

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»

На правах рукописи



Панкеева Татьяна Викторовна

**ПОДВОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЧЁРНОГО МОРЯ
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА:
СТРУКТУРА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 1.6.21 – Геоэкология

Диссертация на соискание ученой степени
доктора географических наук

Научный консультант:
Горбунов Роман Вячеславович,
доктор географических наук

Севастополь – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ	13
1.1 История и современное представление о теории и методах исследования подводных ландшафтов.....	13
1.2 Состояние изученности макрофитобентоса Чёрного моря	25
1.3 Гидрботанические исследования в изучении подводных ландшафтов прибрежной зоны.....	29
1.4 Концептуальные основы природопользования береговой зоны	34
Выводы по главе 1	40
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	42
2.1 Район исследования и материал	42
2.2 Методика исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны	50
2.3 Методика картографирования подводных ландшафтов прибрежной зоны с применением беспилотного воздушного судна	55
2.4 Методика оценки устойчивости подводных ландшафтов прибрежной зоны.....	64
2.5 Методика изучения современных ландшафтов береговой зоны.....	66
Выводы по главе 2.....	70
ГЛАВА 3 ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	71
3.1 Ландшафтная структура открытых прибрежных зон	71
3.1.1 Западный район.....	72
3.1.2 Южнобережный район.....	79
3.2 Ландшафтная структура бухт	89
3.2.1 Бухта Ласпи	90
3.2.2 Бухта Круглая	98
Выводы по главе 3.....	105
ГЛАВА 4 МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	107
4.1 Пространственно-временные изменения ландшафтной структуры открытых прибрежных зон	107
4.1.1 Западный район	107
4.1.2 Гераклеийский район.....	115

4.2 Пространственно-временные изменения ландшафтной структуры бухт	122
4.2.1 Бухта Ласпи	122
4.2.2 Бухта Круглая	135
Выводы по главе 4	139
ГЛАВА 5 ЗАПАСЫ МАКРОФИТОВ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	142
Выводы по главе 5	151
ГЛАВА 6 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	152
6.1 Оптимизация экологической сети прибрежной зоны (на примере Западного района)	152
6.2 Ландшафтное планирование на особо охраняемых природных территориях береговой зоны (на примере Гераклейского района).....	177
6.3 Функциональное зонирование береговой зоны (на примере Южнобережного района)	194
Выводы по главе 6	213
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	214
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	218
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	220
ПРИЛОЖЕНИЕ А	248
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	251
ПРИЛОЖЕНИЕ В	255
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	260
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	265
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	270
ПРИЛОЖЕНИЕ Ё.....	274
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	278
ПРИЛОЖЕНИЕ З	279
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	280
ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	283
ПРИЛОЖЕНИЕ Л.....	284
ПРИЛОЖЕНИЕ М.....	286
ПРИЛОЖЕНИЕ Н.....	288

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Стратегия развития морской деятельности РФ до 2030 г., предусматривает переход к комплексному подходу планирования развития приморских территорий и прибрежных акваторий страны путем выделения их в отдельный единый объект государственного управления [225]. В этом случае, для реализации стратегии необходима разработка научно-методических основ управления прибрежно-морским природопользованием, где ландшафтный подход становится эффективным инструментом решения задач рационального природопользования. Применение ландшафтного подхода к изучению морских геосистем в настоящее время вызывает научный интерес, широко обсуждается и приобретает научно-практическую значимость. Однако, в РФ отсутствуют стандартные подходы и методы изучения подводных ландшафтов, что нацеливает на разработку теоретико-методических основ их исследования.

Ведущую роль в стабилизации прибрежных геосистем играет макрофитобентос, обеспечивая ряд экосистемных функций и услуг [286, 309, 315]. Несмотря на то, что ландшафтный подход получил применение в морских исследованиях, однако результаты гидробиологических исследований для изучения подводных ландшафтов прибрежной зоны используют редко [133, 188, 189, 205, 221]. Тем не менее, высокая продуктивность макрофитов и адаптивная пластичность, постоянная подверженность антропогенным воздействиям обуславливают целесообразность применения их качественных и количественных характеристик для исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны.

Научных работ, посвященных черноморским подводным ландшафтам и особенно прибрежной зоне Республики Крым (РК) и г. Севастополя, недостаточно, учитывая, что крымские побережья характеризуются значительным видовым разнообразием, уникальностью местообитаний, высокой степенью сохранности акватории. В связи с чем, дальнейшие исследования подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова актуальны.

Согласно «Стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года» и «Стратегии социально-экономического развития г. Севастополя до 2030 года» одной из приоритетных задач является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия региона. Однако, исследования, проводимые в береговой зоне, в том числе и на объектах ООПТ РК и г. Севастополя показывают, что повсеместно происходит сокращение ландшафтного и биологического разнообразия, активизация гравитационных процессов, разрушение и отступление берега, уменьшение площади пляжей, снижение рекреационной привлекательности, что приводит к возникновению проблем, связанных с социально-эколого-экономическим

развитием региона. Все это указывает на необходимость применения системного подхода к организации природопользования береговой зоны, что обеспечит наилучшие результаты по сохранению и восстановлению наземных и морских ландшафтов.

Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью восполнения пробелов в понимании современного состояния подводных ландшафтов Чёрного моря крымского побережья, а также целесообразности их сохранения и оптимизации природопользования с целью устойчивого развития береговой зоны.

Степень разработанности темы. Теоретико-методологические основы комплексных физико-географических исследований подводных ландшафтов разрабатывали Л. С. Берг, С. П. Хромов, А. В. Живаго, Б. Б. Польшов, Д. Г. Панов, Н. А. Солнцев, К. М. Петров, В. В. Федоров, Ф. Н. Мильков, Б. В. Преображенский и др. Однако, анализ научных работ по подводному ландшафтоведению, показал, что проблемы, связанные с формированием его теоретических основ остаются актуальными, особенно понятийного аппарата, основанного на выработке типологии и анализе отличительных признаков подводных ландшафтов.

Ландшафтные исследования на акваториях шельфа внутренних морей РФ получили достаточно широкое развитие и представлены в работах Б. В. Преображенского, В. А. Мануйлова, И. С. Арзамасцева, В. В. Федорова, К. М. Петрова, Н. Н. Митиной, М. А. Хариной, Л. А. Беспаловой, В. В. Сивкова, Д. В. Дорохова и др..

Наибольшее внимание проблемам подводного картографирования уделяли Г. У Линдеберг, Е. Ф. Гурьянова, К. М. Петров, Б. В. Преображенский, Н. Н. Митина, И. С. Арзамасцев, В. В. Сивков, Д. В. Дорохов, В. О. Мокиевский и др. В США и европейских странах на государственном уровне разработаны стандартные ландшафтные классификации и методы, такие как SMECS, EUNIS, EMODNET. Однако в РФ и государствах постсоветского пространства, до сих пор основной проблемой в картографировании подводных ландшафтов является разработка иерархии и номенклатуры картографируемых единиц.

Изучение многолетней динамики подводных ландшафтов, из-за ограниченного опыта подобных работ, получило незначительное развитие, отмечены работы Д. В. Папунова и Н. Н. Митиной. Сведения об устойчивости подводных ландшафтов также малочисленны и освещены в работах Б. В. Преображенского, Д. В. Папунова, Н. Н. Митиной, Л. А. Беспаловой.

Вопросы развития теоретических основ и совершенствования методов управления морским природопользованием широко обсуждаются и представлены в работах Г. Г. Матишова, Д. Д. Бадюкова, К. С. Ганзея, Д. Я. Фащука, И. С. Арзамасцева, Г. Г. Гогоберидзе, А. Д. Лаппо, Л. В. Даниловой и др..

Основные сведения о макрофитах прибрежной зоны Крымского полуострова отражены в ряде региональных работ И. К. Евстигнеевой, И. Н. Танковской, И. И. Маслова, С. Е.

Садогурского, Н. В. Мироновой, Н. А. Мильчаковой, В. В. Александрова, Н. С. Костенко и др..

Подходы к формированию морских экологических сетей рассмотрены в работах G.Kelleher, R. V. Salm, Н. М. Забелина, А. Н. Иванова, В. О. Мокиевского, Н. Н. Митиной, Е. В. Чуприной, Н. А. Мильчаковой, А. Н. Малютина, С. Е. Садогурского и др.

Для Чёрного моря, к настоящему времени, рядом авторов проведены исследования ландшафтной структуры (К. М. Петровым, Н. Н. Митиной); приведено физико-географическое районирование (Н. Н. Митиной, Е. В. Чуприной, А. Н. Тамайчуком); дана характеристика глубоководных ландшафтов континентального склона (Л. А. Пасынковой); рассмотрены подходы оценки устойчивости ландшафтов к природным и антропогенным факторам (Н. Н. Митиной, Л. А. Пасынковой).

Проведенный обзор представлений о теории и методах ландшафтных исследований показал, что современное состояние учения о подводных ландшафтах характеризуется чертами становления и развития различных научных подходов. В то же время работ, посвященных использованию продукционных характеристик донной растительности для изучения подводных ландшафтов прибрежной зоны незначительное количество. Отмечена слабая изученность черноморских подводных ландшафтов и особенно прибрежной зоны Крымского полуострова.

Объект исследования – подводные ландшафты Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова.

Предмет исследования – структура, динамика, устойчивость и природопользование подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова.

Цель исследования – изучение структуры, динамики и устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря для обоснования путей оптимизации природопользования в прибрежной зоне Крымского полуострова.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Сформулировать теоретико-методологические основы, соответствующие предмету исследования, выбору объекта и методам изучения подводных ландшафтов прибрежной зоны.
2. Адаптировать на основе использования современных технологий существующие методики исследования подводных ландшафтов применительно к прибрежной зоне Крымского полуострова.
3. Выявить геоэкологические особенности подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова и провести сравнительный анализ ландшафтной структуры в районах с разными физико-географическими условиями и различной антропогенной нагрузкой.
4. Выполнить анализ пространственно-временных изменений ландшафтной структуры Чёрного моря в прибрежной зоне Крымского полуострова.

5. Обосновать критерии оценки устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря крымской прибрежной зоны на основе продукционных характеристик макрофитобентоса.

6. Разработать рекомендации по рациональному природопользованию подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова.

Научная новизна:

1. Расширены научные основы изучения подводных ландшафтов прибрежной зоны, базирующиеся на интегральных положениях подводного ландшафтоведения, гидробиологии и геоэкологии.

2. Впервые разработана методика исследования подводных ландшафтов Чёрного моря крымской прибрежной зоны с использованием аэрофотосъемки, выполненной с помощью беспилотного воздушного судна и ГИС-технологий в сочетании с традиционным гидробиологическим изучением макрофитобентоса.

3. Впервые выполнено картографирование ландшафтной структуры, выявлены закономерности распространения и распределения подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова, приведены качественные и количественные характеристики их растительной компоненты.

4. Впервые изучена многолетняя динамика подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова на основе изменений количественных и качественных показателей макрофитобентоса за более чем 50-летний период.

5. Впервые на основе анализа распределения и расчета количественных показателей запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов макрофитов дана оценка устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова к природно-антропогенным нагрузкам.

6. Впервые на основе исследований ландшафтной организации береговой зоны Крымского полуострова разработаны подходы по оптимизации прибрежно-морского природопользования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в развитии теоретико-методологических основ подводного ландшафтоведения, формировании представлений о подводных ландшафтах Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова, их современном состоянии на основе эмпирико-статистического материала и ГИС-технологий. Обоснована возможность применения количественных и качественных характеристик макрофитобентоса для изучения динамики и устойчивости подводных ландшафтов прибрежной зоны. Получены новые данные о пространственной организации подводных ландшафтов, пространственно-временных изменениях ландшафтной структуры прибрежной зоны. Показано, что ландшафтные карты

выступают информационной основой для принятия решений по рациональному природопользованию, а также могут быть использованы при создании различных прикладных, оценочных, инвентаризационных, конструктивных и прогнозных карт для разработки проектов хозяйственного освоения береговой зоны морей.

На основе данных о ландшафтном и биологическом разнообразии прибрежной зоны разработаны рекомендации по оптимизации природоохранного режима ООПТ и формированию экологической сети. Показано, что применение системного подхода к изучению береговой зоны позволит оптимизировать территориальную структуру природопользования, будет способствовать устойчивому и сбалансированному развитию приморских регионов, снижению антропогенной нагрузки на естественные ландшафты и улучшению состояния береговой зоны.

Диссертационная работа согласуется со Стратегиями социально-экономического развития РК и г. Севастополя и может быть использована органами исполнительной власти субъектов при их реализации. Результаты исследования применялись при разработке комплексных экологических обоснований новых объектов ООПТ РК и г. Севастополя, проектов «Схемы развития и размещения ООПТ города Севастополя» и «Разработка Схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым», при реализации проекта по научному обоснованию концепции Генеральной схемы берегозащиты и природопользования в прибрежной зоне г. Севастополя, при обосновании программ по развитию экотуризма в береговой зоне.

Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе при подготовке студентов по специальности «География» в Филиале Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в г. Севастополе, Таврической академии им. В. И. Вернадского Крымского федерального университета, Балтийского федерального университета им. И. Канта, при подготовке дипломных и кандидатских диссертаций.

Методология и методы исследований. Диссертационная работа базируется на фундаментальных работах в области ландшафтоведения, гидробиологии и геоэкологии. Работы по изучению ландшафтной структуры дна проводили на основе общих положений программы подводных ландшафтных исследований с использованием легководолазной техники [69, 205]. Для достижения поставленной цели использовали методы: водолазный, ландшафтного профилирования и описания ключевых участков, гидробиологическая съемка, фото и видеосъемка, статистический, картографический, геоинформационный, литературный, сравнительный, метод балльных оценок. Фактический материал получен автором в ходе проведения береговых экспедиций, выполненных в период 2008–2023 гг., проводимых отделом биотехнологий и фиторесурсов (БИФ) Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского (ИнБЮМ). Для анализа состава и структуры макрофитобентоса в подводных

ландшафтах Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова привлекали архивные материалы А. А. Калугиной-Гутник за 1964 г. и материалы, предоставленные Н. В. Мироновой за период 1977–2023 гг., а также опубликованные данные. Картографирование ландшафтной структуры осуществлено с помощью программного пакета QGIS. Отбор проб макрофитобентоса выполнен по стандартной методике [75]. Статистическую обработку данных выполняли в пакетах программ MS Excel 2000 (Microsoft Corp.) и Statistica 6.0 (Statsoft Inc., OK, USA).

Положения, выносимые на защиту:

1. Исследование подводных ландшафтов прибрежной зоны основывается на интегральных положениях подводного ландшафтоведения, гидробиологии и геоэкологии, позволяющих отразить специфику их пространственно-временной организации и природопользования.

2. Научно-методический подход исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны с использованием данных ландшафтной и гидробиологической съемок в сочетании с аэрофотосъемкой, выполненной с помощью беспилотного воздушного судна, ГИС-технологий, картометрической визуализации и расчетов продукционных характеристик макрофитобентоса.

3. Ландшафтная структура Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова характеризуется определенной упорядоченностью, выделяются ландшафты с доминирующими видами донной растительности, распространение которых обусловлено геолого-геоморфологическим строением береговой зоны и гидродинамическим режимом акватории.

4. В ландшафтной структуре Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова за более чем 50-летний период произошли существенные изменения под влиянием природных и антропогенных воздействий, что проявилось в изменении конфигурации границ подводных ландшафтов, их площади и деградации растительной компоненты.

5. Подводные ландшафты Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова характеризуются различной устойчивостью к внешним воздействиям, которая определяется литогенной основой дна, являющейся субстратом для прикрепления макрофитов.

6. Увеличение антропогенного воздействия на береговую зону Крымского полуострова снижает уровень ее ландшафтной организации, что может быть нивелировано за счет оптимизации природоохранного природопользования.

Личный вклад состоит в разработке программ и методик исследований проведения полевых наблюдений, отборе проб, систематизации и интерпретации полевых наблюдений, теоретическом обобщении собственных и литературных данных. Автор была руководителем и участником береговых экспедиций в исследуемом регионе с 2008–2023 гг.. Основные научные положения, идеи, гипотезы и выводы, на которых базируется диссертационная работа, являются

авторскими. Положительные рецензии на публикации автором итогов работы в рецензируемых российских и международных изданиях подтверждают достоверность полученных результатов. В совместных работах автору, как правило, принадлежат вопросы, касающиеся области научных знаний: географии, геоэкологии и ландшафтоведения.

Апробация результатов. Исследования по теме диссертационной работы явились составной частью научно-исследовательской работы ИнБЮМ «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ гос. рег. № АААА-А18-118020890074-2); "Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса (№ гос. регистрации 121030300149-0) (2019–2021), гранта РФФИ № 14-44-01609 «Разработка критериев оценки состояния береговой зоны в условиях конфликтного природопользования с использованием показателей фитокомплексов» (руководитель).

Результаты работы докладывались на VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным растениям (п. Борок, 16–20 окт. 2015 г.); III Феодосийские научные чтения: труды междисциплинарной научно-практической конференции (г. Феодосия, 21–22 мая 2015 г.); Всероссийская научно-практическая конференции «Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий» (г. Сочи, 2–4 декабря 2015 г.); Всероссийская (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (г. Пенза, 10–14 мая 2016 г.); VI Международная научно-практическая конференция «Экология и природопользование: прикладные аспекты» (г. Уфа, 4–8 апреля 2016 г.); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, приуроченная к 145-летию Севастопольской биологической станции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы» (г. Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.); Международной научной конференции, посвященная 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России «Природное наследие России» (г. Пенза, 23–25 мая 2017 г.); III Всероссийская научно-практическая конференция «Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий» (г. Сочи, 30 ноября–2 декабря, 2016 г.); II Международной конференции «Рациональное природопользование: традиции и инновации» (г. Москва, 17–18 ноября 2017 г.); ЭКОБИО–2018: Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами: V научно-практическая молодежная конференция (г. Севастополь, 8–11 октября 2018 г.); I Международный экологический форум в Крыму «Крым – эколого-экономический регион. Пространство ноосферного развития» (г. Севастополь, 20–24 июня 2017 г.); Международная научная конференция «Третьи ландшафтно-

экологические чтения, посвященные 100-летию со дня рождения Г. Е. Гришанкова». Ландшафтная география в XXI веке (г. Симферополь, 11–14 сентября, 2018 г.); Международная научно-техническая конференция «Системы контроля окружающей среды-2016», (г. Севастополь, 24–27 октября 2016 г.); VIII Международная научно-практическая конференция «Заповедники Крыма–2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление» (г. Симферополь, 28–30 апреля 2016 г.); Научная конференция «Ломоносовские чтения» (г. Севастополь, 22 марта 2017 г.); XIII Международной ландшафтной конференции «Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов» (г. Воронеж, 14–17 мая 2018 г.); Научная конференция «Ломоносовские чтения » (г. Севастополь, 3–5 апреля 2019 г.); Международная научная конференция «Четвертые ландшафтно-экологические чтения, Г. Е. Гришанкова». Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности (г. Симферополь, 22–25 сентября 2020 г.); XXVIII Береговая конференция Всероссийская научная конференция «Моря России: исследования береговой и шельфовой зон» (г. Севастополь, 21–25 сентября 2020 г.); Научная конференция «Ломоносовские чтения» (г. Севастополь 22–24 апреля 2020 г.); X Международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)» (г. Москва, 25–29 октября 2021 г.); Международная научно-практическая конференция «Пятое ландшафтно-экологические чтения, Г. Е. Гришанкова» (г. Севастополь, 12–16 сентября 2022 г.); Всероссийская научная конференции «Моря России: вызовы отечественной науки» (г. Севастополь, 26–30 сентября 2022 г.); Международная научная конференция «ИнтерКарто». ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий» (г. Майкоп, 2022 г.), «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022» (г. Москва, 25–29 октября 2022 г.).

Работа соответствует паспорту специальности 1.6.21 «Геоэкология»: п.6. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, биологических, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли; п.7. Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов, функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем; п. 11. Оценка экологического состояния и управление современными ландшафтами. Глобальные и региональные изменения ландшафтно-климатических условий среды обитания в антропоцене; п.16. Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИС-технологии и информационные системы в геоэкологии.

Публикации по теме диссертации. Исследования по теме диссертационной работы явились составной частью 2 научно-исследовательских работ и 1 гранта. Результаты

диссертации опубликованы в 70 работах, в том числе – 9 в журналах, индексируемых в Scopus/WoS, 24 – в журналах, рекомендованных ВАК. Результаты работы докладывались на 26 научных и научно-практических конференциях, 13 из которых имели международный статус.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из: введения, 6 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы из 319 наименований, приложений. Общий объем: 289 страниц, включая 91 рисунок, 25 таблиц и 14 приложений.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

1.1 История и современное представление о теории и методах исследования подводных ландшафтов

Возникновение подводного ландшафтоведения тесно связано с развитием ландшафтоведения суши. В связи с чем первоначально учение о подводных ландшафтах (ПЛ) рассматривалось как составная часть классического ландшафтоведения. Тем не менее, морское ландшафтоведение, как наука возникло более, чем на половину века позже. Однако идеи о ПЛ зарождаются и реализуются несколько раньше в работах ряда ученых-гидробиологов. Так, в 1877 г. немецкий гидробиолог Карл Август Мебиус использовал термин «биоценоз» для целостной природной системы, формирующейся на морском дне. В исследованиях, посвященных изучению возможности разведения устриц в прибрежных водах Северной Германии, он установил взаимосвязь между условиями среды и распространением живых организмов. Это стало одним из первых шагов в развитии идеи о ПЛ. В дальнейшем понятие «биоценоз» широко использовалось в научном обиходе.

Впервые в геологии термин «фа́ция» (*facies/facium* («лицо, облик»)) употребил датский ученый Н. Стено (около 300 лет назад). Данный термин нашел широкое применение в ландшафтоведении и способствовал «сближению биоценологии с морфологией подводных ландшафтов» [205, с. 3]. Позже, в 1838 г. швейцарский геолог А. Грессли отмечал, что происхождение фаций связано с «различиями местных условий и другими причинами, которые и в наши дни оказывают такое сильное влияние на распределение живых существ на морском дне» [86, с. 5]. В 1893 г. И. Вальтер предложил понимать под фацией «физические особенности морского дна, определяющие распределение организмов» [86, с. 13]. В классическом труде «К вопросу об изучении Чёрного моря» С. А. Зернов использовал термин «фа́ция» для обозначения участков дна однородных по природным условиям и занятых характерными сообществами [65]. Одну из первых классификаций морских местообитаний в 1915 г. разработал R. Southern [277]. Л. С. Берг предложил для морских объектов название «мершафт», как морской аналог ландшафта суши [17].

В начале 30-х годов в России была организована первая лаборатория подводных исследований во ВНИРО, которую возглавил океанограф И. И. Месяцев. Летом 1937 г. в заливе Петра Великого А. И. Савилов изучил распределение трепанга по биоценозам, биологию его размножения, провел количественный учет и составил промысловые карты.

Развитие теоретических основ учения о морских ландшафтах началось с конца 40-х–начало 50-х годов. Для этого периода характерно активное обсуждение вопроса о выделении морских ландшафтов как таковых, аналогичных ландшафтам суши. Это нашло отражение в научных трудах, связанных с именами отечественных географов, таких как Л. С. Берга, С. П. Хромова, Д. Г. Панова, А. В. Живаго и ряда других исследований.

В своих трудах Л. С. Берг еще в середине 40-х годов XX века дал понятие ПЛ, тем самым заложив основы комплексного подхода к исследованию морских геосистем. Автор считает, что «Основной единицей и предметом изучения в географии является географический аспект ... закономерные группировки предметов и явлений на поверхности суши, на дне и на поверхности моря (и вообще водоемов)» [17, с. 208].

С. П. Хромов указывал, что «Морской ландшафт вряд ли обладает меньшей определенностью, чем ландшафт суши. Важнейшие элементы, его образующие, — это, очевидно, подстилающая поверхность моря с его термикой, окраской, волнением, течениями, захватывающими поверхностные воды, с плавающими льдами, айсбергами, коралловыми рифами, малыми островами и т.д.; это климат, фауна и флора (плавающие водоросли) поверхностных вод и, наконец, такое проявление деятельности человека, как навигация. Конечно, это комплекс иной, чем на суше, но важно то, что это комплекс вполне аналогичный ландшафту суши по своему единству и по взаимодействию составляющих его элементов» [264, с. 250–251].

Б. Б. Польшов отмечал, что «Обычно понятие о ландшафте в географии связано с поверхностью суши. А между тем нет никаких оснований не распространять это понятие и на подводные области океанов и морей» [216, с. 39]. В 1953 г. Б. Б. Польшов предложил классификацию элементарных ландшафтов на основе оценки условий миграции химических элементов в субаквальных (подводных) фациях, которые образуются на дне водоемов. По мнению Б. Б. Польшова, субаквальный ландшафт представляет местный водоем с преобладанием процесса привноса вещества с твердым и жидким стоком над выносом. Такой подход к определению подчеркивает геохимические свойства ПЛ, больше применим к водоемам суши и не отражает принципов системности и иерархичности.

В статье «О подводных ландшафтах Мирового океана» Д. Г. Панов дает определение ПЛ, под которым понимает «часть поверхности дна моря или океана, природа которого, подобно ландшафту на поверхности суши, имеет определенный характер, отличающий один ландшафт от другого. Если наземные ландшафты развиваются в пограничной области земного шара, на поверхности раздела атмосферы и литосферы, то подводные ландшафты развиваются в пограничной среде на разделе между гидросферой и литосферой» [186, с. 600]. Д. Г. Пановым проведен анализ факторов, определяющих формирование ландшафтов, и приведена их

классификация. Автор выделяет геоморфологические зоны на дне Мирового океана, такие как прибрежную, материковое мелководье, материковый склон, океанические бассейны и океанические горные страны. Он раскрывает генетическое своеобразие вышеперечисленных зон и специфику факторов ландшафтообразования в их пределах [186].

А. В. Живаго приведено понятие ПЛ, под которым понимает участок морского или океанического дна и прилегающей к нему водной оболочки, в пределах которой наблюдаются специфические, закономерно связанные и взаимообусловленные комплексы форм донного рельефа со свойственными им геологическим строением дна, физико-химическими характеристиками водной массы и формами жизни [60].

Результатом проведенных исследований морских ландшафтов данного периода стало принятие ученых положения о существовании природных комплексов в пределах Мирового океана и целостности ландшафтной сферы. По мере дальнейшего развития морского ландшафтоведения исследователи приводили различные определения и трактовки морского ландшафта: «аквальный ландшафт», «подводный ландшафт», «субаквальный ландшафт», «водный природный комплекс», «донный природный комплекс» и др. [167]. Тем не менее, и в настоящее время актуальным вопросом остается формирование понятийного аппарата, что значительно препятствует развитию подводного ландшафтоведения.

Активное развитие теоретико-методологических основ морского ландшафтоведения началось в 50-е годы XX в. На Первом Всесоюзном совещании по ландшафтоведению в г. Ленинграде было отмечено, что водные объекты «...должны быть подвергнуты ландшафтными исследованиям, так же как исследуются части суши» [268].

