распределение железа для слоев 0 м и дно практически одинаково, показывая области высоких концентраций в северной части полигона и на глубоководных станциях на западе акватории.

Средняя измеренная концентрация ртути в поверхностном слое акватории ЗКЛУ составила 0,00014 мг/дм³. Наблюдали незначительный разброс концентраций, от практически аналитического нуля до 0,0005 мг/дм³. Четыре пробы воды, взятые в северной части лицензионного участка со станций 71, 73, 74 и 75 показали максимальное по полигону содержание ртути на уровне ПДК (0,0005 мг/дм³).

При сегодняшнем высоком употреблении меди в промышленности и сельское хозяйство, этот металл может послужить причиной загрязнения окружающей среды. Химические, металлургические заводы, шахты могут

быть источниками сточных вод с большим содержанием меди. Процессы эрозии трубопроводов тоже имеют свой вклад в загрязнении медью. Самыми важными минералами с большим содержанием меди считаются малахит, борнит, халькопирит, халькозин, азурит, бронтантин. Но ЗКЛУ находится у западного побережья Камчатки, с очень низкой плотностью населения и незначительной хозяйственной деятельностью. Основное негативное воздействие на акваторию этого района может оказывать добывающий флот, но это в основном были бы нефтепродукты.

Поэтому предположительно, наиболее вероятная причина – это вымывание тяжелых металлов из грунтов. Повышенные концентрации в воде соединений железа и ртути большей частью связаны не с антропогенным влиянием, а с природными факторами формирования и характерны в целом для поверхностных вод Дальневосточного региона. Превышение содержания соединений алюминия в морской воде также скорее всего обусловлено природными факторами формирования поверхностных вод Дальневосточного региона и связано с частичным растворением глин и выщелачиванием алюмосиликатов.

Проведенные в 2015 году исследования донных отложений в акватории Западно-Камчатского лицензионного участка выявили следующие особенности загрязнения донных отложений, в сравнении со среднемноголетними:

- отмечено незначительное понижение pH морских грунтов;
- содержание ПХБ в грунтах донных отложений увеличилось в среднем в три раза по сравнению с 2014 годом, но все равно было ниже зарегистрированных значений 2013 года;

ПДК для донных отложений до сих пор не разработаны, поэтому мы можем говорить только о некоторой динамике в изменениях концентраций загрязняющих веществ. Накопление ПХБ может быть результатом активного промысла рыб и беспозвоночных в ЗКЛУ, что связано с большой плотностью

добывающих судов и отходами их производства. В остальном, необходимо проанализировать состав грунтов в акватории ЗКЛУ и проследить за химизмом их формирования.

- содержание нефтепродуктов, абсорбированных донными отложениями в акватории лицензионного участка в 2015 году значительно, в несколько десятков раз, уменьшилось, в сравнении со среднемноголетними показателями. В 2015 году нефтепродукты в морских грунтах представлены в следовых количествах;

- значительно уменьшилось содержание хлорорганических пестицидов, и в 2015 г, в отличие от прошлых лет, на акватории лицензионного участка ХОП аналитическими методами обнаружены не были;

- количество кадмия в акватории исследуемого полигона в 2015 году уменьшилось более чем в три раза. Обратную динамику показало содержание ртути, для которой найденные концентрации оказались выше в 2 раза. Почти в половину уменьшилось содержание мышьяка и свинца. Содержание других токсичных металлов в донных отложениях сильных отклонений от среднемноголетних значений не претерпело.

Проведенные в 2015 году исследования загрязнения гидробионтов в акватории Западно-Камчатского лицензионного участка выявили следующие особенности, в сравнении со среднемноголетними:

