

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральное Агентство по недропользованию

**Подрядчик: Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Гидроспецгеология»
(ФГБУ «ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ»)**

**Субподрядчик: Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных
ресурсов Мирового океана имени академика И.С.Грамберга»
(ФГБУ «ВНИИОкеангеология»)**

Экз.

Отв. исполнитель: Щербаков В.А.

ОТЧЕТ

о результатах работ по контракту

**"Ведение наблюдений, сбор качественных и количественных показателей состояния
недр прибрежно-шельфовой зоны Японского моря"**

Текстовое приложение 26

Информационный бюллетень

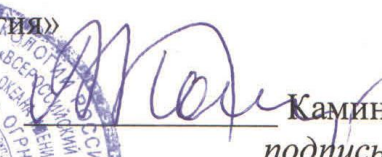
Генеральный директор ФГБУ «ВНИИОкеангеология»

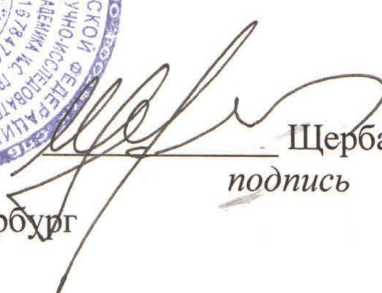


Ответственный исполнитель

г. Санкт-Петербург

2018 г.


Каминский В.Д.
подпись


Щербаков В.А.
подпись

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОСТОЯНИЯ НЕДР ПО 10 ПУНКТАМ НАБЛЮДЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ПРИБРЕЖНО-ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ЯПОНСКОГО МОРЯ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО).....	9
1.1. Литология поверхности морского дна	9
1.2. Результаты газогеохимических исследований.....	23
1.3. Результаты инженерно-геологических исследований.....	32
1.4. Морфологические особенности строения подводного берегового склона	39
1.5. Береговые маршрутные геологические исследования	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	76

СПИСОК ТАБЛИЦ

№ п/п	№ таблицы	Наименование таблицы	Стр.
1	1.1	Статистическая характеристика распределения газов* (мг/кг) и $C_{орг}$ (%) в донных отложениях.	24
2	1.2	Распределение УВ и неорганических газов в придонной воде	27
3	1.3	Значения расчетных газогеохимических коэффициентов в донных отложениях	29
4	1.4	Физико-механические свойства донных осадков Амурского залива	33
5	1.5	Физико-механические свойства донных осадков Уссурийского залива	36
6	1.6	Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2016 г.	41
7	1.7	Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2017 г.	42
8	1.8	Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2018 г.	43
9	1.9	Изменение мощности осадков на ПБС пунктов наблюдения	49

СПИСОК РИСУНКОВ

№ п/п	№ рисунка	Название	Стр
1	1	Карта фактического материала.	8
2	1.1	Сейсмопрофиль а37, Амурский залив.	9
3	1.2	Литолого-стратиграфические разрезы отложений Амурского залива	11-13
4	1.3	Проявления загазованности донных осадков на участке Амурский	14
5	1.4	Плугмарк (?) на участке Амурский	14
6	1.5	Донное образование в районе стока коллектора в прибрежной части акватории Амурского залива на эхограмме ВАП (работы 2018г.) и сонограмме ГЛБО (работы 2014г.)	15
7	1.6	Литологические колонки (Уссурийский залив)	18
8	1.7	Профиль 44 Сейсмостратиграфический разрез внешней части шельфа: 1 – песчаные волны (mfH); Тихоокеанская толща, флювиальные пески, верхний неоплейстоцен (mfIII)?	20

9	1.8	Гидроакустические аномалии на участке Посъет	21
10	1.9	Отображение предполагаемых грязевых вулканов на профилях ВАП и САП	22
11	1.10	Гистограммы распределения газов и $C_{орг}$ в донных отложениях	24
12	1.11	Медианные содержания УВ, неорганических газов и значения показателя влажности газа, суммарное содержание гомологов C4-C5, общее содержание УВ в донных отложениях.	24
13	1.12	Распределение УВ в донных отложениях по ключевым участкам	25
14	1.13	Распределение УВ в придонной воде в 2016-2018 годах	26
15	1.14	Распределение метана в донных отложениях Амурского и Уссурийского заливов в 2017 и 2018 годах	31
16	1.15	Корреляционная зависимость плотности грунтов от числа пластиности в осадках залива Петра Великого	37
17	1.16	Корреляционная зависимость плотности грунтов от содержания органического вещества в осадках залива Петра Великого	38
18	1.17	Вариации медианного размера зерна в отложениях ПБС исследованных участков по годам (медиана и размах выборок).	44
19	1.18	Вариации коэффициента сортировки в отложениях ПБС исследованных участков по годам (медиана и размах выборок).	44
20	1.19	Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2016 г.	46
21	1.20	Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2017 г.	46
22	1.21	Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2018 г.	47
23	1.22	Пункт наблюдения 02 - зал. Находка	50
24	1.23	Пункт наблюдения 03 - б. Литовка	51
25	1.24	Пункт наблюдения 04 - Ливадия	54
26	1.25	Пункт наблюдения 07 - б. Лазурная	55
27	1.26	Пункт наблюдения 10 - б. Нарва	56
28	1.27	Пункт наблюдения 11 - б. Бойсмана	58
29	1.28	Пункт наблюдения 12 - б. Троицы	59
30	1.29	Точка наблюдений 17/15 на данных ДЗЗ	61
31	1.30	Точка наблюдений 17/15	62
32	1.31	Обнажение на точке наблюдений 17/15	62
33	1.32	Точка 18/23 на данных ДЗЗ	63
34	1.33	Точка 18/23	63
35	1.34	Точка 17/16 на данных ДЗЗ	64
36	1.35	Точка 17/16 (обозначена красным)	64
37	1.36	Точка 18/24 на данных ДЗЗ	65
38	1.37	Точка 18/24 (обозначена красным кругом). Координаты точки фотографирования 43°13'4.56"С 132°11'20.19"В	65

39	1.38	Точка 17/17 на данных ДЗЗ	66
40	1.39	Точка 17/17, фото 2017	66
41	1.40	Точка 17/17, фото 2018	66
42	1.41	Точка Т1-Н, фото 2017 года	67
43	1.42	Точка Т1-Н, фото 2018 года	68
44	1.43	Точка Т5-Н, фото 2017 года	68
45	1.44	Точка Т5-Н, фото 2018 года	69
46	1.45	Точка 18/17 на данных ДЗЗ	69
47	1.46	Точка 18/17 Карьер	70
48	1.47	Точка 100 общий план	71
49	1.48	Оползень, крупный план (42°39'56.89"С 131° 7'19.93"В)	71
50	1.49	Оползень, крупный план (42°39'55.56"С 131° 7'21.04"В)	72

ВВЕДЕНИЕ

Составление информационного бюллетеня о состоянии недр прибрежно-шельфовой зоны Японского моря (залив Петра Великого) в 2018 году является одним из пунктов Геологического задания по контракту **«Ведение наблюдений, сбору качественных и количественных показателей состояния недр прибрежно-шельфовой зоны Японского моря (залив Петра Великого)»**. Бюллетень составлен на основе натурных наблюдений и данных аналитических исследований отобранных в поле проб.

Полевые работы проводились в море с НИС «Павел Гордиенко» и надувной лодке "Фрегат-420" в период с 19 июня по 15 июля 2018. Также для обеспечения береговых работ использовался грузопассажирский автомобиль "Форд-транзит". Морские работы проведены на 10 пунктах наблюдений (Рис. 1). Из них на 3-х в открытой части залива Петра Великого с судна НИС «Павел Гордиенко» на глубинах от 10 до 200 метров в заливах 2-го порядка - Амурском (северная часть), Уссурийском (северо-западная часть) и Посьет (район каньона Гамова). Исследования подводного берегового склона (от береговой линии до глубины 10 м) проведены на 7-ми пунктах наблюдений с надувной лодки "Фрегат-420" с мотором "Honda-30".

В состав морских полевых работ в открытой части залива Петра Великого входили: геофизические работы, опробование донных отложений и придонной воды, отбор проб и лабораторные работы на борту судна, навигационная привязка. Карта фактического материала приведена на рисунке 1.

Геофизические исследования методом высокочастотного акустического профилирования (ВАП) проводились на 3-х ключевых участках в открытой части залива с аппаратурой Edge Tech Model X-STAR и приемоизлучателем (Tow Vehicles) SB-216S. Геофизические исследования методом сейсмоакустического профилирования (САП) с накопителем энергии "SPE-2400" и 16-ти канальной сейсмоакустической станцией также проводились на 3-х ключевых участках в открытой части залива с аппаратурой.

Работы проведены по сети профилей длиной от 20 до 30 км расстояния между профилями составило около 1 км. Всего выполнено 490 погонных км непрерывного высокочастотного акустического и сейсмоакустического профилирования.

Опробование придонной воды и донных отложений на 40 станциях проведено с целью изучения литологического состава и определения физико-механических свойств донных отложениях, а также для изучения закономерностей распределения в них природных газов. Расположение станций определялось по результатам сейсмоакустического профилирования. Предпочтение уделялось выделенным зонам газонасыщенных донных отложений, выходам газа в придонную воду, зонам

тектонических нарушений, участкам с развитыми оползневыми явлениями. На всех 40 станциях пробы отбирались дночерпателем "Van-Veen-01", а в случае глинистых отложений-прямоточной грунтовой трубкой. Всего отобрано 19 колонок грунта длиной от 0.6 до 2.1 метров, из них 13 колонок в Амурском заливе и 6 колонок в Уссурийском заливе. В заливе Посьет, из-за сплошного развития песчаных отложений, колонки грунта не были отобраны.

Опробование морской воды проводилось двумя пластиковыми батометрами, объемом 1.2 литра, установленными на карусельный пробоотборник "NEIL BROWN", из придонного слоя (1 метр от дна), последовательно с опробованием донных отложений на 40-х станциях.

На борту судна из проб придонной воды и донных отложений отбирались газы методом " head-space " для последующего определения в стационарной лаборатории метана, гелия, водорода, углекислого газа и др.

Для определения показателей физико-механических свойств донных отложений на борту судна отбирались пробы ненарушенного сложения режущими кольцами с последующим определением плотности грунта, влажности, сопротивлению вращательному срезу и удельного сопротивления пенетрации. В стационарной лаборатории были определены плотность частиц, а также нижний и верхний предел пластичности.

Изучение **подводного берегового склона** проведено с надувной лодки "Фрегат-420" посредством эхолот-картплоттера Lowrance HDS 9 Gen 2 Touch в комплекте с встроенной 12-канальной GPS антенной и модулем структурного сканирования, с возможностью записи всей графической и цифровой информации в режиме реального времени в формате NMEA0183 на флеш-карту. Работы велись на 7 пунктах наблюдений в том числе: 1 участок в Уссурийском заливе (бухта Лазурная), 2 участка в заливе Восток (бухта Рифовая и участок в районе поселка Волчанец (Литовка), 1 участок в заливе Находка, 2 участка в Амурском заливе (бухта Нарва, бухта Бойсмана), 1 участок в заливе Посьета (бухта Троицы). Общая длина профилей составила 150 км.

На 7 пунктах наблюдений отобрано 57 проб донных осадков для определения физических и физико-механических свойств. Пробы отбирались из различных типов донных отложений и форм рельефа, выделенных в результате эхолотирования. Во время промерных работ на подводном береговом склоне велись инструментальные наблюдения за уровнем моря.

Береговые маршрутные геологические исследования (БМГИ) включали:

- рекогносцировочное обследование типовых участков побережья и инженерно-хозяйственных объектов, подверженных негативному воздействию опасных ЭГП.
- наблюдения за динамикой элементов клифа и пляжа, описание берегов;
- специализированные фотометрические работы с целью определения качественной оценки разрушения берегов.

Всего выполнено 80 погонных км маршрутных исследований и отобрано 80 проб для определения гранулометрического состава в стационарной лаборатории.

Навигационно-гидрографическое обеспечение. Движение судна и выход на точки пробоотбора осуществлялся посредством судовой спутниковой навигационной аппаратуры GPS-SPR-1400 (производитель Samyung Enc Co Ltd) с точностью определения координат 20 м.

Лабораторные работы в Санкт-Петербурге выполнялись во ФГБУ «ВНИИОкеангеология» (гранулометрический анализы, определение $C_{орг}$, газового состава ((метан (CH_4), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), изобутан ($(CH_3)_3CH$), углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3), азот (N_2), сероводород (H_2S), сернистый газ (SO_2), водород (H_2), гелий (He)).

В полевых работах принимали участие сотрудники Лаборатории мониторинга недр Щербаков В.А. – зав.лабораторией, Рыбалко А.Е.- вед. геол. д.г-м. н., Иванова В.В.- вед. геол. к.г-м. н., Слинченков В.И. - вед. инженер, Соколов Г.Н. - вед. инженер, Карташев А. О. - вед. инженер, Алексеев А.Ю. - вед. инженер; Миролюбова Е.С. - вед. инженер, Голосной А.И. - вед. инженер, сотрудники Лаборатории инженерной геологии Мирового океана: Келль Д. Л. - вед. инженер, Степанова М.С.- вед. инженер, сотрудник ООО «Сплит» Маев П.А. - ст. инженер.

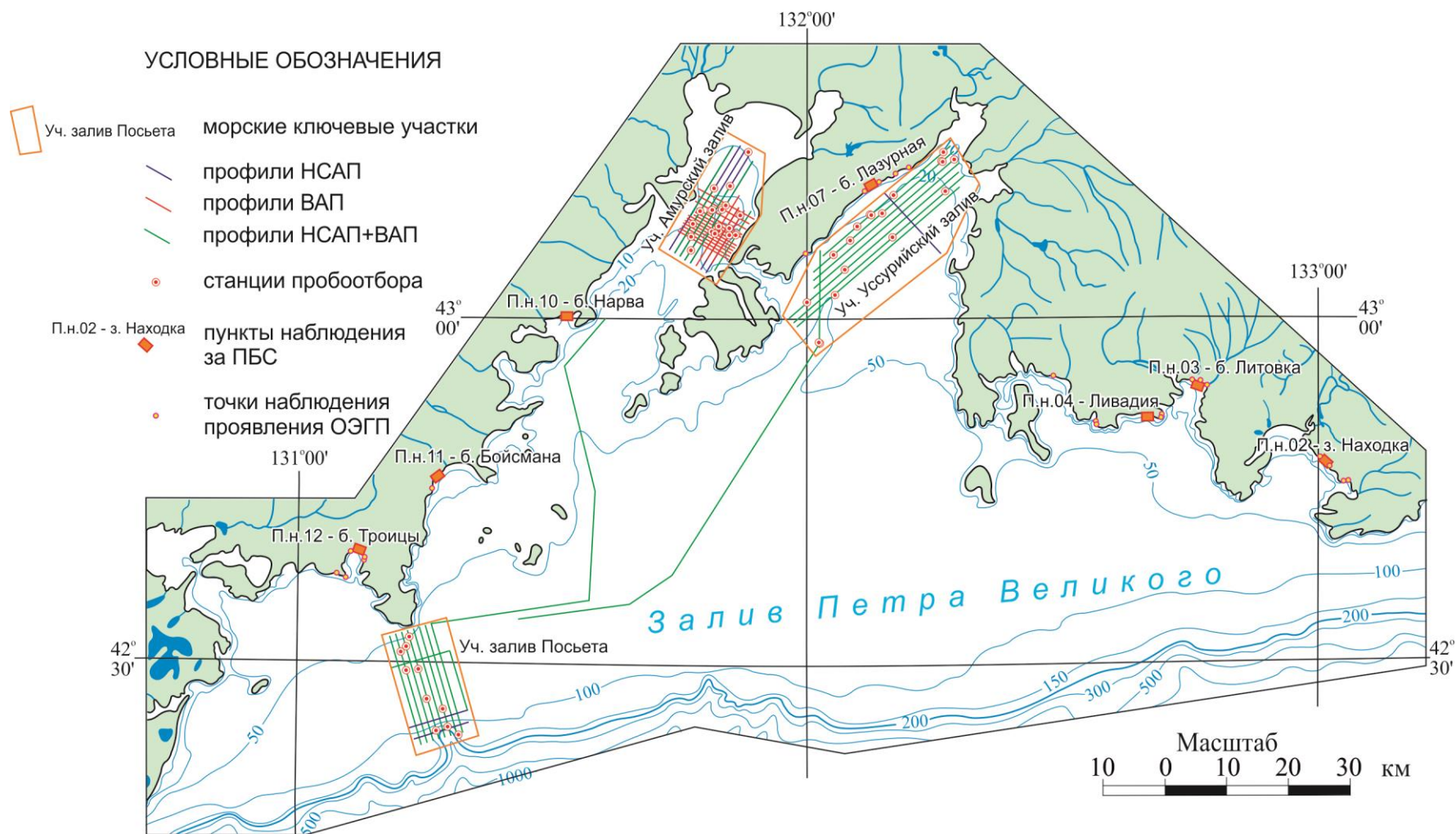


Рис. 1. Карта фактического материала

1. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОСТОЯНИЯ НЕДР ПО 10 ПУНКТАМ НАБЛЮДЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ПРИБРЕЖНО-ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ЯПОНСКОГО МОРЯ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО)

1.1. Литология поверхности морского дна

1.1.1. Пункт наблюдения «Амурский залив»

В Амурском заливе абсолютным преобладанием пользуются пелитовые и алевропелитовые осадки (Граф. 5)

Вся северная часть залива покрыта сплошным полем пелитовых осадков, источником которых в значительной мере является твердый сток реки Раздольная. Для них характерна четкая мода в области крупнопелитовой и мелкопелитовой фракций и небольшая субмода в области крупного алевролита, которая может достигать 15-20%. Примесь песка незначительна, а крупнопсаммитовые и среднесаммитовые зерна практически отсутствуют. Визуально эти осадки представлены оливково-серыми текучими глинистыми и песчано-глинистыми илами с жидким глинистым наилком в верхней части разреза.

По данным сейсмопрофилирования мощность этих осадков может достигать 3-5 и более м. На сейсмограммах - это выровненные или пологонаклоненные аккумулятивные равнины, при этом у берегов к поверхности дна проходят пологие, жесткие с акустической точки зрения плотные отложения, возможно палеогеновые отложения, а на глубине (10-15 м), где мощность илистого горизонта резко возрастает и может достигать 10 м. Он подстилается плотными осадками, возможно нижне-среднеплейстоценового возраста с активно денудированной поверхностью, свидетельствующей о мощной регрессии, вплоть до осушения самого Амурского залива (Рис. 1.1).

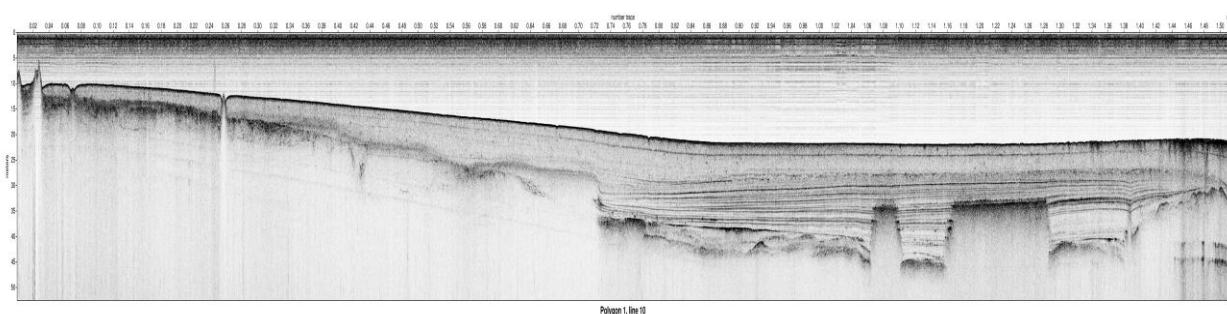


Рис. 1.1. Сейсмопрофиль а37, Амурский залив

В разных местах этой толщи были зафиксированы «факелы», свидетельствующие о выходе газа в водную толщу.

На траверзе мыса Песчаного в осевой части залива пелитовые осадки сменяются алевропелитовыми за счет увеличения материала, перемещающегося сальтацией. По данным гранулометрического анализа здесь количество алевроитового материала,

перемещающегося главным образом, сальтацией, возрастает до 50% и появляется очень небольшая примесь мелкого песка. Все это может быть связано с усиливающимися процессами размыва морского дна.

По бортам впадины дно выстилается преимущественно осадками смешанного гранулометрического состава (пелитовыми миктитами).

Литолого-стратиграфические разрезы отложений Амурского залива, составленные на основе анализа материала грунтовых колонок, приведены на рисунке 1.2.

Сводный разрез (снизу-вверх) можно охарактеризовать следующим образом:

1. В основании разреза залегают песчанистые осадки, вплоть до глинистых песков. Принимая во внимание данные геологического картирования [Анохин и др., 2011], эти слои условно отнесены нами к пачке морских отложений неоплейстоценового-голоценового возраста (mnIII-H).
2. Глинистые алевриты и песчано-глинистые алевриты оливково-серого цвета, иногда с волнисто-слоистой текстурой, часто фиксируются микролинзы алевритового состава. Консистенция осадка – текучепластичная (mnH₁).
3. Ракушняковый горизонт. Песчано-глинистые алевриты плохосортированные с большим количеством битой ракушки, которая иногда образует гнездообразные скопления. Глинистая составляющая осадка представлена преимущественно силикатными минералами, крупноалевритовая и псаммитовая – карбонатным детритом (mnH₂). Возможно эти осадки соответствуют времени климатического оптимума.
4. Глинистые алевриты и алевропелиты оливково-серого цвета, текучие с линзами песчаных алевритов, иногда отмечается примесь раковинного детрита (mnH₃).

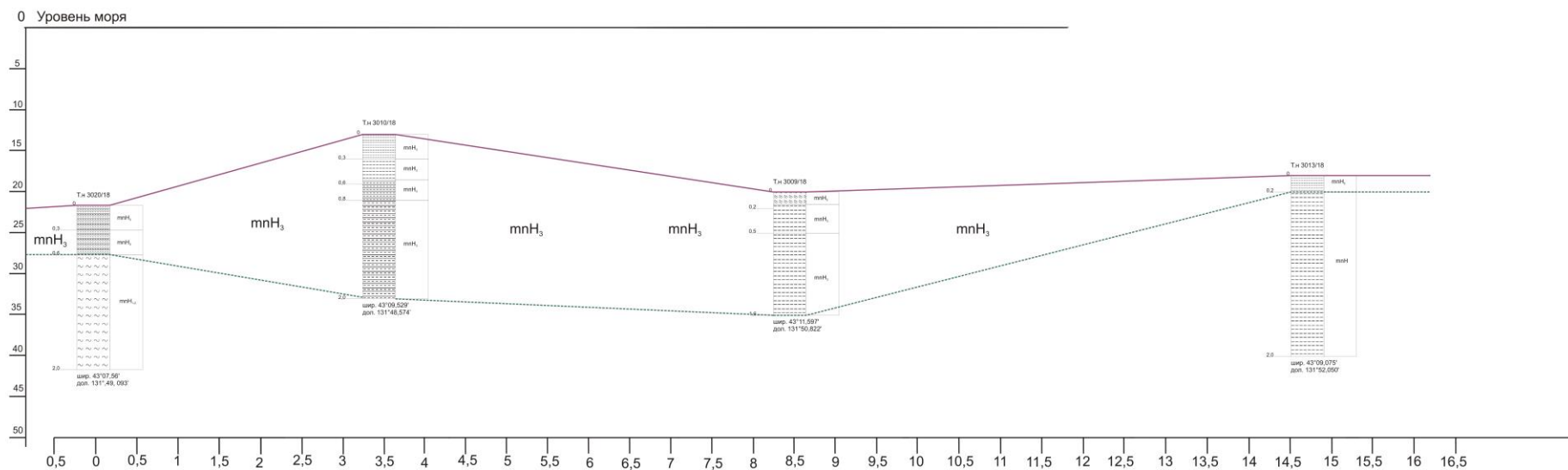
Методом ВАП уточнены районы распространения загазованных поверхностных донных отложений и проявлений гидроакустических аномалий; отмечены особенности геоморфологического строения участка.