Н. А. Солнцев отмечал, что: «Намечающаяся новая отрасль природной географии — наука о природных водных комплексах — несомненно, породит ряд новых понятий и, следовательно, потребует специальных терминов для их обозначения» [242, с. 21]. Также было ученом отмечено, что «каждая водная масса действительно предстает перед нами как природный комплекс, в котором биотические и абиотические компоненты теснейшим образом взаимосвязаны и может быть назван природным аквальным комплексом» [242, с. 24].

Важную роль в этот период играют первые экспедиционные исследования региональных морских географических комплексов. Так, в ходе проведенных полевых исследований в Арктическом бассейне Я. Я. Гаккелем показано влияние рельефа на формирование географических комплексов. Морские ландшафты стационарной полыньи в Арктике стали предметом исследования В. Н. Купецкого [89], в береговой зоне Земли Франца Иосифа – Л. С. Говорухина [41].

По результатам Курило-Сахалинской экспедиции Зоологического института АН СССР (1946–1949 гг.) был создан "Атлас океанографических основ рыбопоисковой карты Южного

Сахалина и Южных Курильских островов» (1955 г.), который стал первым опытом картографирования ПЛ.

Проведенные научные исследования позволили перейти к описанию и картографированию морских ландшафтов. Теоретико-методологические основы составления карт ПЛ освещены в работах Г. У. Линдберга [92] и Е. Ф. Гурьяновой [46]. По мнению, Е. Ф. Гурьяновой [46], необходимо подразделять все ландшафтные комплексы в море на морские (характерные для водной толщи) и подводные (формирующиеся на определенном участке дна). При этом, автор обращает внимание на то, что при таком делении дна важное значение имеет принцип вертикальной поясности; в пределах материковой отмели ландшафты подчиняются широтной зональности, с увеличением глубины этот закон отступает на последний план, и решающую роль приобретает рельеф дна. При изучении морфологической структуры ПЛ Е. Ф. Гурьяновой предложено выделять на морском дне неделимые единицы – фации, а более крупные природные комплексы – уголья.

В 60-х гг. К. М. Петровым предложены новые методы морских ландшафтных исследований – подводное картографирование на основе дешифрирования аэрофотоснимков морских мелководий. Он разработал систему морфологической классификации ПЛ на основе изучения ландшафтов мелководья Чёрного и Каспийского морей, прибрежной зоны Сахалина. По мнению, К. М. Петрова основы теории морфологии ландшафта, разработанные на суши, могут быть применимы к изучению морфологии ландшафтов морских мелководий [205]. С конца 50-х гг. в странах Западной Европы и Северной Америки появляются работы, связанные с описанием, классификацией и картографированием морской среды [288, 293].

В 1960 г. на навигационной секции Океанографической комиссии Академии наук СССР обсуждался вопрос о районировании Мирового океана, где было высказано мнение о разработке более детального географического районирования океана для характеристики навигационной обстановки районов морей и океанов.

Дальнейшее, развитие морского ландшафтоведения в 70–80-е годы связано с активным изучением Мирового океана. Данный период характеризуется получением большого объема океанологической информации в результате внедрения современных методов сбора и обработки данных, что внесло существенный вклад в развитие как теоретических, так и методологических основ морского ландшафтоведения. Так, в работе В. И. Лымарева «Основные проблемы физической географии океана» предложено выделение разделов: общего ландшафтоведения, ландшафтоведения суши и океанического ландшафтоведения. По мнению автора, комплексное океаническое направление должно изучать океанические и морские природные комплексы (ландшафты), под которыми он понимает «само водное тело, как и находящиеся, с ним в контакте слои атмосферы и литосферы» [95, с. 169]. Автором предложено

делить аквальные комплексы на поверхностные, донные и прибрежные, занимающие переходное положение между аквальными и наземными.

Несколько позднее, в работе «Океан как система пространственных природных структур», В. И. Лымарев представил схему пространственной структуры океана, в которой выделил три уровня организации геосистемы – глобальный, региональный и локальный. Охарактеризованы 9 порядков геосистем и показано место аква-ландшафтов, аква-урочищ и аква-фаций [94]. Для типизации ПЛ, по мнению автора, основными компонентами выступают рельеф дна, донные отложения, гидродинамический режим, трофические группировки донного населения.

В работах Д. Е. Гершановича и В. В. Федорова [32–35] предложено рассматривать морское ландшафтоведение как прикладную физико-географическую дисциплину, где объектом исследования выступают водные и донные природные комплексы. По мнению авторов, основные задачи морского ландшафтоведения состоят в следующем: «обобщение с ландшафтных позиций накопленных аналитических данных о природе океанов и морей; развертывание комплексных ландшафтных исследований с применением подводной техники, картирование и типизация донных ландшафтов; разработка во взаимодействии с другими дисциплинами рекомендаций и приемов рационального природопользования в океане и в первую очередь на шельфе...» [32, с. 114].

Ф. Н. Мильковым [107] разработана единая типологическая классификация ландшафтов суши и океана, выделены отделы и классы. Автором предложено пять отделов ландшафтов – наземный, земноводный, водный или водноповерхностный, ледовый, донный или подводный. Отделы выделены на основе комбинаций основных контрастных сред (литосферы, гидросферы, атмосферы). К отделу земноводных (атмосфера + гидросфера + литосфера) относятся класс литоральных ландшафтов, размещающихся на ежесуточно заливаемых во время приливов участках береговой зоны, и класс мелководных ландшафтов, соответствующий шельфовой зоне океанов и морей с глубинами до 200 м. Водноповерхностный отдел соответствует эпипелагической зоне, развит в зоне контакта атмосферы и гидросферы. К донному отделу ландшафтов (литосфера + гидросфера) принадлежат три класса: ландшафты материкового склона (батинальные), ландшафты ложа океанов (абиссальные), ландшафты глубоководных желобов и впадин (ультраабиссальные) [106, 107]. Особое внимание уделено мелководным ландшафтам, которые формируются в зоне контакта суши и моря.

Существенный вклад в развитие подводного ландшафтоведения в этот период внес К. М. Петров [205]. В монографии «Подводные ландшафты: теория, методы исследования» изложены основные положения подводного ландшафтоведения. Автором раскрыты характерные черты физико-географического процесса в Мировом океане, которые заключаются в обмене

веществом и энергией между отдельными компонентами природы и природными системами. Приведены критерии выделения морфологических комплексов горизонтального и вертикального расчленения ПЛ. Основы теории морфологии ландшафта, разработанные на примере суши, начинают применяться к изучению морфологии ландшафтов морских мелководий. В методическом плане обосновано применение аэрофотометода для исследования мелководной зоны и берегов [44, 45, 205]. Детализирована методика ландшафтного картографирования морских мелководий на примере Чёрного и Каспийского морей [205].

Для периода 70–80-х годов характерно увеличение количества ландшафтных исследований, особенно на региональном уровне. Проведено крупномасштабное картографирование дна Японского моря с использованием современных технических средств [47]. Под руководством Б. В. Преображенского [219–221] ландшафтный подход успешно был применен для изучения структуры и функционирования коралловых рифов в тропических морях Тихого и Индийского океанов. А. И. Дмитриенко и А. Л. Сорокин [49, 243] исследовали ПЛ юго-западной части и южного побережья Баренцева моря, составили карты и выделили основные типы донных ландшафтов на основе четырех основных компонентов – рельефа, поверхностных осадков, гидродинамического режима и трофических группировок донного населения. Составлены карты донных ландшафтов прибрежной зоны Белого моря [244] с целью определения запасов промысловых видов водорослей. В. В. Федоров [260–263] исследовал донные ландшафты шельфа и подводных гор северной Атлантики с помощью батискафа. А. Н. Пстин [223] выполнил анализ ландшафтной структуры береговой зоны восточного Приазовья.

Впервые В. А. Мануйловым [102] введен термин «донный природный комплекс (ДПК)», как аналог природно-территориальных комплексов (ПТК) для суши, который получил широкое распространение среди морских ландшафтоведов. В 1987 году В. А. Мануйловым [103] (Мануйлов, 1987) выполнены ландшафтные карты бухт залива Петра, отличающиеся по степени открытости с целью обоснования размещения хозяйства марикультуры [104]. Е. И. Чернобровкина составила ландшафтную карту шельфа Японского моря и классификацию морских ландшафтов. Особенностью данной классификации является, во-первых, охват всей водной толщи (с организмами и дном), во-вторых, ведущая роль принадлежит свойствам водной массы [266]. В. Г. Папунов исследовал ПЛ дальневосточных морей для их дальнейшего хозяйственного использования [187].

На современном этапе изучения морских ландшафтов актуальным направлением является подводное ландшафтное картографирование с применением современных методов исследования, включая использование подводной видеотехники, многолучевого сканирования, и составление детальных геоинформационных карт. Комплексная методика картографирования донных ландшафтов с применением дистанционных методов была реализована на модельном

полигоне в Белом море [152, 154]. Для российского сектора юго-восточной части Балтийского моря составлена региональная ландшафтная карта с использованием гидролокаторов бокового обзора (ГЛБО) [236, 282]. Предложен абиотический подход к картографированию донных ландшафтов, где использовали следующие показатели: придонная соленость, освещенность, придонная температура, поверхностные осадки и ледовый покров.

Лабораторией морских ландшафтов Тихоокеанского института географии ДВО накоплен материал по подводным ландшафтам южного и среднего Приморья, тропических и субтропических районов Мирового океана [219]. Для составления подводных ландшафтных карт предложена оригинальная терминология подводного ландшафтоведения. По мнению Б. В. Преображенского [219], классический термин «ландшафт» не подходит для понятия морских геосистем. Предложено ввести новый термин «бентема» (производное от «бенталь» и «система») – подводная (бентосная) геосистема любого ранга. Элементарной единицей «бентемы», по аналогии с сушей, является «фация», другие морфологические единицы ландшафта имеют название, такие как концизий, сегетий, ретина и др.. Применение новой терминологии авторы обосновывают рядом специфических физико-географических характеристик для моря. Однако, при использовании приведенной номенклатуры ПЛ возникает необходимость добавления новых названий, что приводит к значительному усложнению номенклатуры и созданию карт.

Тем не менее, проблема разработки принципов классифицирования, иерархии и номенклатуры единиц в картографировании ПЛ является актуальной и в настоящее время. Так, К. М. Петровым [205] предложена трехрядная схема дифференциации морских мелководий: по широтным изменениям климата (пояс, сектор, зона, провинция), азональная дифференциация по геологическому строению и рельефу (бассейн, область, подобласть, округ) и глубинная (ярус, пояс, зона). В схему физико-географического районирования Е. В. Чуприной [267] включены географические ландшафты со следующими уровнями: географические страны (море), регионы, области, подобласти, ландшафты (районы). Существуют системы, построенные по принципам, сходным с биологической классификацией. Так, иерархическая система ландшафтов Ф. Н. Милькова подразделяется на таксоны: отделы, системы, классы, группы, подгруппы, типы, подтипы, роды, подро́ды, виды, подвиды [106; 191]. Такая схема была использована Л. А. Беспаловой для картографирования ПЛ Азовского моря [21]. Приведена схема, которая отражает биорегионализацию российской части Арктики с выделением 5 уровней: 1) бассейны океанов, 2) мегаструктуры океанического дна (шельф, океаническая впадина), 3) морские бассейны, 4) области, соответствующие климатическим зонам, 5) провинции (часть морского бассейна в пределах климатической зоны) [295]. Проведено исследование ПЛ Калининградского взморья в районе Самбийского полуострова

[22]. Физико-географическую классификацию и районирование Балтийского моря предложили Н. Н. Митина и М. А. Харина [149]. В 1991 г. О. Е. Фесюновым и М. Ф. Назаренко выполнено ландшафтное районирование Дунай-Днестровского района северо-западного шельфа Чёрного моря [263]. Ю. П. Зайцев предложил схему эколого-географического районирования всего украинского шельфа [62]. Схему размещения геоэкологических систем северо-западной части Чёрного моря предложил А. А. Строгонов [246]. А. Н. Тамайчуком предложена схема региональной дифференциации глубоководной части Чёрного моря [250, 251]. Варианты типизации донных природных комплексов по рельефу, доминирующим видам и донным отложениям в Японском море предложены И. С. Арзамасцевым и Б. В. Преображенским [5–7], а также В. В. Федоровым [260, 261].

Л. А. Пасынковой [190] выделены ландшафты континентального склона Чёрного моря. По мнению Л. А. Пасынковой «ландшафты континентального склона – это сложные динамические системы, состоящие из морских вод, биоты (мейобентос и фитобентос, бактерии), ила (разнообразных донных осадков и горных пород – аналогов подводных почв), связанных между собой потоками вещества и энергии» [192, с. 270]. В основе выделения ландшафтов континентального склона лежат геоструктурные, геоморфологические и геодинамические особенности, способствующие созданию специфических условий для развития определенных донных осадков с различными биогенными сообществами. Автор дает характеристику глубоководным ландшафтам континентального склона Чёрного моря, выделяя ряд, группы, тип, семейство, класс и виды ландшафтов.

Для северного региона Каспийского моря Н. Н. Митиной с соавторами [144] выявлен ряд закономерностей, который позволил сгруппировать природные комплексы по наличию совокупностей значимых корреляционных связей и осуществить типологию ДПК от физико-географических областей до фаций. Граф-связи, выполненные для ДПК исследуемого региона, областей и подобластей подобны и имеют иерархическое соподчинение. ДПК ранга «округ», «ландшафт», «местность», «урочище» выделены с помощью традиционных методов комплексного использования результатов исследований компонентов, представленных в виде набора карт и описания выявленных закономерностей. На основе полученных результатов составлены картосхемы ДПК северного региона Каспийского моря.

Актуальным вопросом остается разработка единой типизации территориальных и морских ландшафтов. Первые попытки были рассмотрены в работах Г. Д. Рихтера [226], Ф. Н. Милькова [108]. Е. А. Позаченюк [210] предложена типологическая классификация ландшафтов суши и моря, разработаны критерии выделения таксономических единиц. В основу классификации положены следующие таксоны: ландшафтная сфера – контакты сред (атмо-, лито-, гидросферы); порядок – господствующий системоформирующий компонент: жидкий или

твердый; отделы – ландшафтные уровни материков и океанов; раздел - различия на уровне ландшафтных (географических) поясов; семейство – степень освещенности; класс – морфоструктурный мегарельеф; подкласс – морфоструктурный макрорельеф; тип – зональные различия; род – морфология и генезис рельефа (генетический тип ландшафта); подрод – литология поверхностных отложений; вид – сходство доминирующих местностей. В каждом таксоне учитывается степень антропогенной преобразованности ландшафта.

Одна из первых морских ландшафтных классификаций в Европе составлена комиссией HELCOM для Балтийского моря. Она представляет собой иерархический список “комплексов биотопов”, выделяемых по абиотическим признакам [294]. В странах Западной Европы и Северной Америки работы, связанные с применением ландшафтного подхода начались лишь в последнее десятилетие, после выхода работы J. Roff и M. Taylor [311]. Впервые концепция морских ландшафтов была предложена в Канаде для охраны морской среды. Несколько позже этот подход был применен в Европе в Ирландском море и территориальных водах Великобритании [276]. В Европе этот подход применен в Ирландии в проекте Irish Sea Pilot, в дальнейшем он нашел применение в английских программах UKSeaMap и UKSeaMap 2010 [276, 284, 305], а также в рамках проекта BALANCE для классификации и картографирования ландшафтов и местообитаний Балтийского моря [271]. Иерархическая классификация местообитаний («экотопов») прибрежных вод Нидерландов ZES.1 основывается исключительно на абиотических факторах, что сближает эту систему с ландшафтным подходом канадских, ирландских и английских исследователей [275]. Подобные классификации разрабатывают также в Австралии [296, 298], Новой Зеландии [285; 313, 314] и Норвегии [306].

На территории Европы классификационная система EUNIS является общеевропейским стандартом для изучения и охраны местообитаний в рамках природоохранных программ. Кроме того, система EUNIS детально разработана, является иерархической и включает около 1000 местообитаний. Она содержит описания местообитаний и связана с существующими системами JNCC, Habitat Directive, Natura 2000, OSPAR [277; 292]. Вместе с тем, при использовании этой системы существует ряд трудностей, что осложняет возможности ее применения в практической деятельности. Так, по мнению Т. Ю. Браславской и Е. В. Тихоновой, «неупорядоченность критериев подразделения в классификации – это использование разнородных диагностических признаков при выделении типов на одном и том же уровне, повторное применение какого-либо признака на разных уровнях» [26, с. 30–31]. На основе EUNIS выполнен ряд международных проектов по картографированию субаквальных ландшафтов европейских морей, в том числе Балтийского моря. В 2004–2008 гг. при финансовой поддержке программы ЕС INTERREG IIIB NWE и участии пяти европейских стран под руководством Комитета по охране природы Великобритании (Joint Nature Conservation

Committee, JNCC) в рамках проекта MESH была создана геоинформационная система морских биотопов в территориальных водах Великобритании, Ирландии, Бельгии, Франции и Нидерландов. В результате создана открытая для доступа интерактивная обзорная карта северо-восточной части Атлантического океана, Микронезии, Балтийского, Средиземного и Чёрного морей. В настоящее время разработчики европейских классификационных схем местообитаний стремятся к совместимости между ними, большинство региональных схем (JNCC, HELCOM, SPA/RAC), которые включены в EUNIS [280]. В США существует несколько классификаций для разных регионов страны [291; 316], с учетом опыта EUNIS разработан стандарт CMECS, определяющий способы классификации морских и прибрежных участков [287; 299]. В Австралии схема классификации морского дна также включает уровень биотопов (биофаций) [298].

Характеристика местообитаний для Чёрного моря приведена Ю. П. Зайцевым с коллегами [319]. Список, включающий 37 донных местообитаний, опубликован в трансграничном диагностическом анализе Чёрного моря [273]. В 2007 г. в Чёрном море выделено 48 бентосных местообитаний [317], которые включены в систему EUNIS [274]. Сложность использования системы EUNIS связана с тем, что в ней описаны не все местообитания. Несмотря на то, что местообитания Чёрного моря включены в общеевропейскую систему EUNIS, тем не менее, разработка классификации, картографирования и инвентаризации местообитаний, подготовка списков биотопов, нуждающихся в охране, все еще является актуальной задачей [164].

Анализ литературных данных показал, что если методологические основы картографирования ПЛ в той или иной степени разработаны, то изучение их многолетней динамики, из-за ограниченного опыта подобных работ, получило незначительное развитие [167]. Исследование пространственно-временных изменений ПЛ, в основном, сводится к изучению динамики одного или нескольких природных компонентов, так как его эмерджентные свойства на современном этапе разработаны слабо [188]. Д. В. Папуновым проведено изучение межгодовой и сезонной динамики ПЛ на примере ключевых участков Чёрного и Белого морей. В качестве основного индикатора смены сезонных состояний ДПК в работе приняты продукционные характеристики макрофитов [189]. Н. Н. Митиной и Е. В. Чуприной прослежена динамика ДПК для Азовского и Чёрного морей в сравнении с историческими данными, на основании результатов сопоставления картосхемы ДПК, составленной авторами по фондовым и литературным данным с материалами экспедиционных гидробиологических показателей [142]. Исследование пространственно-временных изменений и вопрос об индикаторах динамики ПЛ является актуальной задачей географической науки.

В связи с активным хозяйственным освоением морских акваторий в научной литературе появляются работы, посвященные изучению влияния антропогенного воздействия на ландшафтную структуру прибрежных зон. Исследования ПЛ, проведенные Н. Н. Митиной в Японском, Чёрном, Азовском, Балтийском морях, были посвящены изучению механизмов переформирования, изменчивости и устойчивости подводных ландшафтов морских мелководий при антропогенном воздействии [136; 141; 142; 148]. Разработаны методические подходы к изучению структуры ПЛ с использованием количественных методов [141; 143], их устойчивости и изменчивости, а также стабилизирующей роли отдельных компонентов при антропогенных нагрузках с целью разработки рекомендаций по рациональному хозяйственному использованию мелководной зоны бореальных морей [134; 135; 137–139; 140; 148]. Для того чтобы выявить степень влияния антропогенных факторов на экосистему Каспия, была использована количественная оценка взаимозависимости изменения уровня Каспийского моря и ряда климатических, гидрологических, гидрохимических и биологических показателей природной среды региона [145–147]. Применение такого подхода позволило авторам проанализировать гидроэкологическую ситуацию в Каспийском море, сложившуюся в различных природных комплексах исследуемой акватории и выявить факторы, характеризующие их чувствительность к антропогенному воздействию и природным изменениям. При изучении влияния антропогенного воздействия на Азовское море Л. А. Беспаловой показано, что за последние 50 лет произошли значительные изменения в ландшафтной структуре моря [20, 21].

Е. А. Позаченюк и М. В. Пенно предложено ввести понятие «морской антропогенный ландшафт» и проведена предварительная типизация морских антропогенных ландшафтов по преобладающим видам хозяйственной деятельности [194; 211, 212].

В настоящее время развиваются новые научные направления подводного ландшафтоведения, например, ландшафтная биономия моря [195–197; 200]. Предложенный авторами ландшафтно-биономический подход изучения донных сообществ предполагает рассмотрение отдельных компонентов природы в качестве экологических факторов. Объектами исследования выступают морфологические единицы ДПК горизонтального и вертикального подразделения ПЛ. По мнению авторов, характеристика бентоса через познание ландшафтной структуры позволяет наиболее глубоко понять связь донных биоценозов с условиями местообитания, определить закономерности их распространения, выявить участки с типичными чертами биономической структуры. Предложены принципы иерархической системы единиц районирования береговой зоны и шельфа Мирового океана по биономическим (экосистемным) признакам. Районирование на типологическом и региональном уровнях выполнено на примере

трех округов подобласти побережья Сахалинской орогенной области экорегиона Японского моря.

Основы управления морскими экосистемами рассмотрены на основе эколого-географической паспортизации и экспертизы [219, 221]. Основные вопросы, связанные с данным аспектом исследования, решались В. А. Мануйловым, В. Г. Папуновым, В. В. Жариковым, А. М. Мурахвери, Б. В. Преображенским, И. С. Арзамасцевым и др. Однако, в настоящее время внедрение расчетной эколого-географической экспертизы сдерживается неразработанностью ряда общетеоретических положений, входящих в теорию ландшафта в качестве базовых параметров.

В связи с возросшим экономическим и политическим интересом к морским акваториям анализ структуры ПЛ и их динамики необходимы для оценки природно-ресурсного потенциала и выработки стратегии рационального природопользования в береговой зоне [222]. Одним из эффективных природоохранных мероприятий является разработка стратегии развития сети охраняемых акваторий, научное обоснование которой возможно на основе ландшафтного подхода [61; 100: 153].

Для северной части Каспийского моря Н. Н. Митиной и др. [144] предложен «экологический каркас устойчивости», состоящий из взаимосвязанных пространственно-функциональных природоохранных элементов – ключевых, транзитных, буферных и восстановительных ООПА, выделенных на основе районирования и картографирования подводных ландшафтов, а также и оценки их природно-ресурсного потенциала.

Для Чёрного и Азовского морей Е. В. Чуприной и Н. Н. Митиной [142] приведена методология по обоснованию размещения ООПТ на основе изучения геоэкологических особенностей структуры и функционирования ДПК. Показано, что научной основой для обоснования особо охраняемых природных акваторий (ООПА) является комплексное ландшафтное районирование и картографирование, с учетом оценки их природно-ресурсного потенциала, процессов деградации и способах их восстановления.

Обзор представлений о теории и методах ландшафтных исследований показал, что современное состояние учения о ПЛ Мирового океана характеризуется чертами становления и развития различных идей и направлений. Актуальными направлениями подводного ландшафтоведения являются изучение ландшафтной организации, геофизика и геохимия ПЛ, вопросы рационального природопользования и картографирования ПЛ с применением современных методов исследования и ГИС-технологий. Однако детальные исследования с использованием современных методов единичны и слабо разработаны. Показано, что для Чёрного моря, к настоящему времени, рядом авторов проведены исследования ПЛ. Тем не менее, работ, посвященных черноморским ПЛ и особенно прибрежной зоне Крымского

полуострова незначительное количество. В связи с чем, исследование подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова приобретает актуальность и имеет научно-практическую значимость для организации их природпользования.

1.2 Состояние изученности макрофитобентоса Чёрного моря

В прибрежных зонах макрофитобентос является главным продуцентом органического вещества и выполняет ключевую роль в жизни морских сообществ, поэтому в этих районах от его состояния зависит стабильность прибрежных экосистем и их способность к восстановлению после нарушений, вызванных антропогенным воздействием. Донная растительность рассматривается как индикатор климатических и антропогенных изменений [247]. Макрофитобентос создает необходимый субстрат для поселения многих живых организмов: микроорганизмов, микро- и макрофитобентоса, моллюсков, полихет, ракообразных и т.д.

Исследования макрофитобентоса Чёрного моря насчитывают более 250 лет. На начальном этапе изучения черноморских водорослей главной задачей было определение видового состава и распределение макрофитобентоса на различных участках морской акватории. Первые сведения о макрофитах Чёрного моря приведены в работе Иоганна Георга Гмелина, где указано около десяти видов водорослей [76]. Позже донной растительностью занимались классики альгологии: Карл Адольф Агард, Ламуре, Постелье, Рупрехт, Ришави и др. [269]. В более поздних сводках число видов макрофитов постепенно увеличивалось и достигло примерно 100 [76].

В трудах С. А. Зернова [65] выявлены характерные для всего бассейна Чёрного моря закономерности видовой структуры и вертикального распределения бентосных сообществ. Многочисленные коллекции водорослей, собранные С. А. Зерновым в экспедициях по Чёрному морю, легли в основу важных систематических сводок Н. Н. Воронихина (1908–1910). Изучая флористический состав водорослей в Чёрном море, Н. Н. Воронихин впервые обратил внимание на закономерности распределения макрофитов. М. Переяславцевой составлена карта распространения донных сообществ в Севастопольской бухте. Она описала сезонную динамику видового состава ключевых фитоценозов, зафиксировала вспышки развития некоторых видов макроводорослей (*Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville, *Nereia filiformis* (J. Agardh) Zanardini, *Porphyra leucosticta* Thuret), связав их с экологическими факторами [76].

Существенный вклад в изучение макрофитобентоса Чёрного моря, внесли исследования проведенные Н. В. Морозовой-Водяницкой. Она была автором первой классификации донной растительности, описав на основе доминантного принципа 10 основных ассоциаций. Также она

была первой в мире, кто разработал шкалу сапробности морских макрофитов, и определила их устойчивость к хозяйственно-бытовому загрязнению [109].

В 1967 г. А. Д. Зиновой опубликован «Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР», содержащий описание 352 видов и форм макроводорослей Чёрного, Азовского и Каспийского морей [63]. Для Чёрного моря было описано 277 видов (77 Chlorophyta, 71 Phaeophyceae и 129 Rhodophyta). К концу 70-х годов, после исследований К. М. Петрова, К. Л. Виноградовой, В. Смолки и С. Димитровой был изучен систематический состав водорослей [76]. В 1974 г. А. Д. Зинова и А. А. Калугина-Гутник опубликовали «Сравнительную характеристику флоры водорослей южных морей» [64].

Характерно, что альгофлора прибрежной зоны Крымского полуострова отличается видовым богатством в Чёрном море. Здесь обитает 72% видов черноморской альгофлоры: 233 вида водорослей и 6 видов высших водных растений. Видовой состав макрофитов Чёрного моря уникален из-за преобладания в нем редких видов: более 55% (ведущих — около 25%, сопутствующих — 17,6%, эндемиков — 2,1%). Донная растительность Крымского полуострова сходна с северокавказской: здесь также ведущую роль играют «цистозировые» и филлофоровые ассоциации [110; 114; 116].