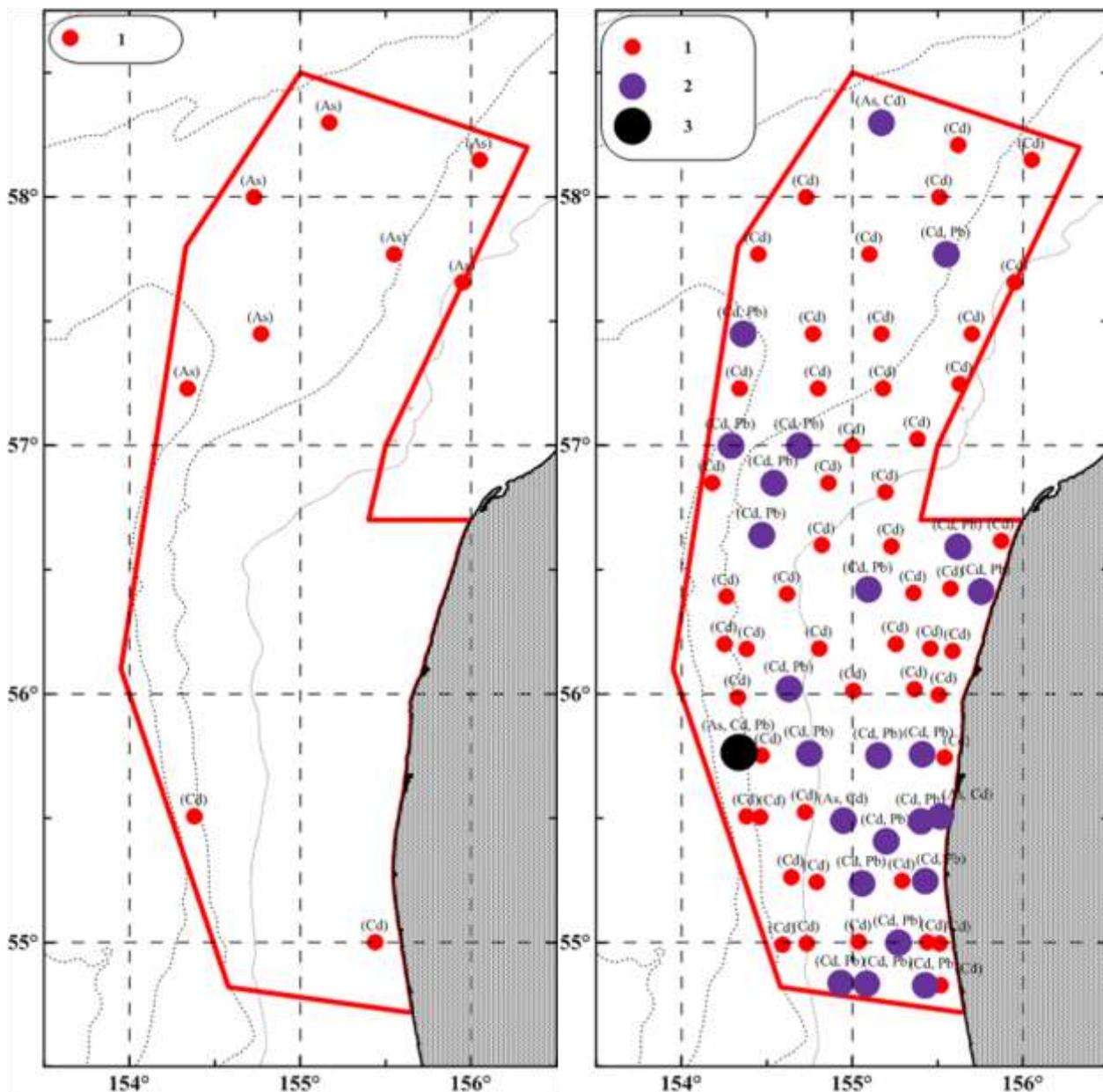
- содержание свинца и мышьяка в тканях гидробионтов уменьшилось почти в половину, по сравнению с показателями прошлых лет;

- уровни содержания кадмия и ртути практически не изменились. Концентрация кадмия в тканях гидробионтов повсеместно превышает установленный нормативами показатель ПДК (рис. 6.2);

- радиоактивность проб гидробионтов осталась на фоновом уровне, никаких отклонений в радиационной обстановке не обнаружили;

- содержание хлорорганических пестицидов и ДДТ, также как и в прошлые годы было ниже предела обнаружения аттестованных методов.

Концентрации кадмия в тканях гидробионтов находились в пределах от нуля до 2,100 мг/кг для рыб и 0,450 – 6,400 мг/кг для беспозвоночных. Каких-либо закономерностей в распределении содержания кадмия в обоих случаях не выявлено.



3. а

4. б

Рисунок 6.2 – Превышение ПДК в рыбах (а) и беспозвоночных (б) на акватории Западно-Камчатского Лицензионного участка в 2015 году. **Красным** цветом обозначены, станции, на которых превышение ПДК зарегистрировано только для одного загрязняющего агента, **фиолетовым** –

для двух, **черным** – для трех. В скобках приведены химические формулы поллютантов, для которых обнаружено превышение ПДК.

При этом в 19% проб тканей рыб и 12% проб тканей беспозвоночных выявлено превышение установленного СанПиНом 2.3.2.1078-01 ПДК (0,1 мг/кг для рыбы, 2,0 мг/кг для беспозвоночных), в отдельных случаях до трех раз. В одном случае, для пробы рыбы, взятой в прибрежной полосе в южной оконечности полигона зафиксирована экстремально высокая концентрация кадмия 2,100 мг/кг, с превышением ПДК более чем в 20 раз.

Загрязнение кадмием может возникнуть во время выщелачивания почв, при разложения разных микроорганизмов которые его накапливают, а также из-за миграции из медных и полиметаллических руд.

Также присутствует антропогенная составляющая в загрязнении этим металлом. Сточные воды с разных предприятий занимающихся рудообогатением, гальваническим, химическим, металлургическим производством могут содержать большие количества соединений кадмия. Естественные процессы по снижению уровня соединений кадмия являются сорбция, его потребление микроорганизмами и выпадение в осадок малорастворимого карбоната кадмия. В растворе, кадмий находится, как правило, в форме органо-минеральных и минеральных комплексов. Сорбированные вещества на базе кадмия - важнейшие взвешенные формы этого элемента. Очень важна миграция кадмия в живых организмов (гидробиониты). Стоит отметить, что превышение ПДК кадмия было обнаружено у беспозвоночных – морских звезд, активных донных фильтраторов, способных накапливать разные микроэлементы. У рыб же превышения показателей ПДК по тяжелым металлам незначительные (за исключением единичных превышений) в пределах ПДК или чуть выше.