На разрезах ВАП загазованность осадков на донной поверхности проявляются в виде интенсивных амплитудных отражений дна часто чередующиеся с локальными участками с прореженной амплитудой отражений дна – просечками, а также наличием округлых углублений в рельефе дна - покмарков диаметром от 20 до 100 м и глубиной от 2 до 5 м. Пространственное их расположение часто связано с районом распространения газа в придонных осадках в нижней части разреза, выраженное участками с потерей корреляции отражений с затемнениями столбчатой или облачной формами, отражениями типа “яркое пятно” (Рис. 1.3.). К их разновидностям – плугмаркам, возможно следует отнести

Условные обозначения

	глина
	ил
	глинистый алгелит
	алгелит
	алгелит
	глинистый алгелит
	глинистый песок
	песок
	гравий

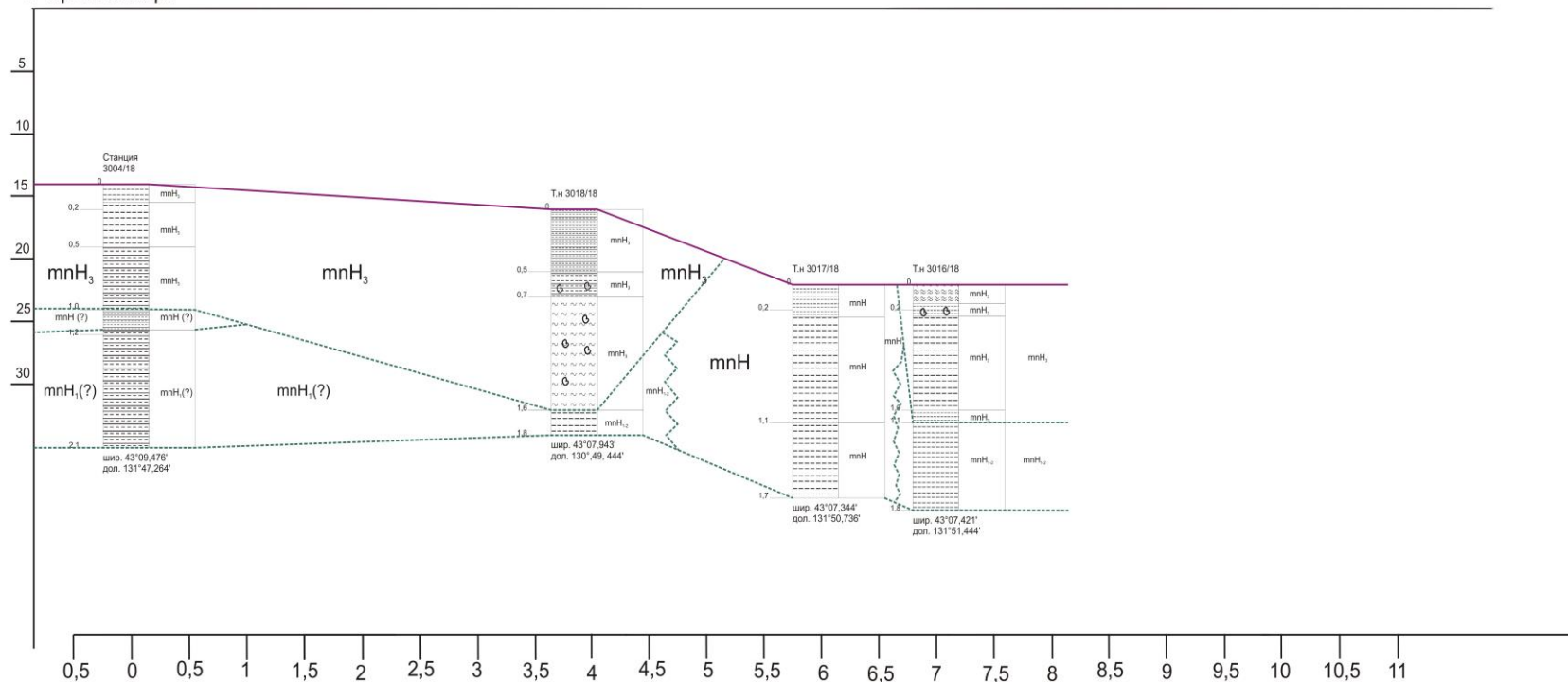
0



Условные обозначения

	глина
	ил
	глинистый алеврит
	алеврит
	алевроалеврит
	глинистый алевроалеврит
	глинистый песок
	песок
	ракушка

0 Уровень моря



Условные обозначения

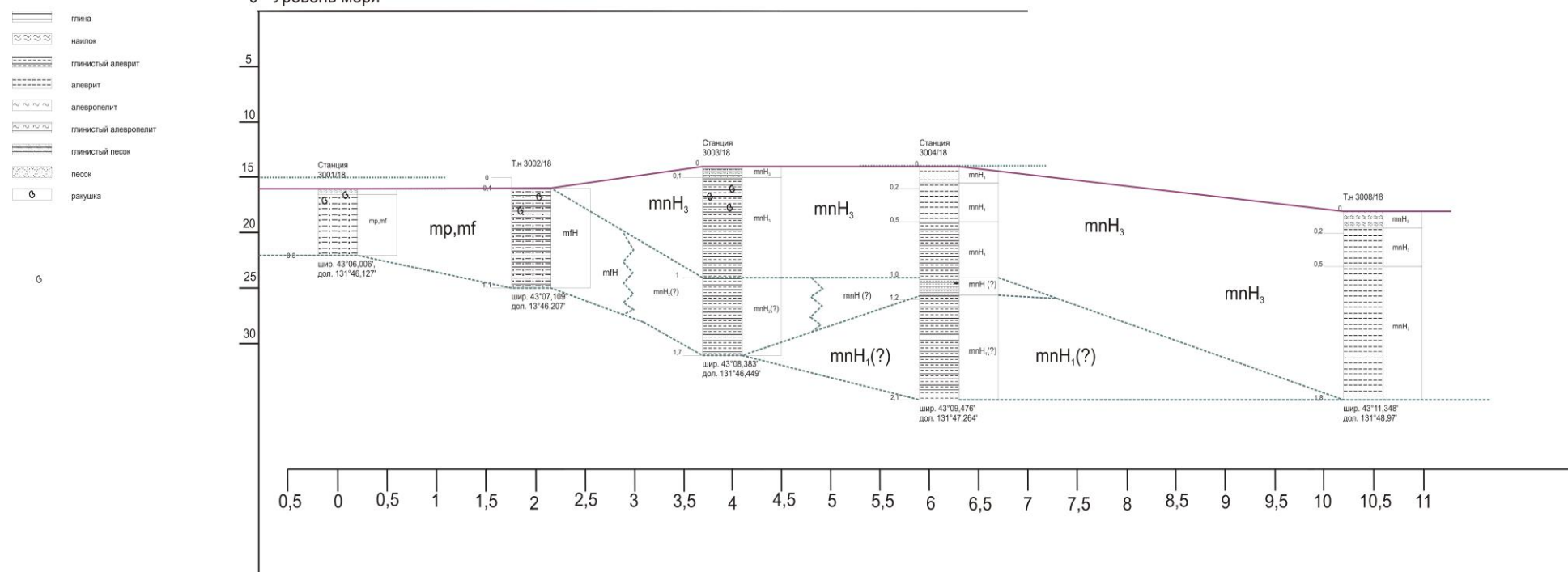


Рис. 1.2. Литолого-стратиграфические разрезы отложений Амурского залива

подводную долину протяженностью около 5 км, шириной около 100 м и глубиной до 5 м (Рис. 1.4).

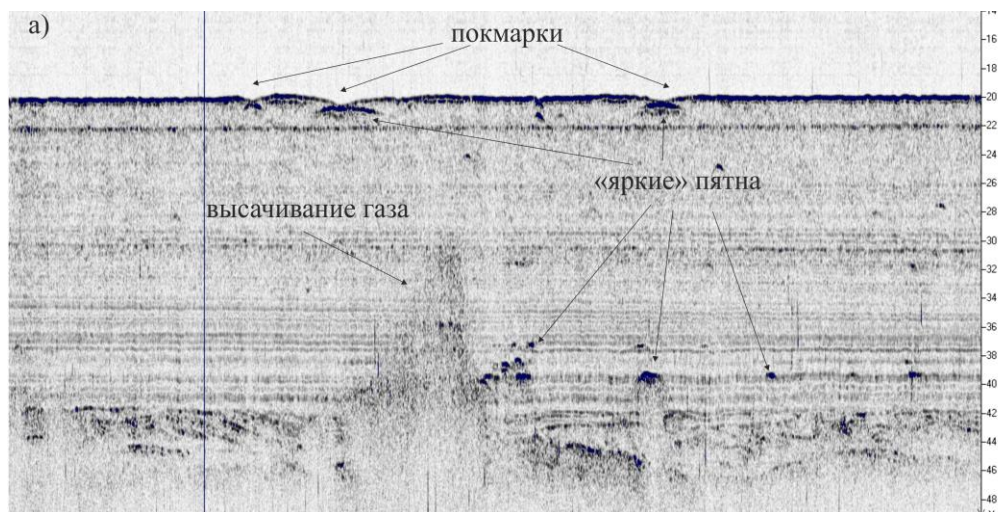


Рис.1.3. Проявления загазованности донных осадков на участке Амурский

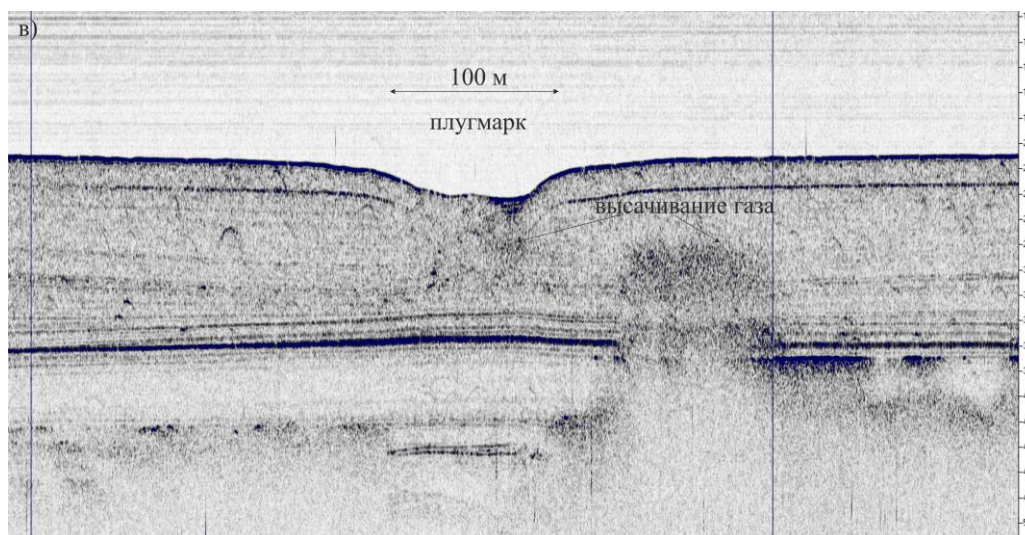


Рис. 1.4. Плугмарк (?) на участке Амурский

Выделен район визуального в пределах эхограмм ВАП и сонограмм ГЛБО загрязнения донной поверхности результатами выброса коллектора в прибрежной зоне акватории залива, которые у его выхода образуют донное поднятие высотой до 5 м и шириной около 50м (Рис. 1.5).

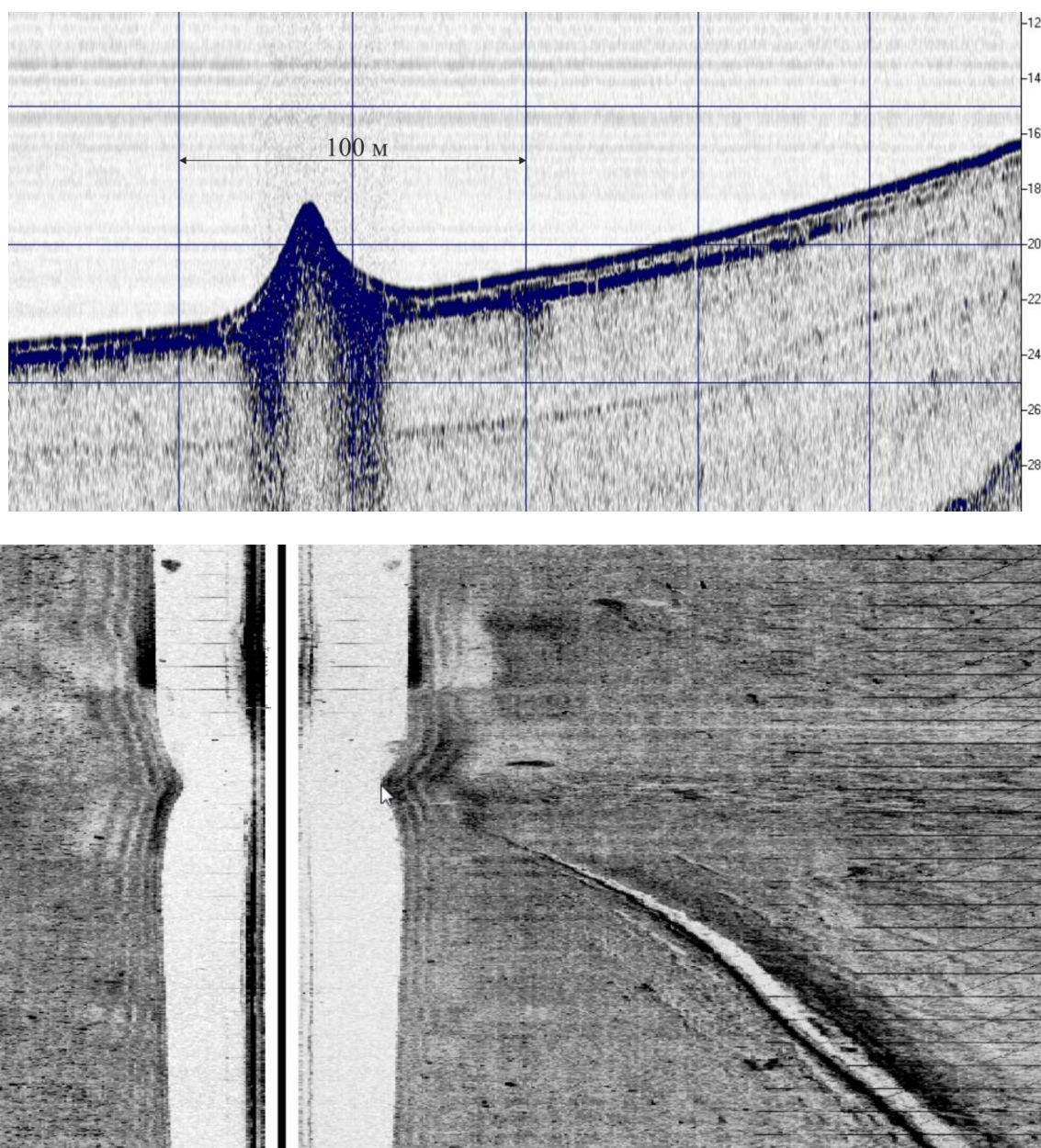


Рис.1.5. Донное образование в районе стока коллектора в прибрежной части акватории Амурского залива на эхограмме ВАП (работы 2018 г.) и сонограмме ГЛБО (работы 2014 г.)

1.1.2. Пункт наблюдения «Уссурийский залив»

Данный пункт наблюдения занимает большую часть одноименного залива без его вершины. На участке отобрано 20 проб и проведено сейсмоакустическое профилирование (НСАП и ВАП).

На детальной литологической карте (Граф. 5) видно, что схема пространственного расположения донных отложений в Уссурийском заливе существенно отличается от Амурского. Во-первых, собственно алевропелитовые осадки были определены только в одной точке, расположенной в узкой кутовой части залива.

В то же время язык существенно глинистых осадков, представленных преимущественно пелитовыми и алевритовыми миктитами, занимает почти всю северо-западную часть залива. Появление этого типа осадков напрямую связано с выносами реки Шкотовки, но в отличие от Амурского залива степень дифференциации донных осадков значительно ниже.

Кривые гранулометрического состава носят отчетливо многовершинный характер с модой в зоне тонкозернистых песков (реже более крупных). Максимальный размер модальной фракции до 40%, обычно ниже 30% в области алевритовых фракций обычно отмечается некоторый дефицит обломочного материала, а количество глинистых частиц обычно составляет до 30%.

Южнее эти осадки переходят в узкую полосу пелито-алевритовых песков, которые выполняют осевую часть слабовыраженной долины в средней части Уссурийского залива. Пятно алевритовых песков зафиксировано также у юго-восточного берега Уссурийского залива, вблизи его устья. Если в вершинах обоих заливов развиты существенно глинистые аллювиально-морские осадки, то осевая часть Уссурийского залива, в отличие от Амурского, покрыта преимущественно мелко-тонкозернистыми песками, формирование которых связано с действием сточных течений. По периферии этого поля залегают разнообразные пески (мелко-, средне- и тонкозернистые), которые, судя по всему, в генетическом плане являются течениевыми (флювиальными) и представлены как транзитными аккумулятивными формами, так и флювиальным перлювием.

Мелкозернистые пески обрамляют поле песчанистых миктитов, фиксирующих зону выноса обломочного материала из Уссурийского залива. По гранулометрическому составу они очень похожи на выше разобранные среднезернистые песчаные отложения. Главным отличием является более выраженная модальная фракция в области мелкозернистых песков (более 45%), почти полное исчезновение среднепсаммитовых частиц и наличие небольшой субмоды в области тонкозернистой фракции.

Основные черты разреза на рассматриваемом участке несут черты сходства с участком «Амурский залив». Разрез четвертичных отложений, как и в предыдущем случае трехчленный (Рис. 1.6), но горизонт № 2, а именно, ракушняковый, гораздо меньше выражен. Зато детритовая компонента гораздо больше представлена во всех трех горизонтах. В одной из колонок выделен и слабопесчанистый слой в основании колонки, который соотнесен нами условно с переходными голоценовыми–неоверхнеплейстоценовыми отложениями. Хотя общая стратификация донных отложений в обоих заливах сходна, но выдержанность слоев в Амурском заливе

существенно ниже, что, впрочем, может быть связано и с разбросом самих станций пробоотбора.

На **Уссурийском участке**, в связи с преимущественным распространением донных отложений более крупной размерности и незначительной их стратифицированности, загазованность осадков на временных акустических разрезах менее выражена. Здесь оконтурены районы распространения поверхностных и погруженных биогерм, часть из которых была выделена ранее в результате предыдущих исследований (Граф. 2).

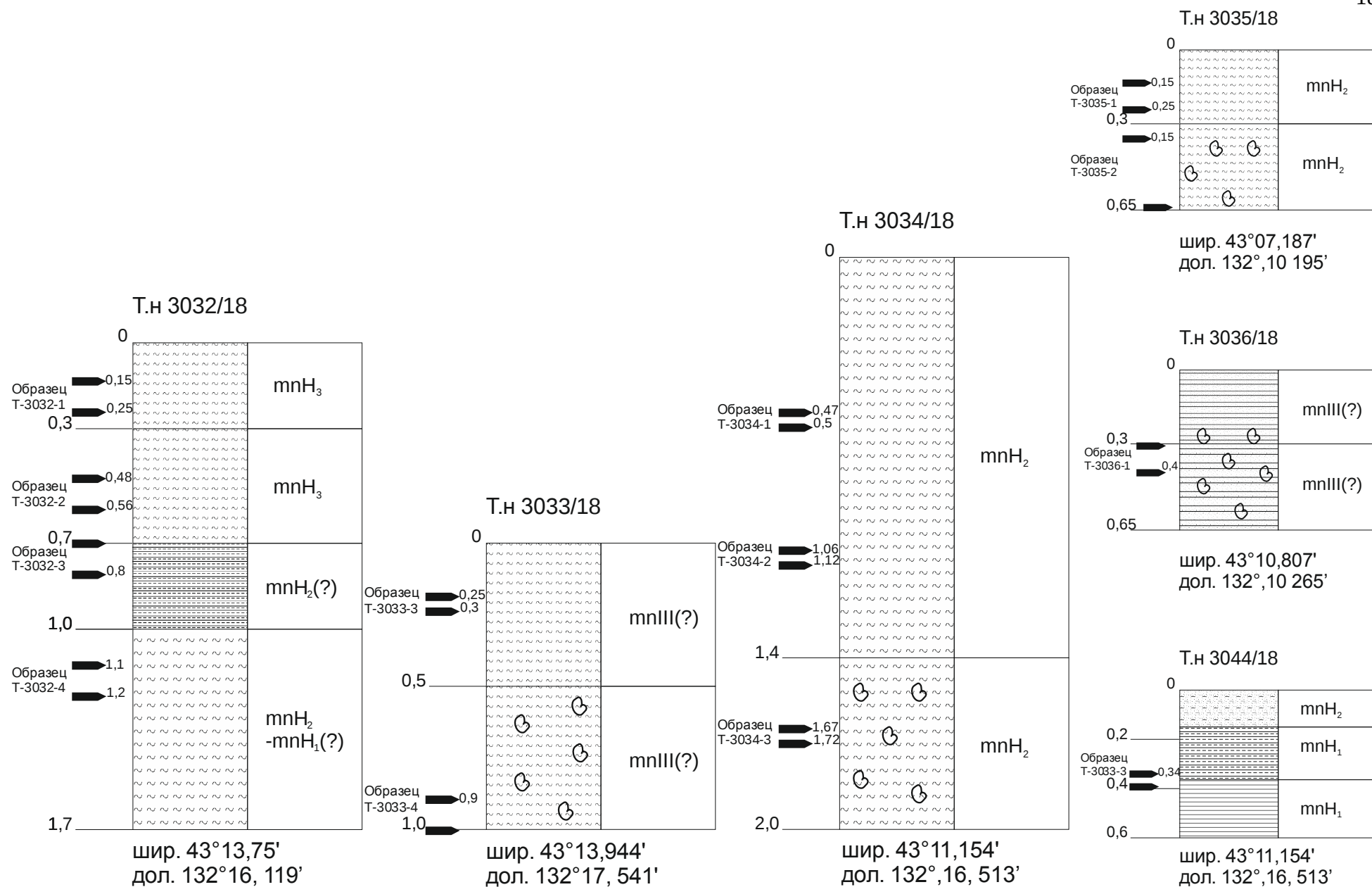


Рис. 1.6. Литологические колонки (Уссурийский залив)

1.1.3. Пункт наблюдения «Посьет»

Пункт наблюдения «Посьет» располагается во внешней части залива Петра Великого от мыса Гамова до бровки шельфа с каньоном, пересекающим эту бровку. На полигоне было выполнено 10 станций и проведено сейсмоакустическое профилирование методами ВАП и НСАП.

В геолого-геоморфологическом отношении описываемый участок представляет собой полого-наклоненную равнину. Наклон ее направлен в сторону бровки шельфа. Преобладающим типом донных осадков являются пески, а преобладающие седиментационные процессы – транзит обломочного материала и размыв. В плане актуализации дополнительный геологический пробоотбор не дал больших результатов. Большая часть дна ключевого участка покрыта среднезернистыми (восточная часть полигона) и мелкозернистыми (западная часть) песками (Граф. 5). Вблизи полуострова Гамова в донных осадках начинают появляться галька вулканических пород, а сами пески становятся гравелистыми, тем самым фиксируя границы современной зоны размыва.

Меняется характер песков и под бровкой континентального склона. Песчаные отложения здесь плохо сортированы с включениями гальки и гравия. В генетическом отношении – это типичный перлювий.

Область верхней части каньона служит мощной транзитной зоной для транспортировки типично шельфовых образований к подножию континентального склона. Данные сейсмоакустического профилирования показали, что развитие этого каньона происходит и в настоящее время, ориентировка головы каньона изменилась с северо-западной на север-восток-север, что произошло из-за его врезания в поверхность шельфа. Донные осадки в самом каньоне несут следы транзита и смешивания.

Они представлены песчанистыми илами с значительной примесью гравия, щебня и гальки магматических пород.

Как уже отмечалось, большая часть донной поверхности внешнего шельфа залива Петра Великого покрыта мелко-, и среднезернистыми песками (Рис. 1.7), которые характеризуются очень близкими гранулометрическими параметрами.

В них отмечается довольно хорошо выраженная мода в области мелкозернистых песков и субмода – крупный алеврит. Характерно постоянное присутствие пелитовых фракций, что указывает на наличие неперемещенного остаточного материала. Кроме того, обращает на себя внимание и постоянное наличие частиц в области крупнопсаммитовых частиц и гравия. Это, скорее всего, связано с реликтовым материалом в верхнем слое осадков.

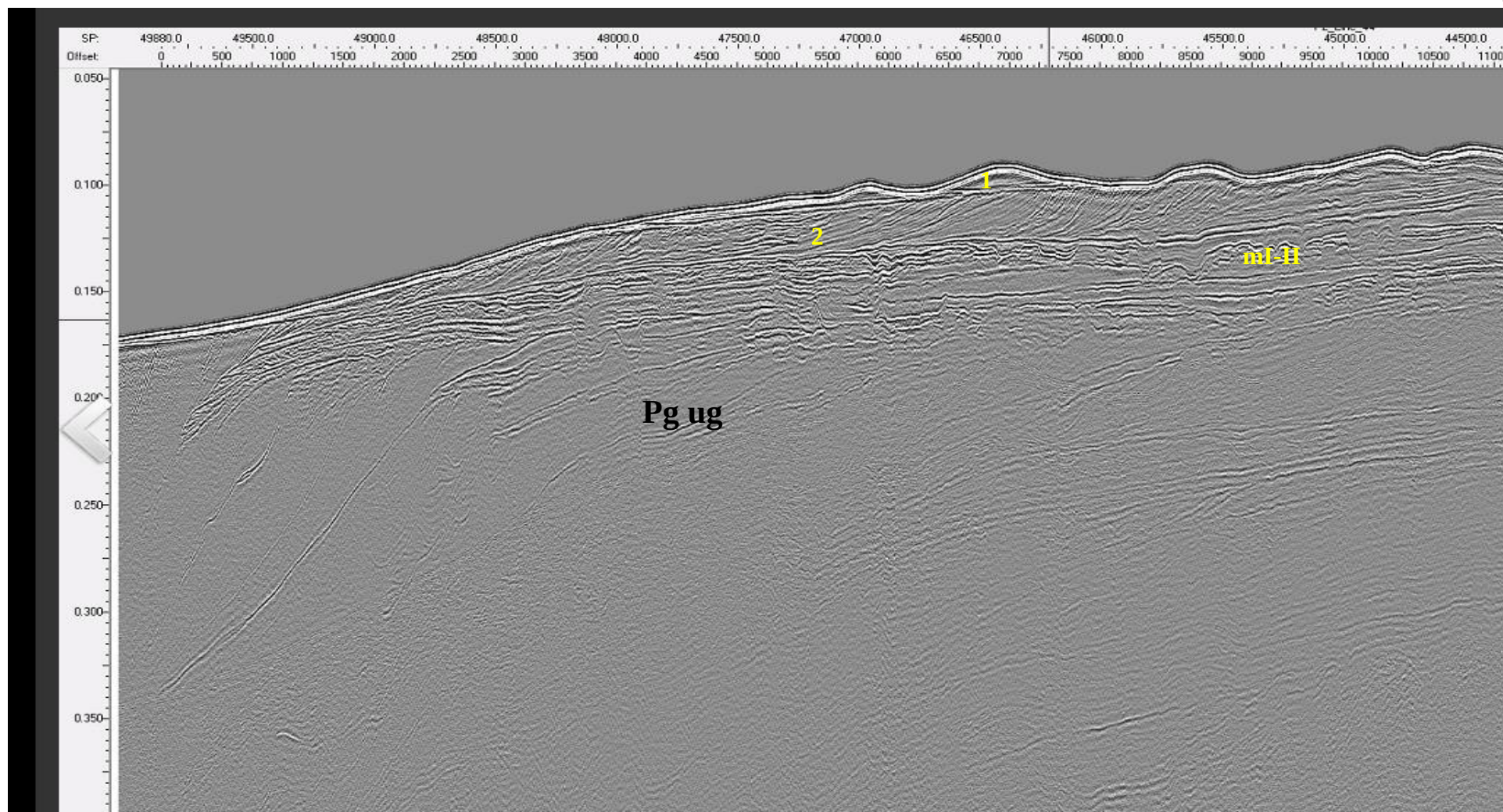


Рис. 1.7. Профиль 44 Сеймоостратиграфический разрез внешней части шельфа: 1 – песчаные волны (mfH); Тихоокеанская толща, флювиальные пески, верхний неоплейстоцен (mfIII)?

Сейсмоакустические данные позволили более четко отрисовать современное положение головы каньона. Кроме того, они свидетельствуют и о наличии осадков под покровом перлювиальных песков. Однако невозможность выполнения здесь простого гравитационного колонкового пробоотбора не обеспечивает корректности интерпретации геофизических данных и нами опущена.

В местах сочленения акустического фундамента, представленного акустически прозрачными породами с высокоамплитудной границей кровли, которая прослеживается даже через кратные отражения, отмечены выбросы газа в водную толщу – гидроакустические аномалии. В пределах участка выделены формы на донной поверхности, которые по всем признакам могут принадлежать подводным грязевым вулканам. Эти образования хорошо фиксируются и на эхограммах ВАП и сейсмограммах САП (Рис. 1.8-1.9).