В 1975 г. опубликована монография А. А. Калугиной-Гутник «Фитобентос Чёрного моря» [76], где приведены сведения о составе и структуре макрофитобентоса, особенностях его распределения по глубинам, представлены наиболее полные расчеты запасов ключевых видов макрофитов. По данным автора, список флоры Чёрного моря составлял 292 вида водорослей-макрофитов (из них зеленых – 84, бурых – 74 и красных – 134 вида), относящихся к 3 отделам, 5 классам, 28 порядкам, 61 семейству и 148 родам [76]. В работе показано, что открытые берега крымского шельфа характеризуются доминированием поясного типа донной растительности. На глыбово-валунном субстрате и выходах коренных пород на глубинах от 0,5 до 10 м распространены «цистозировые» фитоценозы, на глубинах 10–18 м, где характерны валунно-глыбовые отложения с участками песчаных, и встречается «цистозирово»-филлофоровый фитоценоз. Следующий пояс представлен филлофоровым фитоценозом, который описан на гравийно-песчаных с битой ракушей отложениях на глубинах 18–25 м. Мелководье (глубины до 0,5 м) и глубины свыше 25 м заняты группировками макрофитов, имеющих мозаичное распределение. Основу растительного покрова заливов и бухт крымского побережья, для которых характерны илисто-песчаные донные осадки, образуют фитоценозы высших цветковых растений, при этом на отдельных твердых включениях произрастают водоросли [76]. Однако, геолого-геоморфологическое строение дна нарушает поясное распределение макрофитобентоса.

В настоящее время появилось много публикаций, где отмечены заметные изменения в составе флоры. В ряде работ показано активное проникновение тепловодных видов макроводорослей в Чёрное море — медитерранизация местной флоры. К началу текущего века альгофлора Чёрного моря обогатилась 38 новыми видами, большая часть которых (27) была зарегистрирована у Анатолийского побережья Турции. Однако такой «рост» турецкой альгофлоры был обусловлен не столько реальным вселением новых видов, сколько интенсификацией исследований в данном регионе [110; 114; 116]. Донная флора Чёрного моря насчитывает 332 вида макроводорослей и 7 видов высших водных растений [301]. Дальнейшее изучение макрофитобентоса было связано с описанием некоторых видов водорослей на основе сведений об их росте, развитии и экологической изменчивости [76].

Многолетнее изучение донной растительности у берегов Крыма выявило в последние десятилетия существенные структурные перестройки фитоценозов, их трансформацию, а также вертикальное изменение глубин обитания отдельных видов [112; 114]. Большинство исследователей связывают деградацию макрофитобентоса на черноморском шельфе с ухудшением качества среды, снижением прозрачности воды, что, в свою очередь, обусловлено эвтрофикацией, а также увеличением рекреационной нагрузки и слабо регламентируемым освоением биологических ресурсов [23; 99; 113; 114; 228]. Ряд авторов, помимо вышеперечисленных факторов, добавляют изменение климата, который приводит к изменениям температуры воды и режима циркуляции, усилению волновой активности и колебаний уровня моря [37; 38; 208]. Н. В. Кучерук с соавторами [91] считает, что одной из причин резкого снижения прозрачности воды в Чёрном море в конце 80-х гг. прошлого века явилось массовое распространение гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidy*. Следствием его активного развития, питающегося, в основном, зоопланктоном, оказалось значительное увеличение численности фитопланктона и концентрации взвешенного органического вещества в толще воды. По мнению авторов, отмирающий фитопланктон, слизь, выделяемая *Mnemiopsis leidy*, и останки гребневиков послужили субстратом для роста численности бактериопланктона, который способствовал заилению грунтов на глубине свыше 10 м, при этом все эти компоненты представляли собой дополнительный светорассеивающий экран. В конце 90-х гг. прошлого века популяция мнемииподавлена новым гребневиком-вселенцем *Beroe ovata*. Световые условия улучшились, что стало одним из факторов восстановления пояса цистозир [91].

Тем не менее, для черноморского макрофитобентоса характерен ряд черт, которые не меняются, несмотря на глобальную антропогенную сукцессию последних десятилетий. Прежде всего, это значительное флористическое преобладание красных водорослей (Rhodophyta: 52% флоры) над двумя другими основными группами: зелеными (Chlorophyta: 25%) и бурыми водорослями (Phaeophyceae: 23%). При этом виды-эдификаторы основных и региональных

растительных ассоциаций принадлежат к самой малочисленной группе — Phaeophyceae. Ведущую роль играют ерикария косматая (*Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry = *Cystoseira crinita*) и гонголария бородатая (*Gongolaria barbata* (Stackh.) Kuntze = *Cystoseira barbata*), образующие самые широко распространенные, многоярусные и богатые ассоциации с высокой биомассой. Неизменной остается батиметрическая неоднородность пространственного распределения растительного покрова, несмотря на то, что нижняя граница фитали, в настоящее время занимающая глубины до 15–23 м, поднялась на 10–15 м по сравнению с серединой XX в. Характерно сочетание поясности растительности макромасштабе (вся фиталь) с мозаичностью в мезомасштабе (в пределах поясов и зон). Самая мелководная и самая глубоководная растительность одноярусна и распределена мозаично (в верхней фитали плотно, в нижней – разреженно); в средней фитали макрофиты образуют заросли со сложной ярусностью (до 5 ярусов), которые распространены в соответствии с особенностями рельефа дна [269].

В настоящее время макрофитобентос Чёрного моря достаточно изучен на видовом, популяционном и фитоценотическом уровнях, дана оценка его ресурсного потенциала. Особенности качественного состава и количественного распределения донной растительности в вертикальном и горизонтальном направлениях, ее сезонной и годовой динамики отражены в ряде региональных работ: для крымского побережья – И. К. Евстигнеевой и И. Н. Танковской. [53–58], И. И. Маслова [105], С. Е. Садогурского и др. [230–235], Н. В. Мироновой [124–131], Н. А. Мильчаковой [109–117], В. В. Александрова [4; 270], Н. С. Костенко [80–82]; северо-западного побережья Чёрного моря – Ф. П. Ткаченко [256–258], К. М. Каминера [77], Г. Г. Миничевой [118–123]; северо-восточного побережья Чёрного моря – Д. Ф. Афанасьева [8–11], Е. И. Блиновой [23], У. В. Симаковой [237; 238], В. Ф. Теубовой [253–255], О. В. Максимовой [98–99], О. В. Степаньяна [247].

Анализ литературных данных показал, что особенности распространения и распределения донной растительности вызывают определенный научный интерес. Растительные сообщества развиваются в строго определенной закономерности и подтверждены значительным изменениям под влиянием как природных факторов (гидрологических, гидродинамических, характер субстрата, степенью прибойности, солёности и рядом других условий прибрежной зоны), так и антропогенной деятельности. Ландшафтный подход позволяет выявить и отобразить пространственные закономерности в распространении и распределении макрофитобентоса в подводных ландшафтах прибрежной зоны.

1.3 Гидрботанические исследования в изучении подводных ландшафтов прибрежной зоны

Одной из предпосылок развития наземного ландшафтоведения стали фитоценологические исследования растительности. В ряде научных работ ландшафтоведов [71; 248] показана связь наземного ландшафтоведения с классическими работами геоботаников. В связи с чем, вопрос применения результатов исследования макрофитобентоса при изучении ПЛ прибрежной зоны приобретает актуальность и обсуждается в научной литературе. Тем не менее, не смотря на то что ландшафтный подход получил широкое применение в морских исследованиях, однако гидрботанические исследования при изучении ПЛ прибрежной зоны используют редко [15; 21; 29; 43; 133; 204; 205; 206; 218; 219].

Ландшафтная структура прибрежной зоны. В настоящее время использование визуальной информации в описании пространственных единиц морского дна послужило одной из главных причин интереса морских биоценологов к ландшафтной терминологии. Это обусловлено также ландшафтно-экологической направленностью морских фитоценологических исследований [155; 198; 202; 203]. По мнению К. М. Петрова [205], макрофиты являются индикатором своеобразия морфологических комплексов горизонтального расчленения подводных ландшафтов. Как отмечает К. М. Петров: «Подводная растительность является той ячейкой геосферы, в которой ассимилируется основная часть солнечной энергии, продуцируется органическое вещество и осуществляется обмен веществом и энергией с другими геосистемами. Подводная растительность, чутко реагируя на комплекс экологических факторов, определяющих специфику местообитания, является хорошим индикатором своеобразия морфологических комплексов горизонтального и вертикального расчленения ландшафтов морских мелководий» [205, с. 55].

В любой ландшафтной структуре выделяются пространственные участки, которым свойственна однородность абиотических факторов и формирование характерного набора фитоценозов. При пространственной дифференциации подводных ландшафтов прибрежной зоны наиболее доступной физиономической характеристикой выступает донная растительность. Однако, для характеристики растительной компоненты ПЛ важен не полный флористический, а доминантный состав фитобентоса. Выделение доминантов макрофитобентоса позволяет свести списки видового состава к небольшому числу видов, которые по своей численности, биомассе и проективному покрытию преобладают в растительном покрове морского дна. Виды-доминанты определяют основные черты структуры сообщества и создают в нем специфические условия среды. В эколого-фитоценотической классификации донной растительности, выделяемые таксоны обосновываются не только

соотношением обилия видов, но и связью с оптимальными экологическими условиями ценозообразователей. Эта связь достаточно постоянна и выделяемые фитоценозы при определенном навыке и опыте гидрботанических исследований легко распознаются по присутствию этих видов-доминантов. Доминантная система наиболее физиономична, что позволяет картографировать и проводить границы между видами-эдификаторами. В связи с чем, важным гидрботаническим признаком при диагностике ПЛ прибрежной зоны выступает состав доминирующих видов макрофитобентоса. Тем, не менее в дифференциации ландшафтных комплексов прибрежной зоны, важную роль играют мезорельеф дна и тип донных отложений.

Подводные ландшафты Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова занимают узкую полосу побережья и ограничены границей фитали, которая простирается до глубин 25–30 м. Доминирующими видами донной растительности Чёрного моря являются: ерикария косматая (*Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry = *Cystoseira crinita*), гонголария бородатая (*Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze = *Cystoseira barbata*), филлофора курчавая (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon), нерейя нитевидная (*Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard.), занардиния типичная (*Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva.), кодיום червеообразный (*Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje), взморик морской (*Zostera marina* L) и взморник Нольта (*Zostera noltei* Hornem). Эти виды отличаются наибольшими значениями биомассы, высокой продукционной способностью, имеют широкий ареал (таблица 1.1), что позволяет их использовать в качестве индикаторов пространственной дифференциации ландшафтных комплексов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова.

В диссертационной работе на примере ключевых участков Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова изучена ландшафтная структура, где преобладают ПЛ с доминирующими видами макрофитобентоса [160; 161; 163; 168–170; 172–174; 180; 182] (см. глава 3, приложения А–Н). Выделенные ПЛ Чёрного моря крымской прибрежной зоны отнесены к рангу урочищ, которые характеризуются однородным мезорельефом, составом слагающих пород, близкими условиями гидро- и литодинамики, определенными фитоценозами.

Многолетняя динамика подводных ландшафтов прибрежной зоны. Для решения вопросов рационального природопользования прибрежной зоны, необходимо «определить в каком направлении, с какой скоростью и как конкретно изменяются свойства ландшафта и в пространстве, и во времени» [265]. По мнению В. Б. Сочавы с коллегами, динамика ландшафта может быть понята только при исследовании пространственных и временных аспектов «в их неразрывной связи» [245]. В работах Г. А. Исаченко [73] рассмотрены основные положения концепции многолетней динамики ландшафтов. Вопросы по изучению динамики наземных ландшафтов достаточно широко освещены в работах ландшафтоведов [18; 25; 72; 87; 101;

249;241]. Динамический аспект в морской фитоценологии также приобретает особую важность в связи с исчезновением отдельных растительных сообществ в некоторых районах Чёрного моря.

Таблица 1.1 – Доминирующие виды водорослей Чёрного моря и их распространение [76; 269; 281; 301; 302].

№	Районы распространения	Виды макрофитов					
		<i>Ericaria crinita</i>	<i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>	<i>Nereia filiformis</i>	<i>Zanardinia typus.</i>	<i>Codium vermilara</i>
1	Одесский берег	–	+	–	–	–	–
2	Филлофорное поле Зернова	–	+	+	–	–	–
3	Егорлыцко-Тендровско- Джарылгачско- Перекопский район	–	+	+	–	–	–
4	Каркинитский залив	+	+	+	+	+	+
5	Тарханкутско- Севастопольский берег	+	+	+	+	+	+
6	Севастопольская бухта	+	+	+	+	+	+
7	Южный берег Крыма	+	+	+	+	+	+
8	Прикерченский район	+	+	+	+	+	+
9	Новороссийская бухта	+	+	+	+	+	+
10	Северо-восточный берег	+	+	+	+	+	+
11	Юго-восточный берег	+	+	+	+	+	+
12	Побережье Турции	+	+	+	+	+	+
13	Побережье Болгарии	+	+	+	+	+	–
14	Побережье Румынии	+	+	+	–	+	–

В настоящее время многие авторы, отмечают актуальность изучения, предпринимаются попытки осмысления и изучения динамики для ПЛ [134; 146; 188; 189]. По мнению Д. В. Папунова, при изучении динамики ПЛ прибрежной зоны необходимо учитывать биотические и

геоморфологические индикаторы. Однако, геоморфологический индикатор выступает более инертным, по отношению к биотическому. Донная растительность, как известно, очень инерционна, поскольку она обладает огромным резервом к саморегуляции и нейтрализации негативного влияния, поэтому воздействие загрязнения на ее проявляется значительно быстрее, чем на абиотические факторы. Основные изменения макрофитобентоса выражаются во флористическом составе и биомассе, что позволяет использовать эти данные при изучении многолетней динамики подводных ландшафтов прибрежной зоны.

В диссертационной работе на основе изменений качественных и количественных показателей макрофитобентоса для ключевых участков выявлены пространственно-временные изменения ландшафтной структуры прибрежной зоны Крымского полуострова за более 50-летний период (1964–2018 гг.) [176; 303; 307] (см. глава 4).

Устойчивость подводных ландшафтов прибрежной зоны. В условиях увеличения антропогенной нагрузки на морские акватории, исследования устойчивости ПЛ приобретают важное значение для разработки стратегии комплексного управления прибрежной зоной. Б. В. Преображенский с соавторами [221] под устойчивостью ПЛ понимает способность природных целостностей приспосабливаться как во времени, так и в пространстве к изменяющимся природным и природно-антропогенным условиям.

Вопросам оценки устойчивости наземных ландшафтов посвящено достаточное количество работ, где показано, что биоте в саморегулировании наземных геосистем отведена ведущая роль, поэтому косвенной мерой устойчивости ландшафта можно считать запасы биомассы растительности и ее продуктивность [36; 40; 52]. Подобные сведения об устойчивости ПЛ малочисленны [19; 137; 138; 188; 193; 221].

В связи с этим проблема поиска репрезентативных критериев и показателей, которые могли бы быть использованы для оценки устойчивости ПЛ прибрежной зоны к внешним воздействиям, является актуальной. На всех стадиях онтогенеза макрофитобентос подвергается воздействию абиотических и биотических факторов среды обитания. Тем не менее, донная растительность обладает высокой адаптивностью и изменчивостью к внешним условиям. В связи с чем, виды донной растительности могут выступать биоиндикаторами экологического состояния прибрежной зоны, а ее продукционные характеристики – количественной мерой оценки устойчивости ПЛ прибрежной зоны.

В диссертационной работе предложен ряд критериев, выраженных в безразмерной балльной системе, основанных на количественных значениях запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видах макрофитов Чёрного моря для оценки устойчивости ПЛ крымской прибрежной зоны [159; 162] (см. глава 5).

Природопользование подводных ландшафтов прибрежной зоны. Разработка научно-обоснованных рекомендаций рационального природопользования прибрежных акваторий базируется на комплексных ландшафтных подводных исследованиях и приобретает актуальное значение. Сохранение биологического и ландшафтного разнообразия является одним из необходимых условий устойчивого развития региона, приоритетным направлением природоохранной деятельности государства. Охрана морских биотопов задекларирована многими природоохранными программами, соглашениями и конвенциями. Однако, как показывают исследования, несмотря на проводимые мероприятия по охране морских охраняемых акваторий (МОА), происходит негативная трансформация макрофитобентоса вдоль всего черноморского побережья Крыма [112; 130].

Для обеспечения сохранения и оптимального функционирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) необходимо, чтобы заповедные территории представляли собой не разобщенные объекты, а формировали единую систему – экологическую сеть [88; 158]. В последние годы активно разрабатываются подходы к формированию морских экологических сетей, преимущественно в регионах, где созданы морские резерваты [68; 153; 181; 297; 312]. Тем не менее, остаются недостаточно проработанными, «критерии выделения и оптимальные площади основных структурных элементов, и особенно – вопросы их связанности в функционально целостную систему» [252; с. 134]. Важное внимание необходимо уделять элементам «экологической сети», которые обеспечивают миграцию животных и растений, способствуют восстановлению и сохранению природно-территориальной и функциональной целостности биогеоценозов, экосистем, ландшафтов, а также стабилизируют естественные процессы на участках, прилегающих к экологической сети [144].

В работах ряда авторов освещено применение ландшафтного подхода для формирования экологических сетей и ее элементов в наземных ландшафтах [31; 67; 68]. Ландшафтный подход акцентирует внимание на «ландшафтное разнообразие, средообразующие функции геосистем, вещественно-энергетические потоки в ландшафте» [252, с. 133]. Однако, использование ландшафтного подхода для морских экологических сетей имеет определенные методологические трудности, обусловленные слабой разработанностью теоретических основ подводного ландшафтоведения.

Целесообразно при обосновании основных структурных элементов экологической сети прибрежной зоны использовать подходы: биоцентрический и ландшафтный. Для формирования экологической сети применение обоих подходов является взаимодополняющим, отражающим разные аспекты его организации. При биоцентрическом подходе особое внимание уделяется сохранению живых организмов (видовое разнообразие, наличие охраняемых видов и т.п.). Так, в работе С. Е. Садогурского с коллегами [234] отмечено, что качественные и количественные

показатели прибрежно-морской биоты наиболее высокие на участках, где отмечены заросли макрофитов. Ландшафтный подход позволяет выделить основные каркасообразующие подводные ландшафты, а также определить их взаиморасположение, обеспечивающие экологическое равновесие в прибрежной зоне. В диссертационной работе предложен подход формирования экологической сети крымского побережья и выделены ее функциональные элементы на основе ландшафтных исследований с учетом гидрботанических показателей (раздел 6.1).

На состояние ПЛ прибрежной зоны существенное влияние оказывает тип природопользования и экологическое состояние побережья. Применение системного подхода к оптимизации территориальной структуры природопользования береговой зоны обеспечит наилучшие результаты по сохранению и восстановлению как, наземных, так и морских ландшафтов. В диссертационной работе рассмотрены практики управления природопользованием береговой зоны: ландшафтное планирование (раздел 6.2) и функциональное зонирование (раздел 6.3).

Таким образом, теоретико-методологические основы исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны базируются на интегральных положениях подводного ландшафтоведения, гидрботаники и геоэкологии. Теоретико-методологические положения подводного ландшафтоведения выступают основополагающими при изучении подводных ландшафтов прибрежной зоны. Гидрботаника обеспечивает знаниями о составе и структуре, продукционных характеристиках и индикационных свойствах макрофитобентоса, особая роль отводится фитоценотическим исследованиям. При исследовании подводных ландшафтов из геоэкологии применяется геоэкологический подход, который акцентирует внимание на изучение взаимосвязи и взаимодействия ландшафтообразующих факторов, их изменений в пространстве и во времени, способствует территориальной дифференциации мероприятий по оптимизации природопользования прибрежной зоны [166; 178].

1.4 Концептуальные основы природопользования береговой зоны

Полифункциональное природопользование береговой зоны приводит к возникновению социальных и экологических конфликтов, нарушению ее оптимальной территориальной организации и, как правило, к формированию неблагоприятной экологической ситуации, снижению качества и количества природных ресурсов, сокращению биологического и ландшафтного разнообразия. В связи с этим необходим поиск научно-обоснованных подходов предотвращения и разрешения существующих конфликтов природопользования в береговой

зоне при условии сохранения, как уникальных природных ландшафтов, так и специализации регионов в территориальном разделении труда.

В последние годы значительное внимание специалистов разного профиля уделяется внимание интегрированному управлению береговыми геосистемами, основанному на сочетании экосистемных, территориальных и социально-экономических принципов [13; 150]. Береговая зона представляет полиструктурное образование с сочетанием наземных и морских природных, природно-ресурсных, инфраструктурных и хозяйственных компонентов [30]. Наиболее интегрированным подходом к территориальному управлению береговой зоной выступает комплексное управление прибрежными зонами (КУПЗ) [42]. Целевая функция такого подхода – предотвращение неэффективного земле- и морепользования, антропогенного загрязнения, разрушения местообитаний, он в целом направлен на гармонизацию хозяйственной и природной составляющей. Интегрированный подход положен в основу морского пространственного планирования (МПП), где объектом является переходная зона континент-океан, которая состоит из трех сегментов: прибрежной территории, береговой геоструктуры и морского пространства [14; 30; 59; 259; 272; 300; 304]. Специфические особенности прибрежно-морского природопользования заключаются в: наличии морских природных ресурсов; возможности совместного использования ресурсов аэральной и аквальной частей, что обеспечивает более широкий набор типов и режимов природопользования; наличии тесных взаимосвязей структур природопользования и их составных частей [5].

В настоящее время на базе системно-синергетической картины мира активно формируется концепция устойчивого развития, а в географии – *коадаптивная парадигма природопользования* [209]. Согласно, коадаптивной парадигмы, концепция природопользования береговой зоны должна ориентироваться на *оптимальную территориальную организацию, при которой береговая зона, функционировала бы как целостная аквально-территориальная природно-хозяйственная устойчивая система (АТПХС), состоящая из динамически сопряженных наземной и морской природно-хозяйственных систем (ПХС), где хозяйственная подсистема была согласована с природной по принципу совместимости компонентов природы естественного ландшафта* (рисунок 4.1).

Основополагающие принципы коадаптивной парадигмы природопользования адаптированы к специфике береговой зоны.

1. *Принцип системности* ориентирует на рассмотрение береговой зоны как целостной АТПХС, состоящей из взаимосвязанных морской и наземной ПХС. В связи, с чем при организации и управлении природопользованием необходимо учитывать, что наземная и морская части береговой зоны являются элементами одной геосистемы, единой в структурно-генетическом и функционально-динамическом отношении, которые объединяются в одно целое

вещественно-энергетическими потоками. Применение системного подхода к организации природопользования береговой зоны обеспечит наилучшие результаты по сохранению и восстановлению наземных и морских ландшафтов.

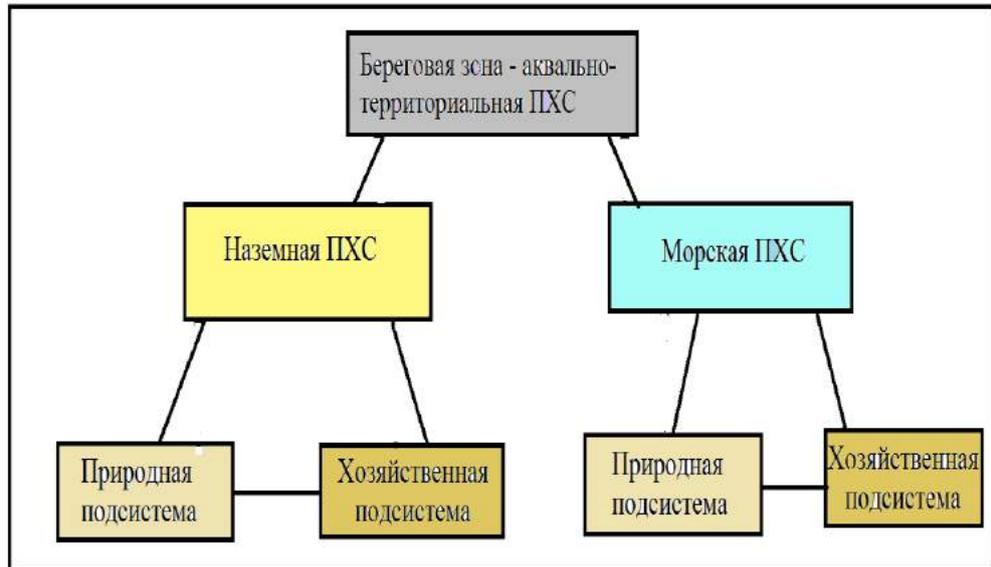


Рисунок 4.1 – Структура АТПХС береговой зоны

2. **Принцип совместимости (согласованности)** предполагает при организации природопользования береговой зоны выработать механизмы совместимости природной и хозяйственной подсистем для ее наземной и морской частей. Социально-хозяйственная подсистема структурных частей береговой зоны должна быть совместима в пространстве и времени с природной, т.е. развиваться и существовать согласованно с развитием той системы, к которой она принадлежит, и не приводить к разрушению всей системы. Это обеспечит устойчивое развитие системы «природа-общество» с минимальными деструктивными процессами и благоприятным экологическим состоянием. Этот принцип в диссертационной работе реализуется через концепцию «современного ландшафта», где ландшафт рассматривается как сложнейшая территориальная система, состоящая из природной, хозяйственной и социальной составляющих [151; 212; 213; 215: 239] (рисунок 4.2). Таким образом, современные ландшафты береговой зоны представляют сложную трехмерную пространственно-временную геосистему, обособившуюся в пределах ландшафтной сферы за счет процессов самоорганизации природного и регулируемого (осознанного или стихийного) антропогенного [240, с. 14].

3. **Принцип ограничения** выступает основополагающим принципом природопользования береговой зоны и базируется на постулате «не нанести непоправимый вред природе и сохранить уникальные береговые ландшафты на основе минимизации

хозяйственного воздействия и компенсации ущерба, способной восстановить измененные геосистемы» [97]. Антропогенное воздействие на береговые геосистемы напоминает неустойчивое положение кубика на ребре, когда в любой момент возможна деградация геосистем как результат непродуманной хозяйственной деятельности в береговой зоне.

К нормативно-законодательным ограничениям хозяйственной деятельности в береговой зоне относят: водоохранные зоны, прибрежные защитные полосы, ООПТ, историко-археологические объекты, буферные зоны. Недоучет нормативно-законодательных ограничений при хозяйственном освоении береговой зоны неизбежно приведет к активизации неблагоприятных физико-географических процессов и в дальнейшем к деградации ландшафтного и биологического разнообразия, снижению аттрактивной и рекреационной привлекательности. В диссертационной работе принцип ограничения является ключевым при разработке мероприятий по оптимизации природопользования береговой зоны Крымского полуострова.