Состояние промысловой ихтиофауны и беспозвоночных.

В результате проведенных в 2015 г. ихтиологических исследований на лицензионном участке на площади 40407 км² в составе уловов было зарегистрировано 110 видов рыб из 24 семейств. В 2013–2014 гг. в уловах было отмечено 91 и 106 видов из 21 и 24 семейств, соответственно. Как и в предыдущие годы, основа видового разнообразия приходилась на долю 5–6 семейств: Рогатковых, Липаровых, Бельдюговых, Камбаловых, Стихеевых и Лисичковых.

По результатам траловой съемки в 2015 г общая численность рыб на участке шельфа у западного побережья Камчатки оценена в 6 232 869 тыс. экземпляров, что несколько меньше зарегистрированной численности в 2013 и 2014 гг.

В 2015 г общая биомасса рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки (1 108 155 т) находилась на уровне прошлого года (1 192 348 т) и была значительно ниже оценок 2013 г. (рис. 6.4). В 2015 г. более 70% этой величины пришлось на минтай, навагу, многоиглого керчака, желтоперую и сахалинскую камбалы. По сравнению с 2013–2014 гг. доля сельди и трески в уловах снизилась, а наваги и многоиглого керчака, напротив, возросла.

В 2015 г общая биомасса рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки (1 108 155 т) находилась на уровне прошлого года (1 192 348 т) и была значительно ниже оценок 2013 г. (рис. 6.4). В 2015 г. более 70% этой величины пришлось на минтай, навагу, многоиглого керчака, желтоперую и сахалинскую камбалы. По сравнению с 2013–2014 гг. доля сельди и трески в уловах снизилась, а наваги и многоиглого керчака, напротив, возросла.

В 2015 г общая биомасса рыб на обследованном участке у западного побережья Камчатки (1 108 155 т) находилась на уровне прошлого года (1 192 348 т) и была значительно ниже оценок 2013 г. В 2015 г. более 70% этой величины пришлось на минтай, навагу, многоиглого керчака, желтоперую и

сахалинскую камбалы. По сравнению с 2013–2014 гг. доля сельди и трески в уловах снизилась, а наваги и многоиглого керчака, напротив, возросла.

Самым распространенным видом из беспозвоночных на акватории ЗКЛУ является камчатский краб. Распределение и глубины скоплений всех функциональных групп камчатского краба в 2015 г., по сравнению с предыдущими годами исследований, не изменилось. В целом, уловы всех функциональных групп камчатского краба снижались с увеличением глубины, достигая минимальных значений в пределах изобат 120–200 м. Численность и плотности распределения разных функциональных групп камчатского краба в пределах Западно-Камчатского лицензионного участка, в сравнении с 2013 и 2014 гг., повсеместно снизились.

Максимальные уловы промысловых самцов синего краба в 2015 г. значительно увеличились. Распределение скоплений не изменилось. В сравнении с 2014 г., в уловах увеличилась доля промысловых самцов. Во все годы исследований краб-стригун бэрди и краб-стригуна опилио отмечены в пределах исследуемой акватории единично, скоплений видов не отмечено. Как численность, так и плотность распределения функциональных групп из года в год значительно меняются. Максимальные средние уловы промысловых самцов четырехугольного волосатого краба во все годы работ отмечены на глубинах 30–45 м. В сравнении с двумя предыдущими годами, численность волосатого краба находится на среднем уровне.

В 2015 гг. в сравнении с предыдущими годами, численность всех функциональных групп равношипного краба выросла очень значительно.

В отличие от 2013 и 2014 гг., максимальные средние уловы кукумари в 2015 г. были выше и наблюдались на значительно больших глубинах (80–120 м). Соответствующим образом в 2015 г. выросла и оцененная биомасса кукумари в пределах западно-камчатского лицензионного участка.

Прилов других видов крабов и креветок в трале в 2015 г. был менее разнообразен, чем в 2014 г. Его видовой состав был близок таковому 2013 года.

На рисунке 6.3. представлена карта-схема видовой разнообразия гидробионтов (промысловые рыбы и беспозвоночные) на ЗКЛУ в 2015 г.