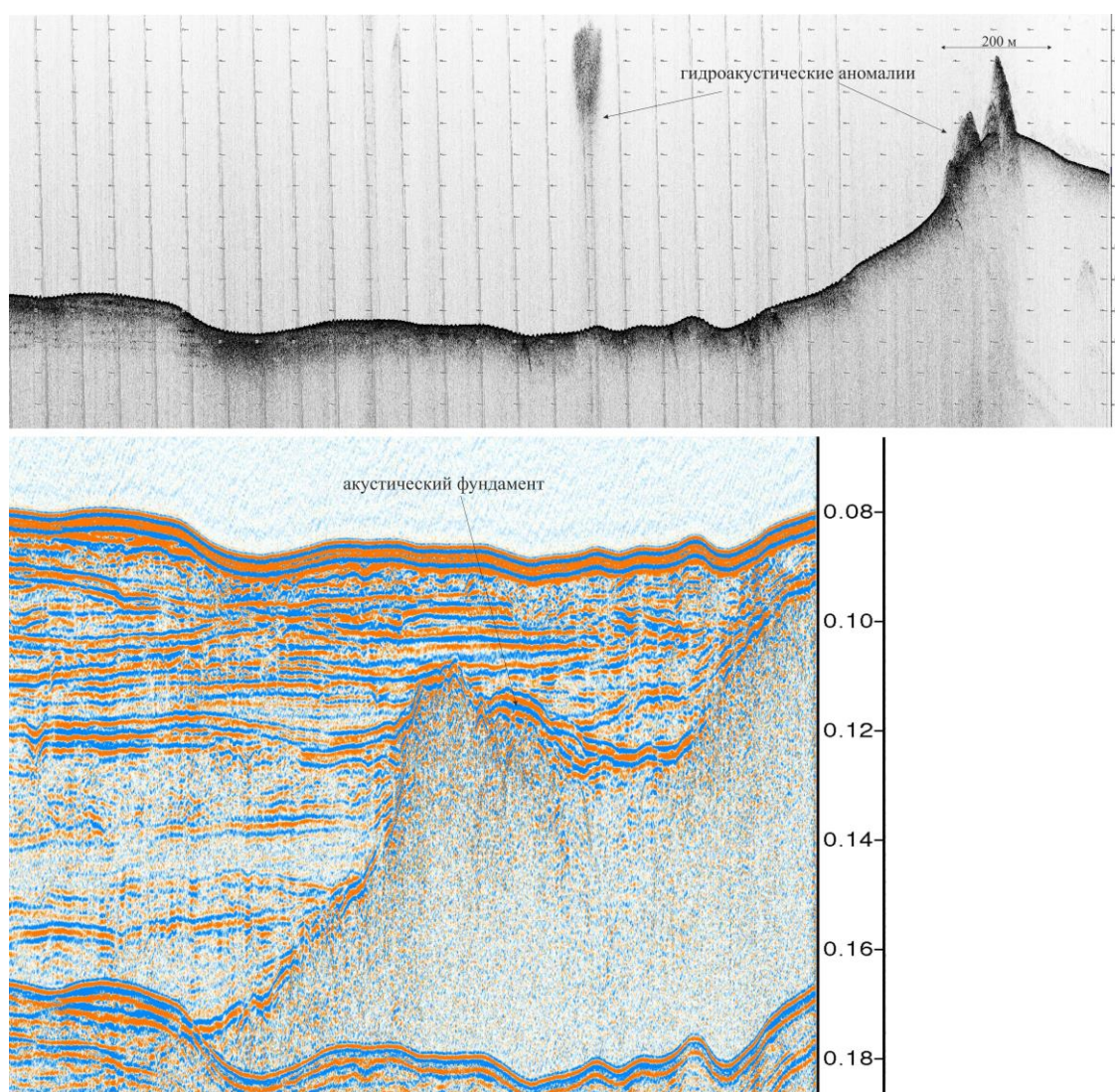


Рис. 1.8. Гидроакустические аномалии на участке Посьет

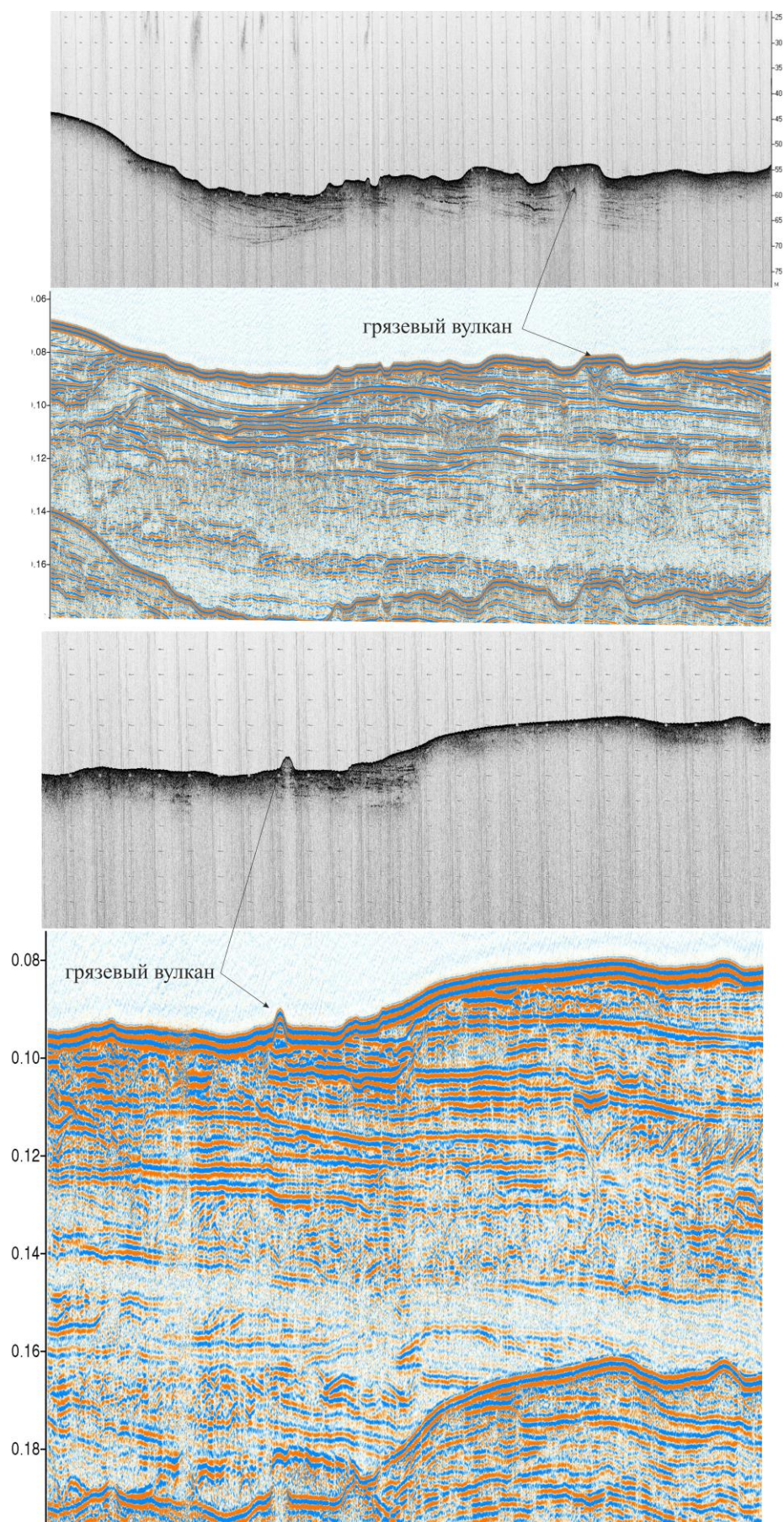


Рис.1.9. Отображение предполагаемых грязевых вулканов на профилях ВАП и САП

1.2. Результаты газогеохимических исследований

В полевой сезон 2018 года для изучения газовой составляющей воды и осадка было отобрано 42 пробы донных отложений (ковш, поверхность) и 45 проб придонной воды. Определялись (метод head space) метан и его гомологи (C2-C5), непредельные УВ: этилен, пропилен, бутен, бутилен; неорганические газы- азот, кислород, углекислый газ, водород, гелий, сероводород, двуокись серы, аммиак в донных отложениях и придонной воде.

Кроме того, в 116 пробах донных отложений (42 – пробы из ковшей, поверхность; 74 – пробы из грунтовых трубок из интервала 0.2-2.19 м) было определено содержание органического углерода.

Статистическая обработка анализов донных отложений показала (Табл. 1.1, Рис. 1.10), что распределение практически всех параметров подчиняется нормальному закону. Распределение некоторых газов (метан, этан, пропилен, i-бутан, i-бутилен) и $C_{орг}$ полимодальное, что свидетельствует о присутствии в выборке углеводородов различного генезиса, а в случае $C_{орг}$ - о различной интенсивности протекания метан-генерирующих (деградирующих) процессов.

Таблица 1.1 - Статистическая характеристика распределения газов* (мг/кг) и $C_{орг}$ (%) в донных отложениях

	Число проб	Среднее	Медиана	Мин	Макс	Ст.откл.	Коэф. Вар.	Асимметрия	Эксцесс
Метан	42	80.72	4.89	2.01	3169.57	488.25	604.90	6.48	42.00
Этан	42	0.50	0.43	0.01	1.53	0.25	50.25	1.85	5.85
Этилен	42	0.82	0.81	0.00	2.26	0.41	50.11	1.71	6.11
Пропан	42	0.35	0.30	0.01	1.85	0.26	74.95	4.96	29.18
Пропилен	42	0.20	0.21	0.01	0.39	0.09	46.71	-0.11	-0.44
н-бутан	42	0.06	0.05	0.00	0.30	0.04	72.04	4.32	23.85
Изобутан	42	0.14	0.11	0.01	1.05	0.15	106.87	5.83	36.36
Изобутилен	42	0.04	0.02	0.00	0.31	0.06	168.53	3.97	15.77
Изопентан	42	0.22	0.23	0.00	0.43	0.09	38.44	-0.58	2.17
н-пентан	42	0.25	0.24	0.00	0.68	0.09	36.92	1.94	11.11
O ₂	42	19.85	20.05	15.50	22.57	1.34	6.76	-1.56	3.91
CO ₂	42	0.09	0.05	0.00	0.83	0.16	189.16	3.43	12.83
N ₂	42	79.43	79.32	77.17	84.37	1.60	2.01	1.32	2.92
C _{орг}	116	1.43	1.69	0.02	3.35	0.83	57.73	-0.19	-0.83

* приведены показатели, содержание которых было выше порога определения

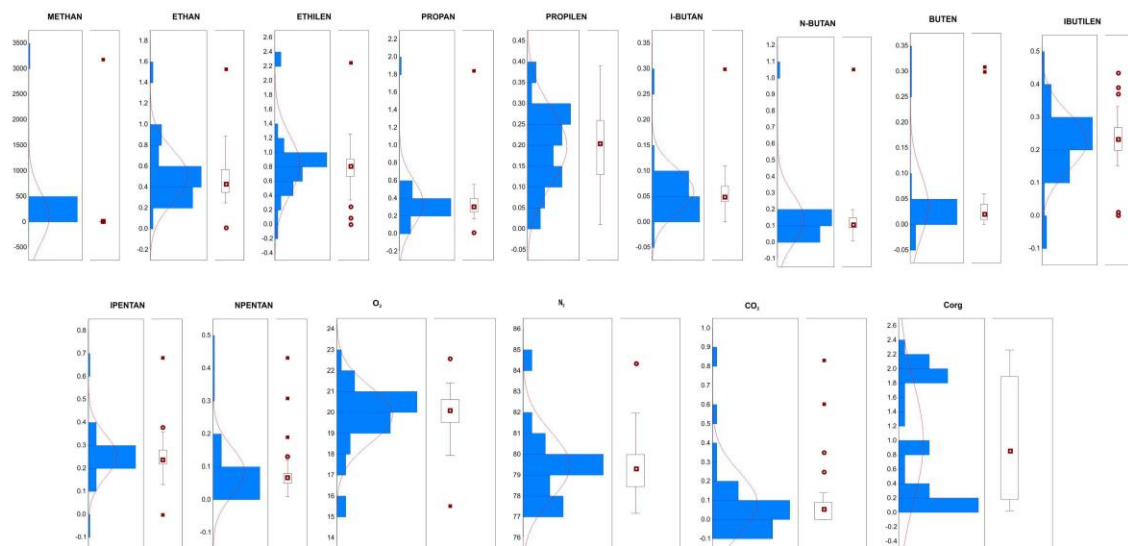


Рис. 1.10. Гистограммы распределения газов и $C_{орг}$ в донных отложениях

Распределение газов в донных отложениях по сравнению с 2016 и 2017 годом приведено на рис.1.11.

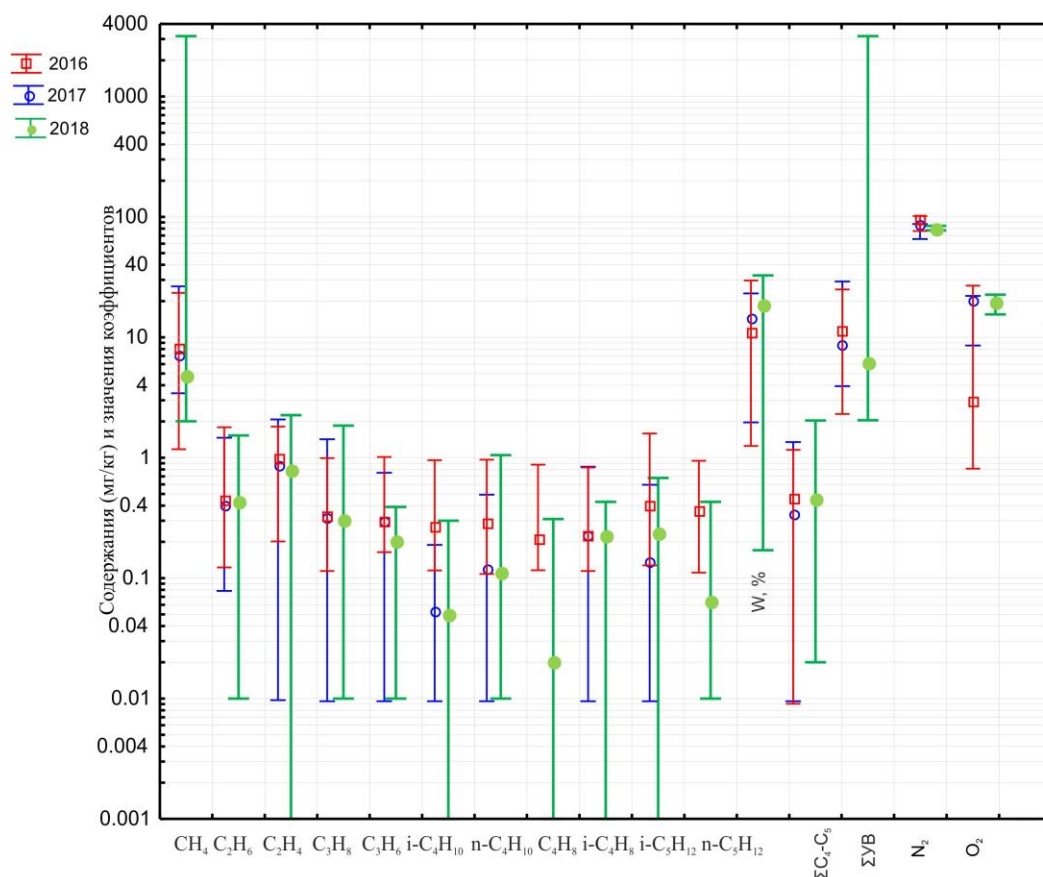


Рис.1.11. Медианные содержания УВ, неорганических газов и значения показателя влажности газа, суммарное содержание гомологов C4-C5, общее содержание УВ в донных отложениях

Очевидно, что уровни содержаний УВ в 2016 и 2017 году были выше, несмотря на близкие медианные содержания. Можно отметить больший размах выборок 2018 года,

низкие (0) минимальные содержания и присутствие, в отличие от 2017 года, бутена и пентана в осадке. Содержание неорганических газов в донных отложениях в 2018 году было практически таким же, как и в 2017 году. Содержание кислорода в донных отложениях в 2016 году было значительно ниже по сравнению с 2017-2018 гг.

Распределение УВ в донных отложениях по ключевым участкам представлено на рисунке 1.12.

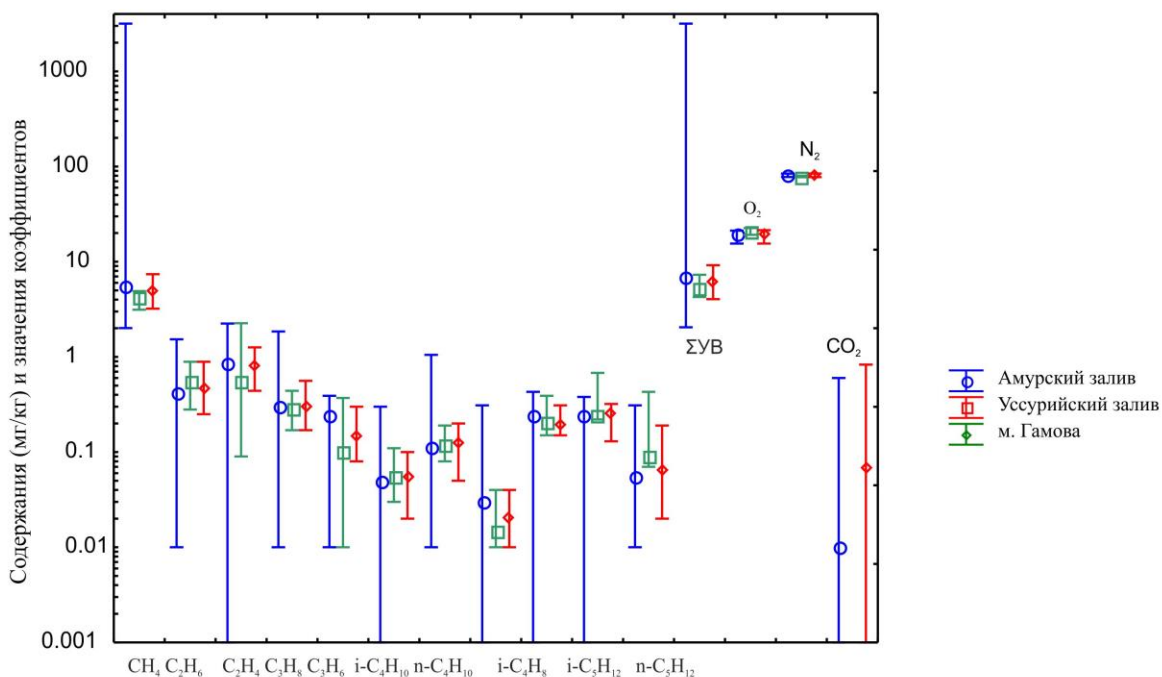


Рис.1.12. Распределение УВ в донных отложениях по ключевым участкам

Наиболее низкими содержаниями УВ характеризуются донные отложения залива Посыет (м. Гамова), донные отложения Амурского и Уссурийского заливов обогащены ОВ за счет интенсивного терригенного стока.

Распределение УВ в придонной воде в 2018 году приведено на рисунке 1.13. Статистические характеристики распределения приведены в таблице 1.2.

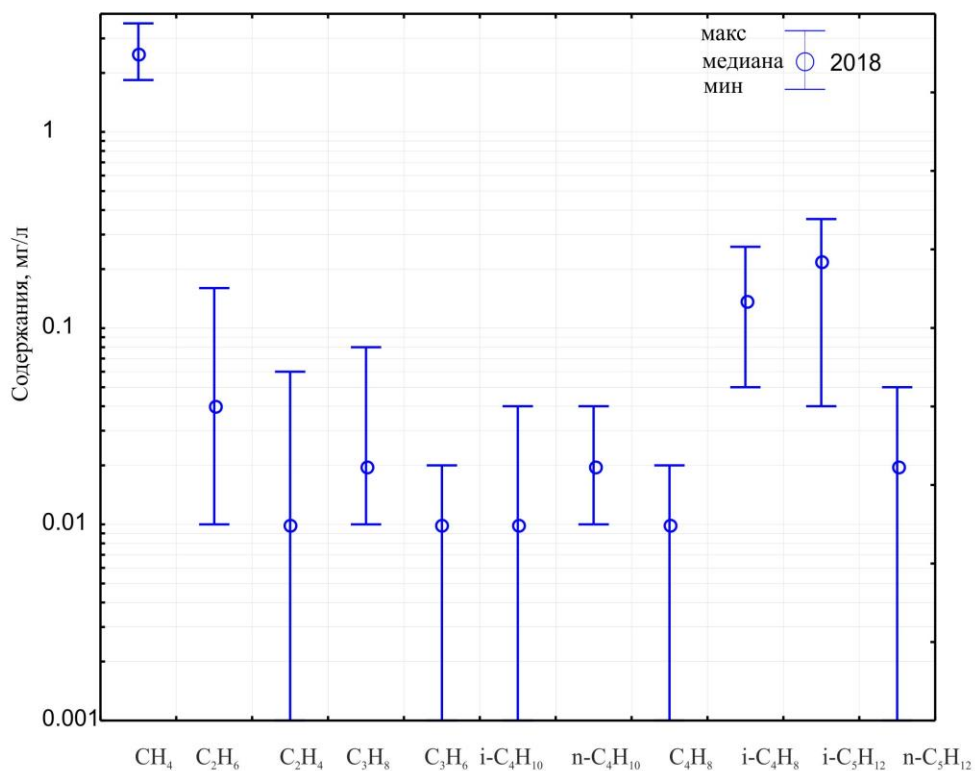
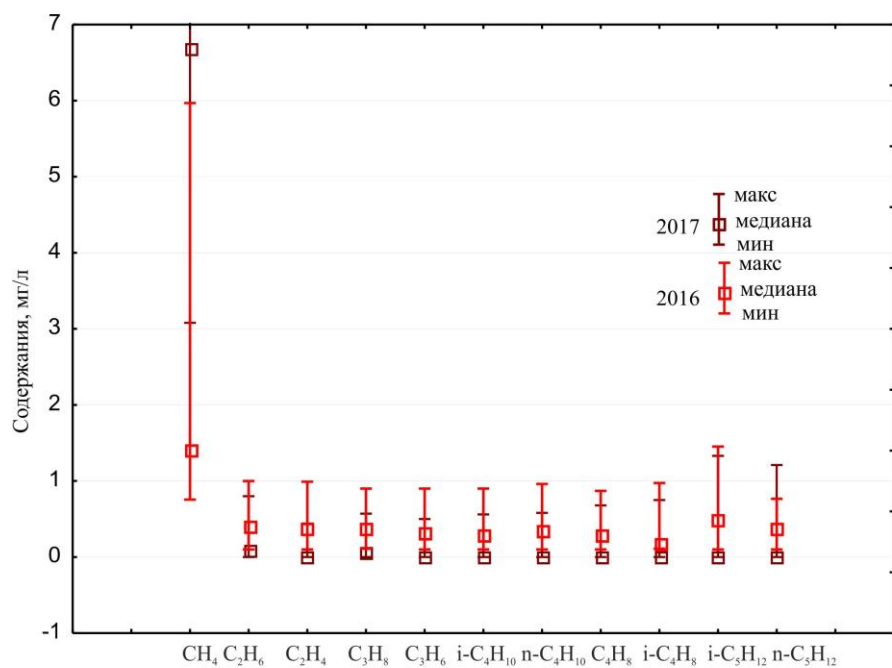


Рис. 1.13. Распределение УВ в придонной воде в 2016-2018 годах

Из рисунка видно, что содержание УВ в воде существенно ниже, чем в 2017 и 2016 году, за исключением метана- его медианные содержания в 2018 году выше.

Таблица 1.2 - Распределение УВ и неорганических газов в придонной воде

	Число проб	Среднее	Медиана	Мин	Макс	Ст.откл.	Коэф. Вар.	Асимметрия	Экссесс
Метан	45	2.57	2.51	1.84	3.58	0.42	16.37	0.37	-0.29
Этан	45	0.04	0.04	0.01	0.16	0.03	66.19	2.07	5.52
Этилен	45	0.02	0.01	0.00	0.06	0.01	72.63	1.47	2.26
Пропан	45	0.02	0.02	0.01	0.08	0.01	54.26	3.73	20.04
Пропилен	45	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	86.56	0.22	-0.55
н-бутан	45	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	54.28	1.79	5.27
Изобутан	45	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	33.08	1.06	1.35
Бутен	45	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	89.89	0.04	-1.08
Изобутилен	45	0.14	0.14	0.05	0.26	0.03	23.60	0.65	4.55
Изопентан	45	0.23	0.22	0.04	0.36	0.07	31.79	-0.18	-0.31
н-пентан	45	0.02	0.02	0.00	0.05	0.01	58.54	0.41	-0.24
CO ₂	45	0.12	0.05	0.00	0.83	0.19	160.45	2.50	6.00
N ₂	45	79.41	79.07	77.17	84.37	1.63	2.06	1.81	3.96
O ₂	45	19.82	20.38	15.50	22.57	1.52	7.67	-1.49	2.47

Отношение N/O, характеризующее развитие зон гипоксии в придонной воде, в 2018 году (вариации 3.4-5.4 при медиане 3.9) незначительно превышало уровень 2017 года (вариации 3.6-4.7 при медиане 3.8), из чего можно сделать вывод о достаточно стабильной экологической ситуации на исследуемых участках. Компонентный состав газов (отсутствие заметных количеств олефинов, тяжелых УВ метанового ряда) свидетельствует о низкой степени бактериального преобразования ОВ, влияния техногенного загрязнения и возможной миграции УВ.

В зависимости от источника газов различают миграционные, биогенные и техногенные аномалии, а также комплексные, сформированные в результате действия разных источников. Кроме того, существуют литогенные аномалии, связанные с различиями в сорбционных свойствах донных отложений и степенью их уплотненности.

Очевидно, что для целей настоящей работы интерес представляют миграционные аномалии. Они возникают в современных осадках и морской воде в результате миграции УВГ из глубоких горизонтов недр. Их наличие является маркером тектонической активности.

Биогенные аномалии метана образуются при возникновении в морских осадках благоприятных условий для микробиальной генерации этого газа: высокое содержание органического углерода, застойный режим водоема. В общем случае интенсивность генерации положительно коррелирует с содержанием органического углерода и численностью микроорганизмов в донных отложениях. При этом в морских осадках интенсивность метанообразования ниже, чем в пресноводных, что обусловлено конкурирующим процессом - сульфатредукцией, который является энергетически более выгодным [Хант, 1982; Абрамс, 2005]. Кроме того, в водоемах постоянно протекает

противоположный метаногенезу процесс окисления этого газа. Показано, что в морских экосистемах метанотрофные сообщества способны потреблять до 80% образующегося метана [Федоров и др., 2005]. Биогенные аномалии могут быть природными по происхождению, но также могут развиваться в результате интенсивной антропогенной нагрузки на водоем.

Техногенные аномалии УВГ образуются при загрязнении акватории нефтепродуктами.