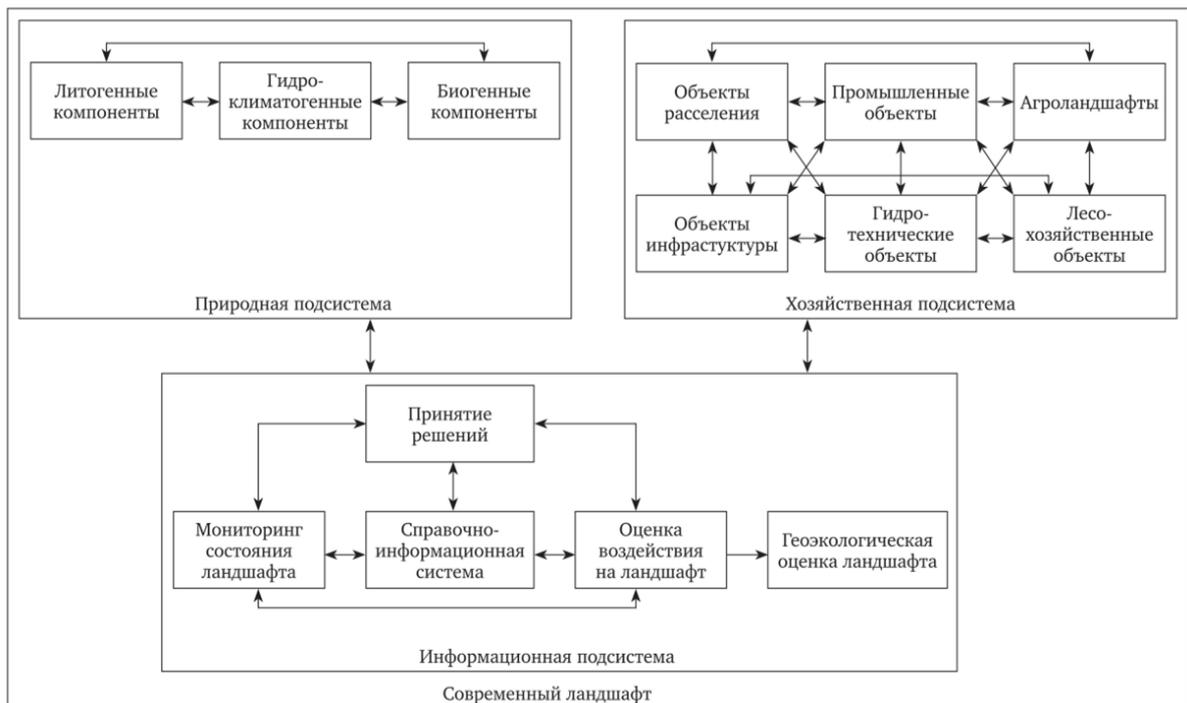


Рисунок 4.2 – Модель современного ландшафта [227]

4. **Принцип неустойчивости** обусловлен наличием в геосистеме положительной обратной связи, которая определяет ее нестабильность. Недоучет этого принципа ведет к возникновению цепных реакций деструктивных процессов, ведущих в целом к структурной несовместимости природной и хозяйственной подсистем береговой зоны. Учет цепных реакций деструктивных процессов позволит, с одной стороны – рекомендовать мероприятия по территориальной оптимизации природопользования, с другой – выделить ограничивающие факторы для различных видов хозяйственной деятельности береговой зоны. Реализация

данного принципа в диссертационной работе рассматривается через оценку природно-ресурсного и ландшафтного потенциала береговой зоны Крымского полуострова.

5. Принцип уникальности предполагает выявление и обязательный учет специфических особенностей береговой зоны. Береговые ландшафты, формирующиеся в переходной зоне контакта «суша–море», с одной стороны отличаются ландшафтным и биологическим разнообразием, с другой стороны крайне неустойчивы к хозяйственной деятельности. Уникальность береговых ландшафтов не позволяет выработать типовые управленческие и стандартные процедуры управления. В диссертационной работе предложены подходы по оптимизации природопользования береговой зоны Крымского полуострова с учетом природных условий и антропогенной преобразованности. Карты современных ландшафтов береговой зоны выступают информационной основой принятия решений по рациональному природопользованию.

6. Принцип самоорганизации. Исследование особенностей самоорганизации береговой зоны заключается в необходимости выявить тенденции развития природной подсистемы и проанализировать ее взаимодействие с хозяйственной для наземной и морской ПХС. Возможности саморазвития береговой зоны особенно важны при формировании, организации структуры и функционировании всех составляющих управления системой. Однако, известен принцип несовместимости Л. Заде, согласно которому высокая точность исследования несовместима с большой сложностью объекта исследования. Береговая зона может развиваться по собственным законам (часто неучтенных планированием) под влиянием, как внешних факторов, так и внутренних свойств и закономерностей, например несанкционированные застройки, природные катастрофы, аварии и др. [209].

Анализ структуры природопользования береговой зоны Крымского полуострова показал, что активное развитие рекреации привело к стихийной застройке большей части приморской зоны, при этом селитебная зона часто близко подходит к клифовым обрывам, что ведет к ее разрушению и загрязнению акватории. Такой характер природопользования противоречит не только природным особенностям береговой зоны, но и нормативно-законодательной базе РФ. В связи с чем, дальнейшее экстенсивное развитие береговой зоны, исключительно за счет увеличения площади селитебной и рекреационной зоны, не допустимо. Для развития туристической отрасли, как одной из составляющей доходной части экономики данного региона, надо направлять средства и усилия на снижение нагрузки на ландшафты береговой зоны от туризма (сброс неочищенных канализационных стоков в море, дефицит пресной воды, увеличение площади зеленых насаждений, утилизация твердых отходов, сохранение ландшафтного и биологического разнообразия). Необходимо уделять внимание развитию природно-ориентированных форм туризма, которые опираются на ресурсы, включающие

природные достопримечательности, ООПТ, сохранившиеся природные объекты, а также объекты экотуристской инфраструктуры (экотропы, визит-центры, кемпинги).

7. *Принцип нелинейности развития систем* предусматривает учет блока неопределенности при исследовании береговой зоны. Основная задача при организации природопользования – выявить расхождения между планируемыми и реальными результатами развития береговой зоны и предсказать возможные перспективы развития и решения будущих проблем. Однако, анализ развития сложных систем, которыми являются береговые геосистемы, показывает, что большая часть закономерностей носит *нелинейный* характер. Свойство нелинейности развития связано с саморазвитием береговой зоны, что требует обязательного учета при организации природопользования. Нелинейность в географическое мышление входит не только многовариантностью событий, но их неопределенностью, пониманием свойства размытости геосистем, установленного для абстрактных систем С. А. Орловским, принципом несовместимости Л. А. Заде и др. [209]. Тем не менее, в большинстве случаев считается, что предсказать будущее развития системы в точках бифуркации невозможно из-за воздействия случайных факторов. Важную роль играет наличие субъективных факторов – отсутствие достаточных знаний, искажение информации и фактов, недостоверные данные, стохастическое развитие объекта и другие причины.

Таким образом, с ландшафтно-геоэкологической точки зрения природопользование в береговой зоне должно ориентироваться на оптимальную территориальную организацию, при которой береговая зона функционировала бы как целостная АТПХС.

Осуществить это можно через: 1) *адаптивную совместимость хозяйственной подсистемы с природной*; 2) *восстановление и поддержание среды обитания по принципам нейтрализации вредных веществ естественным ландшафтом*.

Первое положение реализуется через «вписывание» хозяйственных структур в каркасную основу естественных ландшафтов. Однако, естественные ландшафты береговой зоны в той или иной степени преобразованы хозяйственной деятельностью человека и являются производными. В настоящее время природно-ресурсный (земельные, водные ресурсы) и ландшафтный (способность ландшафта выполнять социально-экономические функции) потенциалы береговой зоны истощены. В связи с чем, дальнейшее развитие береговой зоны возможно только при условии научного обоснования структуры природопользования, как всей береговой зоны, так и конкретных видов ее природопользования.

Второе положение реализуется через сохранение оптимального количества средообразующих ресурсов региона. Существенным условием устойчивого развития береговой зоны является нахождение оптимального соотношения площадей природных и антропогенных ландшафтов, при котором создаются условия экологического баланса. Согласно расчетам

Международного Союза охраны природы, доля охраняемых природных объектов должна составлять 17 % общей площади территории региона и 10 % акватории. Однако в каждом регионе, в зависимости от его природных условий необходима своя площадь ООПТ для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия. Так, для Крымского полуострова расчеты показывают, что минимальные площади охраняемых территорий в пределах равнинного Крыма должны достигать от 14–26%, предгорного – 14–30%, горного – до 60% [214].

Поддержание геоэкологического равновесия береговой зоны возможно за счет наземных и аквальных средообразующих экосистем. Важнейшими наземными средообразующими экосистемами являются растительные сообщества, которые сохранились в ООПТ. В прибрежье средообразующие функции выполняет макрофитобентос, который требует в настоящее время охраны, в связи с тем, что снижение его продукционных характеристик выступает фактором, ограничивающим природопользование. Продукционные характеристики подводных геосистем, по мнению Б. В. Преображенского, являются важными показателями функционирования и являются существенной составляющей их природно-ресурсного и эколого-экономического потенциала [217].

На рассмотренных принципах и положениях концепции природопользования основывается методика изучения современных ландшафтов (раздел 2.4) и разработка путей оптимизации природопользования подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова (глава 7).

Выводы по главе 1

1. Проведенный обзор представлений о теории и методах ландшафтных исследований показал, что современное состояние учения о подводных ландшафтах характеризуется чертами становления и развития различных научных подходов. Актуальными направлениями подводного ландшафтоведения являются изучение ландшафтной организации, геохимии и геофизики подводных ландшафтов, рационального природопользования и картографирования с применением современных методов исследований и ГИС-технологий.

2. Анализ литературных данных, показал, что на современном этапе исследований, макрофитобентос Чёрного моря достаточно изучен на видовом, популяционном и фитоценоотическом уровнях, дана оценка его ресурсного потенциала. Однако, вопросы исследования пространственного распределения и сохранения макрофитобентоса приобретают актуальность в связи увеличением антропогенной деятельности на прибрежную зону.

3. Показано, что макрофитобентос один из важнейших ландшафтообразующих компонентов, который играет индикаторную роль при изучении подводных ландшафтов прибрежной зоны. Обоснована возможность использования количественных и качественных показателей макрофитобентоса для изучения ландшафтной структуры, многолетней динамики, устойчивости и природопользования подводных ландшафтов прибрежной зоны.

4. Теоретико-методологические основы исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны, базируются на интегральных положениях подводного ландшафтоведения, гидробиологии и геоэкологии:

- при исследовании подводных ландшафтов теоретические положения подводного ландшафтоведения являются основополагающими.

- при исследовании подводных ландшафтов гидробиология обеспечивает знаниями о составе и структуре, продукционных характеристиках и индикаторных свойствах макрофитобентоса, особая роль отводится фитоценологическим исследованиям.

- при исследовании подводных ландшафтов из геоэкологии применяется геоэкологический подход, который акцентирует внимание на изучение взаимосвязи и взаимодействия ландшафтообразующих факторов, их изменений в пространстве и во времени, способствует территориальной дифференциации мероприятий по оптимизации природопользования прибрежной зоны.

5. Организация природопользования береговой зоны базируется на системно-синергетическом подходе, который позволяет выделить следующие принципы: системности, совместности, уникальности, ограничения, нелинейности развития систем, самоорганизации, неустойчивости. При оптимизации территориальной структуры природопользования необходимо учитывать, что береговая зона представляет целостную аквально-территориальную природно-хозяйственную устойчивую систему, состоящую из динамически сопряженных наземной и морской природно-хозяйственных систем, где хозяйственные подсистемы наземной и морской систем согласованы с природными подсистемами по принципу совместности компонентов природы естественного ландшафта.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Район исследования и материал

Район исследования занимает черноморскую прибрежную зону Крымского полуострова, расположен в пределах административных границ РК и города федерального значения г. Севастополя. Длина береговой линии Чёрного моря побережья Крымского полуострова составляет 945 км (в том числе города федерального значения Севастополя – 154 км). Исследования береговой зоны в сухопутной части ограничены границей ВЗ (ширина 500 м) [28], в морской – нижней границей обитания донной растительности (рисунок 2.1).

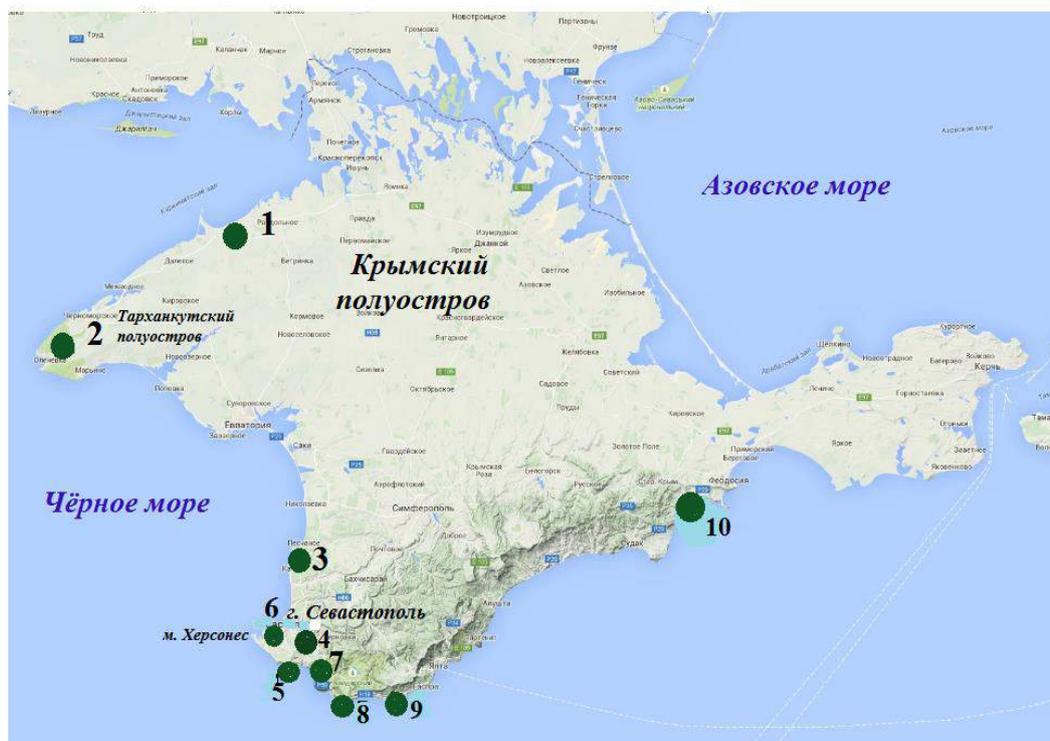


Рисунок 2.1 – Картограмма ключевых участков исследования районов береговой зоны Крымского полуострова (Чёрное море): **Северо-западный район:** 1. пгт. Портовое – Бакальская коса–с. Владимировка; **Тарханкутский район:** 2. Памятник природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у Джангульского оползневого побережья»; **Западный район:** 3. м. Тюбек – м. Коса Северная; **Гераклейский район:** 4. Памятник природы «ПАК у Херсонеса Таврического»; 5. м. Херсонес – м. Балаклавский; 6. бухта Круглая; **Южнобережный район:** 7. м. Балаклавский – м. Сарыч; 8. бухта Ласпи; 9. Памятник природы регионального значения «ПАК у скалы Дива и горы Кошка»; **Юго-восточный район:** 10. Природный заповедник «Карадагский».

Своеобразие географического положения береговой зоны Крымского полуострова состоит в том, что она расположена на стыке ландшафтов равнинных, предгорных, горных и южнобережных районов. Такое положение обусловило высокую степень биологического и ландшафтного разнообразия исследуемого региона. Береговая зона отличается сложным геолого-геоморфологическим строением, что определило разнообразие форм абразионно-аккумулятивного рельефа, различия в гидрологическом и гидродинамическом режиме акваторий. Для крымского побережья характерны типичные черты состава, структуры и пространственного распределения черноморского макрофитобентоса. Охрана прибрежных ландшафтов Чёрного моря осуществляется в 30 объектах ООПТ общей площадью 80003,7 га (из них в РК – 24 объекта (79286,1 га) и городе федерального значения Севастополя – 6 (717, 6 га)).

Для изучения ландшафтной структуры Чёрного моря использовано районирование береговой зоны Крымского полуострова, разработанное Ю. Н. Горячкиным [38]. Районы выделены в соответствии с литологическими особенностями пород, слагающих побережье и преобладающими экзогенными факторами, включая антропогенную нагрузку. При выборе ключевых участков исследования основными условиями выступает репрезентативность природных условий (геолого-геоморфологическое строение, тип берега, гидродинамический режим и др.) по отношению к району береговой зоны и типу природопользования. Выбрано десять ключевых участков береговой зоны Крымского полуострова (рисунок 2.1).

Северо-западный район (от северной границы Крыма до м. Каменный). *Ключевой участок 1* (пгт. Портовое – Бакальская коса – м. Каменный) (рисунок 2.1), общая протяженность береговой линии 60 км. Береговая зона ключевого участка отличается сложным геолого-геоморфологическим строением. Для береговой зоны от кластера «Лебяжьих островов» до Сергеевской косы характерен аккумулятивный берег, который представляет собой отмерший уступ размыва высотой до 1 м; пляжи состоят из битой ракушки с незначительной долей кварца и кремня. Подводный склон отмельный, сложенный илистыми и песчаными отложениями. Динамика берега сильно зависит от изменчивости режима волнения и сгонно-нагонных явлений. Далее до восточной окраины с. Аврора береговая зона представляет собой непрерывный глинистый обрыв с обнаженным бенчем у подножья, который активно разрушается морем. У основания обрыва сформировались скопления отмершей морской травы, образующие фитогенные береговые формы (пляжи, береговые валы, «скалы»). Морское дно в прибрежной части – отмель-бенч, вырезанный в глинистых породах, слегка прикрытый рыхлыми осадками. Бакальская коса представляет собой приращенное аккумулятивное тело, состоящее из узкой западной и широкой восточной ветвей, которые корневой частью примыкают к интенсивно размываемому клифу. Берег аккумулятивный, сложен эолово-делювиальными и элювиальными песками, алевритами и глинами. С 2010 г. бывшая дистальная

часть Бакальской косы представляет собой обособившийся остров, что изменило гидродинамические условия в Бакальской бухте (усиление волновой активности). Особенностью рельефа прибрежной зоны Бакальской косы является различие в уклоне и строении западного (более пологого) и восточного подводных склонов. К западу от Бакальской косы распространены абразионные берега, сложенные плиоценовыми глинами, характерен зубчатый рельеф микромысов и микробухт с редкими прислоненными пляжами. В прибрежной зоне наблюдаются выходы известняков в виде плит и западин, частично заполненных мелкообломочным материалом [185]. Для береговой зоны характерно полифункциональное использование и антропогенная преобразованность.

Тарханкутский район (от м. Каменный до оз. Донузлав). *Ключевой участок 2* (памятник природы регионального значения «ПАК у Джангульского оползневого побережья») (рисунок 2.1), общая протяженность береговой линии 6 км. Джангульское оползневое побережье представляет собой оползневой массив шириной около 500 м и высотой до 50 м, его склоны прорезаны оврагами и балками, для него характерны скальный хаос, причудливые известняковые формы. Берег абразионный, сложен среднесарматскими пористыми и мергелистыми известняками, их подстилают нижнесарматские глины, что способствует сползанию больших участков суши в море и образованию оползневых террас. У подножья клифа развиваются абразионные процессы, типично каррообразование, формируются многочисленные гроты, ниши, карнизы, туннели, каменные хаосы, нагромождения глыб, а в акватории встречаются абразионные останцы (кекуры). Клиф на значительных по протяженности участках опускается на глубину 2–8 м. В береговой зоне щебнисто-галечные пляжи с песком и валунами расположены в вогнутостях оползневого «языка». Подводный склон приглубый, образован глыбовым навалом до глубины 10–13 м, в промежутках между глыбами находятся прогалины песка. Склон с увеличением глубины выполаживается, где донные осадки представлены ракушей и илистым песком [170]. Характерно природоохранное и рекреационное природопользование.

Западный район (от оз. Кызыл-Яр до м. Коса Северная). *Ключевой участок 3* (м. Тюбек – м. Коса Северная) (рисунок 2.1) имеет протяженность береговой линии около 26 км [176]. Береговая линия слабо изрезана и имеет субмеридиональное простирание, для берега характерна западная экспозиция. Выравненность берега нарушается наличием мысов, образование которых связано с залеганием в их основании устойчивых к абразии пород песчаников, гравелитов и конгломератов, которые прослеживаются на дне на некотором расстоянии от берега [38]. Пляжи сложены песчано-гравийно-галечниковым материалом. Подводный склон отмельный, сложенный в основном песчаными отложениями, характерны выходы коренных пород. На большей части исследуемого побережья выражен бенч гравийно-

галечниково-глыбовый. На участке между долинами рек Кача и Бельбек обнажается бенч, сложенный смещенными оползневыми грунтами, чаще глинами. В прибрежной акватории сосредоточено нагромождение плит и глыб конгломератов, которые образуют выступы дна и отдельные пятна (банки) от уреза до глубины 10 м. На глубине 5–6 м наблюдается четкий перегиб подводного склона. Уклон дна прибрежной зоны варьирует от 0,5 до 1,5. Динамика береговой линии и изменения рельефа береговой зоны в значительной степени обусловлены вдольбереговым перемещением объемов прибрежно-морских наносов. Направление и интенсивность вдольбереговых потоков определяется характеристиками ветро-волнового режима на прилегающей акватории. Главными для движения наносов являются штормовые волнения с юга- и северо-запада [37; 39]. В береговой зоне преобладает рекреационное природопользование, в прибрежной акватории расположены фермы по выращиванию моллюсков. Для охраны уникальных ландшафтов западного побережья создан гидрологический памятник природы регионального значения «ПАК у мыса Лукулл».

Герակлейский район (от. м. Коса Северная до Балаклавской бухты). **Ключевой участок 4** (памятник природы «ПАК у Херсонеса Таврического») (рисунок 2.1). Общая протяженность береговой линии достигает 1,5 км [169]. Берега сложены сарматскими отложениями, которые переслаиваются горными породами (плотным доломитизированным известняком, слоями рыхлого ракушечника, мергелистыми или глинистыми прослоями). Берег – абразионный, характерны обрывистые известняковые склоны с волноприбойными нишами и висячими карнизами, единичны живописные гроты и пещеры, высота клифа достигает 7–11 м. В прибрежной акватории расположена полоса бенча, которая представляет собой отпрепарированный пласт известняка, периодически покрывающийся песком. За полосой бенча располагается зона песка, которая сменяется широкой полосой ракуши. За полосой ракуши глубины круто падают, дно сложено илистыми отложениями [38]. Преобладающим типом природопользования на прилегающей территории являются охрана объектов культурного наследия и проведение археологических раскопок. Незначительный по площади сухопутный участок памятника природы (территория Государственного историко-археологического музея-заповедника "Херсонес Таврический") отнесен к категории земель историко-культурного назначения, в акватории объекта ведутся подводные археологические исследования.

Ключевой участок 5 (бухта Круглая) расположена на северном побережье Герակлейского полуострова между Двойной и Стрелецкой бухтами (рисунок 2.1). Она относится к полужакрытому типу, мелководная, ее глубина в среднем составляет 4,5 м. Площадь акватории не превышает 0,64 км² [79]. Берега бухты низменные, сложены метаморфизованными песчаниками и мраморовидными известняками. Абразионные формы в береговой зоне представлены клифами, уступами и береговыми откосами. Пляжи бухты

образованы привозными песками. В акватории бухты, прилегающей к мысам, подводный склон приглубый, сложен слоистыми сарматскими известняками верхнего миоцена. На глубинах 5–9 м наблюдаются выходы известняков и песчаников в виде плит с гребнями, чередующихся с западинами, частично заполненными мелкообломочным материалом с маломощными гравийными наносами. Центральная часть и вершина бухты занята слабонаклонной аккумулятивной равниной, сложенной преимущественно песчано-илистыми отложениями. Характерна скалистая отмель с глубиной до 0,6 м. Слабо развитый клиф и низменный берег способствуют воздействию ветрового поля на формирование системы течений и процессы обмена вод бухты. Для береговой зоны характерны рекреационное, селитебное и специальное (военное) типы природопользования.

Протяженность **ключевого участка 6** (м. Херсонес – м. Балаклавский) имеет около 19 км (рисунок. 2.1) [184]. Тип берега – абразионный, обвально-оползневой [3]. Береговая линия побережья от м. Херсонес до м. Виноградный представляет собой чередование небольших бухт и выступающих мысов. Берег представлен известняками неогена с прослоями и линзами глин. Береговые склоны м. Фиолент сложены магматическими породами, сарматскими и меотическими известняками. Для обрывов и крутых склонов плато Кая-Баш характерны верхнеюрские отложения из известняков, песчаников, конгломератов и глин. Исследуемая береговая зона отличается высокой динамичностью абразионных и оползневых процессов. Преобладают гравийно-галчениковые пляжи. Подводный склон приглубый, для прибрежной акватории характерны остроконечные скалы, небольшие островки и рифы [38]. Отличается полифункциональным использованием.

5. Южнобережный район (от Балаклавской бухты до г. Алушты). **Ключевой участок 7** (м. Балаклавский – м. Сарыч) протянулся на 21,1 км (рисунок 2.1). В рельефе береговой зоны от м. Балаклавский до м. Айя преобладают крутые склоны (до 500 м), сложенные верхнеюрскими отложениями из известняков, песчаников, конгломератов и глин. В эрозионно-тектонических понижениях эти отложения перекрыты нижнемеловыми породами из конгломератов, песчаников, алевроподобных глин. Берега преимущественно высокие абразионные, сложенные устойчивыми породами (известняки, конгломераты), которые уходят под урез воды на 60–80 м [38]. В устьях крупных балок встречаются небольшие пляжи, преимущественно галечниково-валунно-глыбовые. В районе м. Айя территория с юга и юго-запада оконтуривается обрывистыми и крутыми клифовыми склонами, в крайней восточной части эти склоны представлены глыбовым навалом известняка (диаметром до 10 м). Глыбовый хаос погружается без переходной зоны в море. Берега от б. Ласпи до м. Сарыч относятся к абразионным и абразионно-оползневым, сложены породами таврической серии, представленные двух-трехкомпонентным флишем, а также туфами и лавами средней юры. Таврический флиш на

большей части перекрыт навалом известняковых глыб и щебнистым делювием. Береговая зона динамична, развиты гравитационные и селевые потоки, многочисленны оползни. Распространены галечниково-валунно-глыбовые пляжи.

Подводный склон приглубый, узкий глыбовый бенч, который чередуется с участками галечника, шириной 1–10 м, круто опускается на глубину до 60 м. Дно ступенчатое, ступени образуют опущение по разломам террасовой поверхности шельфа. В прибрежной зоне от м. Айя до м. Сарыч формируются устойчивые вдольбереговые течения антициклонального характера, которые действуют большую часть года [2]. Преобладает природоохранное и рекреационное природопользование.

Ключевой участок 8 (*бухта Ласпи*) расположена в юго-западной части Крымского полуострова между мысами Айя и Сарыч, протяженность береговой линии составляет около 4 км (рисунок 2.1). Берега – абразионные и абразионно-оползневые, сложенные породами таврической серии, развиты гравитационные процессы. Подводный береговой склон приглубый, на большей части выражен глыбовый бенч. Наиболее обширная центральная часть бухты занята наклонной равниной, сложенной песчаными и илистыми отложениями. Бухта относится к открытому типу. Гидродинамический режим ее акватории обусловлен влиянием циркуляционных систем антициклонического типа, поступлением глубинных вод в поверхностные слои в результате сгонно-нагонных явлений и водообменом с открытым морем, что способствует динамической активности и аэрации вод [12]. Преобладает рекреационное природопользование.