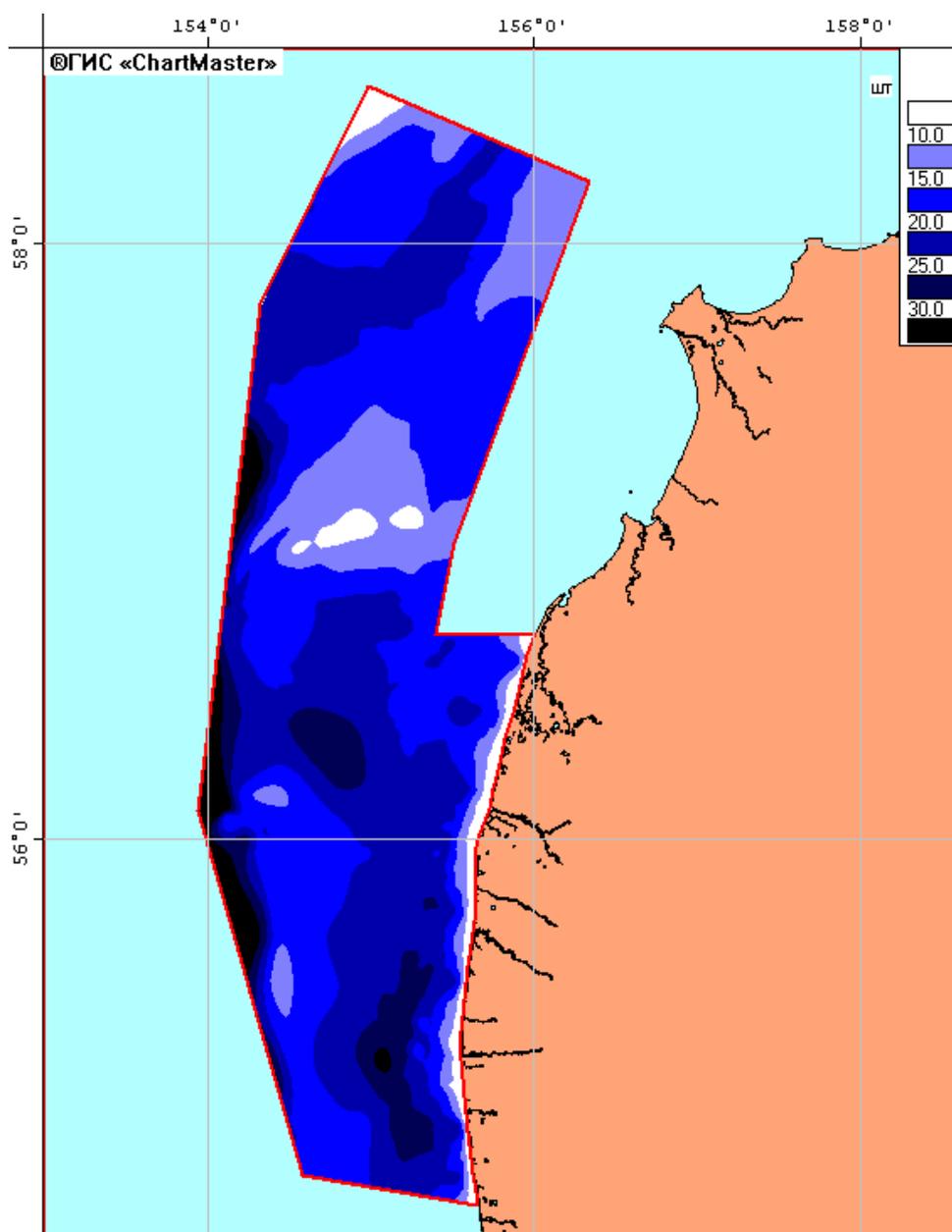


Рисунок 6.3 – Карта-схема пространственного распределения видовой разнообразия гидробионтов (рыбы и беспозвоночные) на акватории ЗКЛУ в 2015 г.

Основное ядро видового разнообразия приходится на южный прибрежный участок, где обитает более 30 видов гидробионтов, включая и камчатского краба, наиболее ценного и уязвимого объекта промысла. Центральная и западная глубоководные части участка также отличаются видовым разнообразием. Основа видового разнообразия приходится на долю 6 семейств: Рогатковых, Липаровых, Бельдюговых, Камбаловых, Стихеевых и Лисичковых.

Пространственное распределение общей биомассы гидробионтов на ЗКЛУ в 2015г. несколько отличается от их видового распределения (рисунок 6.4).