Для разделения аномалий по происхождению часто используют газогеохимические критерии. Например, по данным Р.П. Кругляковой, признаками биогенных УВГ в осадках, кроме аномально высокого содержания метана, являются следующие показатели:

- содержание легких гомологов метана на уровне следов;
 - соотношение предельных (этана и пропана) к непредельным (этилену и пропилену) меньше 1 (обычно около 0,5);
 - коэффициент влажности газа ($\sum (C_2 - C_5) / \sum (C_1 - C_5) * 100 \%$) - менее 1 %;
 - отсутствие парообразных гомологов метана (бутанов, пентанов, гексанов)
- [Круглякова и др., 2003].

Аномалии метана, обусловленные эвтрофикацией водоема в результате антропогенной деятельности, можно идентифицировать по наличию корреляции его высоких содержаний с другими экологическими показателями: содержанием кислорода, БПК и т. д.

В качестве критериев техногенной природы углеводородных газов в морской среде [Круглякова и др., 2003] рассматриваются следующие показатели:

- аномально высокое содержание парообразных гомологов метана (от бутанов до гексана);
- аномально высокое содержание непредельных углеводородов - показатель современных процессов биodeградации нефтепродуктов (старые очаги загрязнения).

Однако такие же признаки характерны и для миграционных аномалий, зафиксированных в экологически благополучных глубоководных районах Черного моря [Лавренова, 2006]. При проведении поисковых геохимических съемок на участках акватории, расположенных в пределах загрязненных районов, определенную сложность может вызывать идентификация природы аномалий (миграционная/техногенная).

В общем случае к наиболее информативным газогеохимическим критериям можно отнести следующие соотношения: влажность газа (W%); предельных и непредельных ($C_2 + C_3$) УВГ (Alk_Alkn), изоалканов (C_4 , C_5) к их нормальным изомерам ($iC_4C_5_sumC_4C_5$), $C_5 / \sum C_2 - C_5$ – отношение содержания пентана к сумме гомологов $C_2 - C_5$.

Расчетные газогеохимические коэффициенты для донных отложений сведены в таблицу 1.3. Помимо вышеперечисленных, приведено содержание $C_{орг}$ и коэффициент N_O (отношение содержаний азота и кислорода), характеризующий интенсивность процессов метаногенеза.

Таблица 1.3 - Значения расчетных газогеохимических коэффициентов в донных отложениях

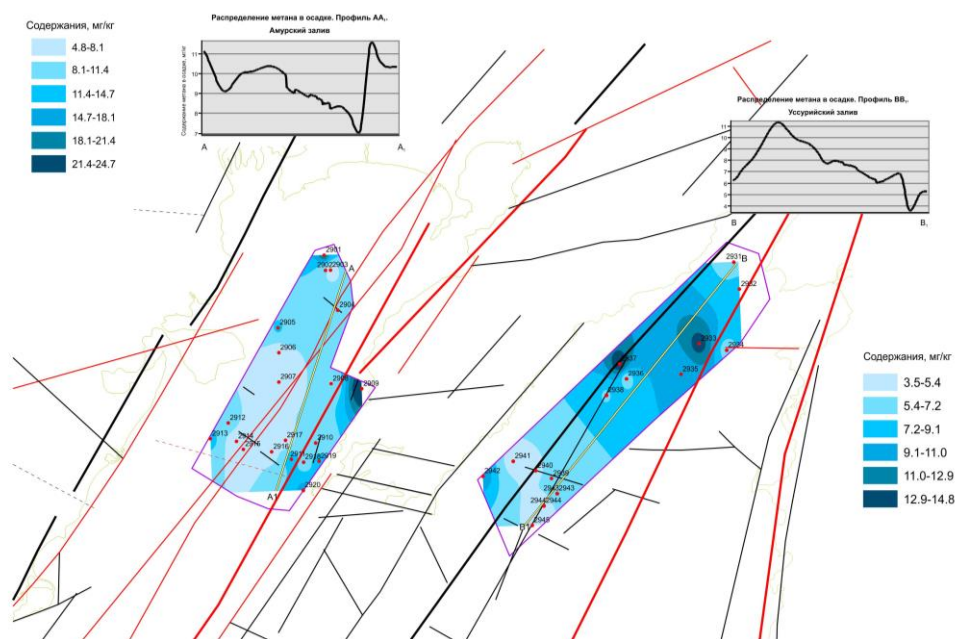
Параметр	Число проб	Средн.	Медиана	Мин	Макс	Ст.откл	Коэф. Вар.
Амурский залив							
W%	20	15.59	16.93	0.17	22.65	6.17	39.58
$iC_4C_5_sumC_4C_5$	20	0.59	0.63	0.00	0.72	0.16	26.79
Alk_Aln	20	0.42	0.40	0.34	0.67	0.08	18.02
$C_5/\sum C_2-C_5$	20	0.04	0.05	0.00	0.08	0.02	46.61
$C_{орг}$	20	1.72	1.90	0.15	2.26	0.53	30.86
N_O	20	0.25	0.25	0.18	0.27	0.02	8.15
Уссурийский залив							
W%	14	20.49	20.00	11.28	29.48	5.31	25.91
$iC_4C_5_sumC_4C_5$	14	0.60	0.57	0.49	0.80	0.10	15.76
Alk_Aln	14	0.45	0.46	0.31	0.63	0.11	23.26
$C_5/\sum C_2-C_5$	14	0.05	0.05	0.02	0.08	0.01	28.41
$C_{орг}$	14	0.37	0.22	0.04	0.94	0.32	86.71
N_O	14	0.25	0.25	0.18	0.28	0.02	9.16
Залив Посьет							
W%	8	26.19	26.44	17.31	32.65	4.51	17.23
$iC_4C_5_sumC_4C_5$	8	0.58	0.60	0.32	0.75	0.12	20.94
Alk_Aln	8	0.58	0.62	0.32	0.87	0.19	33.07
$C_5/\sum C_2-C_5$	8	0.07	0.07	0.06	0.10	0.02	22.78
$C_{орг}$	8	0.15	0.15	0.02	0.36	0.11	74.58
N_O	8	0.26	0.27	0.24	0.29	0.02	5.77

Известно, что непредельные углеводороды представляют собой наиболее распространенные УВ растений и животных, однако они не обнаружены в нефтях, так как крайне неустойчивы и еще в процессе диагенеза быстро восстанавливаются до алканов [Хант, 1982; Абрамс, 2005]. С другой стороны, в этих же работах показано, что олефины (этилен и пропилен), а также парафины (этан и пропан) могут образовываться в незначительных количествах в современных морских илах в результате процессов брожения. Таким образом в донных отложениях присутствуют сингенетичные олефины (C_2 , C_3) и парафины (C_2 , C_3), при этом соотношение (этан+пропан)/ (этан+пропан+этилен+пропилен) в фоновых условиях не превышает 0.5. В случае подтока термогенных УВ (например от залежи) значение соотношения будет стремиться к 1.

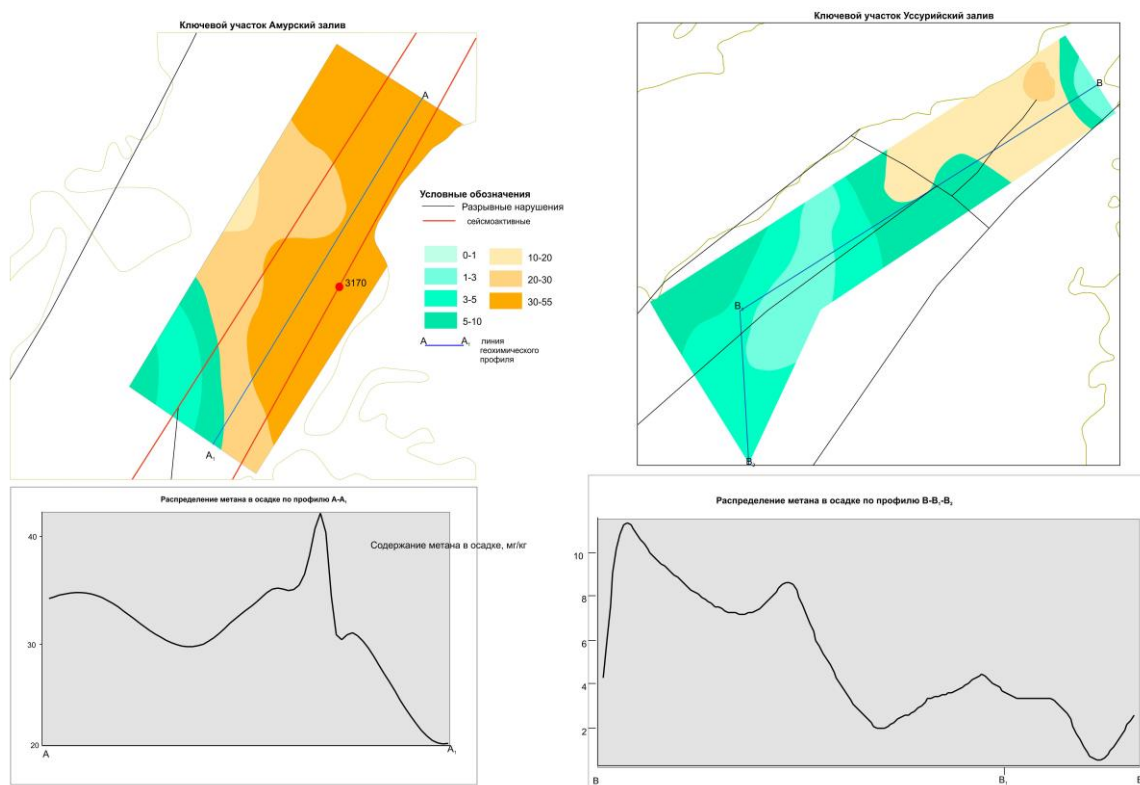
В модельных экспериментах показано, что пареообразные гомологи метана (пентан и гексан) образуются на более поздних стадиях разложения ОВ по сравнению с легкими гомологами как биохимическим путем, так и без участия микроорганизмов [Хант, 1982]. Поэтому в современных осадках при отсутствии миграции глубинных углеводородов, тяжелые гомологи метана находятся в подчиненном количестве, а значение соотношения $(C_5)/(C_2+C_3+C_4+C_5)$, превышающее 0,5, может являться признаком миграционной аномалии УВГ или нефтяного загрязнения акватории.

Применение соотношения изоалканов к нормальным изомерам основано на различиях в их свойствах. Нормальные изомеры - более высокотемпературные соединения. В породах на больших глубинах и, как правило, в более древних скоплениях УВ, нормальный бутан преобладает над изобутаном. По данным Дж. Ханта [Хант, 1982] в составе нефти нормальных алканов (в том числе пентана и гексана) почти в 2 раза больше, чем соответствующих изоалканов. Таким образом, в составе миграционного потока УВ к поверхности нормальные изомеры преобладают. Однако при биodeградации изоалканы труднее подвергаются воздействию микроорганизмов. Известно, что на пути диффузионного потока углеводородов (например, от залежи) в поверхностных отложениях развиваются популяции УВ-окисляющих бактерий, которые образуют биологический барьер, так называемый "бактериальный фильтр" [Оборин, Стадник, 1996]. Бактерии предпочитают потреблять нормальные алканы (по сравнению с изоалканами) и, таким образом, смещают исходное соотношение (*i*-алканы/*i*+*n*-алканы) в сторону 1. При этом по данным А.А. Оборина, слишком высокие концентрации углеводородов угнетают деятельность потребляющих их микроорганизмов. Поэтому над зонами разломов "бактериальный фильтр" отсутствует и количество нормальных изомеров остается высоким. Аналогичная ситуация возникает в случае нефтяного загрязнения изучаемой территории.

Анализ наших данных показывает, что по данным опробования 2018 года преобладают углеводороды техногенной и биогенной природы, тогда как в 2016 и 2017 гг. можно было выделить ряд станций (Рис. 1.14 а), где по газогеохимическим критериям устанавливалось присутствие миграционной компоненты. Однако сопоставление профильного распределения метана в 2017 и 2018 гг. (Рис.1.14 а,б) на участках Амурский и Уссурийский заливы показало, что закономерность распределения сохраняется: участки повышенных содержаний приурочены к зонам влияния разрывных нарушений.



а - распределение метана в ДО в 2017 году



б - распределение метана в ДО в 2018 году

Рис. 1.14. Распределение метана в донных отложениях Амурского и Уссурийского заливов в 2017 и 2018 годах

Учитывая изложенное, понятно, что одних газогеохимических критериев недостаточно для корректной интерпретации, поэтому в целях повышения ее надежности необходимо применять изотопные методы (анализ соотношения изотопов ^{13}C - ^{14}C).

1.3. Результаты инженерно-геологических исследований

К опасным ЭГП на шельфе залива Петра Великого относятся проявления современных геодинамических движений, гравитационное перемещение осадочных масс, загазованность донных отложений.

Работы по проведению мониторинга этих процессов в 2018 году включали следующие виды работ:

1. Проведение высокочастотного акустического профилирования для выделения зон газопроявления в донных осадках и предполагаемых активизированных в настоящее время разломов (Граф. 6, л. 2-4) на трех ключевых участках. Паспорта участков приведены в текстовом приложении 1.

По данным полевого дешифрирования были выбраны точки, в которых проводился пробоотбор. Критериями для выбора мест опробования являлись признаки газопроявлений и гравитационных процессов.

Поднятые донные отложения описывались и разбивались на литологические слои. После этого проводилось инженерно-геологическое опробование и определение показателей физико-механических свойств донных отложений в судовой лаборатории. Плотность грунтов определялась методом режущего кольца. Влажность донных отложений определялась методом высушивания образцов до постоянной массы, в полученные значения вносилась поправка на минерализацию поровой воды. Сопротивление вращательному срезу выполнялось методом вращательного среза четырехлопастной крыльчаткой без предварительного уплотнения и дренирования образцов.

2. Изучение физико-механических свойств донных осадков выполнялось сотрудниками лаборатории инженерной геологии дна Мирового океана ФГБУ «ВНИИОкеангеология» в судовой и стационарной лабораториях (Прил. Сводная ведомость). Образцы для определения физико-механических свойств были отобраны на 19 геологических станциях. Из них 14 станций расположены на полигоне в Амурском заливе (ст. 3001-3010, 3012, 3013, 3015 и 3018), а 5 станций - на полигоне в Уссурийском заливе (ст. 3032-3034, 3036, 3040).

В сводных разрезах, полученных на полигонах в Амурском и Уссурийском заливах, выделяются следующие основные слои:

- Поверхностные глинистые осадки
- mnH - морские нефелоидные глинистые осадки верхнего (mn H₃), среднего (mn H₂) и нижнего (mn H₁) голоцена

1.3.1. Физико-механические свойства донных осадков Амурского залива

На полигоне в Амурском заливе для определения показателей физико-механических свойств грунтов был отобран 31 образец на 14 станциях. Из них 11 образцов представлены поверхностными осадками, отобранными из дночерпателя Van-Veen, и 20 образцов – отложениями залегающих ниже по разрезу литологических слоев, отобранными из грунтовых колонок, поднятых трубкой диаметром 127 мм.

Результаты изучения физико-механических свойств осадков Амурского залива представлены в таблице 1.4 Образцы поверхностных осадков опробованы в интервале глубин 10-20 см. Согласно ГОСТ 25100-2011, по числу пластичности ($I_p \geq 17\%$) и содержанию органического вещества ($C_{орг} < 3\%$) эти осадки можно охарактеризовать как илы глинистые минеральные. Они, как правило, отличаются низким значением плотности грунта, в среднем составляющим $1,37 \text{ г/см}^3$ при наибольшей в изученном разрезе влажности (163%) и наименьшем значении сопротивления вращательному срезу, составляющем в среднем 1,5 кПа.

Таблица 1.4 - Физико-механические свойства донных осадков Амурского залива

Индекс слоя	Характеристика отложений	$C_{орг}, \%$	Плотность грунта, г/см^3	Влажность (с учетом минерализации), $\%$	Пористость, $\%$	Число пластичности, $\%$	Сопротивление вращательному срезу, кПа	Количество определений
Поверхностные	Илы глинистые	$\frac{0,9-2,3}{1,8}$	$\frac{1,27-1,52}{1,37}$	$\frac{100-222}{163}$	$\frac{73-85}{80}$	$\frac{27-62}{47}$	$\frac{0,9-2,1}{1,5}$	11
mn H ₃	Илы глинистые	$\frac{0,7-3,3}{1,8}$	$\frac{1,33-1,42}{1,37}$	$\frac{125-166}{147}$	$\frac{77-81}{80}$	$\frac{38-49}{43}$	$\frac{1,3-4,8}{2,7}$	17
mn H ₂	Илы глинистые с ракушкой пелиципод	1,5	1,45	128	74	39	4,2	1
mn H ₁	Илы глинистые	$\frac{1,9-2,1}{2,0}$	$\frac{1,40-1,48}{1,44}$	$\frac{135-149}{142}$	$\frac{77-79}{78}$	$\frac{40-42}{41}$	$\frac{2,9-3,6}{3,3}$	2

Примечание: в числителе приведен диапазон изменения значений показателя, в знаменателе – его среднее значение.

Из залегающих ниже по разрезу литологических слоев на полигоне в Амурском заливе были опробованы морские нефелоидные осадки верхнего, среднего и нижнего голоцена. Максимальная глубина опробования этих отложений составила 180 см.

Слой $mn\ H_3$ (интервал опробования 30-166 см) представлен илами глинистыми минеральными оливково-серого цвета. Осадки этого слоя опробованы наиболее полно – физико-механические свойства грунтов изучались на 17 образцах, отобранных на 10 станциях. По полученным данным, отложения по плотности грунта ($1,37\ \text{г/см}^3$) близки к поверхностным илам, при этом обладая более низкой влажностью (147 %) и более высоким сопротивлением вращательному срезу (2,7 кПа).

Слой $mn\ H_2$ (интервал опробования 150-160 см) также представлен илами глинистыми минеральными оливково-серого цвета с включениями неравномерно распределенных толстостенных раковин морских пелиципод. В пределах исследуемой площади осадки данного слоя распространены спорадически. Вследствие наличия ракушки они обладают наибольшими средними значениями плотности грунта ($1,45\ \text{г/см}^3$) и сопротивления вращательному срезу (4,2 кПа) в изученном разрезе, в то время как влажность (128%) отложений минимальна.

Осадки нижнего голоцена (слой mnH_1), опробованные в интервале 130-180 см, представлены глинистыми илами светлого зеленовато-серого цвета, иногда с примесью песка. По своим физико-механическим свойствам (влажность – 142 %; сопротивление вращательному срезу – 3,3 кПа) отложения близки к глинистым илам верхнего голоцена, обладая при этом более высокой плотностью грунта - $1,44\ \text{г/см}^3$.

Таким образом, в пределах Амурского залива наименьшими показателями плотности и сопротивления вращательному срезу обладают поверхностные глинистые илы. Закономерное увеличение сопротивления вращательному срезу вниз по разрезу происходит до отложений нижнего голоцена. Однако далее вниз по разрезу, при переходе к отложениям нижнего голоцена, сопротивление вращательному срезу не возрастает и даже несколько снижается, что может быть связано с увеличением содержания глинистых частиц в этих отложениях, о чем говорит повышение числа пластичности. Согласно общей инженерно-геологической классификации донных грунтов океана Я. В. Неизвестнова [Неизвестнов 1989], все отложения изученного разреза относятся к вязкотекучим (сопротивление вращательному срезу менее 5 кПа). Изменение плотности грунта вниз по разрезу происходит практически в той же последовательности, что и изменение сопротивления вращательному срезу: до отложений нижнего голоцена плотность грунта остается постоянной или растет, а затем незначительно падает.

Изменчивость показателей физико-механических свойств осадков Амурского залива по латерали более значительна, чем по разрезу. При анализе изменчивости свойств отобранных грунтов по латерали становится заметной закономерность, по которой грунты

с наименьшими показателями плотности и сопротивления вращательному срезу, преимущественно были отобраны в восточной части залива, поблизости от г. Владивостока (станции 3013, 3015, 3018).

1.3.2. Физико-механические свойства донных осадков Уссурийского залива

На полигоне в Уссурийском заливе для определения показателей физико-механических свойств грунтов было отобрано 10 образцов на 5 станциях. Образцы поверхностных отложений (4 образца) отбирались из дночерпателя Van-Veen. Образцы отложений нижележащих литологических слоев (6 образцов) отбирались из грунтовых колонок.

Результаты изучения физико-механических свойств отложений Уссурийского залива представлены в табл. 2. Образцы поверхностных осадков опробованы в интервале глубин 10-20 см. Согласно ГОСТ 25100-2011, по числу пластичности эти осадки можно охарактеризовать как илы минеральные ($C_{орг} < 3\%$) глинистые ($I_p \geq 17\%$) и суглинистые ($7 \leq I_p < 17\%$). Поверхностные глинистые илы обладают низкой плотностью ($1,46 \text{ г/см}^3$) и высокой влажностью (117%), а также низким значением сопротивления вращательному срезу – 1,5 кПа. Поверхностные суглинистые илы, по сравнению с глинистыми, обладают более высокими показателями плотности грунта ($1,76 \text{ г/см}^3$) и сопротивления вращательному срезу (2,7 кПа) при меньшей влажности (61%).

Из залегающих ниже по разрезу литологических слоев на полигоне в Уссурийском заливе были опробованы морские нефелоидные отложения верхнего, среднего и нижнего голоцена. Максимальная глубина опробования этих отложений составила 160 см.

Слой $mn \text{ H}_3$ представлен илами глинистыми оливково-серого цвета верхнего голоцена (интервал опробования 55-65 см). По данным проведенных определений, глинистые илы имеют следующие показатели физико-механических свойств: плотность грунта - $1,43 \text{ г/см}^3$; влажность – 107 %; сопротивление вращательному срезу – 3,1 кПа.

Слой $mn \text{ H}_2$ - морские нефелоидные темно-серые глинистые илы среднего голоцена с включениями неравномерно распределенных толстостенных раковин морских пелиципод (интервал опробования 30-160 см). Осадки этого слоя характеризуются повышенными показателями плотности грунта ($1,57 \text{ г/см}^3$) и сопротивления вращательному срезу (4,7 кПа), в то время как влажность (75%) отложений падает.

Слой $mn \text{ H}_1$ представлен морскими нефелоидными осадками нижнего голоцена (интервал опробования 115-125 см). Глинистые илы светлого оливково-серого цвета, которыми представлен этот слой, по своим показателям физико-механических свойств близки к отложениям верхнего голоцена: плотность грунта - $1,44 \text{ г/см}^3$; влажность – 110 %; сопротивление вращательному срезу – 2,5 кПа.

Таблица 1.5 - Физико-механические свойства донных осадков Уссурийского залива

Индекс слоя	Характеристика отложений	$C_{орг}, \%$	Плотность грунта, $г/см^3$	Влажность (с учетом минерализации), $\%$	Пористость, $\%$	Число пластичности, $\%$	Сопротивление вращательному срезу, $кПа$	Количество определений
поверхностные	Илы глинистые	$\frac{0,87-0,94}{0,91}$	$\frac{1,44-1,47}{1,46}$	$\frac{111-120}{117}$	$\frac{74-75}{75}$	$\frac{31-42}{37}$	$\frac{1,0-1,9}{1,5}$	2
	Илы суглинистые	$\frac{0,18-0,23}{0,21}$	$\frac{1,68-1,83}{1,76}$	$\frac{49-52}{51}$	$\frac{54-58}{56}$	$\frac{13-14}{14}$	$\frac{2,6-2,7}{2,7}$	2
mn H ₃	Илы глинистые	0,97	1,43	107	74	29	3,1	1
mn H ₂	Илы глинистые с раковинами пелиципод	$\frac{0,45-0,67}{0,56}$	$\frac{1,54-1,59}{1,57}$	$\frac{65-85}{75}$	$\frac{65-69}{67}$	$\frac{22-24}{23}$	$\frac{3,8-5,8}{4,7}$	4
mn H ₁	Илы глинистые	0,98	1,44	110	75	24	2,5	1

Примечание: в числителе приведен диапазон изменения значений показателя, в знаменателе – его среднее значение.

Таким образом, в пределах Уссурийского залива наименьшими показателями плотности и сопротивления вращательному срезу обладают поверхностные глинистые илы. При анализе свойств осадков нижележащих слоев становится ясным, что отложения верхнего и нижнего голоцена по своим средним показателям близки, обладают пониженными плотностью грунта и сопротивлением вращательному срезу и повышенной влажностью, в то время как осадки среднего голоцена наоборот, характеризуются относительно более высокой плотностью грунта и прочностью при низкой влажности.

На плотность осадков, особенно поверхностных, влияет изменение грансостава, происходящее при смещении по латерали. Наибольшее содержание глинистой фракции, а, следовательно, наименьшая плотность, характерны для осадков кутовой части залива (станции 3032-3034). По мере приближения к зоне воздействия морских течений плотность осадков увеличивается. Согласно общей инженерно-геологической классификации донных грунтов океана Я. В. Неизвестнова [Неизвестнов 1989], подавляющее большинство осадков изученного разреза относятся к вязкотекучим (сопротивление вращательному срезу менее 5 кПа).

Разрезы осадочной толщи Амурского и Уссурийского заливов схожи по строению, а также по составу и физико-механическим свойствам слагающих их осадков. Анализ данных о физико-механических свойствах осадков залива Петра Великого, полученных в 2018 году, с учетом опыта работ предыдущих лет, показал, что физико-механические свойства отложений зависят от нескольких факторов.

На плотность отложений залива Петра Великого влияют два основных фактора, первым из которых является содержание в осадках глинистой фракции, о котором можно судить по изменению числа пластичности грунтов (число пластичности прямо пропорционально содержанию глинистых частиц). График зависимости плотности грунта от числа пластичности позволяет заключить, что с увеличением содержания глинистых частиц плотность грунта падает (Рис. 1.15).