Ключевой участок 9 (*памятник природы регионального значения «ПАК у скалы Дива и горы Кошка»*), общей протяженностью береговой линии 2 км (рисунок 2.1). Берег представлен клифами, сложенными известняковыми породами, выражена система микроамфитеатральных структур, разделенных друг от друга небольшими водоразделами. Подводный склон приглубый, с каменными глыбами, скоплениями гальки, гравия и ракушечника. Глыбово-галечниковый бенч простирается на расстояние до 150–200 м от берега до глубины 15–20 м, осложнен глыбами верхнеюрских известняков. Подводные и надводные останцы чередуются с валунами и песчаными донными осадками. На глубине свыше 20 м к подводному склону прислонена аккумулятивная терраса из песчанно-галечниковых отложений. Для береговой зоны и акватории характерна высокая гидродинамическая активность и циркуляция водных масс, преобладающие в летний период сгонно-нагонные явления способствуют интенсивному водообмену и притоку биогенов с глубинных горизонтов [111]. Акватория имеет природоохранный статус, характерно рекреационное природопользование.

9. Юго-восточный район 9 (от г. Алушты до г. Феодосия). **Ключевой участок 10** (*природный заповедник «Карадагский»*) (рисунок. 2.1) общей протяженностью береговой линии

8 км. Берег вулканический, мало измененный морем, скорость его отступления под влиянием абразии и гравитационных процессов не превышает 0,1 м/год. Характерно чередование причудливых зубчатых вершин с незначительно врезанными бухтами и разделяющими их мысами; многочисленны каменные осыпи, крупноглыбовые навалы полости, трещины, гроты и скальные островки. Пляжи – валунно-галечные и валунно-глыбовые. Подводный склон – приглубый, основания обрывов погружаются на глубины 5–15 м и практически не абрадируются, формируя подводный склон из валунов, переходящий в глыбовый навал [111]. Преобладает природоохранное и рекреационное природопользование.

Фактический материал был получен автором в ходе береговых экспедиций, выполненных в период 2008–2023 гг., проводимых отделом биотехнологий и фиторесурсов ИнБЮМ. Кроме полевого материала в работе использованы результаты обработки фондовых материалов ИнБЮМ и литературных источников. Работы по изучению ландшафтной структуры дна проводили на основе общих положений программы подводных ландшафтных исследований с использованием легководолазной техники [69; 70; 205]. Ландшафтная съемка побережья выполнялась методом ландшафтного профилирования и описания ключевых точек [103; 199; 201; 262]. Сбор полевых материалов проводился с использованием водолазного метода. В приложениях А–Н представлены картосхемы ключевых участков прибрежной зоны, на которых были организованы водолазные исследования для изучения ландшафтной структуры дна. За время работы проложено и описано 83 подводных ландшафтных профилей, проведено около 100 рекогносцировочных погружений (таблица 2.1). В качестве батиметрической основы для построения ландшафтных карт использована электронная основа навигационной карты. Результатом выступают ландшафтные карты, которые представлены в главах 3–6 и в приложениях: *ключевой участок 1* (пгт. Портовое – Бакальская коса – м. Каменный) – приложение А; *ключевой участок 2* (памятник природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья») – приложение Б; *ключевой участок 4* (памятник природы «ПАК у Херсонеса Таврического») – приложение Д; *ключевой участок 9* (памятник природы «ПАК у скалы Дива и горы Кошка») – приложение Л; *ключевой участок 10* (природный заповедник «Карадагский») – приложение М.

Отбор проб макрофитобентоса проводили по традиционной методике А. А. Калугиной-Гутник [75]. Для изучения макрофитобентоса заложено 62 гидрботанических профилей. Собрано и обработано 985 качественных и количественных проб. Для изучения ландшафтной структуры сухопутной части заложено 94 ландшафтных профилей и 375 комплексных описаний на точках (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Количество ландшафтных и гидробиотических профилей, проб макрофитобентоса и ключевых точек, выполненных на исследуемых участках береговой зоны Крымского полуострова

Районы	Ключевые участки, период исследования	Подводные исследования			Сухопутные исследования	
		Ландшафтные профили	Гидробиотические профили	Пробы	Ландшафтные профили	Ключевые Точки
Северо-западный	1. пгт. Портовое – Бакальская коса – м. Каменный (2019 г.)	19	19	46	19	25
Тарханкутский	2. Памятник природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья (2013 г.)	13	3	72	7	13
Западный	3. м. Тюбек – м. Коса Северная (2020 г.)	13	7	128	17	80
Гераклейский	4. Памятник природы «ПАК у Херсонеса Таврического (2020 г.)	3	3	72	3	9
	5. м. Херсонес – м. Балаклавский (2021 г.)	6	6	112	11	70
	6. бухта Круглая (2018–2020 гг.)	5	5	115	5	23
Южнобережный	7. м. Балаклавский – м. Сарыч (2015 г.)	8	8	196	15	102
	8. бухта Ласпи (2016–2019 гг.)	4	4	76	7	30
	9. Памятник природы «ПАК у скалы Дивы и горы Кошка (2022 г.)	6	3	72	4	10
Юго-Восточный	10. Природный заповедник «Карадагский» (2023 г.)	6	4	96	6	13
Итого		83	62	985	94	375

Идентификацию водорослей проводили с использованием определителя А. Д. Зиновой [63], названия видов даны с учетом последних номенклатурных изменений [290]. Выделение фитоценозов проводили согласно доминантной классификации по А. А. Калугиной-Гутник [76]. Для идентификации наземных видов растительности использовали «Определитель высших растений Крыма» [156] и «Определитель высших растений Украины» [157] и другие флористические сводки. Номенклатура видов представлена в основном согласно POWO (2017–) [310].

2.2 Методика исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны

При изучении ландшафтной структуры Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова использовали общие методологические положения ландшафтоведения и известные методы изучения ПЛ [69; 70; 205]. Работы проводили на основе общих положений программы подводных ландшафтных исследований с борта маломерного судна с применением легководолазной техники. При разработке программы водолазных работ использовали общие положения программы ландшафтных исследований [205]. Основу программы составляет описание главных компонентов ПЛ: рельефа, современных донных отложений и выходов коренных пород, гидрологических условий, фитоценозов. При изучении структуры прибрежной зоны ландшафтов использовали метод ландшафтного профилирования с детальным описанием трансект и ключевых участков. Методика подводных ландшафтных исследований состоит из нескольких этапов: организация и проведение водолазных исследований прибрежной зоны, организация и проведение гидрботанических исследований, составление ландшафтных профилей, создание ландшафтных карт прибрежной зоны. Ниже рассмотрим основные этапы подводных ландшафтных исследований.

1 этап – организация и проведение водолазных исследований. В зависимости от особенностей природных условий береговой зоны в исследуемой акватории закладывали трансекты, которые расположены перпендикулярно к берегу до нижней границы обитания донной растительности. Пример картосхемы исследования представлен на рисунке 2.2.

Для обозначения маршрута вдоль трансект использовали фал, имеющий линейную метровую разметку, что позволяло определять удаленность контрольных точек от берега. Фал, начиная от уреза воды, закрепляли на дне специальными конструкциями для того, чтобы избежать смены его положения при волновых движениях. Привязку трансект осуществляли с помощью GPS-навигатора (*Oregon 650*) [307]. Пример оформления привязки ландшафтных профилей показан в таблице 2.2.

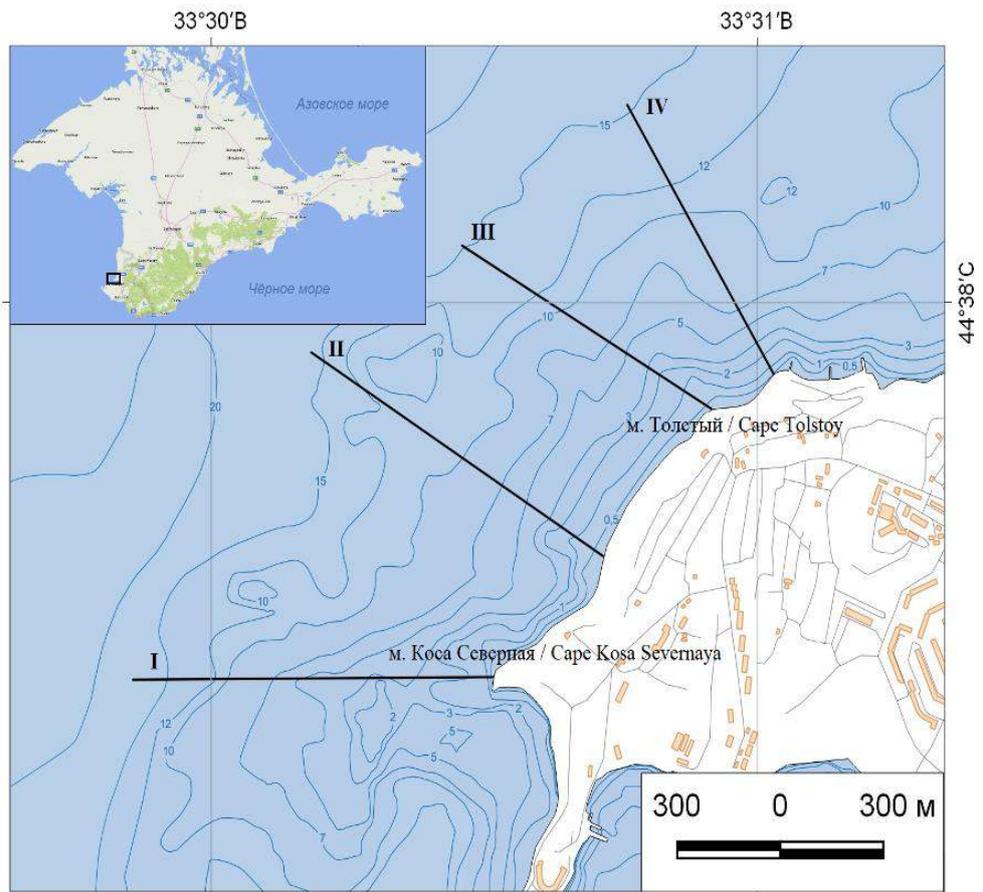


Рисунок 2.2 – Картограмма расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне у м. Коса Северная (Западный район Крымского полуострова) (2019 г.)

Таблица 2.2 – Координаты и диапазон глубин ландшафтных профилей в прибрежной зоне у м. Коса Северная (Западный район Крымского полуострова)

№	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	восточная долгота		
I	44°37.887'	033°30.653'	0,5–15	150
II	44°37.984'	033°30.811'	0,5–15	320
III	44°38.306'	033°31.254'	0,5–15	210
IV	44°38.305'	033°31.440'	0,5–15	160

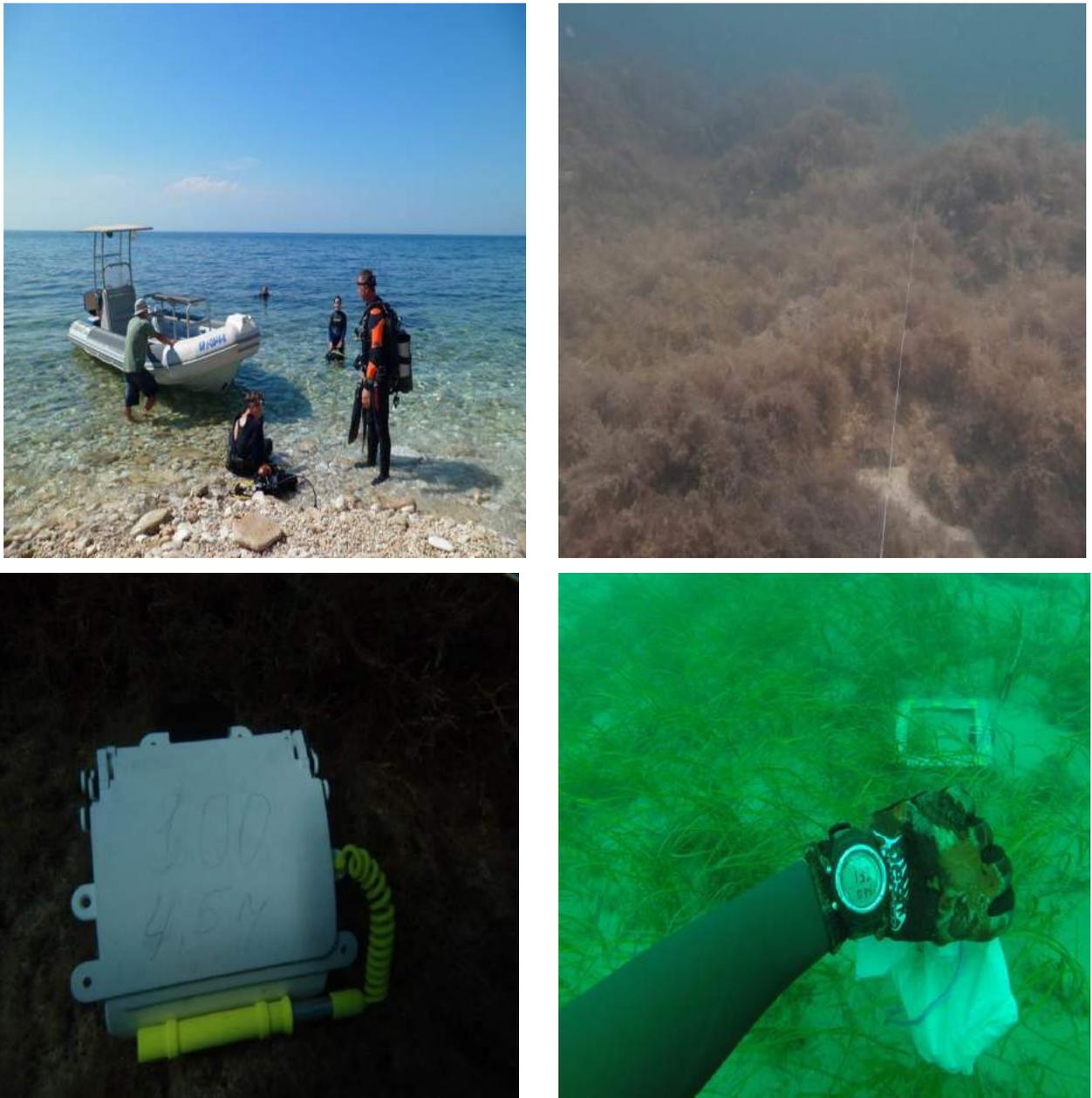


Рисунок 2.3 – Организация и проведение водолазных исследований

Первоначально дайвер-исследователь, снабженный дайв-компьютером (*AERIS F10*), проходил вдоль мерной линии (трансекты), выполняя фото- и видеосъемку. В зависимости от прозрачности воды радиус исследуемой площади дна вдоль фала составлял примерно 10–15 м (рисунок 2.3). На ключевых точках, которые располагали на стандартных глубинах (0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20 и 25 м), используемых при гидробиотических исследованиях, дайвер визуально донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу, разработанной П. Л. Безруковым и А. П. Лисициным [16]. При изучении состава и структуры донных фитоценозов на тех же глубинах закладывали по четыре

учетные площадки размером 25 x 25. При их отборе визуально определяли площадь покрытия дна макрофитами и тип распределения.

2 этап – организация и проведение гидробиотанических исследований. При обработке проб макрофитобентоса (рисунок 2.4) учитывали биомассу (сырую) макрофитов по видам, численность видов-доминантов, выявляли структуру фитоценозов, их видовое разнообразие [76].



Филлофора курчавая (*Phyllophora crupsa*)



Морские травы

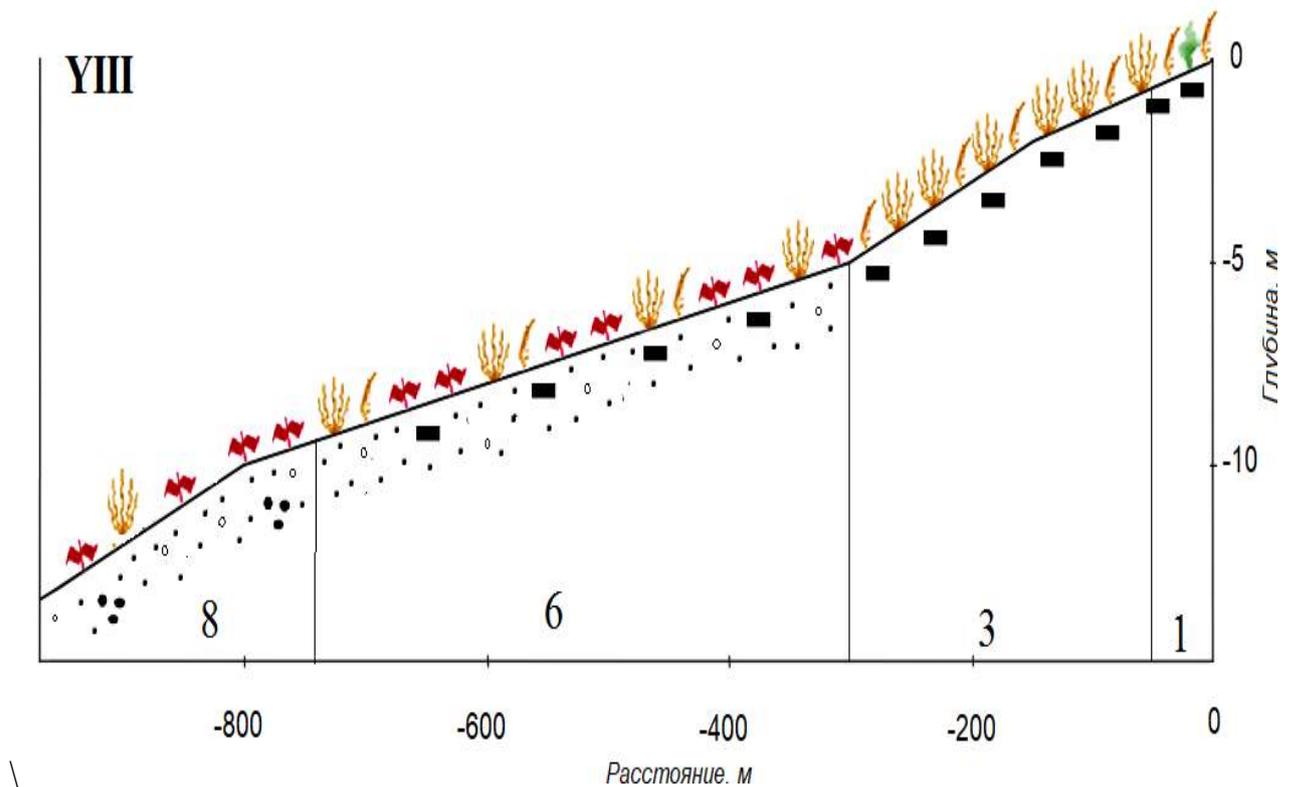
Рисунок 2.4 – Обработка гидробиотанических проб. Фото Панкеевой Т.В.

Видовая принадлежность макрофитов указана в соответствии с современными номенклатурными изменениями [290]. Степень загрязнения морской воды косвенно оценивали по вычисленному флористическому коэффициенту Ченя, при анализе структуры фитоценозов использовали индекс видового разнообразия Шеннона [76]. Оценку ресурсов донной растительности проводили по стандартной методике, используемой в морских фитоценологических исследованиях [70].

3 этап – составление ландшафтных профилей. Информацию о донных компонентах, полученную в ходе водолазного описания, оформляли графически в виде ландшафтного профиля. В основе ландшафтного профиля лежит батиметрическая кривая, составленная в результате предварительного анализа навигационной карты и водолазного промера. На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные различия донных осадков и массовые виды макрофитов. Вертикальными линиями, разделяющими профиль на серию отрезков, показывали границы ПЛ (на уровне урочищ) [307]. На основе ландшафтного профилирования и составления интерпретационных таблиц к профилям проведены границы ПЛ. Пример оформления ландшафтного профиля показан на

рисунке 2.5. В приложениях А–Н представлены ландшафтные профили исследуемых ключевых участков прибрежной зоны.

4 этап – создание ландшафтных карт прибрежной зоны. Для создания ландшафтных карт использовали программный пакет *QGIS 2.18.17* и электронную основу навигационной карты. Географическую привязку границ ПЛ и определение их площади осуществляли с помощью программы *QGIS*. Сопряженный анализ батиграфии, карт литологического состава



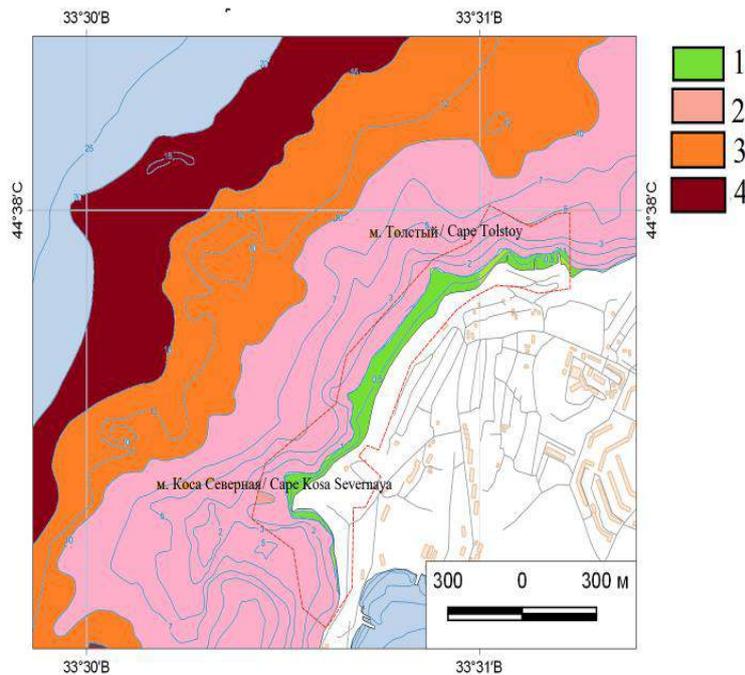
Условные обозначения:  – *Ulva intestinalis*,  – *Ericaria crinita*,  – *Gongolaria barbata*,  – *Phyllophora crispa*,  – глыбы и валуны,  – песок,  – битая ракушка.

Рисунок 2.5 – Пример оформления ландшафтного профиля у м. Коса Северная (Западный район Крымского полуострова)

и данных водолазной съемки позволили провести экстраполяцию участков дна со сходными параметрами для выделения границ ПЛ [307]. Результаты обобщения исследований прибрежной зоны отражены на ландшафтной карте. Пример ландшафтной карты прибрежной зоны у м. Коса Северная представлен на рисунке 2.6. Ландшафтная карта выступает картографической основой, а ПЛ – аквальными единицами для изучения ландшафтной структуры. Для выявления изменений в составе и структуре фитобентоса использовали

архивные материалы экспедиций ИнБЮМ, при этом отбор проб осуществляли по одной и той же методике и на тех же выбранных участках, а также опубликованные данные.

Рассмотренная методика использована для составления ландшафтных карт и апробирована на ключевых участках черноморской прибрежной зоны Крымского полуострова (глава 3–6, приложения А–Н).



Условные обозначения: 1. Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствует вид рода диктиота; 4. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая.

Рисунок 2.6 – Картограмма ландшафтной структуры прибрежной зоны у м. Коса Северная (Западный район Крымского полуострова)

2.3 Методика картографирования подводных ландшафтов прибрежной зоны с применением беспилотного воздушного судна

Методика картографирования подводных ландшафтов с применением беспилотного воздушного судна (БВС) и использованием ГИС-технологий в сочетании с традиционными гидробиологическими исследованиями включает следующие этапы: организация и проведение аэрофотосъемки акватории, дешифрирование аэрофотоснимков, организация и проведение гидробиологических исследований, составление карты донной растительности, составление карты подводных ландшафтов прибрежной зоны. Данная методика апробирована на примере бухт Ласпи и Круглая. Ниже рассмотрим более подробно методику каждого этапа [165; 177].

1 этап – организация и проведение аэрофотосъемки акватории. Аэрофотосъемка акватории проведена при помощи БВС *DJI Phantom 4 Advanced*. Квадрокоптер оснащен

видеокамерой высокого разрешения (20 Мп) на гиростабилизированном подвесе, обеспечивающем стабильную ориентацию камеры, независимо от наклонов аппарата при маневрах или под воздействием ветра, и навигационным оборудованием (приемником GPS). Для формата фотографий выбран максимальный размер (соотношение сторон 16:9, с разрешением 5472×3078 пикселей).

Съемку *б. Круглая* выполняли с высоты 150 м при скорости полета квадрокоптера $8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Полет дрона проходил в ручном режиме, контроль перекрытия осуществлялся с помощью выставления фиксированного интервала снимков в 3 секунды. Съемку проводили при нулевой облачности с 11 до 12 часов. В результате проведенной съемки получено 126 снимков с разрешением в 2 см пиксель⁻¹. При склеивании снимков продольное перекрытие составляло 60%, поперечное – 25–45%. Для фототопографической обработки снимков на основе данных величин рассчитано поперечное перекрытие в метрах на местности, которое составляет 70–126 м и продольное перекрытие – 300 м. Данные значения получены с учетом того, что один снимок в надир с высоты 150 м покрывает в плане условно прямоугольную зону размером 500 на 280 м. Полученные размеры вычислены методом подсчета пикселей и их соотношением к расстоянию в реальности. Дальность полета квадрокоптера составляла 750–850 м, что обусловлено отсутствием доступа (ограничение со стороны производителя) к радиоканалу на частоте 5 ГГц и помехами, вызванными сторонней аппаратурой [165].

Съемку *б. Ласты* выполняли с высоты 100 м при скорости полета квадрокоптера $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Полет дрона проходил в ручном режиме, контроль перекрытия осуществлялся с помощью выставления фиксированного интервала снимков в 2 секунды. Съемку проводили при нулевой облачности с 12 до 13 часов. В результате проведенной работы получено 198 снимков с разрешением в 2 см пиксель⁻¹. Снимки делали во время всего полета аппарата при положении камеры строго в надир. При склеивании снимков продольное перекрытие составляло 70%, поперечное – 35–50%. Для фототопографической обработки снимков, на основе данных величин, рассчитано поперечное перекрытие в метрах на местности, которое составляет 90–153 м и продольное перекрытие – 350 м. Данные значения получены с учетом того, что один снимок в надир с высоты 150 м покрывает в плане условно прямоугольную зону размером 400 на 260 м. Полученные размеры вычислены методом подсчета пикселей и их соотношением к расстоянию в реальности. Дальность полета квадрокоптера составляла 1500–1600 м, что обусловлено отсутствием доступа (ограничение со стороны производителя) к радиоканалу на частоте 5 ГГц и помехами, вызванными сторонней аппаратурой. Однако, данного расстояния хватило для охвата всей акватории бухты за один полет, во время которого аппарат находился в воздухе 14 минут [177].