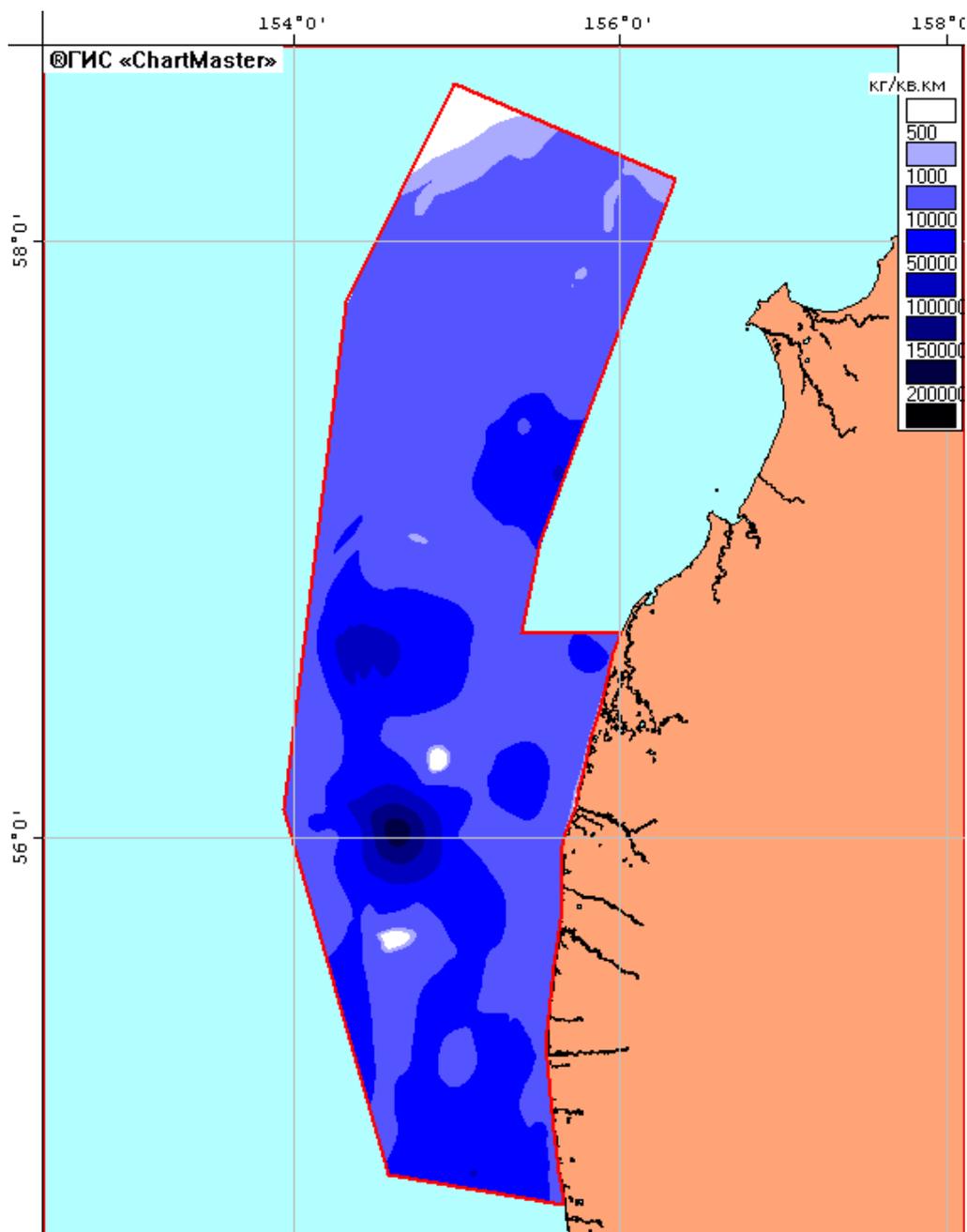


Рисунок 6.4 – Карта-схема пространственного распределения общей биомассы гидробионтов на акватории ЗКЛУ в 2015 г.

Так в южной части участка биомасса достаточно высокая не только в прибрежной части. Максимальная биомасса отмечена в центральной части района исследований в районе изобаты 56°0'. Более 70% биомассы приходится на минтай и мойву. А из донных рыб, как и в прошлые годы, в

уловах преобладали: сахалинская камбала, навага, желтоперая камбала и группа палтусовидных камбал.

Флуктуации численности гидробионтов в сторону повышения или понижения их численности и биомассы являются естественным процессом, в 2015 г. сообщества гидробионтов в границах лицензионного участка также находились под преимущественным влиянием естественных факторов среды.

Ихтиопатология. В 2015 г. в районе исследований обнаружили заражение мускулатуры крабов-стригунов метацеркариями трематод, которого прежде не отмечали. В целом, спектр заболеваний, зарегистрированных у промысловых ракообразных в 2015 г. был уже, чем в предыдущие годы. Так, не выявили микозных инфекций и инвазии крабов микроспоридиями родов *Ameson* и *Hepatospora*. Превалентность инвазии микроспоридиями рода *Thelohania*, паразитическими динофлагеллятами рода *Nematodinium* (горькая болезнь), корнеголовым раком *Briarosaccus callosus*, а также герпес-вирусной инфекции остаются на низком среднемноголетнем уровне. Самыми распространенными инфекционными заболеваниями ракообразных остаются абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса и панцирная болезнь.

Видовой состав паразитов, обнаруженных в 2015 г. у промысловых рыб увеличился до 35 видов. Самыми массовыми из паразитов у всех видов рыб являются личинки нематод *Anisakis* sp. У тресковых рыб также отмечали зараженность нематодами *Ascarophis pacifica* и скребнями *Echinorhynchus gadi*. Среднемноголетние показатели зараженности камбал метацеркариями *Stephanostomum* sp. и доля рыб с папилломатозными опухолями относительно невелики. Как и в предыдущие годы исследований по степени зараженности паразитами на первом месте остаются минтай и треска, на последнем – тихоокеанская сельдь.

Повышение видового состава паразитов зависит от обследованных видов гидробионтов, в 2015 г. кроме массовых видов промысловых рыб на исследования отбирали представителей донной флоры, ранее не

обследованных, видовой состав паразитов этой группы рыб намного богаче, чем у пелагических.

В период 2015 г. на акватории Западно-Камчатского лицензионного участка отмечено не менее 282 особей морских млекопитающих, относящихся к 3 видам, из которых 1 вид занесен в Красную Книгу РФ и в Красный список МСОП (Приложение 1).