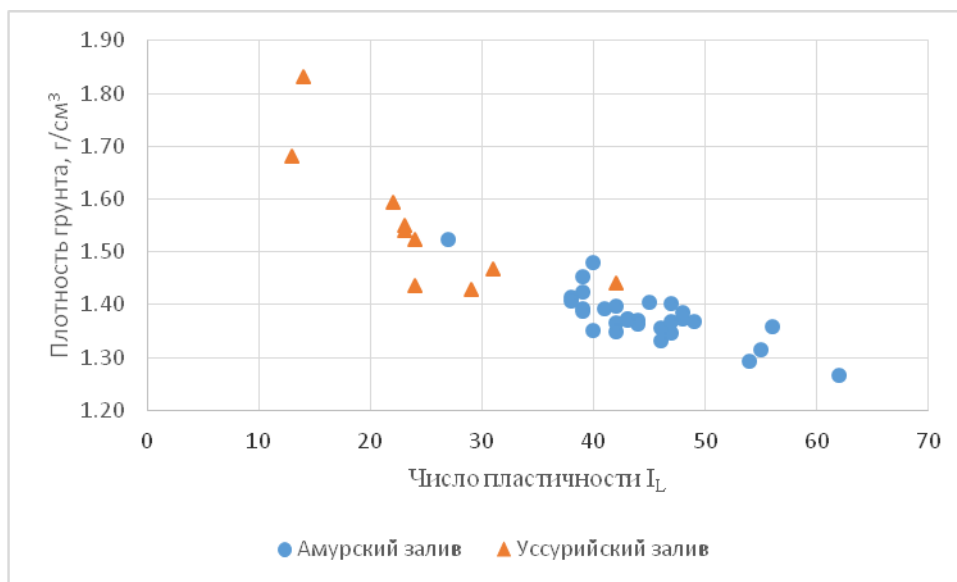


Рис. 1.15 Корреляционная зависимость плотности грунтов от числа пластичности в осадках залива Петра Великого

Вторым фактором, влияющим на плотность осадков залива Петра Великого, является содержание органического вещества (Рис. 1.16). Как и число пластичности, содержание органического вещества имеет обратную корреляционную зависимость с плотностью, однако эта зависимость скорее логарифмическая, чем линейная, и наибольшее влияние изменение содержания $C_{орг}$ оказывает при значениях не выше 1-2%. При дальнейшем увеличении содержания органического вещества плотность уменьшается незначительно. Можно предположить, что высокое содержание глинистых частиц и органического вещества повышает пористость отложений, что ведет к повышению влажности и снижению плотности грунта и сопротивления вращательному срезу.

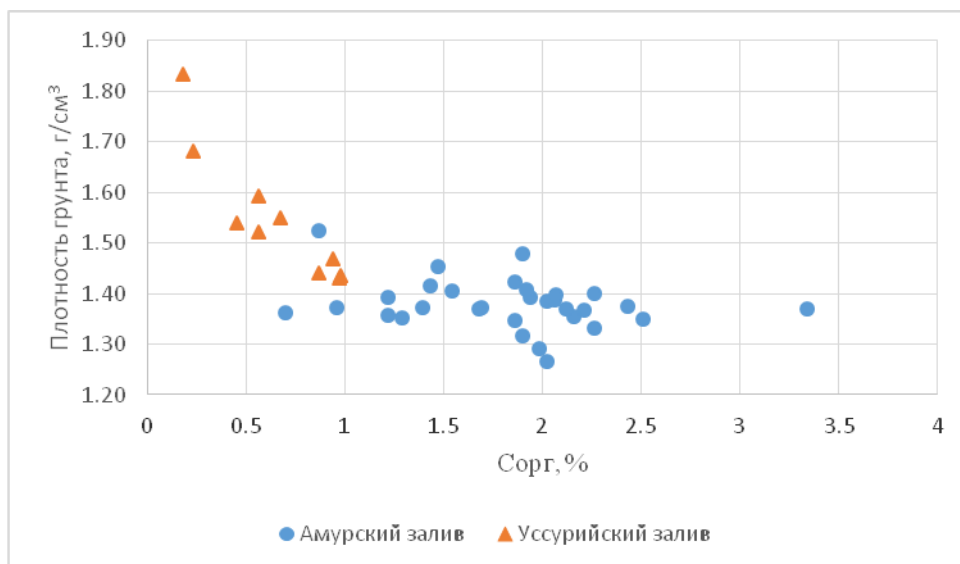


Рис. 1.16. Корреляционная зависимость плотности грунтов от содержания органического вещества в осадках залива Петра Великого

Выявленные закономерности позволяют сделать вывод о том, что состав и физико-механические свойства отложений залива Петра Великого определяются в первую очередь особенностями осадконакопления. В спокойных условиях закрытых от волнения частей заливов происходит накопление осадков с повышенным содержанием глинистой фракции и органического вещества (заиление), в результате чего образуются слабые грунты с пониженной плотностью. Зоны с такими условиями в Амурском заливе находятся в восточной его части в непосредственной близости от полуострова Муравьева-Амурского, а в Уссурийском заливе – в кутовой части залива. В Амурском заливе на содержание органического вещества в донных отложениях оказывает влияние антропогенный фактор - близость к г. Владивостоку, стоки которого приносят значительное количество органики. По мере приближения к областям с более интенсивными вдольбереговыми морскими течениями, приносящими песчаную фракцию, и удаления от мест сброса городских стоков, плотность и прочность морских отложений возрастает.

По результатам ранее выполненных исследований по мониторингу геологической среды прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого, к числу опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП), происходящих на дне акватории изученных участков, относятся эрозия, подводные оползни, а также заиление и формирование слабых донных грунтов вследствие выноса и захоронения большого количества глинистой фракции и органического материала. Проведенные исследования физико-механических свойств донных осадков подтверждают наличие негативного эффекта (снижения плотности и сопротивления вращательному срезу), оказываемого на исследуемые грунты привнесением глинистой фракции и органического вещества. Устойчивость донных осадков залива Петра Великого к эрозии и гравитационным процессам определяется их

плотностью и сопротивлением вращательному срезу. В пределах изученных разрезов наименее устойчивыми к эрозии и гравитационным процессам являются поверхностные глинистые илы, а наиболее устойчивыми - глинистые илы среднего голоцена с включениями ракуши.

1.4. Морфологические особенности строения подводного берегового склона

С целью осуществления мониторинга динамики подводного берегового склона (ПБС) в 2018 году были продолжены исследования на 7 пунктах наблюдения (02-Находка, 03-бухта Литовка, 04-Ливадия, 07-бухта Лазурная, 10-бухта Нарва, 11-бухта Бойсмана, 12-бухта Троицы), расположенных в пределах наиболее значимых рекреационных зон залива Петра Великого (ЗПВ). Изучение подводного берегового склона проведено с надувной лодки «Фрегат-420» посредством эхолот-картплоттера Lowrance HDS 9 Gen 2 Touch в комплекте с встроенной 12-канальной GPS антенной и модулем структурного сканирования, с возможностью записи всей графической и цифровой информации в режиме реального времени в формате NMEA0183 на флеш-карту. Профили расположены на расстоянии 80 метров друг от друга, что обеспечивает равномерное покрытие каждого изучаемого участка. Общая длина профилей промера 150 км. Так же на каждом пункте наблюдения отбирались пробы донных отложений для их последующего гранулометрического анализа. В результате получены новые данные о рельефе и составе ПБС, которые позволили провести необходимые расчеты и определить закономерности развития литодинамических процессов.

Наблюдаемые 7 участков ПБС в общем довольно схожи по строению. Они имеют довольно ровные профили с уклонами от долей градуса до первых градусов. Профили склонов часто бывают осложнены наличием бенчей и баров высотами до 1-2 м. Дно в полосе подводного берегового склона по данным гранулометрического анализа 2016-2018 гг. в основном сложено песчаными осадками различной крупности, того же минерального состава, что и пляжевые отложения. За период изучения значительных изменений в рельефе подводного берегового склона отмечено не было. В основном происходит размыв и «сглаживание» выступающих форм подводного рельефа.

Отдельные выраженные отличия имеют участки: Ливадия (более крутые, чем у прочих, уклоны у уреза воды); Троица (сложное строение подводных ландшафтных полей, многочисленные органогенно-обломочные банки, широкое развитие проективной водной растительности).

Важным отличием является степень открытости их акваторий волновому воздействию, которая, в свою очередь, определяет степень гидродинамической активности на ПБС участков. Так, наиболее открытыми и, соответственно испытывающими наибольшие гидродинамические нагрузки, являются акватории участков 04-Ливадия и 07-бухта Лазурная, а более закрытые, подвержены меньшему

гидродинамическому воздействию - акватории участков 03-бухта Литовка и 12-бухта Троицы, расположенные в кутовых частях залива Восток и бухты Троицы соответственно.

По данным локации бокового обзора можно выявить следующие морфологические особенности поверхности дна в пределах изученных участков подводного берегового склона:

- наличие зон размыва донных отложений – участки Находка, Ливадия.
- ясно выраженные вдольбереговые песчаные валы – Ливадия.
- реликты древней береговой линии, фиксирующиеся на изобатах 3-6 метров, участки Бойсмана, Находка, Троица.

Сравнительный анализ заключался в сравнения приведенных к одному уровню батиметрических данных, полученных в результате выполненного в 2014-2018 г.г. эхолотирования на участках. При обработке данных использовалась программа «Surfer».

Гранулометрический состав донных отложений (187 образцов, 2016 г. - 71; 2017 г. - 63; 2018 г. - 53) определялся в стационарной лаборатории ВНИИОкеангеологии согласно Методическим рекомендациям №144, утвержденным Федеральным научно-методическим центром лабораторных исследований и сертификаций минерального сырья «ВИМС» в 2001 г. Границы фракций измерялись в миллиметрах. Статистическая обработка результатов всех образцов была выполнена с помощью программы GRADISTAT [Blott, Pye, 2012]. Для каждого образца были определены моды распределения и рассчитаны максимальный диаметр, медианный размер зерна, сортировка, асимметрия и эксцесс. Расчеты выполнены методом арифметических моментов [Седиментология..., 1980] и методом Фолка-Варда [Folk, Ward, 1975], модифицированным Блоттом и Пи [Blott, Pye, 2001], который дает более точные оценки для общей гранулометрической характеристики образца.

Интерпретация гранулометрических данных играет важную роль при определении генетических типов обломочных пород. Степень сортировки, медиана, модальность и другие гранулометрические коэффициенты отражают условия гидродинамического режима, способ и дальность транспортировки. Для реконструкции обстановок седиментации применяются различные генетические диаграммы, построенные на основе парной корреляции. Нами были использованы методы генетической интерпретации гранулометрических данных алевропесчаных пород Г.Ф.Рожкова.

Результаты измерений для использования статистического анализа были объединены по классу крупности обломков и частиц в песчаную фракцию ($>100\text{мк}$), крупноалевритовую ($50-100\text{ мк}$), мелкоалевритовую ($10-50\text{ мк}$) и глинистую ($<10\text{мк}$), согласно классификации Раукаса А.В. [Раукас, 1981].

По соотношению различных фракций отложения представлены широким спектром гранулометрических типов. Количество песчаной фракции колеблется от 28 до 100%, а

физического песка – от 87 до 100%. По содержанию песчаной фракции бóльшая часть отложений представлена песком (песчаной фракции >90%) либо песком алевритистым (песка 60-90%) (по классификации Верзилина Н.Н.). Незначительная часть отложений представлена песчанистыми алевритами (содержание алевритовой фракции 40-65%, песчаной – 28-48%).

Различия фракционного состава отложений отразились в их гранулометрических спектрах. Пески и алевритистые пески характеризуются унимодальным распределением с модой в области песчаных фракций (130-815 мк), разброс мод отражает широкий спектр гранулометрических типов: максимальная частота встречаемости отмечена для значений 130 и 180 мк. Песчанистые алевриты демонстрируют бимодальные и унимодальные спектры с основным пиком в области крупноалевритовых фракций (56-82 мк) и дополнительным пиком в области глинистых фракций (7.5 мк), или же в области песчаных фракций (180-357.5 мк). Наиболее близки к логнормальным распределениям спектры песчаных отложений. Следует отметить, что число проб с бимодальным распределением относительно невелико – 23, что составляет 12% от общего количества проб. Максимальное количество проб с бимодальным распределением отмечено в выборке 2017 года-13 (участки Троица, Нарва, Литовка и Шамора).

Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2016-2018 гг. приведены в таблицах 1.6 – 1.8.

Вариации медианного размера зерна и коэффициента сортировки (Табл. 1.6 – 1.8, Рис. 1.17, 1.18) свидетельствуют о развитии различных литодинамических процессов в течение периода наблюдений в некоторых бухтах.

Таблица 1.6 - Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2016 г.

Участок	Параметр	Число проб	Медиана	Минимум	Максимум	Ст. откл.	Коэф. вар.
Находка	Сортировка	12	1.3	1.2	2.7	0.4	30
	Асимметрия	12	0.0	-0.6	0.5	0.2	
	Эксцесс	12	1.2	0.8	5.8	1.4	
	Мода 1 (мк)	12	130	130	180	19	14
	Md (мк)	12	129	122	185	18	13
Литовка	Сортировка	13	3.4	1.8	4.6	1.0	31
	Асимметрия	13	-0.3	-0.6	0.2	0.3	
	Эксцесс	13	2.6	1.6	3.5	0.5	
	Мода 1 (мк)	13	130	82	180	39	32
	Мода 2 (мк)	3	358	180	358	102	34
Ливадия	Md (мк)	13	103	76	160	25	23
	Сортировка	13	1.4	1.4	1.7	0.1	8
	Асимметрия	13	0.4	-0.5	0.4	0.4	
	Эксцесс	13	1.1	0.8	2.5	0.5	
	Мода 1 (мк)	13	180	180	815	279	79
	Мода 2 (мк)	4	180	180	358	89	40
	Md (мк)	13	193	179	797	247	69

Шамора	Сортировка	9	1.6	1.3	2.5	0.4	25
	Асимметрия	9	-0.1	-0.4	0.4	0.2	
	Эксцесс	9	1.2	0.8	2.0	0.4	
	Мода 1 (мк)	9	130	130	180	26	17
	Md (мк)	9	129	113	190	27	19
Нарва	Сортировка	7	3.0	1.8	3.6	0.8	31
	Асимметрия	7	-0.4	-0.6	-0.2	0.2	
	Эксцесс	7	1.7	1.2	3.1	0.8	
	Мода 1 (мк)	7	82	57	180	42	48
	Md (мк)	7	92	51	137	29	34
Бойсмана	Сортировка	11	1.4	1.4	2.6	0.4	27
	Асимметрия	11	-0.1	-0.4	0.1	0.2	
	Эксцесс	11	0.9	0.8	3.4	1.0	
	Мода 1 (мк)	11	82	82	130	25	24
	Md (мк)	11	93	75	113	10	11
Троица	Сортировка	6	1.6	1.2	2.0	0.2	15
	Асимметрия	6	-0.7	-1.0	0.0	0.4	
	Эксцесс	6	0.9	0.7	2.3	0.6	
	Мода 1 (мк)	6	515	180	815	251	47
	Мода 2 (мк)	3	815	180	815	367	61
	Md (мк)	6	830	466	977	219	28

Таблица 1.7 - Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2017 г.

Участок	Параметр	Число проб	Медиана	Минимум	Максимум	Ст.откл.	Коэф.вар.
Находка	Сортировка	8	1.3	1.2	1.7	0.2	12
	Асимметрия	8	0.1	-0.1	0.2	0.1	
	Эксцесс	8	1.0	0.7	2.9	0.8	
	Мода 1 (мк)	8	130	130	180	23	16
	Md (мк)	8	133	126	179	20	14
Литовка	Сортировка	9	1.9	1.6	2.5	0.3	15
	Асимметрия	9	-0.1	-0.4	0.3	0.2	
	Эксцесс	9	1.8	1.4	2.7	0.5	
	Мода 1 (мк)	9	130	82	180	30	22
	Мода 2 (мк)	1	358	358	358		
	Md (мк)	9	116	81	177	25	21
Ливадия	Сортировка	9	1.4	1.3	1.7	0.1	8
	Асимметрия	9	0.4	-0.4	0.6	0.3	
	Эксцесс	9	1.1	0.8	1.4	0.2	
	Мода 1 (мк)	9	180	180	815	212	84
	Md (мк)	9	197	188	693	165	65
Шамора	Сортировка	10	1.8	1.3	2.8	0.5	25
	Асимметрия	10	-0.2	-0.4	0.0	0.1	
	Эксцесс	10	1.4	1.0	3.3	0.7	
	Мода 1 (мк)	10	155	130	180	26.4	17
	Мода 2 (мк)	2	358	358	358		
	Md (мк)	10	127	108	175	27.2	19

Нарва	Сортировка	9	3.9	1.5	6.5	1.9	51
	Асимметрия	9	-0.5	-0.7	-0.2	0.2	
	Эксцесс	9	1.4	0.5	3.3	0.8	
	Мода 1 (мк)	9	82	57	180	39	37
	Мода 2 (мк)	3	180	8	815	425	127
	Md (мк)	9	99	55	469	131	105
Бойсмана	Сортировка	9	1.5	1.4	1.7	0.1	8
	Асимметрия	9	-0.2	-0.6	0.1	0.2	
	Эксцесс	9	1.2	0.9	2.1	0.5	
	Мода 1 (мк)	9	130	82	130	26	24
	Md (мк)	9	94	85	117	12	12
Троица	Сортировка	9	1.7	1.2	3.4	0.7	38
	Асимметрия	9	-0.3	-1.0	0.5	0.5	
	Эксцесс	9	1.1	0.6	1.9	0.4	
	Мода 1 (мк)	9	515	180	815	295	63
	Мода 2 (мк)	6	358	180	815	239	60
	Md (мк)	9	783	191	1000	285	44

Таблица 1.8 - Статистические характеристики распределений значений гранулометрических коэффициентов по участкам в 2018 г.

Участок	Параметр	Число проб	Медиана	Минимум	Максимум	Ст.откл.	Коэф.вар.
Находка	Сортировка	8	1.2	1.1	1.3	0.1	6
	Асимметрия	8	0.1	0.0	0.2	0.1	
	Эксцесс	8	0.9	0.9	1.4	0.2	
	Мода 1 (мк)	8	155	130	180	27	17
	Md (мк)	8	140	127	180	19	13
Литовка	Сортировка	8	1.5	1.5	2.1	0.3	16
	Асимметрия	8	-0.1	-0.4	0.3	0.2	
	Эксцесс	8	1.5	0.9	2.2	0.4	
	Мода 1 (мк)	8	130	130	130	0	0
	Md (мк)	8	118	105	142	11	10
Ливадия	Сортировка	8	1.4	1.3	1.6	0.1	7
	Асимметрия	8	0.0	-0.5	0.1	0.2	
	Эксцесс	8	1.3	0.8	1.3	0.2	
	Мода 1 (мк)	8	258	258	815	197	60
	Md (мк)	8	251	240	746	176	56
Шамора	Сортировка	5	1.4	1.3	1.8	0.2	14
	Асимметрия	5	-0.1	-0.3	0.2	0.2	
	Эксцесс	5	1.7	1.3	2.2	0.4	
	Мода 1 (мк)	5	130	130	130	0	0
	Md (мк)	5	124	123	133	5	4
Нарва	Сортировка	9	3.8	1.5	4.7	1.2	35
	Асимметрия	9	-0.5	-0.6	0.3	0.3	
	Эксцесс	9	1.5	1.3	3.0	0.5	
	Мода 1 (мк)	9	82	57	258	70	63
	Md (мк)	9	68	52	276	74	74
Бойсмана	Сортировка	9	1.7	1.3	1.9	0.2	13
	Асимметрия	9	-0.3	-0.6	-0.1	0.1	
	Эксцесс	9	1.5	0.8	2.4	0.5	
	Мода 1 (мк)	9	130	130	130	0	0

	Мода 2 (мк)	1	57	57	57		
	Md (мк)	9	104	94	119	8	8
Троица	Сортировка	6	1.5	1.3	3.2	0.7	40
	Асимметрия	6	-0.2	-0.8	0.5	0.5	
	Эксцесс	6	1.3	0.9	3.8	1.1	
	Мода 1 (мк)	6	436	130	815	287	60
	Md (мк)	6	426	134	892	312	62

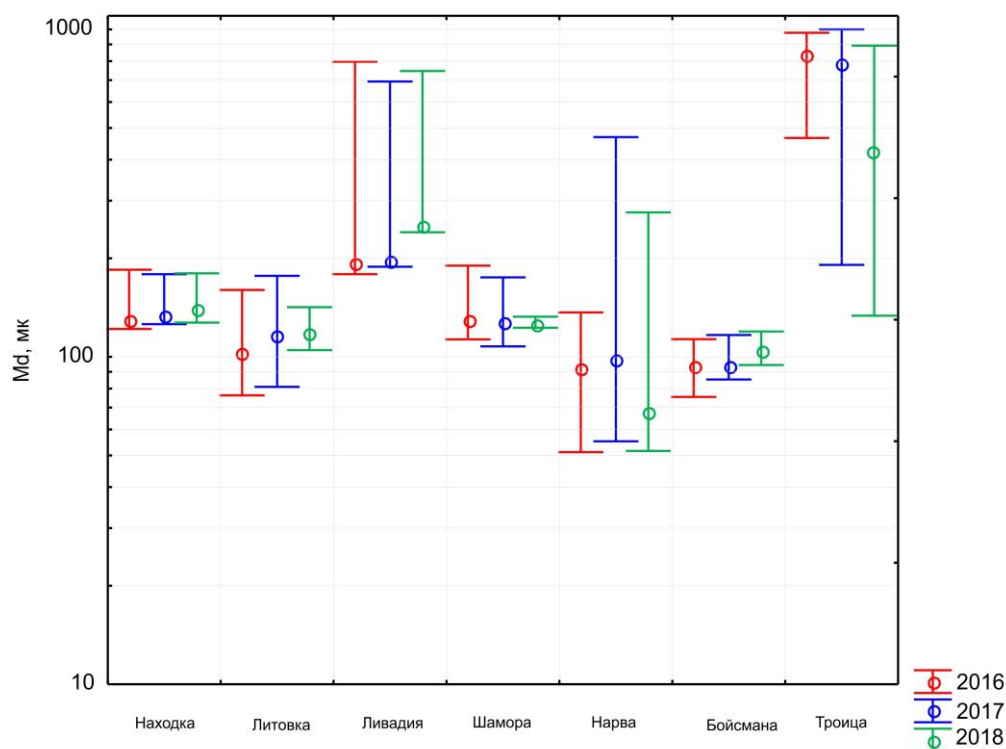


Рис. 1.17. Вариации медианного размера зерна в отложениях ПБС исследованных участков по годам (медиана и размах выборок)

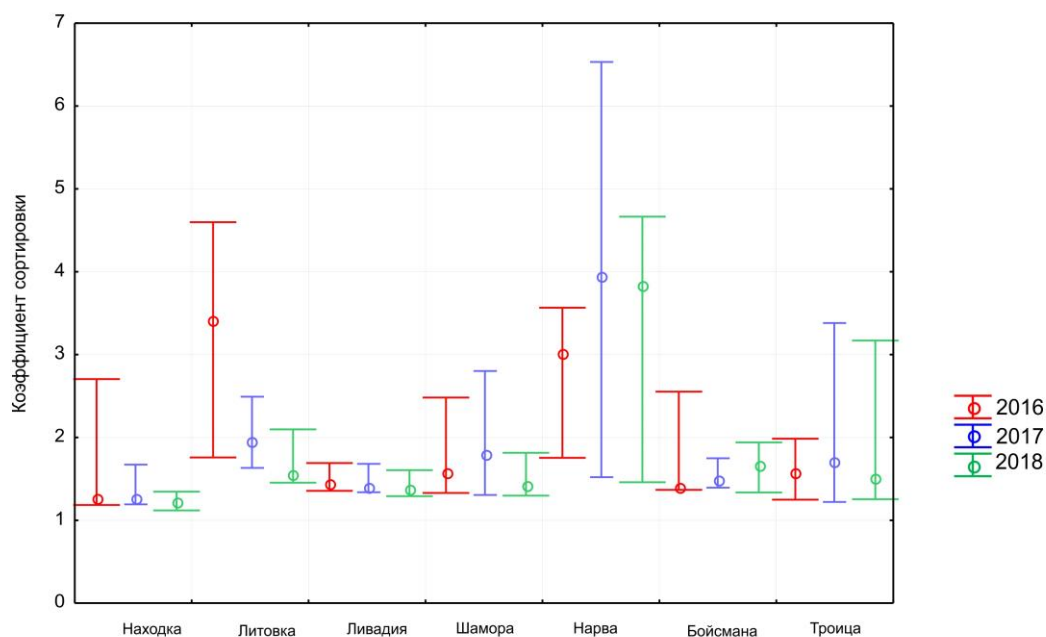


Рис. 1.18 Вариации коэффициента сортировки в отложениях ПБС исследованных участков по годам (медиана и размах выборок)

Стабильные условия осадконакопления, очевидно, существуют на участках Находка, Шамора, Бойсмана. Дефицит наносов наблюдается в бухте Троица, где осадки наиболее грубозернистые и плохо сортированные. Участок Нарва, судя по отрицательной корреляции между медианным размером зерна и коэффициентом сортировки (-0.74), испытывает активное волновое воздействие. На участках Ливадия на протяжении трех лет увеличение медианного размера зерна сопровождается незначительным ухудшением сортировки, что может свидетельствовать о некотором изменении условий осадконакопления в сторону формирования зоны транзита осадочного вещества, динамика осадков становится менее интенсивной. На участке Литовка при незначительном увеличении медианного размера зерна улучшается сортировка, соответственно, тут можно говорить о циркуляционном типе переноса донных отложений, который, видимо, связан с изменением гидрологического режима залива Восток из-за развернувшегося в бухте Подосенова гидротехнического строительства.

Фациальные обстановки седиментации прежде всего устанавливаются через характер и энергию динамических сил среды седиментации. Обычно применяется динамогенетическая диаграмма асимметрия-эксцесс по результатам дробного гранулометрического анализа, с помощью которой оценивается и проводится реконструкция обстановок осадконакопления. Г.Ф. Рожковым была предложена эталонная динамогенетическая диаграмма асимметрия-эксцесс, позволяющая опосредованно через характер и энергию динамических сил определять обстановки осадконакопления [Рожков, 1978]. Нами на эталонную диаграмму были нанесены точки-пробы определений асимметрии и эксцесса, которые заняли различные динамические поля диаграммы (Рис. 1.19 – 1.21).

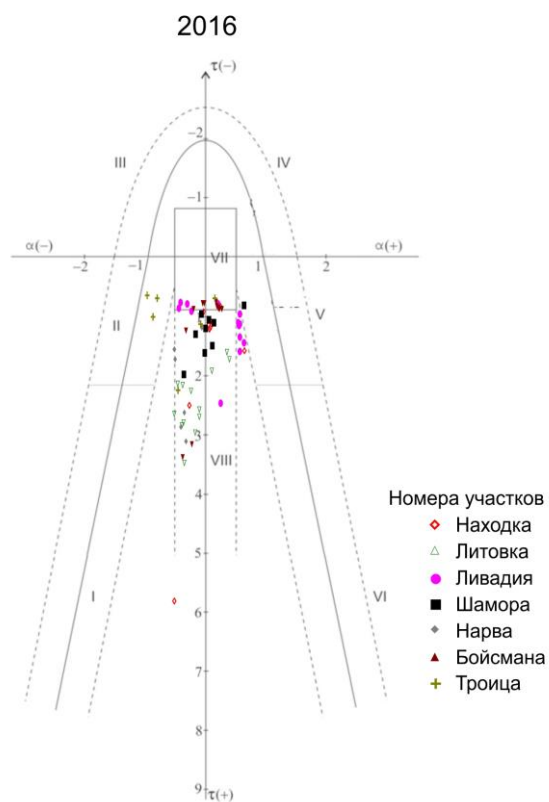


Рис. 1.19. Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2016 г.