2 этап – дешифрирование аэрофотоснимков. Обработку снимков производили в программе *Agisoft Metashape* (PhotoScan). После склейки снимков, ортофотоплан экспортировали в программу *QGIS*, в котором он был привязан по опорным точкам с известными координатами в системе СК-63 зоне Х4, полученных с помощью GNSS приемника *Geotax 25* с точностью до $0,2 \text{ см} \cdot \text{м}^{-2}$. Таким образом, получен геопривязанный ортофотоплан в системе координат «СК-63 зона Х4» (рисунок 2.7). Экспортированный файл для бухты Круглая в формате TIFF имел разрешение 25000 на 12000 пикселей и занимал более 1,5 гб, для бухты Ласпи – 22714 на 24084 пикселей и занимал более 2 гб, что в случае дешифрирования могло привести к большим временным затратам. Разрешение ортофотоплана уменьшено вручную до значения 7680 на 4320 пикселей. Для полуавтоматического дешифрирования использовали уменьшенный в размере файл, а исходный служил для последующего уточнения и корректировки результатов дешифрирования. На этом этапе использовался плагин для *QGIS* версии 2.18.12 “*Semi-automatic classification plugin*” изначально предназначенный для дешифрирования космоснимков, полученных со спутников *Landsat-3* и *Sentinel*. В дальнейшем плагин позволил разделить снимок на три активных цветовых диапазона (красный, зеленый и синий). Для минимизации погрешностей, создаваемой толщиной воды, произведена замена синего диапазона зеленым и получена цвето-пара, состоящая из изображения красном, зеленом и еще раз в зеленом цветовом диапазоне. Создан виртуальный растр, на котором выделены «примеры» блоков пикселей, что позволило плагину в автоматическом режиме выделить похожие блоки. Векторизация и последующая классификация полученных данных позволила выделить в отдельный векторный слой контуры границ распространения донной растительности в бухтах Круглая и Ласпи (рисунок 2.8).

3 этап – организация и проведение гидробиологических исследований. Для изучения границ распространения донной растительности проведены гидробиологические исследования с применением легководолазной техники. Дайвер-исследователь, снабженный дайв-компьютером (*AERIS F10*), проходил вдоль мерной линии (трансекты), отмечая глубину смены растительности, нижнюю границу обитания макрофитобентоса (фиталь), визуально описывал донные отложения, при этом выполняя фото- и видеосъемку. Привязку трансект осуществляли с помощью GPS-навигатора (*Oregon 650*). Для изучения состава и структуры донных сообществ на глубинах (0,5; 1; 3; 5 и 10 м) закладывали по четыре учетные площадки размером 25x25 см [76]. Информацию о донных компонентах, полученную в ходе водолазного описания, оформляли графически в виде гидробиологических профилей. На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков и массовые виды макрофитов.

В б. *Круглая* летом 2018 г. было заложено пять трансект. Трансекты I, II, IV - расположены перпендикулярно к берегу, а III, V – пересекают в широтном и меридиональном направлении бухту, охватывая всю акваторию (рисунок 2.9). Пример гидрботанического профиля в б. Круглая для трансекты III представлен на рисунке 2.10 [165].

В б. *Ласпи* летом 2019 г. заложено пять трансект (рисунок 2.11). Пример гидрботанического профиля в б. Ласпи для трансекты I представлен на рисунке 2.12 [177].

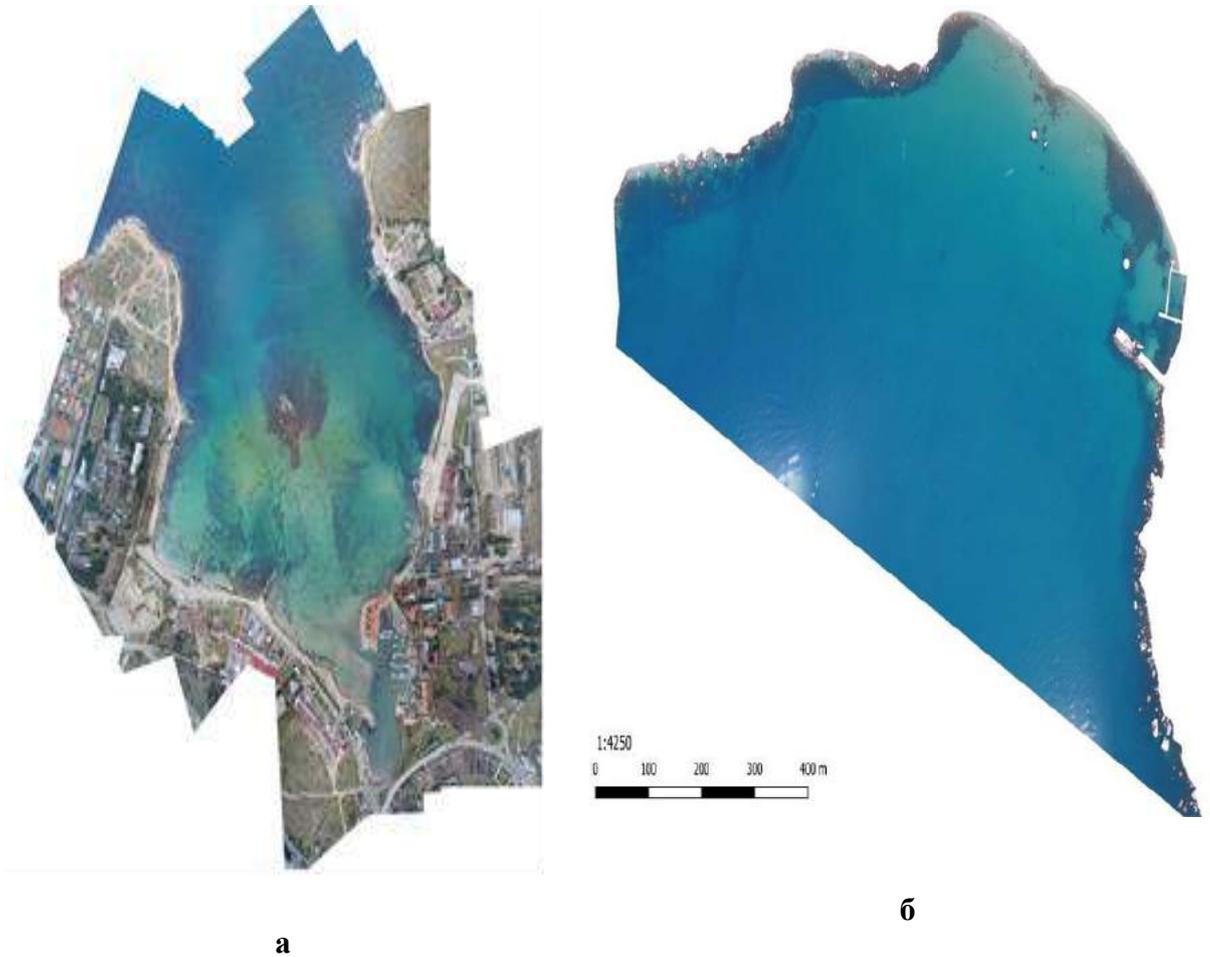


Рисунок 2.7 – Ортофотоплан бухт Круглая (а) и Ласпи (б), выполненный по аэрофотоснимкам, полученным с помощью БВС (квадрокоптер *DJI Phantom 4 Advanced*.)

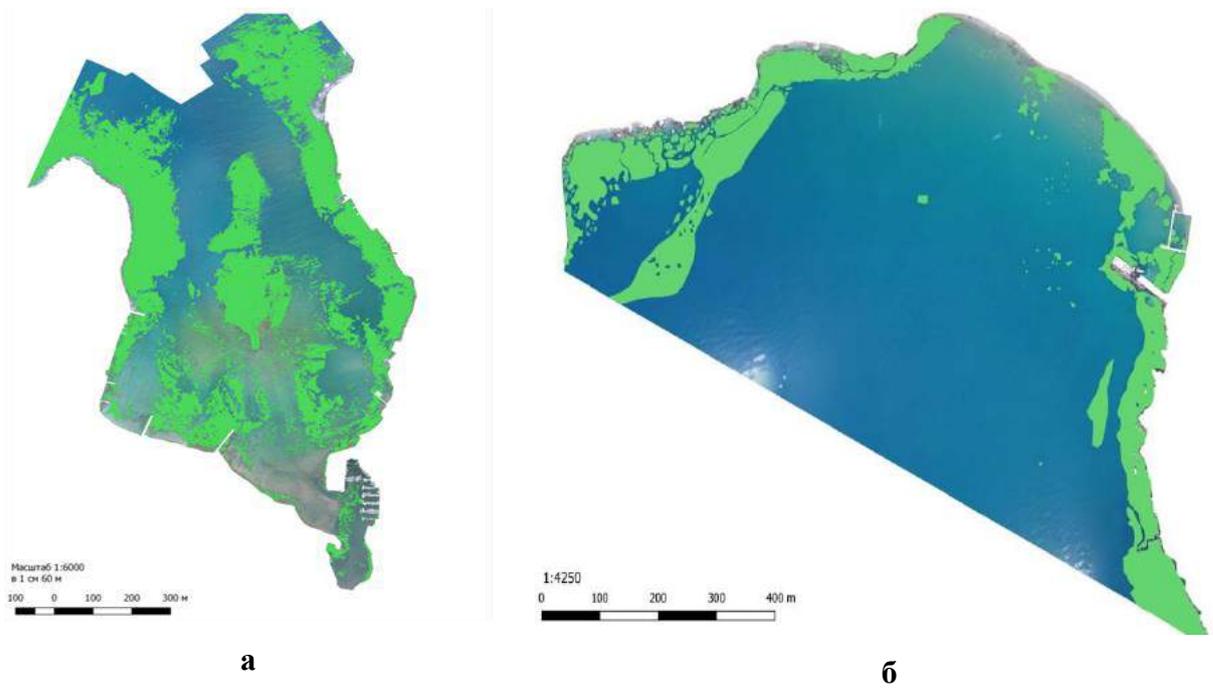


Рисунок 2.8 – Границы контуров донной растительности бухт Круглая (а) и Ласпи (б), полученные в процессе дешифрирования аэрофотоснимков (ортоплана) с БВС

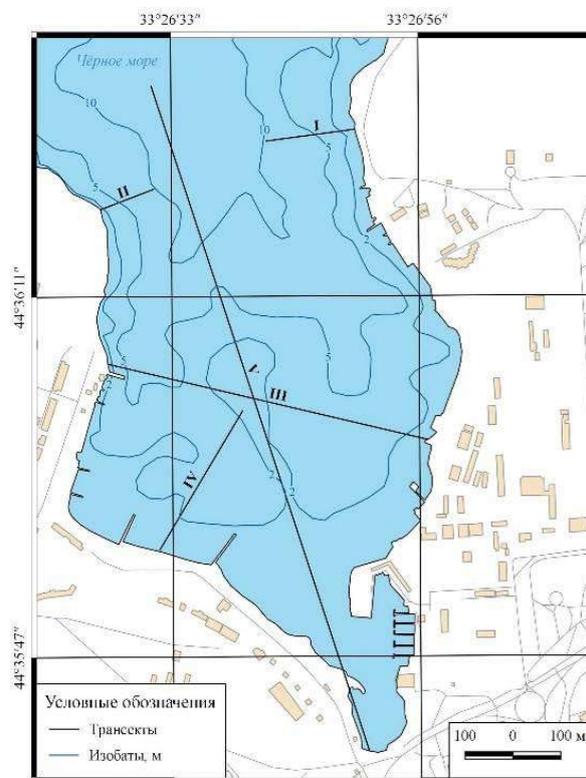


Рисунок 2.9 – Картосхема расположения гидрботанических трансект в б. Круглая (примечание: I–V – номера трансект)

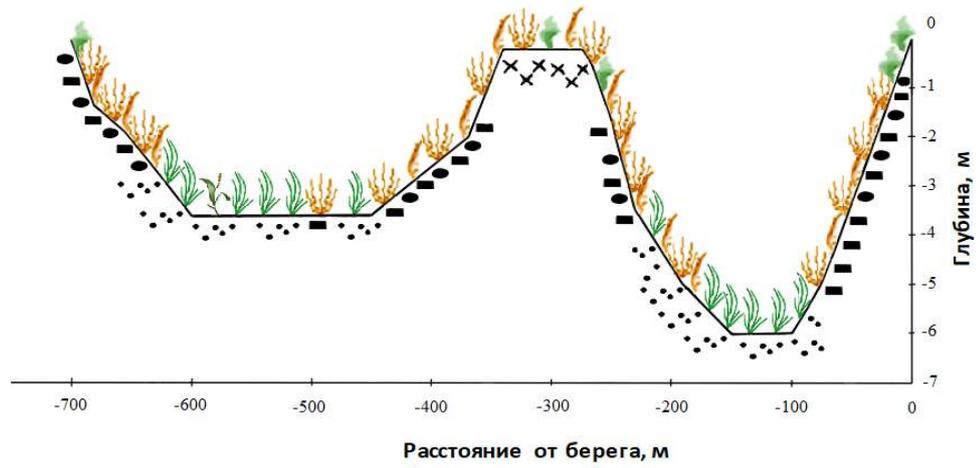


Рисунок 2.10 – Гидрботанический профиль б. Круглая (III-я трансекта)

Условные обозначения:  - *Ulva rigida*,  – *Ericaria crinita*,  – *Gongolaria barbata*,  – *Zostera noltei*,  – *Stuckenia pectinata*,  - валуны,  – глыбы,  - песок,  - выходы коренных пород

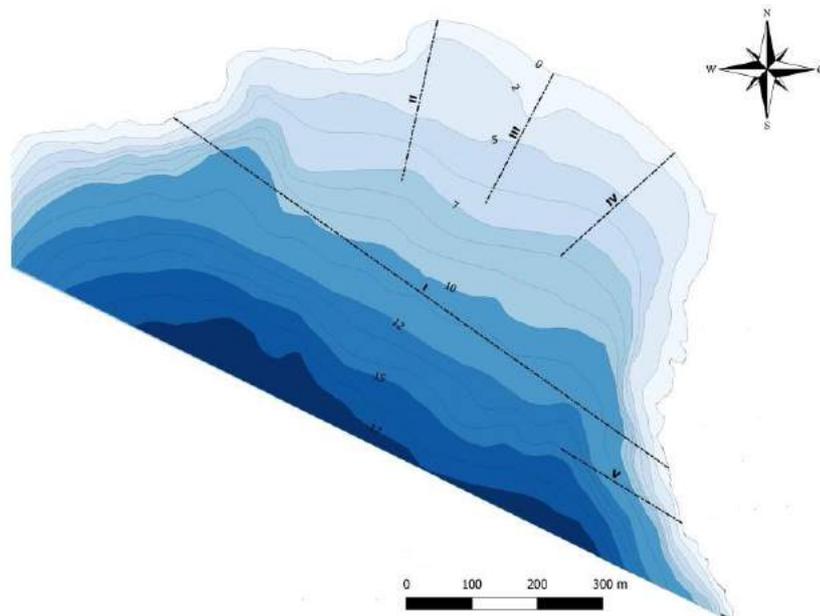


Рисунок 2.11 – Картограмма расположения гидрботанических трансект в б. Ласпи (примечание: I–V – номера трансект)

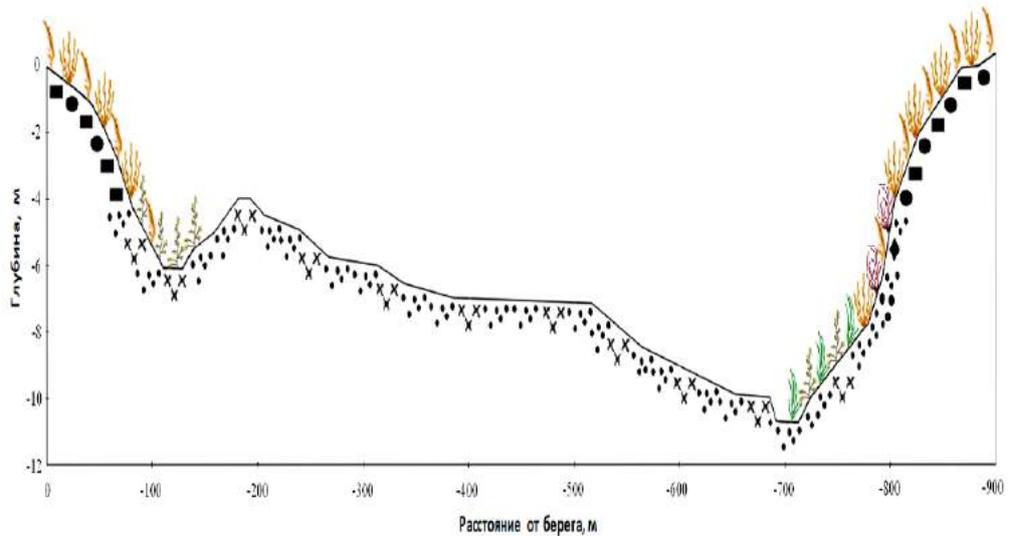


Рисунок 2.12 – Гидрботанический профиль б. Ласпи (I-я трансекта)

Условные обозначения:  – *Ericaria crinita*,  – *Gongolaria barbata*,  – *Phylophora cripisa*,  – *Zostera noltei*,  – *Zostera marina*,  – валуны,  – глыбы,  – песок,  – выходы коренных пород,  – гравий,  – битая ракуша

4 этап – составление карты донной растительности. На основе составленных профилей проведена классификация ареалов массовых видов макрофитов и разработана легенда к карте донной растительности. Определенные легендой фитоценозы донной растительности стали объектами картографирования. Ареалы массовых видов макрофитов, первоначально отрисованные на ортофотоплане, оцифрованы с помощью программного пакета *ArcGIS 10* и выполнены отдельным слоем. Одновременно с этим, формализованная информация по полевым описаниям занесена в сопровождающую атрибутивную таблицу слоя. Каждый слой имеет свой тип обозначения в виде цвета, которые отражены в легенде. Путем наложения слоев получена карта распределения макрофитобентоса для бухт Ласпи (рисунок 2.13) и Круглая (рисунок 2.14).

5 этап – составление карты подводных ландшафтов. Карта донной растительности выступает картографической основой для составления ландшафтных карт и апробирована на примере бухт Ласпи и Круглая (глава 3, 4, 5).

Применение БВС для изучения подводных ландшафтов позволяет оперативно и точно получать информацию о распределении подводной растительности в прибрежной зоне и является необходимым элементом экспедиционных исследований.

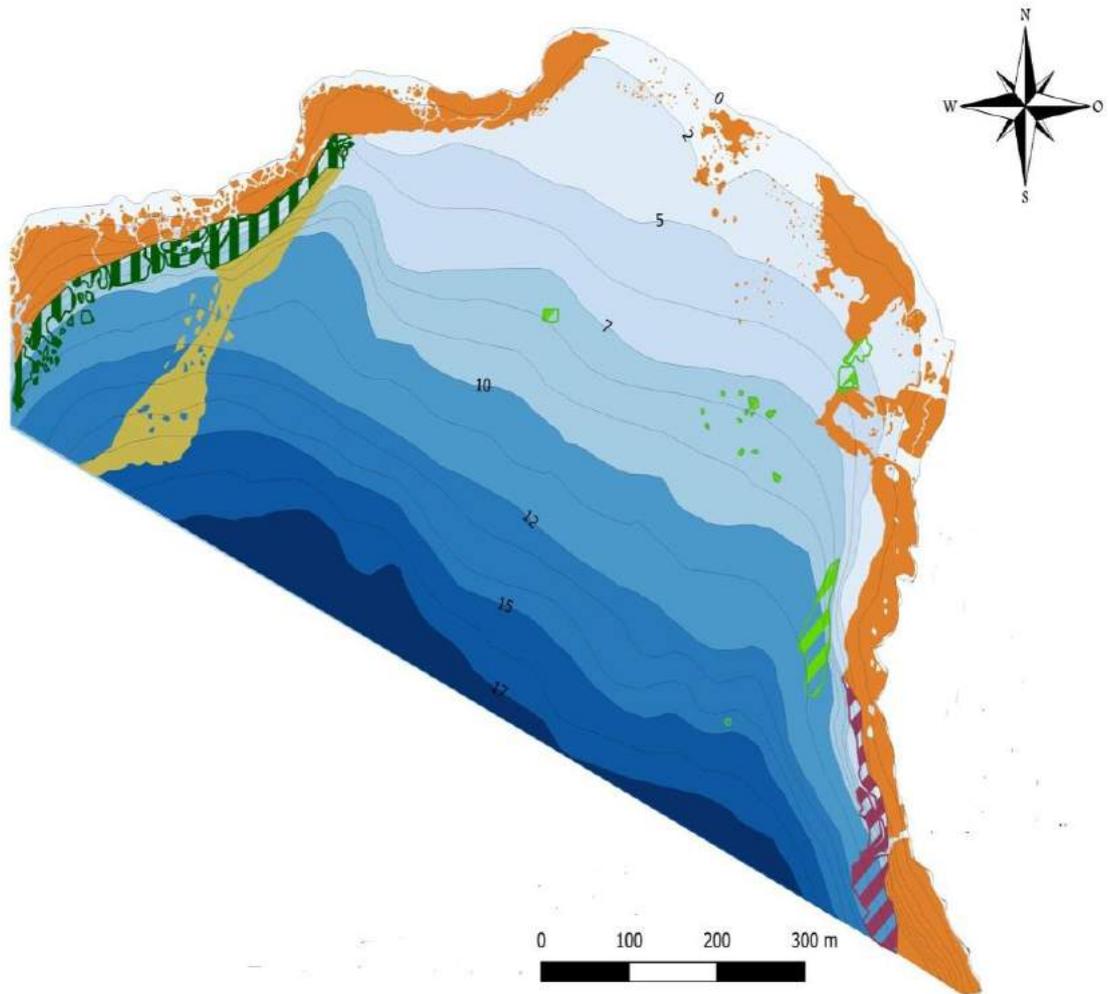


Рисунок 2.13 – Картосхема распределения видов макрофитобентоса в б. Ласпи (2019 г.)

Условные обозначения:

- | | | |
|---|---|---|
| 1 |  | <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i> на глыбово-валунном субстрате и выходах коренных пород |
| 2 |  | <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i> на глыбово-валунном субстрате, а на гравийно-песчаных отложениях с битой ракушей <i>Phylophora crispata</i> |
| 3 |  | <i>Zostera marina</i> на песчано-илистом грунте |
| 4 |  | <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i> на глыбово-валунном субстрате, а на илисто-песчанном субстрате <i>Zostera marina</i> |
| 5 |  | <i>Zostera marina</i> и <i>Zostera noltii</i> на песчано-илистом грунте |

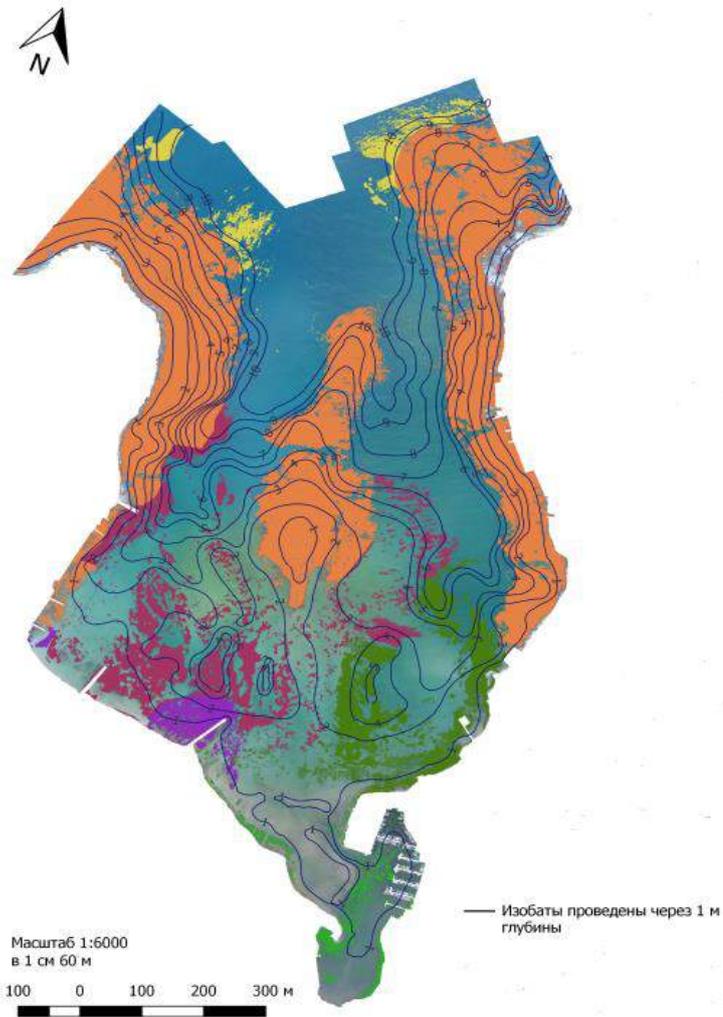


Рисунок 2.14 – Картосхема распределения видов макрофитов в б. Круглая (2018 г.)

Условные обозначения:

- Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на глыбово-валунном субстрате и выходах коренных пород
- Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на глыбово-валунном субстрате, а на гравийно-песчаных отложениях с битой ракушкой *Phylophora crispata*
- Zostera noltei* на песчано-илистом грунте
- Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на глыбово-валунном субстрате, а на песчано-илистом грунте *Zostera noltei*
- на илисто-песчаных отложениях сообщество морских трав: *Zostera noltei*, *Stuckenia pectinata*, *Ruppia* spp.
- на илистых осадках сообщество зеленых водорослей, преимущественно из *Cladophora* spp.

2.4 Методика оценки устойчивости подводных ландшафтов прибрежной зоны

Методика оценки устойчивости ПЛ прибрежной зоны включает следующие этапы: составление ландшафтной карты, вычленение ландшафтных контуров, подлежащих оценке, составление оценочных шкал, интегральная оценка балльных оценок. Для оценки устойчивости ПЛ предложен ряд критериев, выраженных в безразмерной балльной системе, основанных на количественных значениях запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих черноморских видах макрофитов. Ниже рассмотрим более подробно методику каждого этапа.

1 этап – составление ландшафтной карты прибрежной зоны. Методика составления ландшафтных карт рассмотрена в разделе 2.2

2 этап – вычленение ландшафтных контуров, подлежащих оценке. Ландшафтная карта выступает картографической основой, а ПЛ – аквальными единицами, которые подлежали оценке. Для каждого ПЛ, используя методику расчета запасов фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов (*Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phylophora crispata*, *Zostera noltei* и *Zostera marina*) выполнен расчет на верхней и нижней границе контура ландшафта. Полученная величина этих показателей существенно отличается на границах контура ПЛ и зависит от совокупности абиотических и биотических факторов [70].

3 этап – разработка оценочных шкал. В основе обоснования критериев и их оценочных шкал лежат материалы многолетних береговых экспедиций, проведенных в прибрежной зоне Крымского полуострова в летний период 2003–2022 гг. [112]. В результате обобщения этих материалов проанализировано распределение донной растительности у крымских берегов от мыса Киик-Атлама (восточный мыс Коктебельского залива) до мыса Восточный бухты Узкая (пгт. Черноморское). Выявлено, что в типичных ерикариево-гонголариевых фитоценозах (глубина 0,5–3 м) запас фитомассы макрофитов варьирует от 9,1 до 78,8 т·га⁻¹, а запас фитомассы ерикарии косматой и гонголарии бородатой – от 6,5 до 74,4 т·га⁻¹. В филлофоровых фитоценозах (глубины 5–10 м) запас фитомассы филлофоры курчавой колеблется от 0,001 до 6,5 т·га⁻¹. Виды взморника встречаются локально в бухтах с илисто-песчаными донными осадками, запас их фитомассы изменяется от 0,01 до 2,5 т·га⁻¹. Предложенные критерии, выраженные в количественных значениях разных размерностей, для формализации и рационализации получения безразмерной балльной оценки, переведены в оценочные шкалы и ранжированы в 5-балльной системе (таблицы 2.3–2.6).