Наибольшая концентрация птиц за время исследований в 2015 г. была отмечена в южной части лицензионного участка, между широтами 55,30 и 56,30. Преобладающим по встречаемости видов являлись глупыши, тихоокеанские и серокрылые чайки. Белоспинного альбатроса, вида находящегося под угрозой исчезновения, в 2015 г. не отмечено.

В течение всего периода наблюдений за морскими млекопитающими и птицами в охотоморских водах лицензионного участка, какого-либо существенного негативного антропогенного фактора, воздействующего на животных, не было выявлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Awakura T. On the parasites and parasitic diseases of salmonid fish in Hokkaido // Fish Pathol. 1980. Vol. 4. № 4. P. 207–209.

Bryan A. Franz, Ewa J. Kwiatkowska, Gerhard Meister and Charles R. McClain (2007). The utility of MODIS-Terra for ocean color applications. Proc. SPIE, 6677

Chao, Y., Z. Li, J. D. Farrara, and P. Huang: Blended sea surface temperatures from multiple satellites and in-situ observations for coastal oceans, 2009: Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 26 (7), 1435-1446, 10.1175/2009

Chilton D.E., Bemish R.J. Age determination methods for fishes studied by the ground fish program at the Pacific Biological Station Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 1982. V. 60. 102 p.

Fagerholm H.P. Parasites of fish in Finland. VI Nematodes. // Inst. of Parasitol Abo Academi. 1982. 128 p.

Guide to the parasites of fishes of Canada. Crustacea / Eds. L. Margolis & Z. Kabata // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 1988. №. 101. Part II. 95 p.

Identifying marine diatoms and dinoflagellates. 1996. San Diego: Academic Press. 598 c.

Identifying Marine Phytoplankton. 1993. San Diego: Academic Press. 858 p.

Jacobsen K.B., Berland B. Fiskenenmatoder som arsak til akutt og kronisk gastroenteritt med vevseasinofili // Nord. Med. 1969. Vol.82, No. 36. P. 1104-1111.

Lepskaya E.V, Dekstein A.B., Kolomeitsev V.V., Shaginyan A.E., Zaochny I.A. 2008. Diatom plankton in the Okhotsk sea coastal waters adjacent Kamchatka in 2004-2006: composition, abundance, biomass, dynamics // Abstract book, 20th International Diatom Symposium (7-13 September 2008 Dubrovnik, Croatia). P. 176.

Report from Workshop on Ageing Methodology of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) // Alaska Fish. Center Proc. Rep. Seattle, Washington. 1991. 91–06. 23 p.

Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2012

Антонов Н.П., Дьяков Ю.П. и др. Состояние биологических ресурсов восточной части Охотского моря и некоторые проблемы их динамики. Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения. Материалы региональной научно-практической конференции 23-25 ноября 2004 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004 – С 114-128.

Артюхин, Ю.Б. Морские птицы и млекопитающие Дальнего Востока России (полевой определитель)/ Ю.Б. Артюхин, В.Н. Бурканов - М.: Изд-во АСТ, 1999. - 224 с.

Атлас «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана» // Изд-во ВНИИГМИ-МЦД. <http://data.oceaninfo.info>

Атлас морских млекопитающих СССР 1980. // Отв. ред. Земский В.А. М., 184 с.

Балыкина Н.В., Винников А.В., Максименков В.В. Ихтиопланктон восточной части Охотского моря в мае-июне 1987 г. // Вопр. Ихтиологии. 1991. Т. 31. Вып. 1. С. 158-161.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. Географическая информационная система «Картмастер»// Рыбное хоз-во. 2007. №1. С. 96-99.

Биология океана. 1977. Т. 1. Биологическая структура океана. (Ред. М.Е. Виноградова. М.: Наука. 399

Борец Л.А. Донные ихтиоцены Российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение // Владивосток: Тинро-центр. 1997. 217 с.

Борец Л.А. Состав донных рыб на шельфе Охотского моря // Биология моря. 1985. №4. С. 54-59.

Бродский К.А. 1948. Свободноживущие веслоногие рачки Японского моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 26. С. 3-310.

Бродский К.А. 1950. Веслоногие рачки Calanoida дальневосточных

морей СССР и полярного бассейна. М.-Л.: АН СССР. 442 с.

Бродский К.А. Районирование Дальневосточных морей и сопредельных вод Тихого океана на примере изучения фауны веслоногих рачков (Calanoida) // Тр. проблем и тематич. совещания. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 1. С. 32–38.

Бурдин, А.М. Морские млекопитающие России: справочник-определитель / А.М. Бурдин, Филатова О.А., Хойт Э. - Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 2009. - 210 с.

Верхунов А.В. 1997. Развитие представлений о крупномасштабной циркуляции Охотского моря. // Экология морей России. Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. М.: Изд-во ВНИРО. С. 8-19.

Волков А.Ф., Ефимкин А.Я. Современное состояние планктонного сообщества эпипелагиали Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 355–407.

Гаевская А.В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2004. С. 237.

Герасимов Ю.Н. Остапенко В.А. 2006. Материалы по гнездящимся птицам Юго-Западной Камчатки // Биология и охрана птиц Камчатки. М. Вып. 7. С. 31-46.