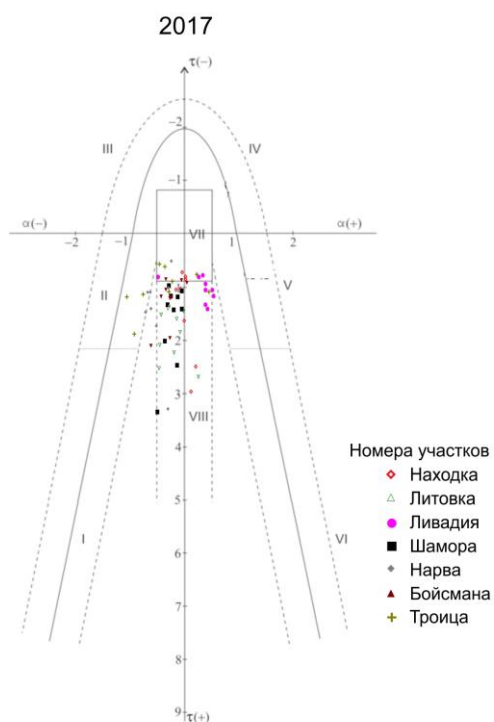


Рис. 1.20. Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2017 г.

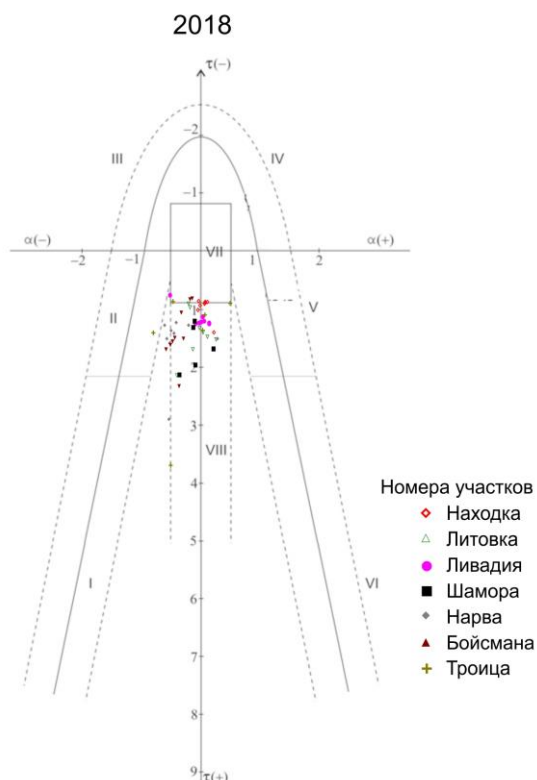


Рис. 1.21. Динамогенетическая диаграмма Г.Ф.Рожкова для отложений ПБС залива Петра Великого в 2018 г.

Поля: I - застойные условия седиментации на дне акваторий различных глубин - морские фации. II - донные течения или мутьевые потоки - морские фации; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения - континентальные фации областей сноса, коры выветривания. III - слабые, преимущественно речные течения - континентальные речные фации. IV- сильные речные или вдольбереговые течения - континентальные речные или прибрежно-морские фации. V- выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн - прибрежно-морские фации, континентальная микрофация пляжей больших равнинных рек. VI - выход волн на мелководье, сильный накат волн - верхняя половина участка, эоловая обработка песков морских пляжей - нижняя половина участка (микрофация береговых дюн); в целом, - фация побережья акваторий вблизи береговой черты. VII - эоловая переработка речных осадков - верхняя половина прямоугольника - континентальная фация пустынь (континентальные дюны); нижняя правая четверть прямоугольника - волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, - прибрежно-морская фация. VIII - выход волн на мелководье, мощный накат-прибой, скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала - прибрежная фация открытых акваторий.

Фигуративные точки образцов в основном попадают в нижнюю часть области VII и в область VIII. Образцы участка Троица попадают в область I. Таким образом, все отложения представлены прибрежно-морскими фациями, все бухты, кроме Троицы, где существуют застойные условия седиментации, в той или иной степени подвержены волновому воздействию, на большинстве участков скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала.

В дальнейшем предполагается провести детальное литологическое картирование с дополнительным отбором проб донных отложений для уточнения схемы трендов потоков наносов и литологической интерпретации записей ГЛБО.

Результаты сравнительного анализа данных эхолотирования ПБС за 2018 г с данными 2017 г показали, что некоторые тенденции динамики осадков, пришедшие на смену предшествующим в прошлом году, сохранились и, вероятно, являются новыми нормальными, а другие напротив, являлись исключением из правил и в нынешнем году, система вернулась или стремится к состоянию до 2017 года.

В таблице 1.9 приведены результаты расчетов изменения количества осадков на ПБС исследуемых участков в 2014-2018 гг. Из нее видно, что в отличие от прошлого года, когда было четкое разделение участков с отрицательным балансом наносов в восточной части ЗПВ, а с положительным в западной, в 2018 году такого разделения нет. Более того, участков с положительной динамикой всего три, при этом на одном из них - бухта Литовка, эта динамика весьма незначительна.

Вообще по итогам 2018 г можно разделить все пункты наблюдения на три группы:

- участки устойчивой аккумуляции - это пункты наблюдения 04 - Ливадия и 10 - б. Нарва;
- стабильные или слабоизмененные участки - п.н. 03 - б. Литовка, 07 - б. Лазурная;
- участки с отрицательным балансом наносов - участки размыва, к ним относятся пункт наблюдения 02 - зал. Находка, 11 - б. Бойсмана, а также 12 - б. Троицы.

Однако, природа этих процессов, вероятно, отличается.

Пункт наблюдения 02-Находка расположен в северо-восточной части залива Находка и поэтому испытывает умеренные гидродинамические нагрузки. Донные отложения на глубинах до 3-3,5 м представлены преимущественно мелкозернистыми песками с примесью валунов и гальки. В интервале глубин 3,5 - 9 метров распространены валунно-галечные отложения. Приглубые части донной поверхности участка (7-10 и более метров) представлены мелкозернистыми, иногда с примесью илов, песками. Небольшие скопления крупнозернистых песков отмечены близ выходов коренных пород, которые фиксируются как в центре, так и на краевых частях участка.

Результаты сравнительного анализа данных 2014-16 г.г. указывали на то, что на значительной части ПБС происходил процесс аккумуляции осадков. В прибрежной зоне, на глубине до 3 м, этот процесс был более выражен. В 2017 году практически вся площадь ПБС была подвержена размыву и в 2018 году размыв продолжился. Объемы суммарного намыва и размыва идентичны прошлогодним. Практически на всей поверхности ПБС отчетливо видно смещение изобат в сторону берега (Рис. 1.22).

Таблица 1.9 - Изменение мощности осадков на ПБС пунктов наблюдения

<i>Пункт наблюдения</i>	<i>Период сравнения, гг.</i>	<i>Площади сравниваемых участков, м²</i>	<i>Суммарный намыв, м³</i>	<i>Суммарный размыв, м³</i>	<i>Среднее изменение мощности осадков (м.)</i>
02 - зал. Находка	2014-2015	1059892,99	283902,88	4217,78	+ 0,26
	2015-2016	1068737,81	262832,09	491,11	+ 0,25
	2016-2017	1068737,81	1043,41	198711,98	– 0,18
	2017-2018	1068737,81	1609,39	141403,87	– 0,13
03 - б. Литовка	2014-2015	1788964,40	371407,60	9423,09	+ 0,20
	2015-2016	1784705,48	366972,87	10250,50	+ 0,20
	2016-2017	1827956,19	20757,79	147238,55	– 0,07
	2017-2018	1827956,19	90103,62	47959,64	+ 0,02
04 - Ливадия	2014-2015	1929570,33	839760,59	30203,04	+ 0,42
	2015-2016	1929570,33	427930,85	15641,64	+ 0,21
	2016-2017	1929570,33	14715,20	520483,19	– 0,26
	2017-2018	1990358,23	420549,33	27820,92	+ 0,20
07 - б. Лазурная	2014-2015	325544,26	86116,56	5457,11	+ 0,25
	2015-2016	1374693,16	222051,33	15988,05	+ 0,15
	2016-2017	1374693,16	150705,09	10092,41	+ 0,10
	2017-2018	1374693,16	32441,80	61414,41	– 0,02
10 - б. Нарва	2014-2015	1312789,21	244959,52	47796,80	+ 0,15
	2015-2016	1911840,91	240499,31	160229,66	+ 0,04
	2016-2017	1911834,82	238218,20	13890,74	+ 0,12
	2017-2018	1589337,29	537218,02	435,63	+ 0,34
11- б. Бойсмана	2014-2015	2091913,09	606720,84	44228,48	+ 0,27
	2015-2016	2091913,09	449446,01	33942,50	+ 0,20
	2016-2017	2091913,09	121259,82	36490,24	+ 0,04
	2017-2018	2091913,09	2456,49	439111,32	– 0,21
12 - б. Троицы	2014-2015	1244601,58	162621,35	37117,89	+ 0,10
	2015-2016	1680469,78	181291,00	29263,66	+ 0,10
	2016-2017	1680469,78	475096,28	552,46	+ 0,28
	2017-2018	1568246,43	19302,75	113435,73	– 0,06

Пункт наблюдения 03 – бухта Литовка расположен в кутовой части залива Восток. Донные отложения (ДО) представлены преимущественно разнотернистым песками. С глубиной возрастает количество алевритовой фракции, что предполагает усиление роли аккумуляции в этой части участка. Поля глыбо-валунно-галечных отложений распространены от мелководья в северной части участка, до глубин 4,5–5,5 метров. На краевых частях участка, на глубинах 2,5–4 м отмечены выходы коренных пород.

В 2014-2016 г. здесь преобладали аккумулятивные процессы, свойственные закрытым акваториям, в 2017 г. доминирующими стали процессы абразии, а в 2018 г. вновь баланс наносов стал положительным, однако незначительно. Суммарный намыв хоть и вырос по сравнению с предыдущим годом, все же значительно ниже показательной 2015 и 2016 гг., а суммарный размыв почти в три раза ниже прошлогоднего, но гораздо выше показаний более ранних лет. Динамика наносов по ПБС участка неравномерна, так положительные значения преобладают в его северо-западной части, отрицательные в юго-восточной (Рис. 1.23).

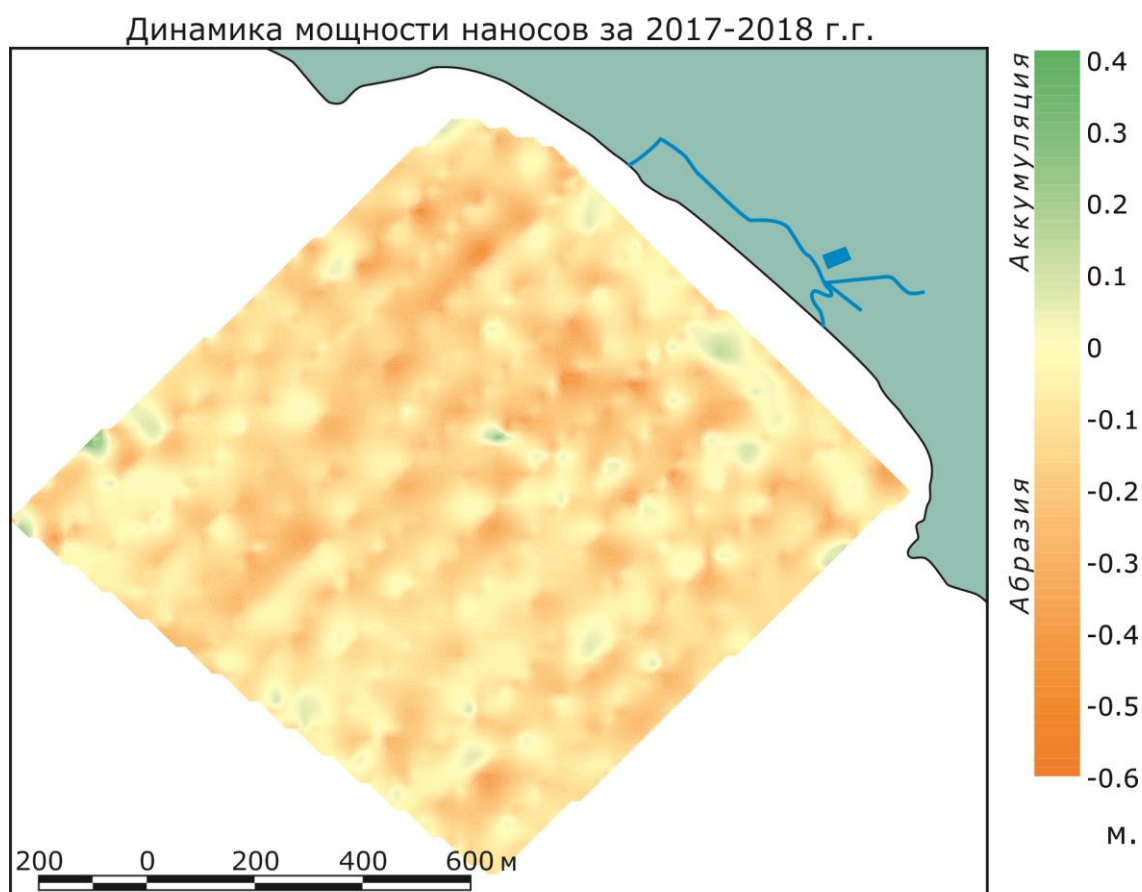


Рис. 1.22. Пункт наблюдения 02 - зал. Находка

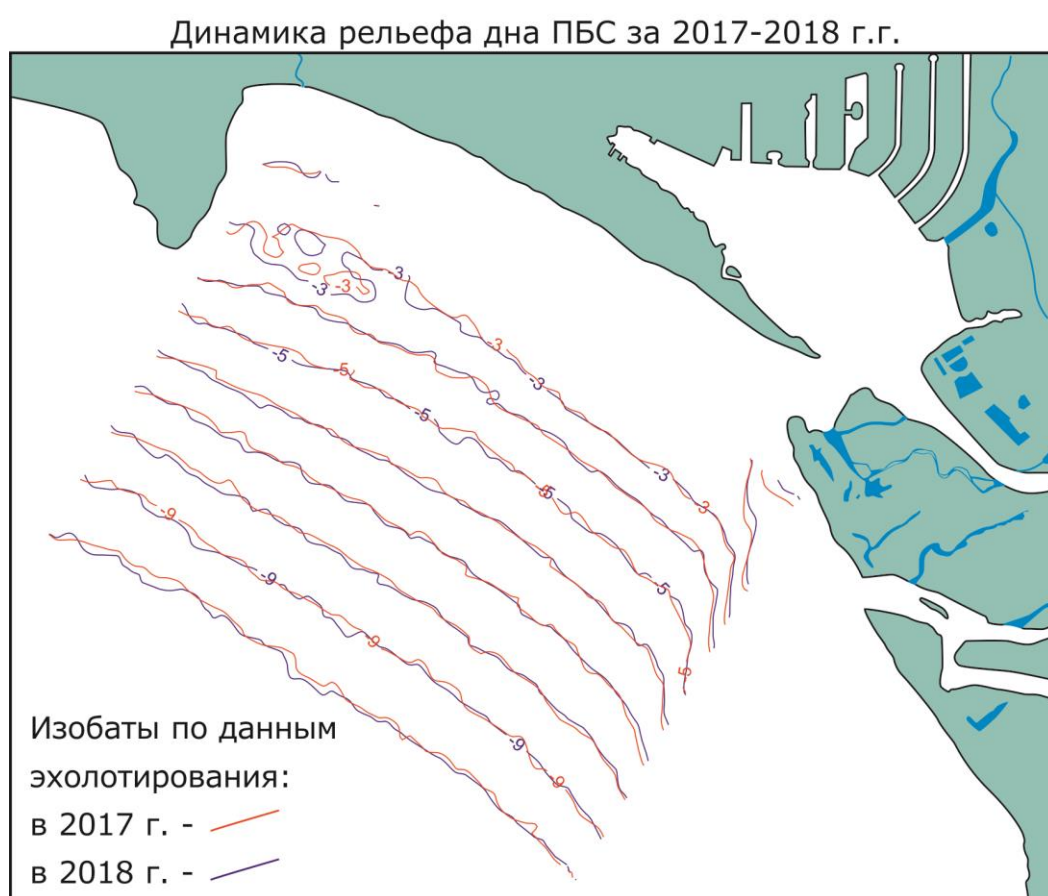
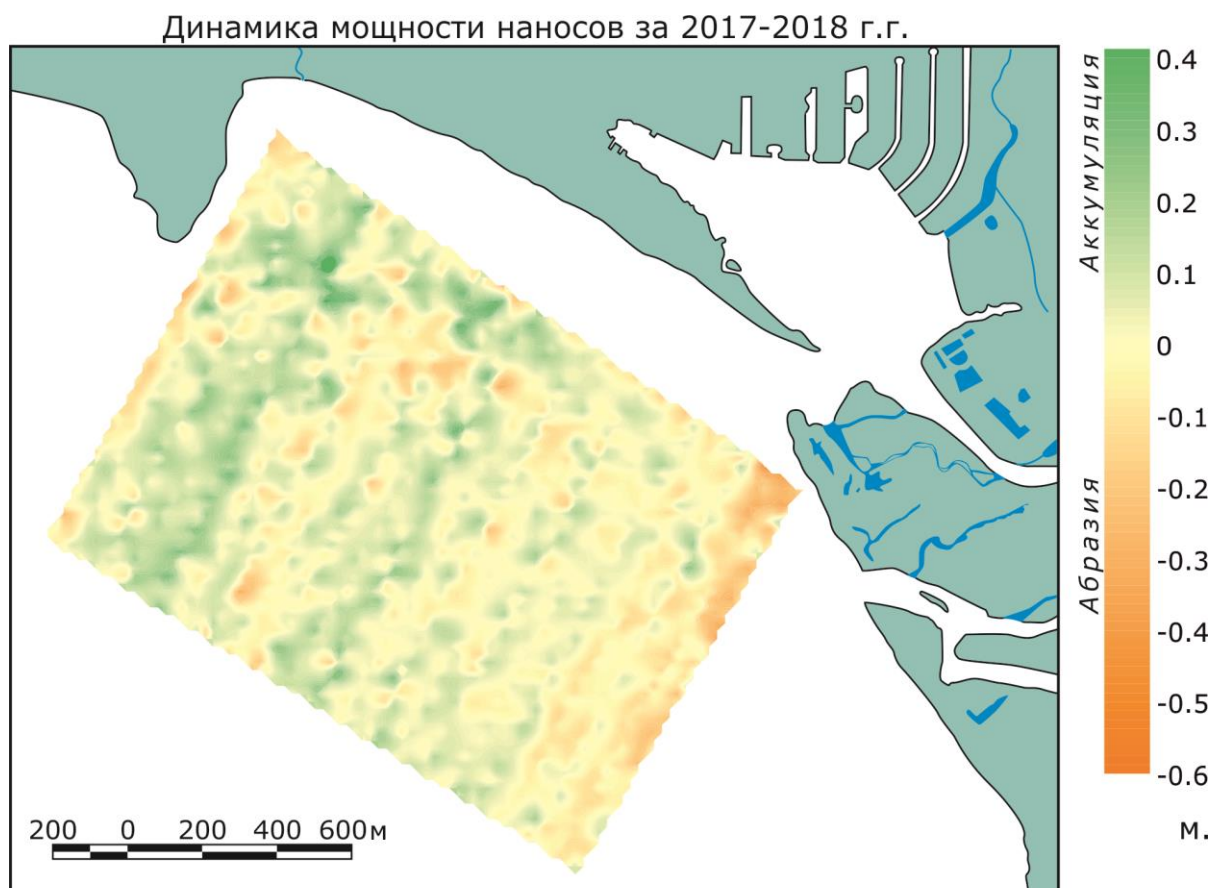


Рис. 1.23. Пункт наблюдения 03 - б. Литовка

Пункт наблюдения 04 –Ливадия расположен в открытой бухте и в значительной степени подвержен гидродинамической активности. Отличается относительно крутым уклоном дна непосредственно в прибрежной зоне. С запада и востока его края обрамляют выходы скальных пород, которые в западной части прослеживаются на всю глубину участка, играя роль волнореза, в значительной мере определяя закономерности распределения донных отложений на нем. До изобаты 9 м на востоке и 16 м в западной части участка, донные отложения представлены мелкозернистыми песками, которые в сублиторальной зоне сменяются более крупнозернистыми осадками, при этом, мелкозернистые осадки носят отчетливо покровные формы.

Значительная часть ПБС является зоной перераспределения и транзита донных отложений, на что указывает полосчатая текстура мозаики ГЛБО. При этом, ориентировка полос указывает на направление перемещения осадков.

В 2015-2016 г.г. наблюдалась тенденция увеличению мощности донных наносов и преобладание процессов аккумуляции на поверхности ПБС. В 2017 году, на этом участке зафиксировано отрицательное значение изменения средней мощности наносов, в 2018 году показатели вернулись к значениям 2016 года - суммарный намыв превосходит размыв в 15 раз и, как следствие на 0,2 м увеличение средней мощности наносов. Следует отметить, что, в основном размыв характерен для мелководной част, до глубин 7-8 метров, а также в западной части, близ выхода коренных пород (Рис. 1.24).

Пункт наблюдения 07-бухта Лазурная расположен в восточной части полуострова Муравьева-Амурского на западном побережье Уссурийского залива. Практически полностью открыт в юго-восточном направлении, поэтому испытывает высокую гидродинамическую нагрузку. Донные отложения представлены мелкозернистыми песками и полосой глыбо-валунно-галечного материала, в западной части участка примыкающей к пляжу.

По итогам сравнительного анализа данных 2018 г с данными 2017 г данный участок отнесен к стабильным, потому как объемы суммарного намыва и размыва наносов сравнительно не высоки, а их отношение составляет 1 к 2, что дает слабоотрицательное изменение средней мощности (Рис. 1.25). При этом следует обратить внимание, что в предыдущие годы динамика наносов на ПБС этого участка была достаточно высока и исключительно положительна.

Пункт наблюдения 10-бухта Нарва частично закрыт от прямого волнового воздействия, поэтому испытывает умеренную гидродинамическую нагрузку. На большей части участка донные осадки представлены алевритами и песчаными алевритами, граница

которых контролируется изобатой 6 метров. В интервале изобат 3-6 метров получили распространение валунно-галечно-песчаные отложения, которые к берегу сменяются полосой валунно-глыбовых отложений, примыкающих к выходам коренных пород.

По итогам 2017 года на данном участке отмечался устойчивый процесс аккумуляции с одновременным снижением объема размываемого материала. Анализ данных 2018 года показал значительный рост по сравнению с предыдущими суммарного намыва, и практически полное отсутствие размыва, что и привело к рекордным 0,34 м прироста к средней мощности. На рисунке 1.26 видно, что почти на всей площади ПБС происходит процесс аккумуляции, незначительные области абразии приурочены к восточной части участка.

Пункт наблюдения 1 - бухта Бойсмана испытывает высокую гидродинамическую нагрузку, которая хорошо выражена в ориентировке границ типов осадков, имеющих четкую вдольбереговую направленность. Типы осадков сменяются от литорали к сублиторали в следующей последовательности: пески алевритовые; глыбо-валунно-галечные отложения; песчаный алеврит. Полоса выходов коренных пород проходит практически вдоль всего участка и фиксируется среди глыбо-валунно-галечные отложений на глубине 5-6 метров.

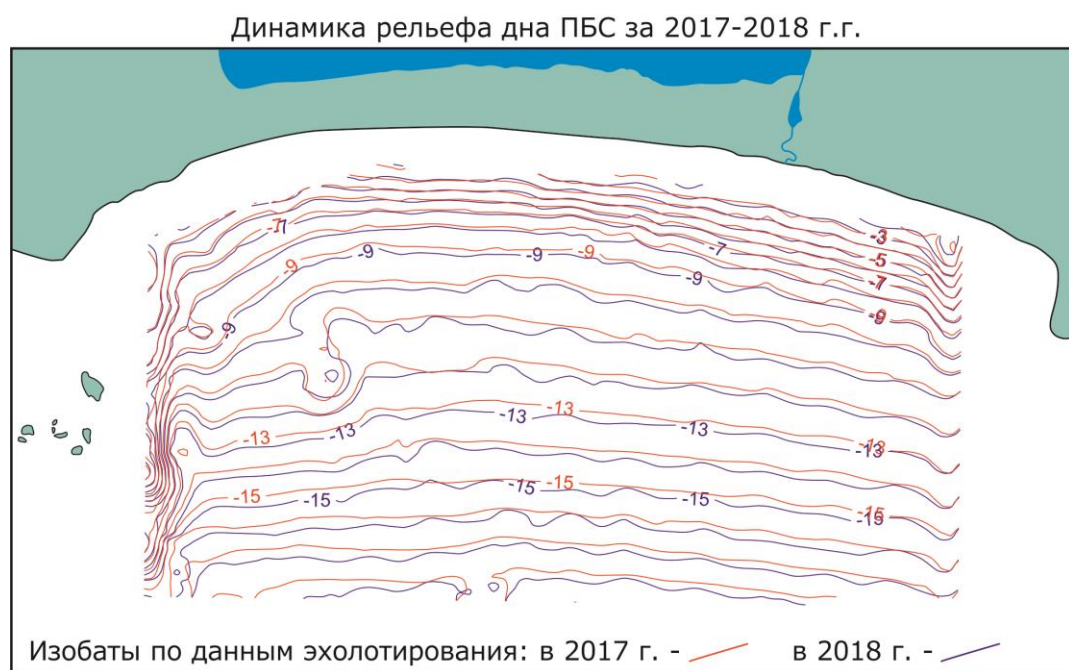
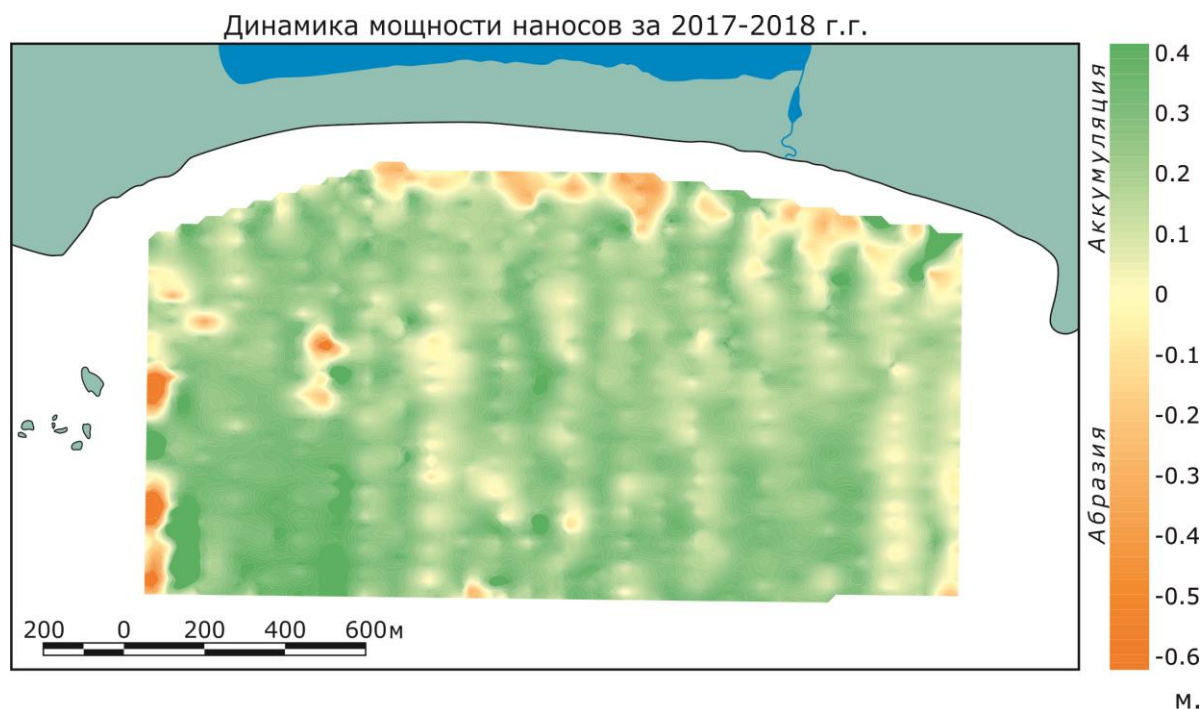


Рис. 1.24 Пункт наблюдения 04 - Ливадия

Нами ранее утверждалось, что в целом участок представляет собой зону перераспределения донных отложений и находится в равновесном состоянии, однако из года в год мощность осадков росла. Из таблицы 1.9 следует, что при стабильном объеме размываемого материала, объем материала аккумулятивного неизменно снижался. В 2018 произошло резкое многократное сокращение суммарного намыва, что на фоне многократного же роста суммарного размыва, дало, впервые за все время мониторинга, сокращение средней мощности наносов и весьма значительное (Рис.1.27).