Таблица 2.3 – Критерии балльной оценки запаса фитомассы макрофитов

Запас фитомассы макрофитов, т·га ⁻¹ :	Баллы
более 65	5
50–64	4
35–49	3
20–34	2
5–19	1
Менее 4	0

Таблица 2.4 – Критерии балльной оценки запаса фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*)

Запас фитомассы <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i> , т·га ⁻¹	Баллы
более 60	5
45–59	4
30–44	3
15–29	2
1–14	1
менее 1	0

Таблица 2.5 – Критерии балльной оценки запаса фитомассы *Phylophora crispata*

Запас фитомассы <i>Phylophora crispata</i> , т·га ⁻¹	Баллы
свыше 6,0	5
4,5-5,9	4
3,0-4,4	3
1,4-2,9	2
0,1-1,4	1
менее 0,1	0

Таблица 2.6 – Критерии балльной оценки запаса фитомассы *Zostera noltei* и *Zostera marina*

Запас фитомассы <i>Zostera noltei</i> и <i>Zostera marina</i> , т·га ⁻¹	Баллы
свыше 2,0	5
1,5-1,9	4
1,0-1,4	3
0,5-0,9	2
0,1-0,4	1
менее 0,1	0

При составлении оценочных шкал использовали равномерно увеличивающиеся интервалы между запасами макрофитов и доминирующих видов макрофитобентоса и балльной оценкой.

4 этап – интегральная оценка балльных оценок. Согласно разработанным оценочным шкалам вышеперечисленных критериев, каждому контуру ПЛ присвоена балльная оценка для его верхней и нижней границы на основе количественных показателей запаса фитомассы макрофитов. Интегральная оценка равна сумме среднеарифметических значений балльных оценок вышеперечисленных критериев. Интегральная оценка изменения запасов фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов макрофитов выступает количественной мерой устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова. Методика оценки устойчивости ПЛ прибрежной зоны апробирована на примере б. Ласпи и представлена в главе 5.

2.5 Методика изучения современных ландшафтов береговой зоны

Методика изучения современных ландшафтов береговой зоны включает следующие этапы: изучение природной подсистемы, изучение хозяйственной подсистемы, составление картосхемы современных ландшафтов, анализ и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию береговой зоны. Ниже рассмотрим более подробно методику каждого этапа.

1 этап – изучение природной подсистемы береговой зоны. Картосхемы ландшафтной структуры побережья и прибрежья разрабатывали на основе полевых исследований, материалов топографических и комплексных карт, космических снимков. При изучении структуры ландшафтов использовали метод: ландшафтного профилирования с описанием трансект и ключевых участков. Пример оформления ландшафтного профиля представлен на рисунке 2.15.

Фрагмент картосхемы природных подсистем представлен на рисунке 2.16, легенда к карте – в главе 6.2.

III

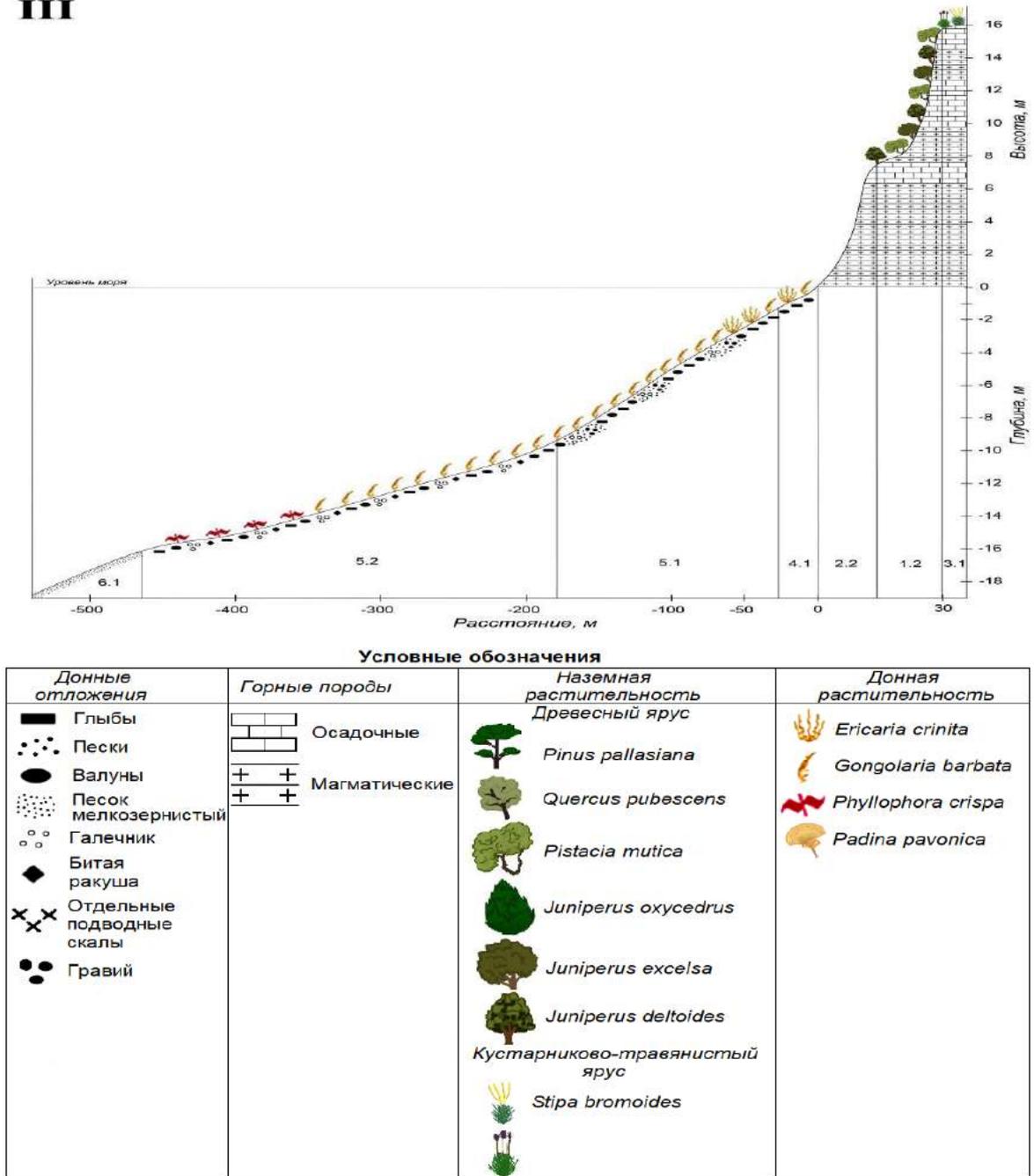


Рисунок 2.15 – Пример оформления ландшафтного профиля

2 этап – изучение хозяйственной подсистемы береговой зоны. Для отображения хозяйственной подсистемы побережья и прибрежья составляли картосхему типов природопользования. При выделении хозяйственных систем использовали классификацию Е. А. Позаченюк [209]. Для детализации карты применяли космические снимки Яндекс. Спутник Google Maps, полученных с помощью open-source программы SAS-Planet, и информацию полученную при полевых исследованиях. Площади типов природопользования рассчитывали

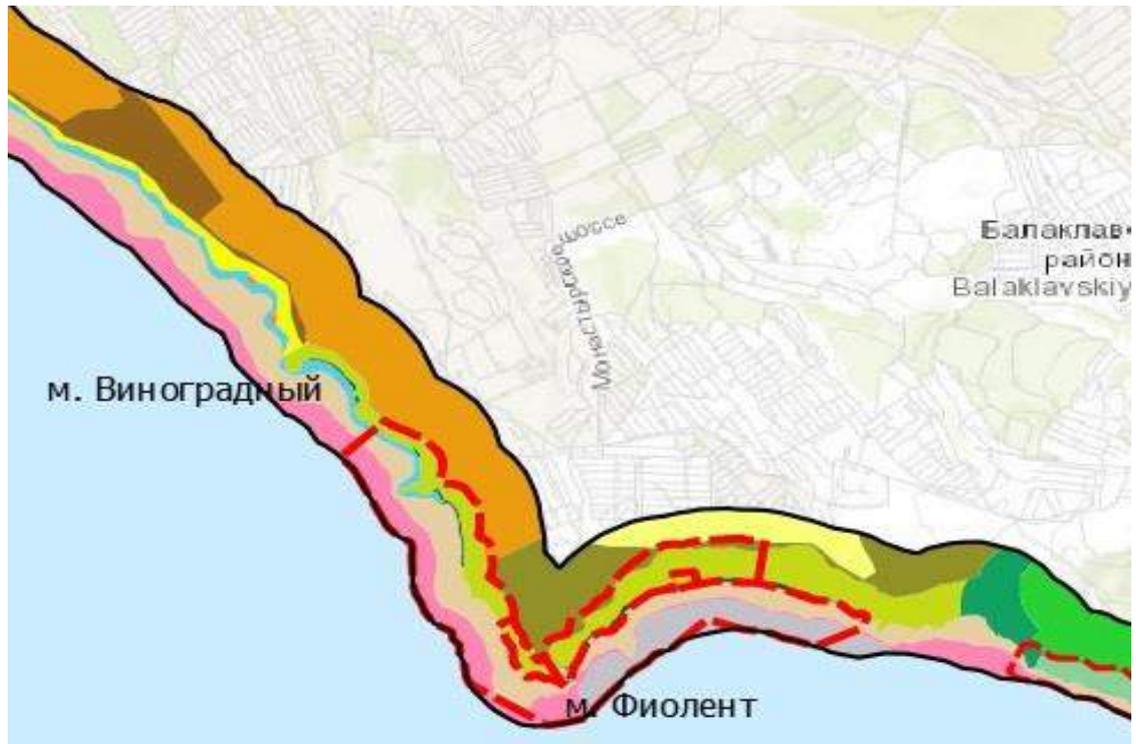


Рисунок 2.16 – Фрагмент картосхемы природной подсистемы береговой зоны (на примере Гераклейского района)

с помощью инструмента вычисления геометрии пространственных объектов в слое «Calculate Geometry». Фрагмент картосхемы хозяйственной подсистемы представлен на рисунке 2.17, легенда к карте – в разделе 6.2.

3 этап – составление картосхемы современных ландшафтов береговой зоны. Картосхема современных ландшафтов получена с использованием метода наложения карт: природной и хозяйственной подсистем береговой зоны. Картографирование современных ландшафтов осуществлено с помощью программного пакета QGIS 3.16. Фрагмент картосхемы современных ландшафтов представлен на рисунке 2.18, легенда к карте – в разделе 6.2.

4 этап – анализ и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию береговой зоны. Картосхема современных ландшафтов выступает картографической основой для разработки мероприятий по оптимизации природопользования береговой зоны. На примере модельных участков рассмотрены подходы по сохранению уникальных ландшафтов береговой зоны Крымского полуострова: оптимизация экологической сети (раздел 6.1), ландшафтное планирование на ООПТ (раздел 6.2) и функциональное зонирование (раздел 6.3).

Методика изучения современных ландшафтов и разработка рекомендаций по оптимизации природопользования береговой зоны апробирована на примере модельных участков Крымского полуострова и представлена в главе 6.

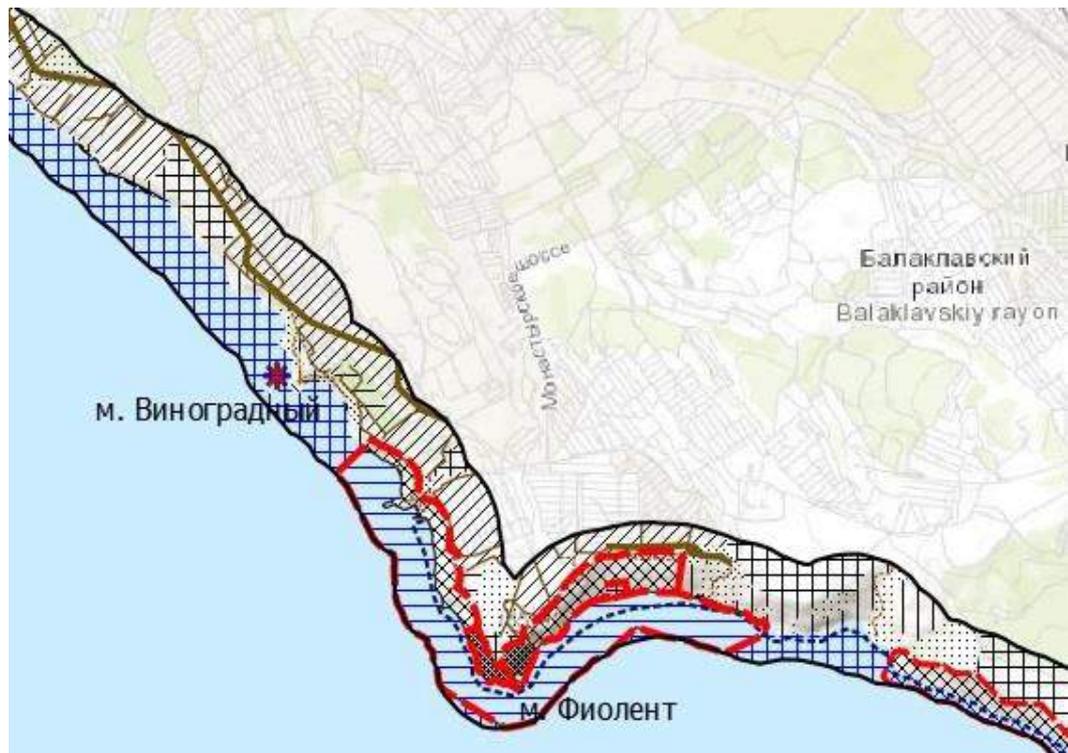


Рисунок 2.17 – Фрагмент картосхемы хозяйственной подсистемы береговой зоны (на примере Гераклейского района)

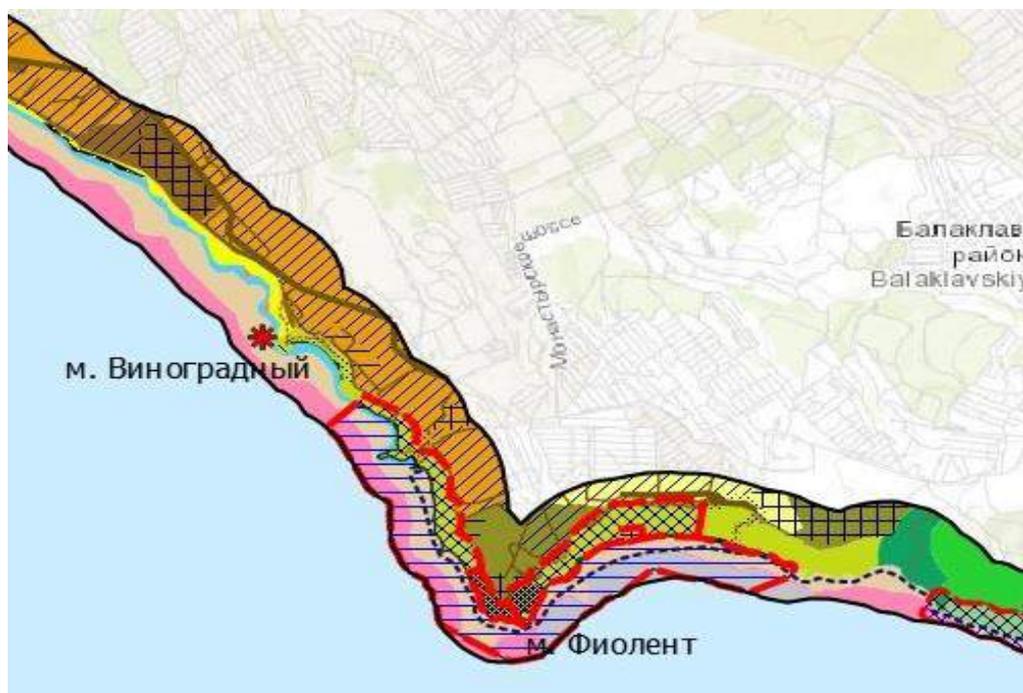


Рисунок 2.18 – Фрагмент картосхемы современных ландшафтов береговой зоны (на примере Гераклейского района)

Выводы по главе 2

Разработан комплекс методик, позволяющий выполнить анализ ландшафтной структуры, пространственно-временных изменений подводных ландшафтов прибрежной зоны, произвести оценку их устойчивости и обосновать пути их оптимизации природопользования:

1. Дополнена методика исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны, составной частью является гидрботаническая съемка, целью которой является определение количественных и качественных показателей макрофитобентоса. Методика подводных ландшафтных исследований прибрежной зоны включает следующие этапы: организация и проведение водолазных исследований, организация и проведение гидрботанических исследований, составление ландшафтных профилей, создание ландшафтных карт.

2. Впервые разработана методика картографирования подводных ландшафтов прибрежной зоны с применением беспилотного воздушного судна и ГИС-технологий в сочетании с классическими гидрботаническими исследованиями. Методика отличается этапностью осуществления: организация и проведение аэрофотосъемки акватории, дешифрирование аэрофотоснимков, организация и проведение гидрботанических исследований, составление карты донной растительности, составление карты подводных ландшафтов. Применение беспилотного воздушного судна для изучения подводных ландшафтов позволяет оперативно и точно получать информацию о распределении подводной растительности в прибрежной зоне и является необходимым элементом экспедиционных исследований.

3. Впервые обоснована методика оценки устойчивости подводных ландшафтов прибрежной зоны на основе разработанных критериев, выраженных в безразмерной балльной системе, основанных на количественных значениях запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих черноморских видах макрофитов. Методика состоит из следующих этапов: составление ландшафтной карты, вычленение ландшафтных контуров, подлежащих оценке, разработка оценочных шкал, интегральная оценка балльных оценок.

4. Уточнена методика исследования современных ландшафтов, предполагающая изучение на уровне двух подсистем (природной и хозяйственной) для наземной и аквальной частей береговой зоны. Результатом выступают картосхемы современных ландшафтов и научно-практические рекомендации по оптимизации природопользования береговой зоны

ГЛАВА 3 ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В главе 3 приведены результаты исследований ландшафтной структуры Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова для ключевых участков открытых прибрежий, которые отличаются физико-географическими условиями и различной антропогенной нагрузкой (раздел 3.1, приложения А–Н), бухты – в зависимости от их морфометрических показателей (раздел 3.2).

3.1 Ландшафтная структура открытых прибрежных зон

На основе проведенных ландшафтных и гидробиологических исследований на ключевых участках открытых прибрежий Чёрного моря Крымского полуострова (*ключевые участки 2–5, 7, 9, 10*, приложения А–Н) выявлено, что основу «ландшафтного каркаса» составляют ПЛ:

1. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (глубины 0,5–5(10) м).
2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (глубины 5(10)–15 м)
3. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (глубины 15–20(25) м).
4. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми отложениями с битой ракушей, с преобладанием нерейи нитевидной, занардинии типичной, кодиума червеобразного (глубины 20(25)–35(40) м).

Эти ландшафты имеют преимущественно широтное простирание вдоль береговой линии, занимают наибольшие площади, характерна высокая доля видов-доминантов, отличаются высокими значениями продукционных характеристик макрофитобентоса. Различия в распределение и распространение ПЛ на ключевых участках обусловлено своеобразием геолого-геоморфологического строения дна, а так же особенностями лито- и гидродинамического режимов акватории. На примере ключевых участков Западного (*ключевой участок 3*) и Южнобережного районов (*ключевой участок 7*) дано описание и приведены картосхемы их ландшафтной структуры, показаны особенности распространения и распределения макрофитобентоса в ПЛ открытых прибрежий.

3.1.1 Западный район

Для ландшафтной структуры исследуемой акватории западного района (от м. Тюбек до Языковой балки) характерны восемь ПЛ с участием доминирующих видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* (рисунок 3.1, приложение В) [174].

1. Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой приурочен к мысам Тюбек, Лукулл, Вай-Вай, Маргопуло и ряду небольших мысов, расположенных вдоль изучаемого побережья, на глубинах 0,5–1 м (рисунок 3.2). Характерны выходы коренных пород, сложенных песчаниками, гравелитами и конгломератами. Проективное покрытие (ПП) низкое, не превышает 20–40%. Общая биомасса макрофитов в этом ПЛ изменяется в широком интервале от 1049,3 до 11542,8 г·м⁻². В составе макрофитобентоса господствующее положение занимают ерикария косматая (*Ericaria crinita*) и гонголария бородатая (*Gongolaria barbata*), их вклад достигает 36–95% общей биомассы макрофитов. Среди эпифитов преобладают *Cladophora albida* (Nees) Kütz, *Ceramium ciliatum* Roth, *Ceramium diaphanum* (Lightf.) Roth, *Laurencia coronopus* J. Agardh и *Sphacelaria cirrhosa* (Roth) C. Agardh. На выходах коренных пород и отдельных глыбах произрастает *Ulva intestinalis* L..

2. Глинисто-песчаный бенч с навалом валунов и глыб, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая занимает прибрежную зону между устьями рек Кача и Бельбек на глубинах 0,5–3 м. Характерен бенч, сложенный смещенными оползневыми грунтами, преимущественно глинами, отмечены хаотично разбросанные плиты и глыбы конгломератов. Значения ПП не превышают 20–40%. Акватория этого ПЛ характеризуется высокими значениями общей биомассы макрофитов и доли преобладающих видов (7500,0–7784,1 г·м⁻² и 84–99% соответственно). В составе донной растительности также обильно встречается *Ulva intestinalis*. Вклад эпифитов, произрастающих на слоевищах *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, колеблется от 1 до 15% общей биомассы макрофитов. Среди эпифитов преобладают *Ceramium virgatum*, *Ceramium diaphanum*, *Cladophora albida*, *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kütz. и *Vertebrata subulifera* (C. Ag.) Kuntz..

3. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (рисунок 3.3), приурочен к мысам исследуемого побережья, за исключением прибрежной зоны от устья р. Кача до Языковой балки, и отмечен на глубинах 1–5 м. Характерен глыбовый навал. Значения ПП с увеличением глубины возрастают более чем вдвое (с 40 до 90%). Растительная компонента этого ПЛ отличается высокими значениями общей биомассы макрофитов (3350–8504 г·м⁻²). Господствующее положение

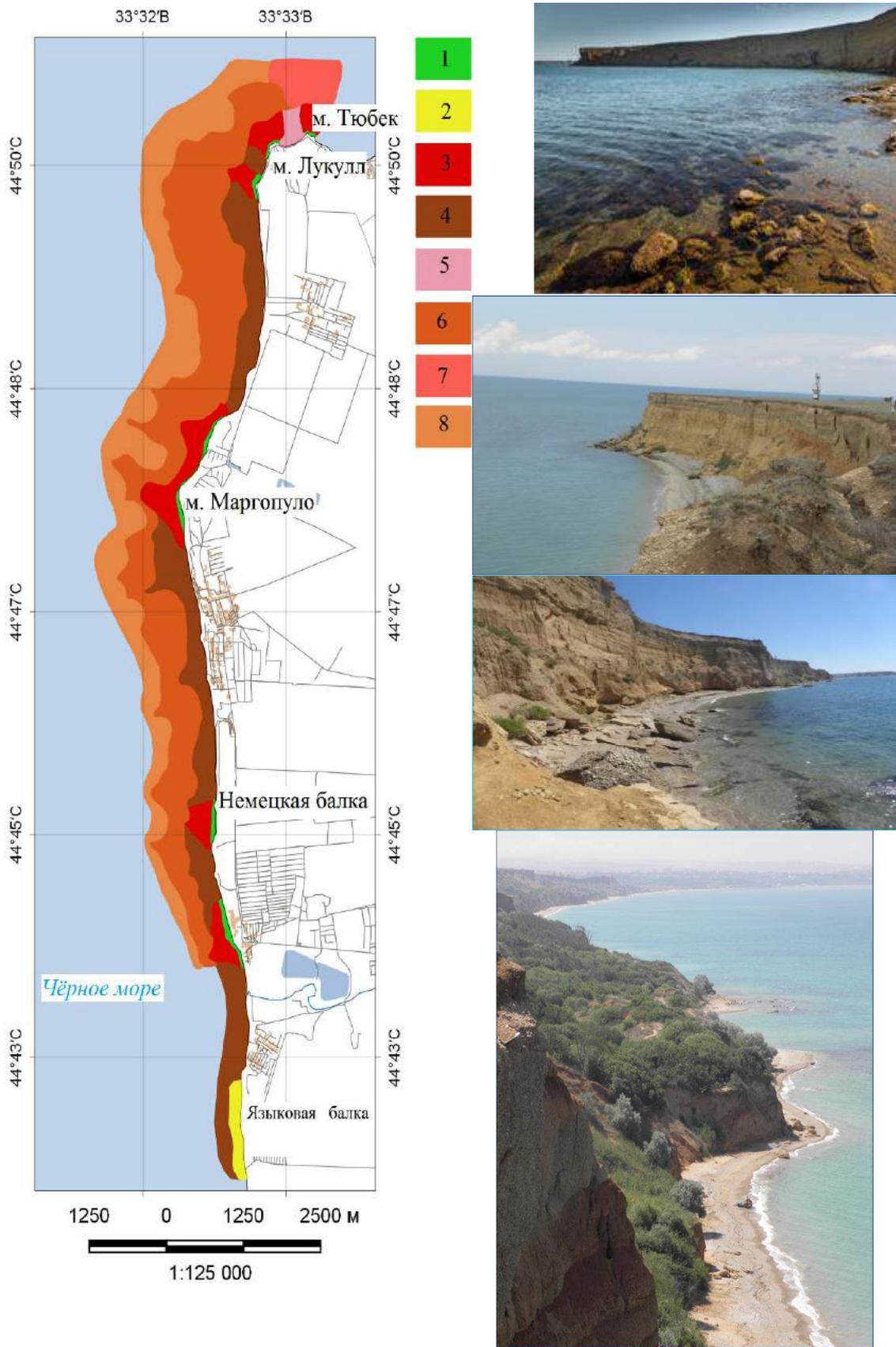


Рисунок 3.1 – Картосхема ландшафтной структуры Западного района (от м. Тюбек до Языковой балки) (по данным 2020 г.) [174]. Фото Панкеевой Т. В.

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – глинисто-песчаный бенч с навалом валунов и глыб, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями, лишенный донной растительности с мелкими знаками ряби (рифели) (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или падины павлинья и диктиоты ленточной); 5 – подводный склон, сложенный глинисто-песчаными отложениями, лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 6 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют гонглария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 7 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 8 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая.



Рисунок 3.2 – Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой (1). Фото Панкеевой Т. В.