Гидрометеорологическая карта Охотского моря. Л: ГУНИО МО СССР. - 1990. Т.IX. - Вып. 1. - С. 25-75.

Гидрометеорологические условия // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9 — Охотское море. Вып. 1. С-Пб.: Гидрометеоиздат. 1993. 343 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей. - Охотское море. С-Петербург: Гидрометеоиздат. 1998, том 9, вып.1. Гидрометеорологические условия, 342с.

Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9 — Охотское море. Вып. 2. С-Пб.: Гидрометеоиздат. 1993. 168 с.

Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. М.: Государственное изд-во «Советская наука». 652 с.

Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.

Горбунова Н.Н. Размножение и развитие минтая // Тр. ИОАН СССР. 1954. Т. 11. С. 139-195.

ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация

Григорьев С.С. Летний ихтиопланктон прикамчатских вод Охотского моря // Тр. Камч. фил-ла Тихоокеанского инсти-та геогр-ии ДВО РАН. 2004. Вып. V. С. 37-46.

Григорьев С.С. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы): Атлас-определитель // Владивосток, Дальнаука, 2007. 331 с.

Дашко Н.А. Метеорологический режим // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т.9. Охотское море. Вып.1 Гидрометеорологические условия. – Л. Гидрометеиздат, 1998, с.25-91.

Дашко Н.А. Метеорологический режим// Гидрометеорология и гидрохимия морей. Охотское море. Гидрометеорологические условия. - С. Пб.: Гидрометеиздат, 1998, - 48. Добровольский А. Д., Владимирцев Ю. А. Конвективное перемешивание в морях СССР // Вести. Моск. ун-та. Сер. Геогр. 1973. № 5. с. 13—19.

Диатомовые водоросли России и сопредельных стран (ископаемые и современные). 2002. Т. II. Вып. 3. С.-Пб.: Изд-во С.-Петербургского университета. 112 с.

Диатомовые водоросли России и сопредельных стран (ископаемые и современные). 2006. Т. II. Вып. 4. С.-Пб.: Изд-во С.-Петербургского университета. 180 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1988. Т. II. Вып. 1. Л.: Наука. 116 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). 1992. Т. II. Вып. 2. Л.: Наука. 125 с.

Доронин Ю.П. Региональная океанография. Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 303 с.

Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. С. 59–123.

Дьяков Ю.П. Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций) // Петропавловск-Камчатский, КамчатНИРО 2011. 428 с.

Золотов О.Г., Максименков В.В., Николотова Л.А. Состав личинок рыб в восточной части Охотского моря и их питание // Изв. ТИНРО. 1990. Т. 111. С. 58-66.

Ильинский О.К., Егорова М. В. Циклоническая деятельность над Охотским морем в холодное полугодие// Тр. ДВНИГМИ, 1962, вып. 14. - С. 34-83.

Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона. 1982. Владивосток: Тихоокеанский НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. 29 с.

Инструкция по сбору и обработке планктона. 1971. М.: ВНИИ морск. рыбн. хоз-ва и океанографии. 82 с.

Карпенко В.И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. // М., ВНИРО, 1998. – 165 с.

Касаткина А.П. 1982. Щетинкочелюстные морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука. 136 с.

Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий - Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. - 166 с.

Киселев И.А. 1950. Панцирные жгутиконосцы (Dinophlagellata) морей и пресных вод СССР. М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР. 280 с.

Ковалев А.Д., Глагольев В.М. Некоторые особенности зимнего

температурного режима Охотского моря // Изв. ТИНРО, 1965, Т.59, с.48-54.

Коваль М.В. 2007. Результаты траловых исследований КамчатНИРО в прибрежных водах Камчатки в июне–августе 2007 г. // Бюллетень № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток. ТИНРО–Центр. С. 196-202.

Коновалова Г.В. 1998. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей /России и сопредельных акваторий. Владивосток: Дальнаука. 300 с.

Коновалова Г.В., Селина М.С. 2010. Динофитовые водоросли (Dinophyta). Владивосток. Дальнаука. 352 с.

Косинская Е.К. 1948. Определитель морских синезеленых водорослей. М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР.

Кун М. С. Зоопланктон дальневосточных морей // М.: Пищевая промышленность, 1975. – 150 с.

Леонов А.В., Сапожников В.В. Трансформация органогенных веществ и скорости продукционно-деструкционных процессов в экосистеме Охотского моря // Океанология, Т. 37. № 1. 1997. С. 67-80

Лепская Е.В. 2008. Потенциально токсичные и токсичные микроводоросли в планктоне юго-западного участка побережья Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 578–581.

Лепская Е.В. 2009. Фитопланктон западно-камчатского шельфа в 2008 г. Отчет. Архив КамчатНИРО. 40 с.

Лепская Е.В., Коломейцев В.В., Тепнин О.Б., Коваль М.В. 2009. Фитопланктон у юго-западного побережья Камчатки в середине лета 2007 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. научн. трудов КамчатНИРО. Вып. 15. С. 21–33.

Лепская Е.В., Коломейцев В.В., Тепнин О.Б., Шагинян А.Э. 2011. Сравнительная характеристика фитопланктона эпипелагиали тихоокеанских

вод Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. научн. трудов КамчатНИРО. Вып. 22. С. 5–22.