Пункт наблюдения 12-бухта Троицы испытывает невысокую гидродинамическую нагрузку, т.к. расположен в кутовой части бухты Троицы. Донные осадки представлены,

преимущественно, разнотернистыми песками. Достаточно развиты валунно-галечно-песчаные отложения, которые на мозаике отображаются формами сложной конфигурации

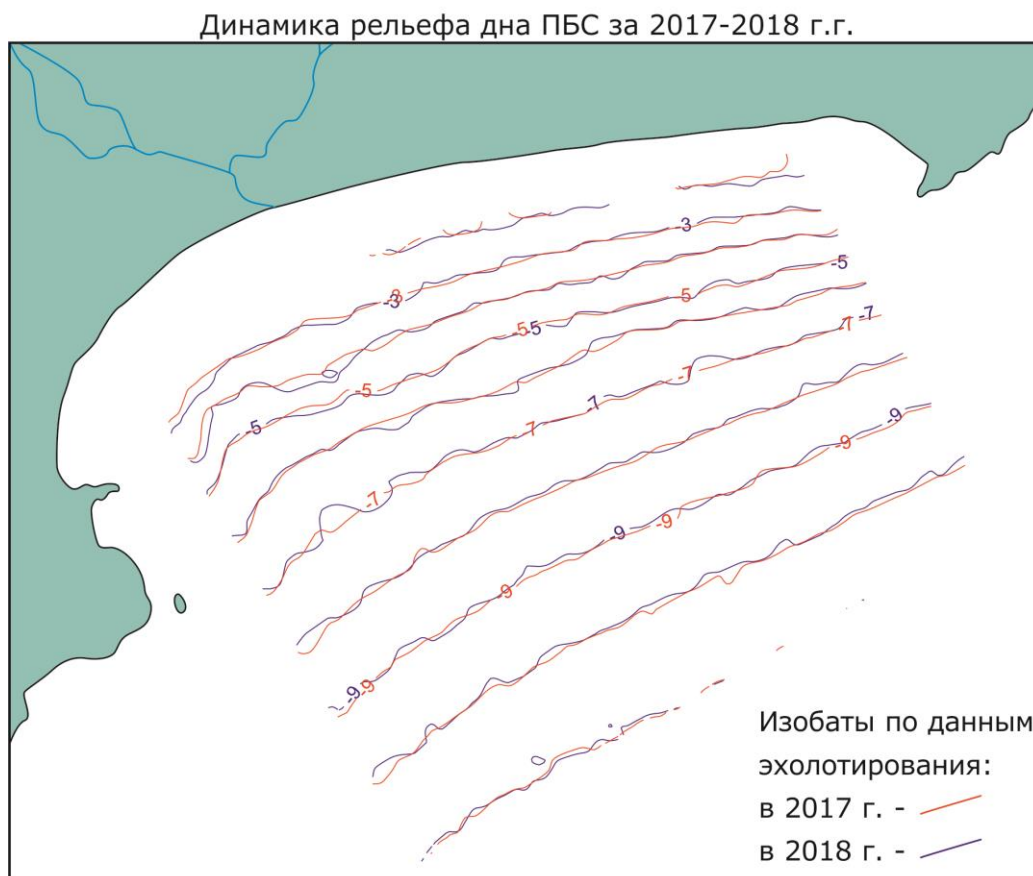
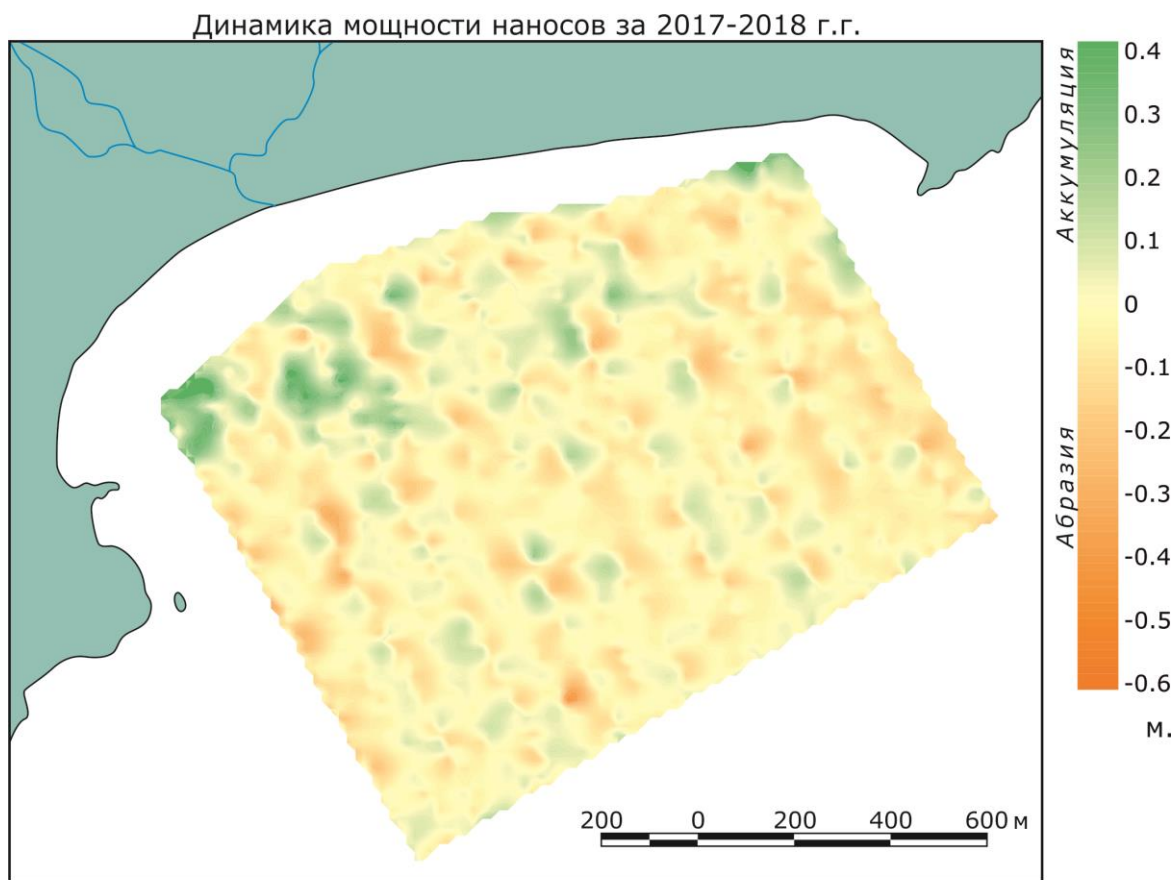
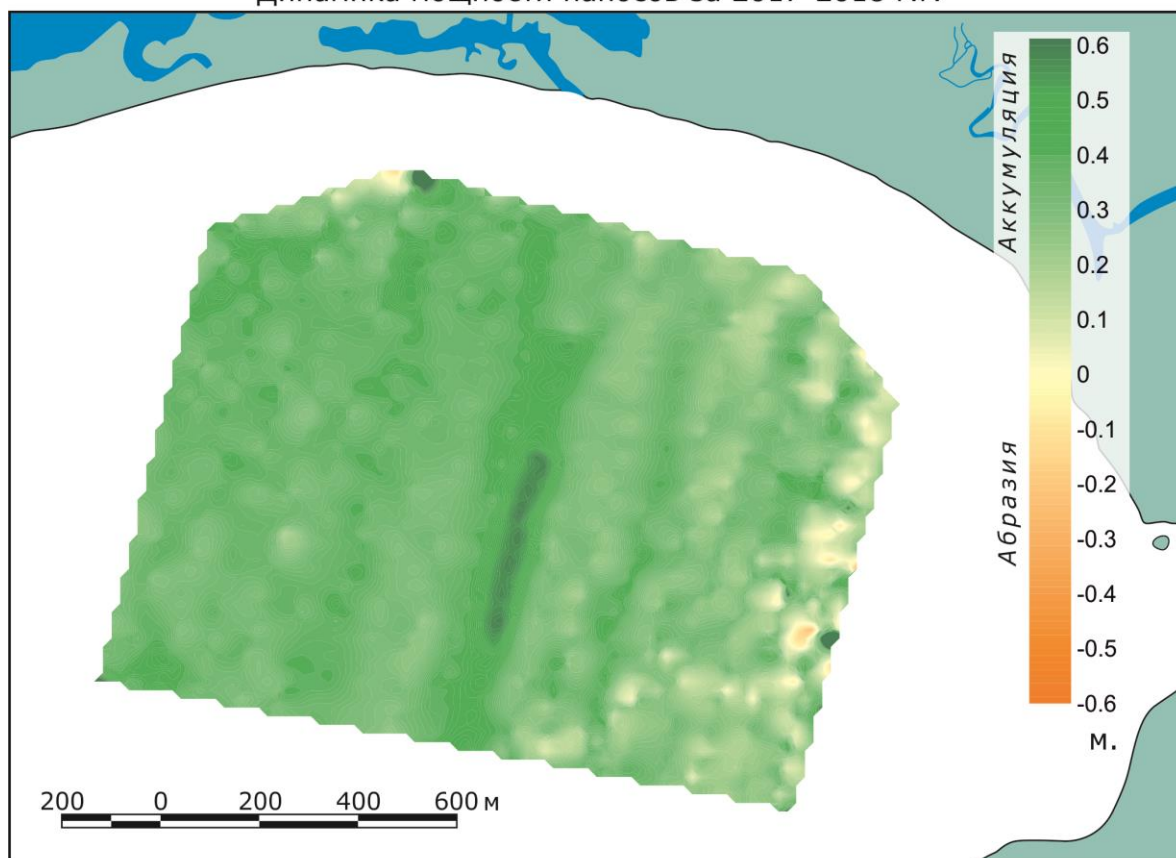


Рис. 1.25. Пункт наблюдения 07 - б. Лазурная

Динамика мощности наносов за 2017-2018 г.г.



Динамика рельефа дна ПБС за 2017-2018 г.г.

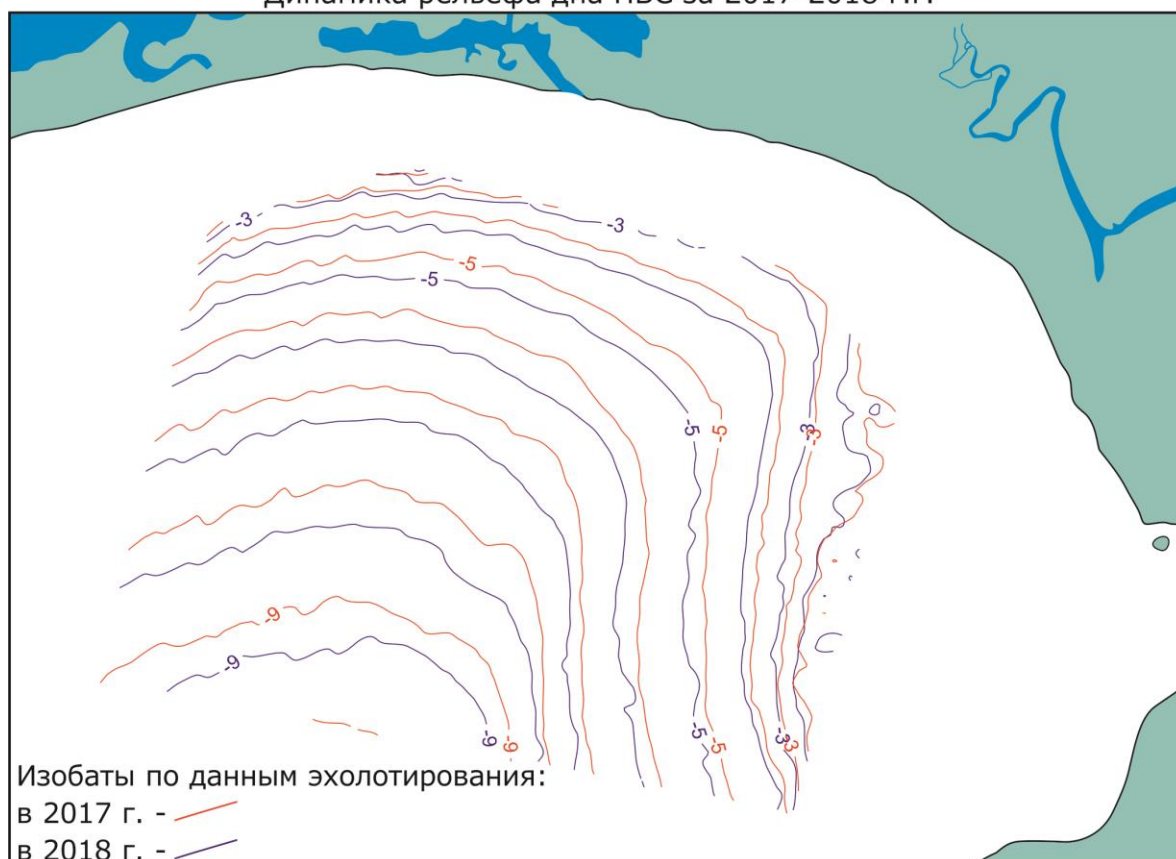


Рис. 1.26 Пункт наблюдения 10 - б. Нарва

без признаков закономерности в размещении. Выходы коренных пород отмечаются в мелководной зоне по периферии, а также в центре участка.

В 2017 году был зафиксирован значительный рост объема намывтого материала и практически полное отсутствие размытого материала, что, вероятно, было вызвано размывом берега, с которого был удален слой водорослей мощностью 2-3 метра. Возможно, тем самым был нарушен баланс наносов в бухте, что подтверждается сравнительным анализом данных 2018 и 2017 г.г. Значительный рост размыва на фоне снижения количества аккумулятивного материала, дает основания полагать, что система возвращается в равновесное состояние, а высокая степень закрытости бухты обуславливает невысокую скорость этого процесса. В целом на участке преобладают области абразии дна, малочисленные области аккумуляции сосредоточены в западной половине ПБС (Рис. 1.28).

Таким образом, основными опасными процессами в пределах ПБС остаются волноприбойная деятельность в сочетании с вдольбереговыми потоками наносов, под воздействием которых, происходит разрушение берегов и перераспределение осадочного материала. К факторам, препятствующим этим процессам, относятся степень закрытости берегов и их устойчивость волновому воздействию, которая определяется:

- наличием, количеством и составом коренных пород в береговой зоне;
- бронированием берегов, являющихся источниками питания ПБС. Например, скоплением водорослей, выброшенных на пляж штормовыми волнами.
- искусственным укреплением берегов, являющихся источником питания ПБС.

Процессы разрушения многократно ускоряются при возрастании техногенной нагрузки на берега. Например, на фоне естественных, достаточно предсказуемых геологических процессов, происходящих на основной массе участков, на участке 10-бухта Нарва происходит более интенсивное разрушение берега, вызванное помимо природных процессов, искусственным созданием дефицита наносов из-за изъятия песка на строительные нужды близ устья реки Нарвы.

Результаты изучения ПБС в 2018 году подтвердили возможную непредсказуемость литодинамических процессов на ПБС, который является весьма динамичной средой и в котором изменения могут происходить несколько раз за сезон, особенно в результате непредсказуемой деятельности тайфунов и ураганов, и показать реальное преобладание одних процессов над другими поможет только долгосрочный мониторинг.

Процессы абразии подводного берегового склона многократно ускоряются из-за изъятия песка на строительные нужды, а также могут возникать при отсутствии питания терригенным материалом, в результате естественного или техногенного бронирования берегов.

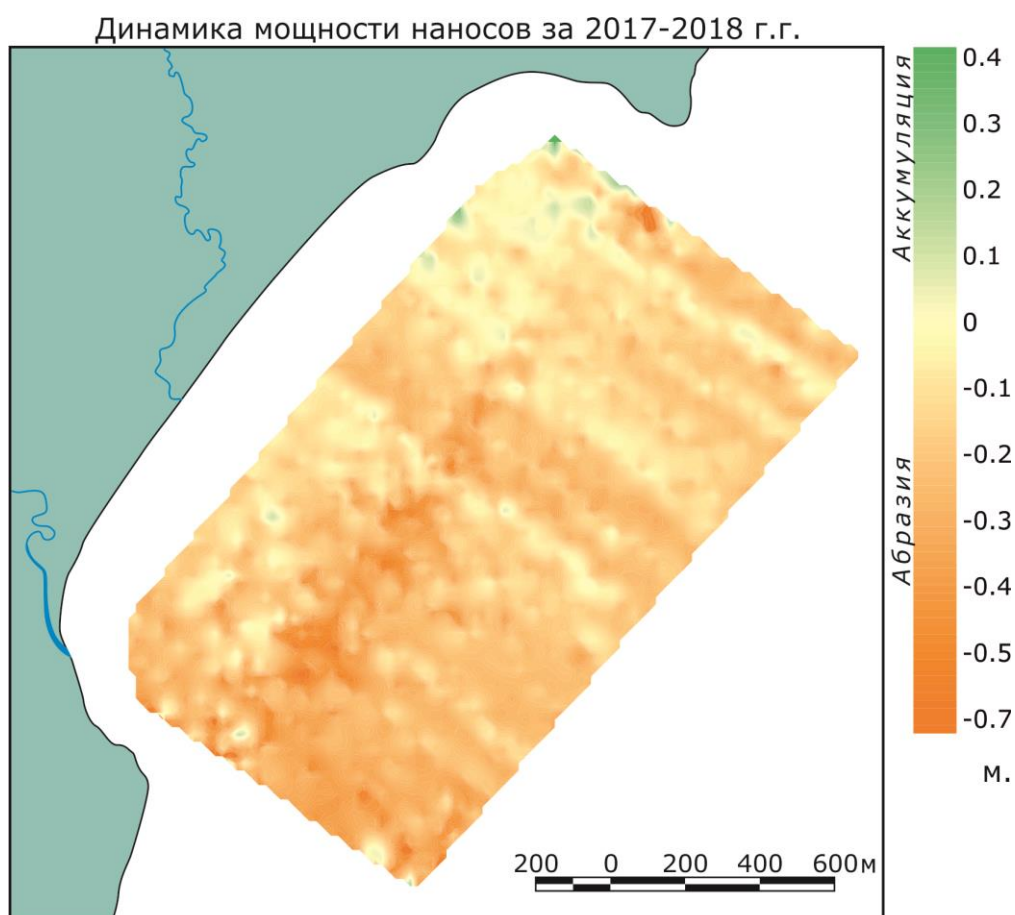
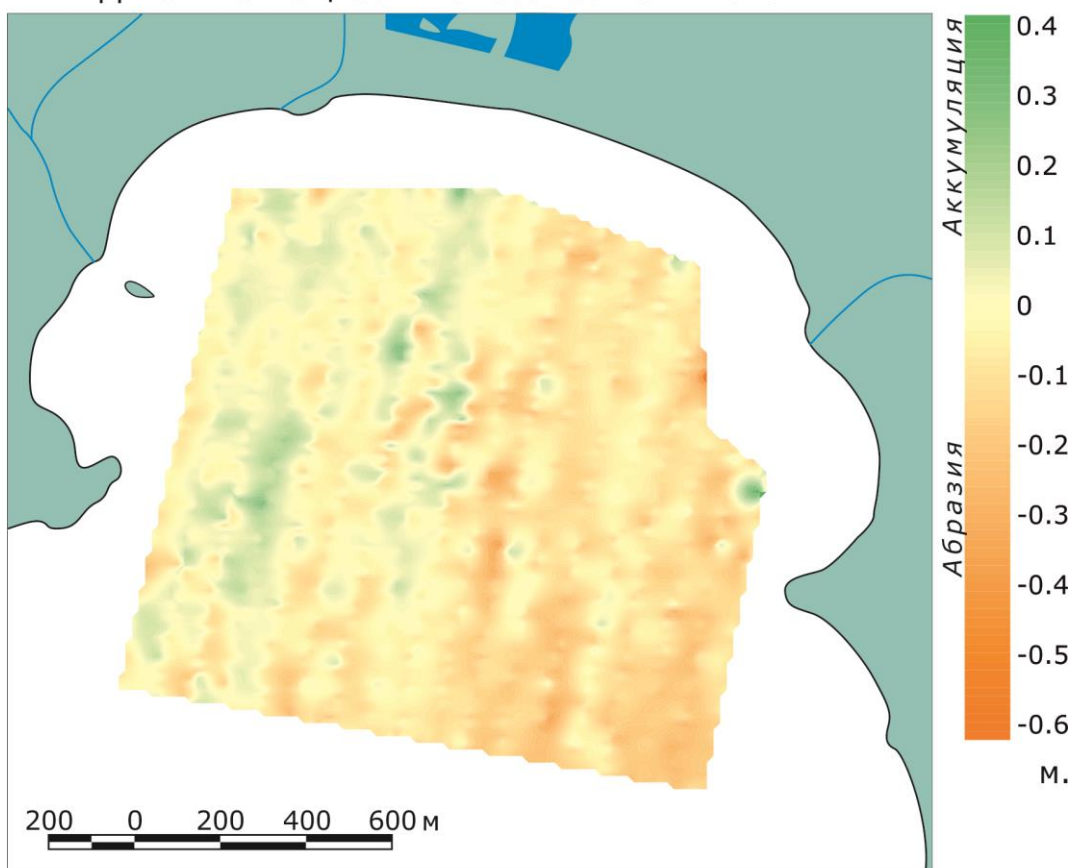


Рис. 1.27 Пункт наблюдения 11 - б. Бойсмана

Динамика мощности наносов за 2017-2018 г.г.



Динамика рельефа дна ПБС за 2017-2018 г.г.



Рис. 1.28 Пункт наблюдения 12 - б. Троицы

1.5. Береговые маршрутные геологические исследования

В ходе полевых работ 2018 г. были проведены плановые и оперативные инженерно-геологические обследования территорий и инженерно-хозяйственных объектов, подверженных негативному воздействию опасных ЭГП, в том числе осмотрены участки побережья залива Петра Великого в объеме 90 км:

От восточного борта северо-восточного входного мыса бухты Восток (залив 2-го порядка Восток) на запад, до бухты пос. Анна протяженностью 38 км.

От мыса Зеленый (юго-западное ограничение бухты Лазурная, полуостров Муравьев-Амурский), на северо-восток до мыса Вилкова протяженностью 12 км.

От мыса Клыкова (залив 2-го порядка Находка) на юг до бухты Козьмина протяженностью 32 км.

Бухты Бойсмана (Юго-западный борт Амурского залива) протяженностью 8 км.

Так же был проведен рекогносцировочный маршрут на побережье залива 2-го порядка Стрелок для выявления техногенных объектов, оказывающих влияние на вдольбереговое перемещение наносов и ряд точечных наблюдений.

Строительство в береговой зоне выступающих в акваторию инженерных портово-причальных сооружений - пирсов, молов, дамб, волноломов всегда оказывает то или иное влияние на ее общий режим в том числе как инструмент перехвата и изменения хода вдольберегового потока наносов, ведущего к размыву пляжей и берегов в одних местах и аккумуляции наносов на других участках побережья. Формирование пляжей является лучшей защитой берега от абразии. В пределах береговой зоны залива Петра Великого основным поставщиком слагающего пляжи материала является речной вынос. Реки залива не зарегулированы и причиной деградации пляжей является только забор пляжевого песка и гальки для технических целей. В тоже время подъем уровня моря вызывает абразию берегов, разрушение пляжей, причем подъем всего лишь на 1 мм может привести к размыву пляжа со скоростью 1-3 м за год. В настоящее время фиксируется эвстатический подъем уровня моря, вызванный таянием снегов и льдов Арктики и Антарктиды, Гренландии и горных ледников. Интенсивное использование береговой зоны залива Петра Великого как объекта размещения портовых пунктов и важной роли участков пляжей как рекреационных зон ставит задачу наблюдения влияния гидротехнических сооружения на природный режим. Так, в бухтах Чажма, Абрек, Павловского и др., вдоль побережий Амурского, Уссурийского и залива 2-го порядка Находка созданы целые комплексы вышеупомянутых сооружений.

В течение предполевого периода было проведено дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли и выявлены участки, возможно, подверженные воздействию опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП).

Результаты дешифрирования космических снимков DigitalGlobe, CNES/Airbus и их заверки в результате наземных маршрутных наблюдений приведены ниже.

Наибольшее количество участков, на которых, возможно, были развиты опасные экзогенные геологические процессы (ОЭГП) были выявлены в районе бухт Экспедиции, рейд Паллада, Новгородская, Троицы на западе залива Петра Великого (залив Посыета). В значительно меньшей степени предполагаемые ОЭГП развиты вдоль западных берегов Амурского и Уссурийского заливов и залива Восток. И не обнаруживаются на космоснимках проявления ОЭГП на восточных берегах Амурского и Уссурийского заливов.

В результате было выделено 46 участков на которых, предположительно, развивались ОЭГП. В результате наземных исследований оползнево-осыпные процессы были зафиксированы на пяти исследованных участках. На остальных участках нарушение растительного слоя, установленные на КС, вызваны хозяйственной деятельностью (очистка территории под строительную площадку, добыча песка). Выявленные оползнево-осыпные процессы в береговой зоне залива Петра Великого обусловлены совместным действием морских волн и атмосферных осадков.