Лепская Е.В., Коломейцев В.В., Шагинян А.Э., Заочный И.А., Свириденко В.Д. 2008. Фитопланктон на юго-западном участке камчатского побережья Охотского моря в 2005–2006 гг. // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 152–156.

Лубны-Герцык Е.А. 1953. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей // Доклады АН СССР. Т. 91. № 4. С. 949-952.

Лучин В., Круц А., Соколов О., Ростов В., Рудых Н., Перунова Т., Золотухин Е., Пищальник В., Ромейко Л., Храмушин В., Шустин В., Уденс Ю., Баранова О., Смоляр И., Ярош Е. Климатический атлас морей северной части Тихого океана 2009. // Под ред.: В. Акуличева, Ю. Волкова, В. Сапожникова и С. Левитуса. Silver Spring, 2009.

Меновщиков В. А., Пятин О.Г. Тепловой баланс поверхности моря // В кн. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Охотское море. Гидрометеорологические условия. Т.IX. Вып. 1. С. Пб.: Гидрометеоиздат, 1998, с. 76-91.

Меновщиков В.А., Пятин О.Г. Тепловой баланс поверхности моря// Гидрометеорология и гидрохимия морей. Охотское море. Гидрометеорологические условия. - С. Пб.: Гидрометеоиздат, 1998. - Т.IX. - Вып. 1. - С. 76-91.

Методы гидрохимических исследований океана. – М.: Наука, 1978. – с. 165-171.

Микулич Л.В. Икринки и личинки рыб из северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО, 1959. Т. 47. С. 193-195.

Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия

ТИНРО. Т. 40. 1953. С. 287.

Морошкин К.В. Водные массы Охотского моря. – М: Наука, 1966, 68 с.

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. 1969. Киев: Наукова думка. 536 с.

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

Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: Изд-во АН СССР. 1961. 484 с.

Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз. – Владивосток: Дальнаука, ТОИ, 2002, 170с.

Полутов И.А., Трипольская В.Н. Пелагическая икра и личинки морских рыб у берегов Камчатки // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 41. С. 295-308.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (Преимущественно пресноводных) // М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.

Расс Т.С., Желтенкова М.В. Некоторые данные об ихтиопланктоне Западной Камчатки // Изв. ТИНРО. 1948. Т. 28. С. 139-149.

РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. – С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. – 150 с.

РД 52.24.358-2006 Массовая концентрация железа общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином Введ.: Росгидромет 1.04.2006 – 24 с.

РД 52.24.496–2005. Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. Владивосток: ТИНРО. 59 с.

Ростов И.Д., Юрасов Г.И., Рудых Н.И., Мороз В.В., Дмитриева Е.В., Набиуллин А.А., Храпченков Ф.Ф., Ростов В.И., Бунин В.М. Атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей. // ТОИ им В.И.

Ильичева ДВО РАН. Владивосток, 2001.

Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеиздат. 1977. 725 с.

Руководство по методам химического анализа морских вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – с. 360.

Сапожников В., Грузевич А., Зубаревич В., Аржанова Н., Мордасова Н., Налётова И., Торгунова Н., Михайловский Ю., Смоляр И. Гидрохимический атлас Охотского моря 2001. // Под ред.: В. Сапожникова и С. Левитуса. Москва – Silver Spring, 2001.

Смирнова Л.И. 1959. Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района // Тр. ИО АН СССР. Т. 30. С. 3-51.

Сорокин Ю.И. 1997. Первичная продукция в Охотском море // Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. М.: ВНИРО. С. 103–110.

Токранов А.М., Сафронов С.Г. Ихтионейстон прикамчатских вод Охотского моря // Тр. Камч. фил-ла Тихоокеанского инсти-та геогр-ии ДВО РАН. 2004. Вып. V. С. 273-285.

Фадеев Н.С. Нерестилища и сроки размножение минтая северной части Охотского моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. 1987. С. 5-22.

Хен Г.В., Фигуркин А.Л., Ванин Н.С., Глебова С.Ю., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д., Жигалов И.А. Исследование пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий восточной части Охотского моря (Западно-Камчатский район). Отчет. Владивосток. ТИНРО-центр. 2001.

Чернявский В.И. Особенности формирования термики деятельного слоя Охотского моря // Океанологические основы биологической продуктивности вод северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО, 1992, с. 91-104.

Шейко Б.А., Федоров В.В. Глава 1. Рыбообразные и рыбы // Каталог

позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск–Камчатский: Изд-во ОАО Камчатский печатный двор. 2000. С. 7–69.

Шунтов В.П. 1998. Птицы Дальневосточных морей России, Т. 1. Владивосток, 423 с.

Шунтов В.П. 2001. Биология дальневосточных морей России. Том I. Владивосток: ТИНРО-центр. 580 с.

Шунтов В.П. Биологические ресурсы Охотского моря // М.: Агропромиздат. 1985. 224 С.

Якунин Л.П. Атлас ледовитости дальневосточных морей СССР.- Владивосток: изд-во ДВНИГМИ, 1987, 79с.