Значимой активизация ОЭГП на берегах залива Петра Великого в 2018 году по отношению к 2017 году не устанавливается.

Точка 17/15 (координаты 43° 6'23.29"С 132° 0'25.92"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2017 году. Первоначальным предположением было наличие на данном участке оползневого процесса в период между 2014 и 2015 годом (Рис. 1.29).



Рис. 1.29 Точка наблюдений 17/15 на данных ДЗЗ

При наземном обследовании участка была зафиксирована осыпь на активном клифе (Рис. 1.30) образовавшаяся в результате обильных атмосферных осадков и волнового воздействия. Обрушение растительного покрова мощностью 10-20 см. Обнажение представлено выходами коренных песчаников и глыбами размером до от 0.1 м до 5×2 м (Рис. 1.31). Расстояние между точками 1-2 в основании осыпи составляет 35 метров, протяженность по склону осыпи 42 метра, угол склона- 25-30 градусов.



Рис. 1.30. Точка наблюдений 17/15

(координаты точек:

1 - 43° 6'22.45"C 132° 0'25.90"B,

2 - 43° 6'22.99"C 132° 0'28.56"B)



Рис. 1.31. Обнажение на точке наблюдений 17/15

Точка 18/23 (43°10'17.54"С 132° 5'19.68"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2018 году. (Рис. 1.32).



Рис. 1.32 Точка 18/23 на данных ДЗЗ

В ходе посещения участка была зафиксирована техногенная расчистка площадки под строительство. Точка была отбракована как не представляющая интерес. (Рис. 1.33).



Рис. 1.33 Точка 18/23

Точка 17\16 (43°10'57.58"С 132° 6'29.52"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2017 году (Рис. 1.34).



Рис. 1.34. Точка 17/16 на данных ДЗЗ

В ходе осмотра участка на местности были зафиксированы осыпь и выход коренных пород. Коренной выход представлен метапесчаниками чёрного цвета и сланцеватыми песчаниками жёлтого цвета. Изредка заметны следы ожелезнения. Ширина осыпи – 9 м. Высота осыпи – 8 м. угол склона 20-25 градусов (Рис. 1.35).



Рис. 1.35 Точка 17/16 (обозначена красным)

Точка 18/24(43°13'4.58"С 132°11'20.76"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2018 году. Участок был определен как оползневой процесс. (Рис. 1.36).



Рис. 1.36. Точка 18/24 на данных ДЗЗ

Наблюдения проведены с верхней части оползня т к спуститься вниз по склону к основанию не представилось возможным. Оползень образовался, вероятно, 1-2 года назад. У подножия оползня лежат поваленные деревья с ещё зелёной листвой. Средняя ширина оползня 12-20 метров. Максимальная ширина 30-40 метров. Расстояние от вершины оползня до береговой линии 50-60 метров. Осыпь сложена коричневой глиной с валунами и гравием осадочных пород (Рис 1.37).



Рис. 1.37. Точка 18/24 (обозначена красным кругом)
Координаты точки фотографирования 43°13'4.56"С 132°11'20.19"В

Точка 17/17 (43°13'47.71"С 132°13'18.48"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2017 году. Участок был определен как оползневой процесс и был посещен в ходе работ 2017 года. При повторном осмотре в 2018 году, видимых изменений не зафиксировано (Рис. 1.38).

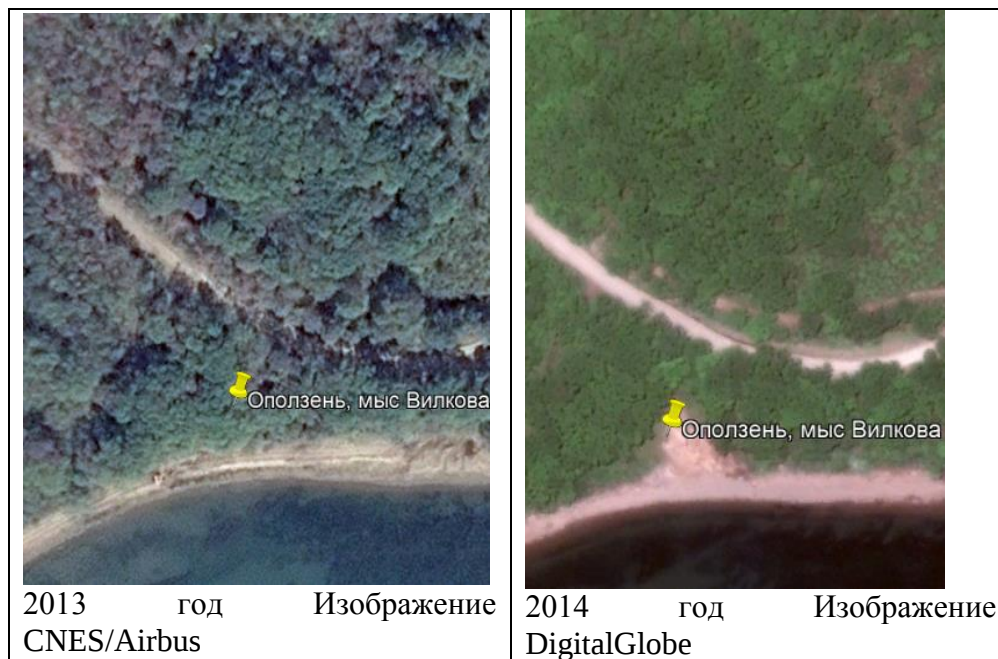


Рис. 1.38 Точка 17/17 на данных ДЗЗ

Оползень на берегу моря. Протяжённость по подножию 50 метров, высота – 30 метров. Угол склона от 20-25° в нижней части (тело оползня), до 60-70° в верхней части склона (выходы коренных пород). За 2017-2018 года видимых изменений не произошло (Рис 1.39, 1.40).



Рис. 1.39 и Рис. 1.40 Точка 17/17, фото 2017 и 2018 года соответственно (точка обозначена красным кругом)

Точка Т1-Н (42°45'50.12"С 133° 3'52.43"В)

Точка, описанная в ходе работ 2017 года. Расположена в черте пос. Врангель. Представляет террасу, сложенную песчаными породами. Сверху - почвенно-растительный слой мощностью около 0,5 м. На террасе расположена постройка, находящаяся в 5-ти метрах от бровки склона. Наблюдается сползание почвенного слоя вместе с растительностью. В ходе наблюдений в 2018 году, изменений по отношению к 2017 году не наблюдается (Рис. 1.41, 1.42).



Рис. 1.41. Точка Т1-Н
фото 2017 года



Рис. 1.42. Точка Т1-Н
фото 2018 года

Точка Т5-Н ($42^{\circ}47'37.92''\text{С}$ $133^{\circ}1'10.52''\text{В}$)

Участок был выявлен в ходе работ в 2017 году. Расположен в районе города Находки на берегу моря. Берегозащитная кладка из камней, подверженная волноприбойному воздействию, с отчетливыми следами обрушения. На всей длине каменной защитной кладки отмечаются следы разрушения. Визуально, за период 2017-2018 гг. заметных изменений не произошло (Рис. 1.43, 1.44).



Рис. 1.43. Точка Т5-Н
фото 2017 года



Рис. 1.44. Точка Т5-Н
фото 2018 год

Точка 18/17 (42°52'20.77"С 132°42'22.27"В)

Участок был обнаружен в ходе дешифрирования данных ДЗЗ в 2018 году (Рис.1.45). При изучении на местности стало ясно, что это карьер для добычи песчано-гравийного материала, расположенный в водоохранной зоне. Дальнейшее изучение участка не планируется (Рис. 1.46).

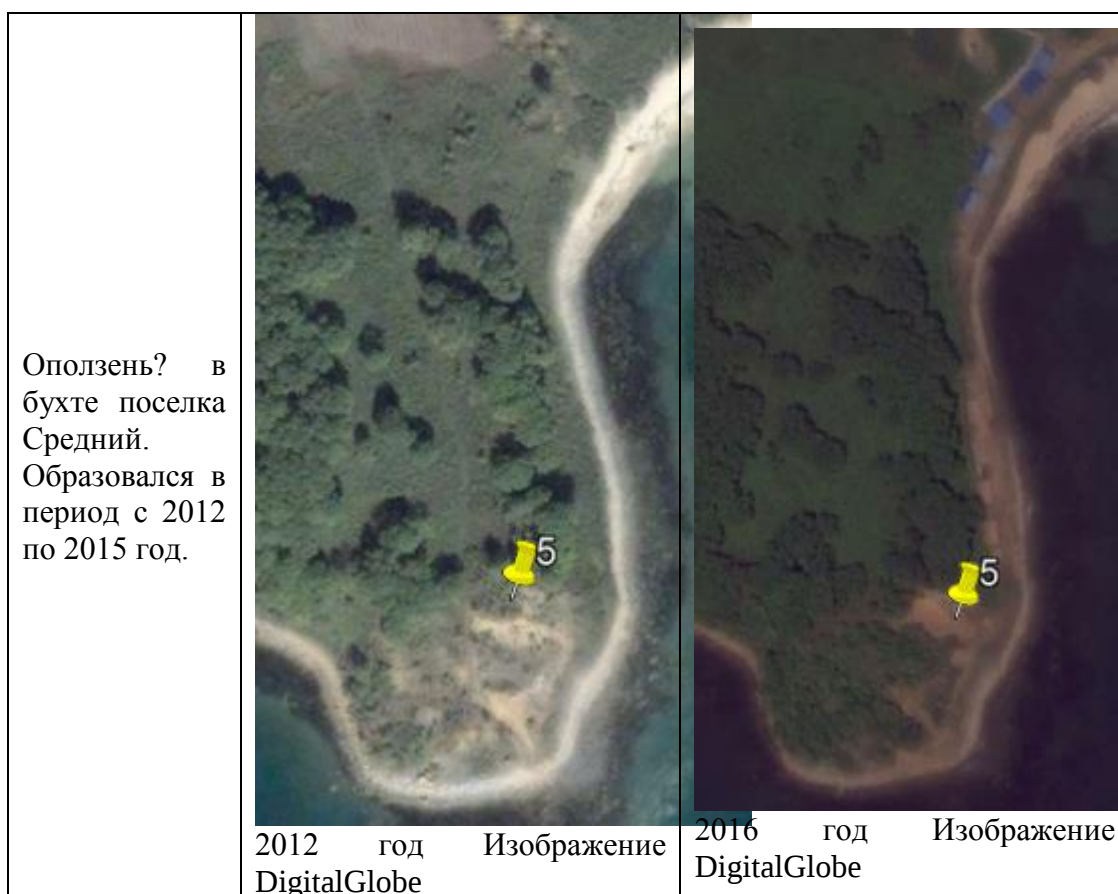


Рис. 1.45. Точка 18/17 на данных ДЗЗ



Рис. 1.46 Точка 18/17 Карьер

Точка 100 (42°39'55.86"С 131° 7'20.64"В)

Участок был обнаружен во время работ 2018 года. Представляет собой оползень на клифе, клиф слабо подвержен волновому воздействию, поскольку расположен в закрытой бухте Троица. Оползень образовался в результате схода растительного слоя мощностью 0,5-1 м. залегающего на светлых крупнозернистых, выветрелых и ожелезненных гранитах. Протяженность оползня в основании - 50 м, высота - 31 м. угол зеркала скольжения - 60-80 градусов, В результате схода оползня было разрушено 4-е домика. Образование оползня спровоцировано подрезкой неактивного клифа строительством дачных домиков и вызвано обильными атмосферными осадками (Рис.1.47).



Рис. 1.47. Точка 100 общий план



Рис. 1.48. Оползень, крупный план (42°39'56.89"С 131° 7'19.93"В)



Рис. 1.49. Оползень, крупный план (42°39'55.56"С 131° 7'21.04"В)

Активизация опасных экзогенных процессов на участках наблюдения - осыпей, оползней обусловлена воздействием поверхностного стока вод и интенсивным техногенным воздействием. Застройка площадок террас, искусственные выемки природных строительных материалов стимулирует развитие этих процессов. Без предварительного изучения обстановки искусственное террасирование склонов клифов учитывая развитие процессов глубокого выветривания коренных пород может создавать сложности при дальнейшей эксплуатации сооружений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование состояния недр ПШЗ залива Петра Великого проводилось по 2-м основным направлениям. Во-первых - это оценка тектонической активности региона, во-вторых - изучение устойчивости берегов и подводного берегового склона.

Очевидно, что основой для рационального и безопасного ведения хозяйственной деятельности является учет сейсмотектонической активности региона. Поэтому одной из дежурных карт является тектоническая. По литературным данным проведено сейсмотектоническое районирование акватории залива и прилегающей суши. Основой для районирования явилось размещение эпицентров землетрясений с магнитудой 3.3-7.3 балла за последние 30 лет. Все очаги соответствуют глубокофокусным (450-620 км) землетрясениям, связанным с разгрузкой напряжений в нижних горизонтах сейсмофокальных зон. Показана степень сейсмоопасности различных разломов и районы с различной ожидаемой балльностью землетрясений. Дана информация о произошедших за последние 40 лет значимых цунами.

ПШЗ залива Петра Великого имеет активную блоковую геологическую структуру. Имеются участки с отрицательными (вершины отдельных заливов и бухт) и положительными (большинство абразионных берегов и участков дна) тектоническими движениями. Северо-восточная система разломов сдвигового характера пересекается ортогональной к ней системой разломов северо-западного простирания со значительной сбросовой составляющей. Методом ВАП выявлены участки газонасыщенных донных отложений и выходов газа в водную толщу, которые хорошо коррелируют с аномалиями метана в воде и донных отложениях. Кроме того, газогеохимические аномалии сопоставляются в плане с сетью разрывных нарушений, что может свидетельствовать о поступлении газовых эманаций через системы разломов.

Результаты собственных геофизических исследований на акватории залива Петра Великого позволили выделить проявления неотектонической активности, оценить степень газозагазованности донных осадков и оконтурить зоны их проявления.

Следы мелкочешуйчатых надвигов, фиксируемые в рыхлых современных осадках краевых, приближенных к краям депрессии, частях разрезов, могут являться результатом подвижек региональных блоков, формирующих берега залива. Проявления неотектонической активности могут так же инициировать оползневые процессы, фиксируемые на берегах залива, подводном береговом склоне и в верхней части материкового склона залива Петра Великого. Зона подводных оползней выделяется в пределах подводного берегового склона (ПБС) в районе п-ова Ломоносова.

Комплекс инженерно-геологических исследований показал, что состав и физико-механические свойства отложений залива Петра Великого определяются в первую очередь особенностями осадконакопления. В спокойных условиях закрытых от волнения

частей заливов происходит накопление осадков с повышенным содержанием глинистой фракции и органического вещества (заиление), в результате чего образуются слабые грунты с пониженной плотностью. Зоны с такими условиями в Амурском заливе находятся в восточной его части в непосредственной близости от полуострова Муравьева-Амурского, а в Уссурийском заливе – в кутовой части залива. В Амурском заливе на содержание органического вещества в донных отложениях оказывает влияние антропогенный фактор - близость к г. Владивостоку, стоки которого приносят значительное количество органики. По мере приближения к областям с более интенсивными вдольбереговыми морскими течениями, приносящими песчаную фракцию, и удаления от мест сброса городских стоков, плотность и прочность морских отложений возрастает.

Комплекс газогеохимических исследований, проводившийся для картирования и оценки активности тектонических нарушений позволил установить, что по данным опробования 2018 года преобладают углеводороды техногенной и биогенной природы, тогда как в 2016 и 2017 гг. можно было выделить ряд станций, где по газогеохимическим критериям устанавливалось присутствие миграционной компоненты. Однако сопоставление профильного распределения метана в 2017 и 2018 гг. на участках Амурской и Уссурийской заливов показало, что закономерность распределения сохраняется: участки повышенных содержаний приурочены к зонам влияния разрывных нарушений.

Изучение береговой зоны залива Петра Великого в ходе проведения работ 2016 года было сосредоточено на 7 ключевых участках. Выбор участков был основан на интенсивности проявления волновой динамики на прибрежных акваториях и на их рекреационной значимости.

В целом для всех участков характерно преобладание процессов аккумуляции осадочного материала. При сохранении общей тенденции к увеличению мощности осадков, следует отметить значительное снижение интенсивности осадконакопления на участках Ливадия (залив Восток) и Бойсмана (залив Амурской). Значимое увеличение количества песчаного материала отмечается на подводном склоне пляжа Лазурный, расположенном на западном побережье Уссурийского залива.

Основными опасными процессами в пределах ПБС являются волноприбойная деятельность в сочетании с вдольбереговыми потоками наносов, под воздействием которых, происходит разрушение берегов и перераспределение осадочного материала. К факторам, препятствующим этим процессам, относятся степень закрытости берегов и их устойчивость волновому воздействию, которая определяется наличием, количеством и составом коренных пород в береговой зоне.

На современной стадии развития рiasового побережья залива Петра Великого строение всех малых, внутренних акваторий имеет сходный характер. Выступающие в акваторию мысы являются активными клифами, со свалом грубообломочного материала у подножия и окружены формирующимися бенчами. Вглубь побережья они приобретают характер отмирающих абразивно-аккумулятивных валунно-галечных пляжей. Получили развитие замыкающиеся аккумулятивные формы - это пересыпи (томболо), соединившие с материковым берегом бывшие острова Зарубина (бухта Троица) и близлежащие к участку «бухта Нарва» Янковского и Ломоносова. В кутовых частях малых акваторий на аккумулятивных берегах получают развитие двусторонние пляжи полного профиля. Они формируются при наличии в тылу реликтовой лагуны или сходного с ними происхождения болотистого понижения. По мере удаления на фланги абразионным уступом для пляжа служит морская терраса, и он приобретает односклонный характер. Интенсивный забор песка земснарядами со стороны акватории приводит к деградации пляжа, что наиболее наглядно наблюдалось на участке бухты Нарва. Выемки песчаного материала не компенсируются влекомыми наносами водотоков и приводят к деградации пляжей не только в местах производства работ, но и на сопряженных участках. Широко развиты осыпные процессы в пределах абразионных и абразионно-аккумулятивных берегов на всех участках наблюдения. Этот естественный процесс стимулируется штормовым воздействием, развитием морозобойного растрескивания, выветривания. Также отмечено влияние поверхностных вод с образованием оврагов и русел временных водотоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белан Т.А., Мощенко А.В., Лишавская Т.С. Долговременные изменения уровня загрязнения морской среды и состава бентоса в заливе Петра Великого // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука. 2007. - С. 50-74.
2. Бирюлин Г.М., Микулич Л.В., Бирюлина М.Г., Якунин Л.П. Летние модификации вод залива Петра Великого // Тр. ДВНИГМИ. - 1970. -Вып. 30. - С. 286-293.
3. В. В. Братков, Н. И. Овдиенко. Геоэкология : учебное пособие для вузов , 2006. - 271 с.
4. Важова А.С., Нигматулина Л.В., Лукьянова О.Н. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами через эстуарии в залив Петра Великого // Известия ТИНРО. 2011. Т. 167. С. 128-134.
5. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Цунами: Предупреждение и защита. МЧС России. – М., 2006, 263 с.
6. Геннадиев А.Н. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах /А.Н.Геннадиев, Ю.И. Пиковский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. – 188 с.
7. Геохимические методы поисков нефти и газа на акваториях/Р.П. Круглякова и др. //Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья: Обзор / ООО "Геоинформцентр". - 2003. - 46 с.
8. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае. Администрация Приморского края. Владивосток. 2011.
9. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае. Администрация Приморского края. Владивосток. 2014.
10. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае. Администрация Приморского края. Владивосток. 2015.
11. Жадан П.М., Ващенко М.А., Альмяшова Т.Н., Слинько Е.Н. Оценка экологической ситуации в прибрежной зоне залива Петра Великого в 1999–2001 гг. по биологическим и биохимическим показателям // Вестн. ДВО РАН. 2003. № 2. С. 56–65.
12. Жариков В. В., Преображенский Б. В., Лебедев А. М. Геоэкологическое состояние полигона дампинга грунта у острова Лисий (залив Находка) // Вестник ДВО РАН . 2011. №2. С.88-97.
13. Зуенко Ю.И., Юрасов Г.И. Водные массы северо-западной части Японского моря //Метеорология и гидрология. - 1995. - № 8. - С. 50-57.

14. Карнаух В. Н., Карп Б. Я., Цой И. Б. Сейсмостратиграфия осадочного чехла и условия осадконакопления на шельфе и материковом склоне в районе залива Петра Великого (Японское море)//Океанология. 2007. Т.47.№2. С.282-291.
15. Конюхов А.И. Фациальная характеристика осадков подводной окраины Южного Приморья. Проблемы геологии шельфа, Отв. ред. Е.Н.Невесский. М., «Наука», 1975, с. 128-132.
16. Короткий А.М., Коробов В.В. Районирование прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море) // Исследование и конструирование ландшафтов Дальнего Востока и Сибири. Владивосток: Дальнаука, 2005. Вып. 6. С. 128–158.
17. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005 (ГОИН). – Москва: Метеоагенство Росгидромета, 2008. – 160 с.
18. Кофф Г.Л., Фарафонов А.Э., Беккер А.Т., Анисеев В.В. Априорный анализ сейсмической уязвимости жилой застройки г. Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2008. 206 с.
19. Крылов И.И., Коробов В.В., Сорокин П.С., Мясников Е.А. Геоморфологические условия развития рекреации на побережье Артемовского взморья // Природно-ресурсный потенциал регионального развития. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2014. С. 138-140.
20. Лавренова Е.А. Новые данные геохимических исследований Туапсинского прогиба на нефть и газ//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. -М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2006. -№4.- С. 20-29.
21. Лищишин И.В., Тлявлин Р.М., Тлявлиная Г.В. Защита транспортных сооружений от волнового воздействия в условиях использования побережья в рекреационных целях // Транспортное строительство, № 3. 2011. С. 2-5
22. Лоция северо-западного берега Японского моря от реки Туманная до мыса Белкина. Москва: ГУНиО. 1984. 316 с.
23. Метан в водных экосистемах / Ю.А. Федоров и др. -Ростов-н/Д-М., 2005. - С. 60-61.
24. Методические рекомендации по определению физико-механических и коррозионных свойств донных осадков в судовых лабораториях при инженерно-геологических исследованиях глубоководных областей океана. СПб., ВНИИОкеангеология. 1993
25. Мишуков В.Ф., Калинин В.В., Плотников В.В., Войццкий А.В. Влияние дампинга загрязненных грунтов на экологическое состояние прибрежных вод г. Владивосток // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 244-256.
26. Мясников Е.А., Коробов В.В., Сорокин П.С. Геологические и геоморфологические условия освоения прибрежных зон полуострова Муравьева-Амурского (морфоструктурные аспекты) // Инженерная геология. №4. 2013-а. С. 44-53.

27. Мясников Е.А., Коробов В.В., Сорокин П.С. Морфоструктурные условия антропогенного освоения п-ова Муравьева-Амурского. // Исследования в области естественных наук. – Апрель, 2013-б [Электронный ресурс]. URL: <http://science.snauka.ru/2013/04/4703>
28. Наумов Ю.А. Антропогенез и экологическое состояние геосистемы прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого Японского моря. Владивосток : Дальнаука, 2006. 300 с.
29. Наумов Ю.А. Об особенностях антропогенного воздействия на акватории залива Петра Великого (Японское море) // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 111–125.
30. Наумов Ю.А. Экология Приморского края. Находка, ВГУЭС, 2010, 206 с.
31. Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб М.: Наука, 2005, 164 с.
32. Нигматулина Л.В. Оценка антропогенной нагрузки береговых источников на Амурский залив (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2007. № 1. С. 73–76.
33. Оборин А.А., Стадник Е.В. Нефтегазопроисковая геомикробиология. - Екатеринбург, 1996. - 406 с.
34. Огородникова А.А., Вейдеман Е.Л., Силина Э.И., Нигматулина Д.В. Воздействие береговых источников загрязнения на биоресурсы залива Петра Великого (Японское море). // Экология нектона и планктона дальневосточных морей и динамика климато-океанологических условий: Изв. ТИНРО. 1997. Т.122. С.430-450.
35. Олейников А. В., Олейников Н.А. Палеосейсмология и сейсмическая опасность Приморского края. Вестник ДВО РАН. №3. Дальнаука, Владивосток, 2006. С. 76-84
36. Петренко В.С. Эволюция рiasовых берегов Приморья. В сб.: Теоретические проблемы развития морских берегов. М., «Наука», 1989. Стр. 129-133.
37. Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря / отв. ред. Н.К. Христофорова. - Владивосток : Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. - 440 с.
38. Ткалин А.В., Шаповалов Е.Н. Поступление нефтяных углеводородов в морскую среду при взмучивании загрязненных донных отложений // Океанология. 1985. Т. 25, Вып. 5.
39. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. - М.: Мир, 1982. - 703 с.
40. Шакиров Р.Б., Обжиров А.И., Мельниченко Ю.И. Газопроявления, аномальные газогеохимические поля и их связь с сеймотектоникой морей Дальневосточного региона // Материалы докладов Девятого Всероссийского симпозиума «Физика геосфер». Владивосток, 31 августа - 4 сентября 2015 г. С. 468-474.
41. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. Владивосток: Дальнаука, 2004. 277 с.

42. Abrams M.A. Significance of hydrocarbon seepage relative to petroleum generation and entrapment // *Marine and Petroleum Geology*. – 2005. – №22. – P. 457–477.

Фондовая

43. Жаров А.Э. Изучение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности недр залива Петра Великого и прилегающих акваторий в Японском море. Отчет по Госконтракту ВК-02-06/380. ОАО «Дальморнефтегеофизика». Южно-Сахалинск, Фонды «Дальморнефтегеофизика», 2004.
44. Казазаев В.П., Иваненко П.А., Хитров В.В., Леликов Е.П., Кулинич Р.Г., Путиева Г.С., Вачаев Б.И., Наумов Ю.А., Мельниченко Ю.И., Деркачев А.Н., Карп Б.Я., Бондаренко Н.М. Отчет о проведении геологической съемки масштаба 1:1 000 000 шельфа и материкового склона Японского моря в пределах листов К-52, К-53 с использованием материалов ранее проведенной опытно-методической съемки шельфа масштаба 1:200 000. Находка, 2003. 2 т. Фонды ВНИИОкеангеология.
45. Кутуб-Заде Т.К., Олейников А.В., Сясько А.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек и акватории залива Петра Великого (участок Славянский). Отчет Славянской партии о результатах геологического доизучения масштаба 1:200 000 листов К -52 –XI, XVII; К-52-XII, XVIII; К-53-VII за 1994-2002 г. г. Владивосток, 2002 г.
46. Щербаков В.А. (отв. исп.) «Государственный мониторинг состояния недр прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого в связи с интенсивным хозяйственным освоением территории», кн. 1-2, фонды ФГУП ВНИИОкеангеология им. И.С.Грамберга №643м-12-197, С-Пб, 2014