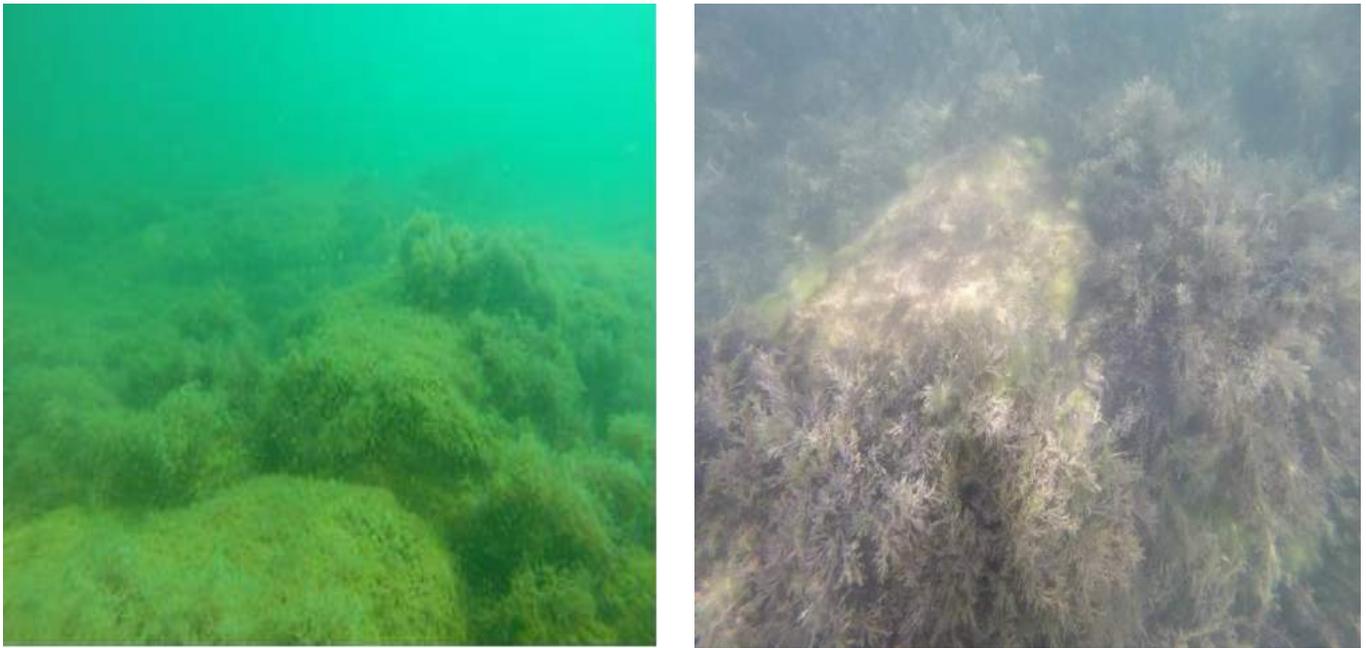


Рисунок 3.3 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Фото Панкеевой Т. В.

занимают *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, их доля варьирует от 38 до 95% общей биомассы макрофитов, тогда как вклад эпифитов изменяется от 4 до 59% общей биомассы макрофитов. Показательно, что количественные значения общей биомассы макрофитобентоса и доли преобладающих видов при увеличении глубины незначительно снижаются, а вклад эпифитирующей синузии возрастает. На глубине 3 м встречается *Phyllophora crispa*. Среди эпифитов доминирует *Vertebrata subulifera* и *Laurencia obtusa* (Huds.) J. V. Lamour., отмечена *Stilophora tenella* (Esper) P. C. Silva.

4. Подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или падина павлинья и диктиота ленточная) (рисунок 3.4) занимает прибрежную зону от м. Лукулл до Языковой балки на глубинах 0,5–5 м, также в районе Языковой балки на глубинах 3–10 м. Подводный склон отмельный. Подводная приурезовая зона представлена песчаными отложениями с незначительной примесью гальки. В прибрежье сосредоточено нагромождение хаотично расположенных плит и глыб конгломератов, которые образуют выступы дна и отдельные пятна (банки). Их вклад не превышает 10–15% общей площади этих участков. Общая биомасса макрофитобентоса, зарегистрированного на твердых включениях достигает 6708,1 г·м⁻², при этом доля господствующих *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 81–85% общей биомассы макрофитов. Здесь встречаются сезонно-летние виды падина павлинья (*Padina pavonica* (L.)

Thivy) и диктиота ленточная (*Dictyota fasciola* (Roth) J. V. Lamour.), а также *Ulva intestinalis*, однако, их вклад не превышает 1–2% общей биомассы макрофитов. На талломах *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* произрастают водоросли-эпифиты, состоящие, в основном, из *Vertebrata subulifera* и представителей родов *Laurencia* и *Ceramium*, их доля варьирует в пределах 3–23% общей биомассы макрофитов.



Рисунок 3.4 – Подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или падина павлинья и диктиота ленточная). Фото Панкеевой Т. В.

5. Подводный склон, сложенный глинисто-песчанными отложениями, лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая) занимает прибрежную зону от м. Тюбек до м. Лукулл на глубинах 0,5–5 м. Подводный склон отмелый. Вклад хаотично расположенных глыб на этих глубинах не превышает 5–10% общей площади этого участка. Общая биомасса макрофитобентоса, произрастающего на твердых включениях, достигает $6280,4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, а доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 86–88% общей биомассы макрофитов. Среди зарослей преобладающих видов на глубине до 1 м встречаются куртины однолетней *Ulva intestinalis*. На глубине от 1 до 5 м на слоевищах *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* обильно представлена эпифитная синузия (2–18% общей биомассы макрофитов). Среди эпифитов господствуют *Vertebrata subulifera*, *Laurencia coronopus* и представители рода *Ceramium*.

6. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая* протянулся вдоль всей береговой линии от м. Лукулл до района Языковой балки на глубинах от 5 до 10 м (рисунок 3.5). Значения ПП высокие, незначительно варьируют от 70 до 90%. Общая биомасса макрофитобентоса изменяется в узком интервале от 3142,8 до 3591,0 г·м⁻². В составе сообщества встречаются *Ericaria crinita*, *Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Agardh и *Cladophora dalmatica* Kütz.. Для этого ПЛ характерно мозаичное произрастание господствующих видов. Так, на этих глубинах наибольшая доля *Gongolaria barbata* и *Ericaria crinita* (60–61%), тогда как вклад *Phyllophora crispa* на этих профилях не превышает 10–24% общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитирующих водорослей колеблется в пределах от 6 до 13–27% общей биомассы макрофитов. Среди эпифитов преобладают *Vertebrata subulifera* и *Laurencia obtusa*.

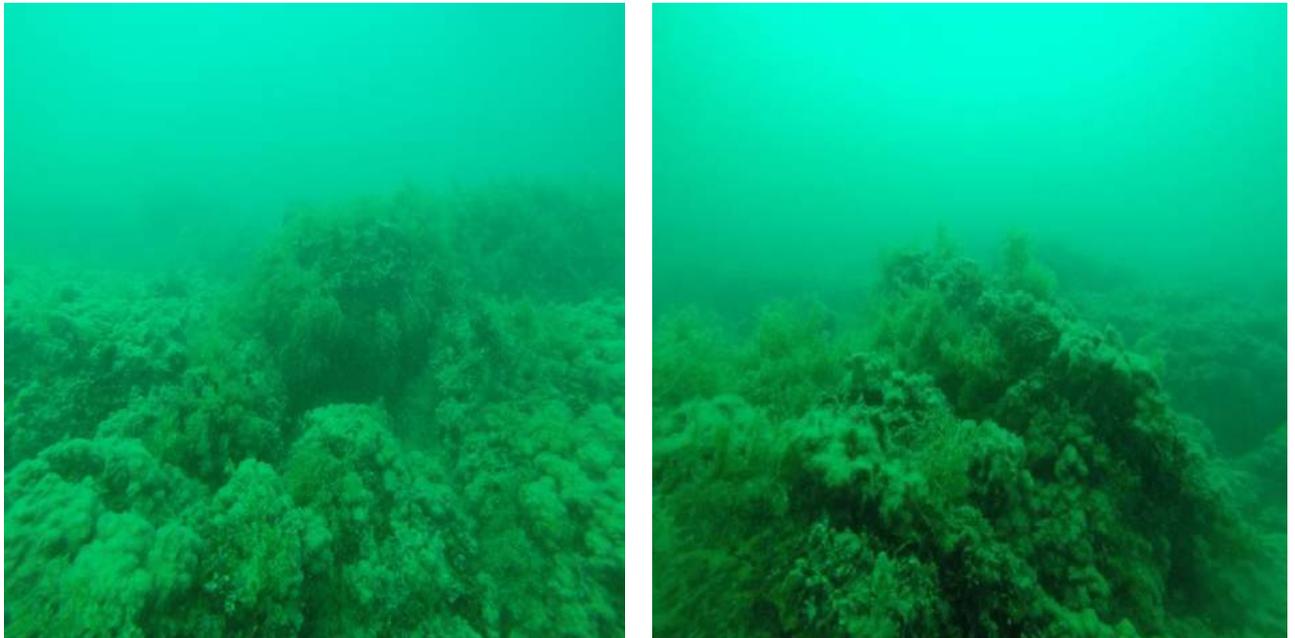


Рисунок 3.5 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (6). Фото Тамойкина И. Ю.

7. *Слабонаклонная равнина, сложенная песчанными отложениями, где донная растительность отсутствует* занимает прибрежную зону от м. Тюбек до м. Лукулл на глубинах 5–10 м.

8. *Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчанными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая* прослеживается вдоль всего побережья от м. Лукулл до Немецкой балки на глубинах 10–15 м. Значения ПП не превышают 30–40%. Общая

биомасса макрофитобентоса незначительно изменяется от 1730,4 до 2951,0 г·м⁻². На этих глубинах существенно возрастает вклад *Phyllophora crispa* (до 54–90%), тогда как доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* уменьшается (до 3–21% общей биомассы макрофитов). В состав альгоценоза входят глубоководные многолетние виды – *Nereia filiformis* (J. Agardh) Zanard. и *Zanardinia typus*. (Nardo) P. C. Silva. Роль эпифитов снижается и колеблется от 4 до 15% общей биомассы макрофитов. Эпифитная синузия представлена, в основном, *Spermothamnion strictum* (C. Ag.) Ardiss.

Формирование западного побережья представляет собой сложный парагенетический процесс, когда сопряжение «абразионно-аккумулятивных пар» происходит каждый раз, в результате чего «один участок интенсивно абродируется, а смежный с ним является аккумулятивным» [66; с. 183]. Своеобразие береговой зоны определило рисунок ландшафтной структуры исследуемой акватории (рисунок 3.1). Так, для прибрежной зоны у мысов характерны ландшафты глыбово-валунного бенча и подводного склона, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Эти ландшафты отличаются высокими значениями биомассы и ПП (40–90%), при этом вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достигает максимальных величин до 95–99%. Вклад эпифитов изменяется от 4 до 59% общей биомассы макрофитов. Между мысами формируются ландшафты подводного склона, сложенные песчаными и глинисто-песчаными отложениями, лишенные донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или павлинья и диктиота ленточная). Для этих ландшафтов характерно низкое ПП (10–15%), однако значения биомассы значительные, доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 81–85%. Вклад эпифитов, произрастающих на слоевищах *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, колеблется от 1 до 23% общей биомассы макрофитов. На глубинах свыше 5 м на формирование ландшафтов существенное влияние оказывает освещенность, которая выступает лимитирующим фактором распределения донной растительности. Так, вдоль береговой линии на глубине от 5 до 10 м расположен ландшафт подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая. Этот ландшафт отличается высоким ПП (70–90%), снижением биомассы и вклада *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* (60–61%), увеличением доли *Phyllophora crispa* (10–24%). Вклад эпифитирующих водорослей колеблется от 6 до 13–27% общей биомассы макрофитов. Ландшафт слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая характеризуется невысокими значениями биомассы, при этом доля *Phyllophora crispa* составляет 54–90%. Роль эпифитов снижается и колеблется от 4 до 15% общей биомассы макрофитов [174].

3.1.2 Южнобережный район

В ландшафтной структуре прибрежной зоны южнобережного района (м. Балаклавский – м. Айя) выделено семь ПЛ с участием доминирующих видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, *Nereia filiformis*, *Zanardinia typus* и *Codium vermilara* (рисунок 3.6, Приложение 3) [127].

1. *Валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей* (рисунок 3.7) представлен фрагментарно вдоль всего побережья, приурочен к микроамфитеатральным эрозионно-тектоническим структурам береговой зоны с «карманными пляжами», встречается на глубинах 0,5–1 м. Его суммарная площадь составляет 0,8 га. Здесь зарегистрированы фитоценозы *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [= *Corallina mediterranea*] и *Dictyota fasciola*+*Padina pavonica*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достигает 85% общих запасов. Для этого ПЛ отмечен максимальный запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* (таблица 3.1), тогда как эти величины для *Padina pavonica* и *Dictyota fasciola* крайне низкие и не превышают 0,003 т·га⁻¹.

2. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и ульвы жесткой* расположен в районе м. Балаклавский на глубинах от 0,5 до 1 м. Его площадь невелика (таблица 3.1). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*–*Ulva rigida*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Ulva rigida* составляет 81 и 17% общих запасов соответственно. На этом ПЛ запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в 1,4 раза ниже, чем эти показатели на предыдущем ПЛ (таблица 3.1), при этом запас фитомассы у *Ulva rigida* С. Agardh. составляет 7,6 т·га⁻¹.

3. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием гонголарии бородатой и ульвы жесткой* (рисунок 3.8). ПЛ отмечен в районе м. Балаклавский на глубинах 1–3 м (таблица 3.1). Подводный склон приглубый. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Gongolaria barbata*–*Ulva rigida*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Ulva rigida* составляет 68 и 27% общих запасов соответственно. Величина запаса фитомассы макрофитов соизмерима, а *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* – в 1,3 раза ниже, чем эти показатели на предыдущем ПЛ (таблица 3.1). Запас фитомассы *Ulva rigida* достигает 11,2 т·га⁻¹.

4. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* (рисунок 3.9) имеет широтное простираение вдоль всей береговой линии на глубинах от 0,5 до (5)10 м, за исключением района м. Балаклавский

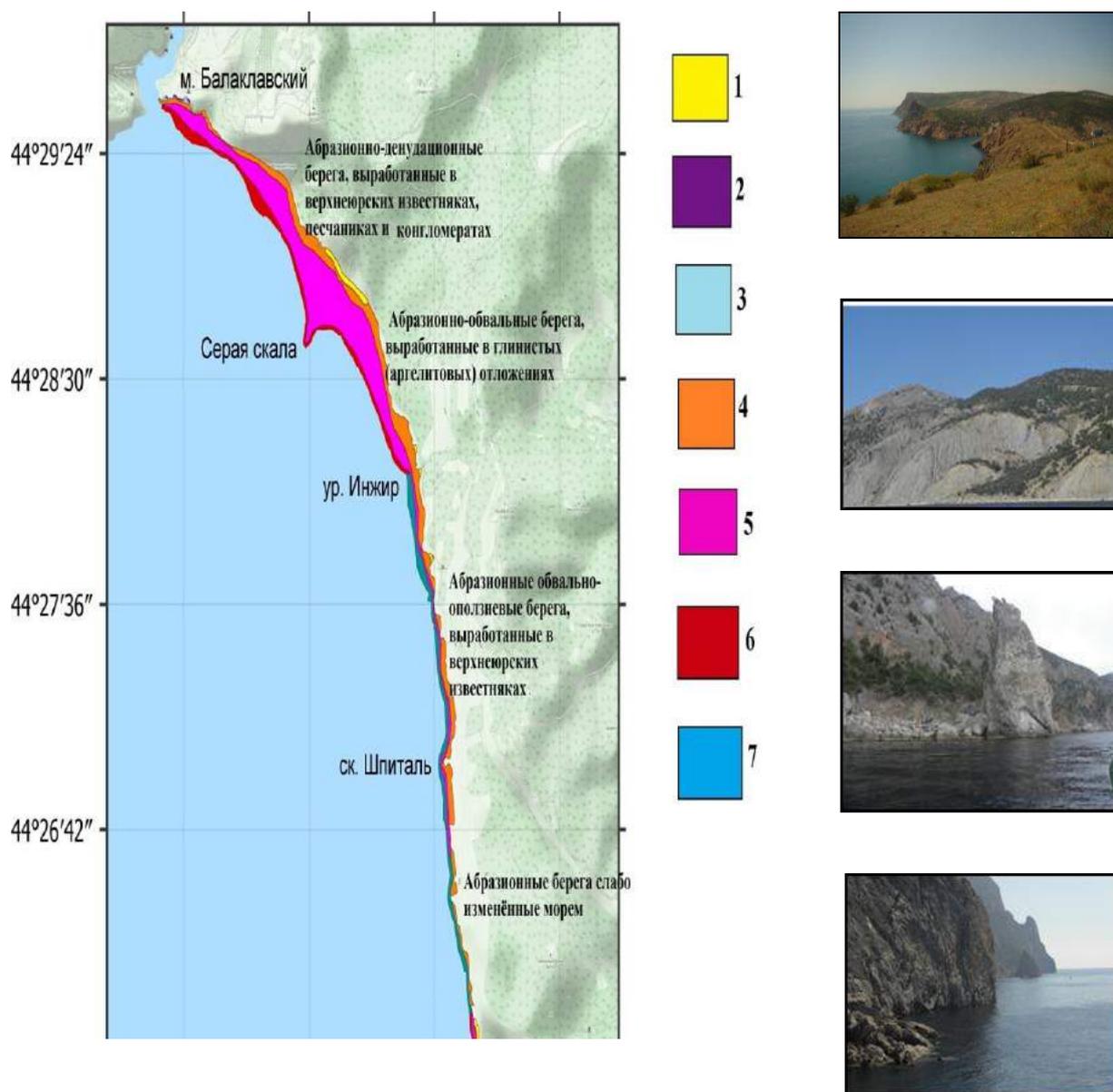


Рисунок 3.6 – Картосхема ландшафтной структуры Южнобережного район (м. Балаклавский – м. Айя, по данным 2015 г.) [127]. Фото Панкеевой Т. В.

Условные обозначения: 1 – валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородастой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей; 2 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и ульвы жесткой; 3 – подводный береговой склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием гонголарии бородастой и ульвы жесткой; 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая; 5 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородастая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 6 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая; 7 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми отложениями с битой ракушей, с преобладанием нерей нитевидной, занардинии типичной, кодиума червеобразного и видов антитамниума.

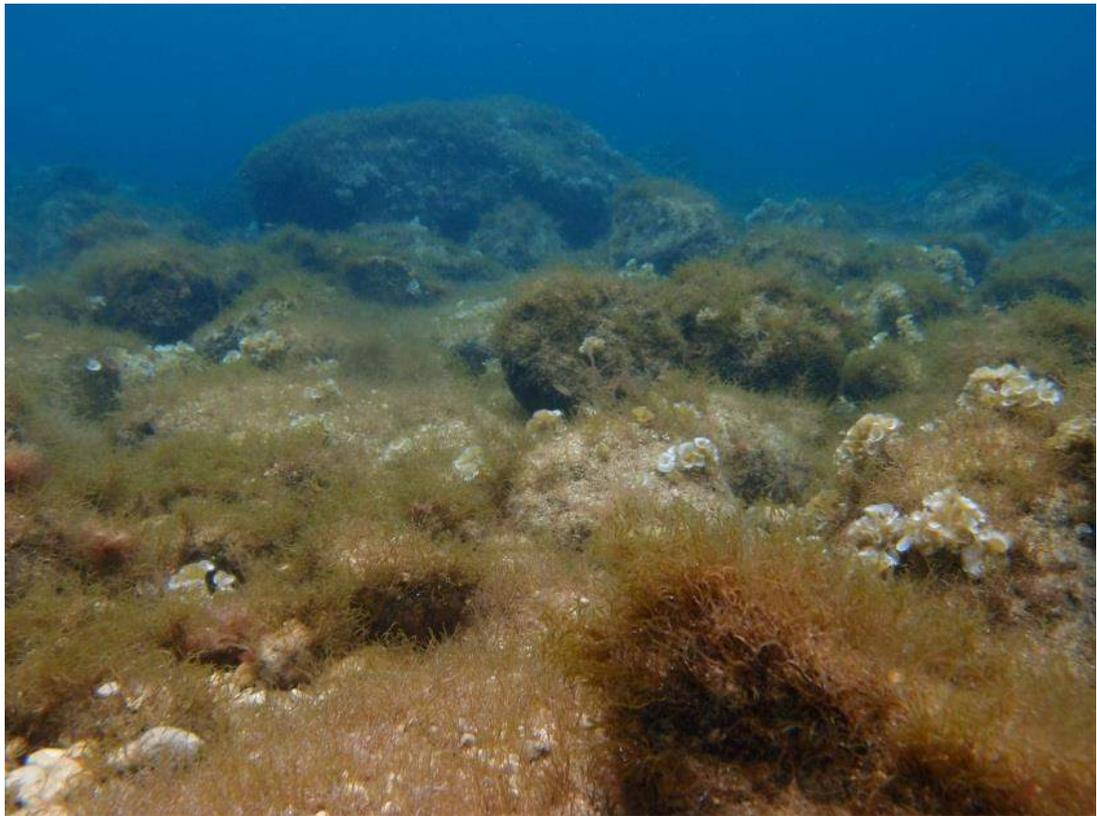


Рисунок 3.7 – Валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей. Фото Федорова В. Г.

Таблица 3.1 – Распределение запасов макрофитов и доминирующих видов водорослей в ПЛ юго-восточного побережья юго-восточной части г. Севастополя (м. Балаклавский – м. Айя)

ПЛ	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
			макрофитов	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
1	0,5–1	0,8	61,3	52,2	0
2	0,5–1	0,1	44,7	36,2	0
3	1–3	0,5	41,2	28,2	0
4	0,5–5(10)	47,6	34,8	23,2	1,3
5	5(10)–15	73,9	21,9	11,5	2,4
6	15–20	25,2	26,9	5,2	9,6
7	15–35	–	0,06	0	0

Примечание к таблице. Нумерация и описание ПЛ соответствует сведениям, представленным в тексте и на рисунке 3.6. Прочерк – отсутствие данных.



Рисунок 3.8 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием гонголарии бородатой и ульвы жесткой. Фото Федорова В. Г.

(глубины 0,5–3 м) и отдельных фрагментарных участков побережья (глубины 0,5–1 м). Подводный склон приглубый. Доля площади этого ПЛ достигает 32% общей площади акватории (таблица 3.1). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 67% общих запасов. Запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в 1,2 раза ниже, чем эти показатели в предыдущем ПЛ. Запас фитомассы *Phyllophora crispa* минимальный (табл. 3.1).

5. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая имеет широтное простираие вдоль береговой линии на глубинах 5(10)–15 м, за исключением участка от ск. Шпиталь до м. Айя. Подводный склон крутой, характерно чередование отдельно стоящих глыб, диаметром до 10 м, с участками, сложенными галечно-гравийными отложениями. Площадь ПЛ достигает половину общей площади акватории (таблица 3.1). Характерно, что 85% площади этого ПЛ сосредоточено на участке м. Балаклавский – ур. Инжир. Здесь зарегистрированы фитоценозы *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* и

(*Cystoseira barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Cladophora dalmatica*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* составляет 52 и 11% общих запасов соответственно. Запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* наименьший, по сравнению с этими же показателями на предыдущих ПЛ, при этом запас фитомассы *Phyllophora crispa* почти вдвое выше, чем эта величина на предыдущем ПЛ (таблица 3.1).



Рисунок 3.9 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Фото Федорова В. Г.

6. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (рисунок 3.10) отмечен фрагментарно на глубинах 15–20 м (таблица 3.1). Рельеф дна представляет выровненную слабонаклонную поверхность. Его суммарная площадь составляет 25,2 га, при этом 96% площади этого ПЛ сосредоточено на участке м. Балаклавский – ур. Инжир. Остальная площадь ПЛ приходится на район м. Айя. Зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa*. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* достигает 19 и 36% общих запасов соответственно. Здесь отмечен максимальный запас фитомассы *Phyllophora crispa* и минимальный – *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, по сравнению с этими же показателями на других ПЛ (таблица 3.1).

7. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, и с преобладанием нереи нитевидной, занардинии титичной, кодиума червеобразного и видов антитамниума (рисунок 3.11) характерен для участка ур.

Инжир–м. Айя, описан на глубинах 15–35 м. В рельефе дна выражена выровненная равнина, где встречаются отдельно расположенные глыбы диаметром до 3 м. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Nereia filiformis*+*Zanardinia tytus*+*Codium vermilara*. Запас фитомассы макрофитов не превышает $0,06 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (таблица 3.1).



Рисунок 3.10 – Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая. Фото Федорова В. Г.



Рисунок 3.11 – Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, с преобладанием видов нерейи нитевидной, занардинии типичной, кодиума червеобразного и видов антитамниума. Фото Федорова В. Г.

Таким образом, в ландшафтной структуре доминируют ПЛ подводного склона, где представлены ерикариево-гонголариевые и ерикариево-гонголариево-филлофоровые фитоценозы, и слабонаклонной равнины, где распространены филлофоровые и нерейя-занардиниево-кодиумовые фитоценозы. Наибольшие показатели площади и высокие значения запаса фитомассы макрофитобентоса характерны для следующих ПЛ:

1. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (глубины 0,5–5(10) м). Запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* составляет 34,8; 23,2 и 1,3 т·га⁻¹ соответственно. Его площадь превышает треть общей площади исследуемой акватории.

2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (глубины 5(10)–15 м). Запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* составляет 21,9; 11,5 и 2,4 т·га⁻¹ соответственно, при этом площадь ПЛ достигает половины общей площади акватории.

3. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (глубины 15–20 м). На этом ПЛ зарегистрированы максимальный запас фитомассы *Phyllophora crispa* (9,6 т·га⁻¹) и минимальный – *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* (5,2 т·га⁻¹). Площадь ПЛ составляет четверть общей площади акватории.

Известно, что ведущую роль, влияющую на распространение и распределение донной растительности по глубинам, оказывают рельеф, литология пород и тип донных осадков подводного берегового склона. Так, на черноморском побережье Кавказа было показано изменение состава и структуры фитоценозов филлофоры и «цистозир» и их биомассы в зависимости от разных форм рельефа грядового бенча [27; 93; 237]. Авторами было отмечено, что рельеф дна опосредованно воздействует на распределение запасов донной растительности через изменения освещенности, гидродинамических условий, температурного и гидрохимического режимов. В то же время между строением подводного склона и рельефом надводной части берега существует тесная взаимосвязь [27]. Таким образом, рельеф береговой зоны может выступать индикатором ПЛ и соответственно влиять на распространение макрофитов и их запасов в прибрежной зоне. Побережье изучаемого района отличается сложным геолого-геоморфологическим строением надводной части береговой зоны, что оказывает существенное влияние на рельеф подводного склона. В целом, для береговой зоны Южнобережного района (м. Балаклавский – м. Айя) характерны абразионно-денудационные берега, преобладают крутые обрывистые клифовые склоны до высоты 300–500 м, отмечена

высокая активность гравитационных процессов. На побережье выражен глыбовый бенч, подводный склон круто опускается на глубину 20–40 м, что приводит к резкому сужению фитали. Морфометрические особенности подводного склона варьируют по участкам в зависимости от типа берега. Так, для абразионно-обвальных берегов (участок 1, 2) в глинистых отложениях, подводный склон отличается незначительным уклоном, достигающим до глубин 13–15 м. Для абразионно-денудационных берегов (участок 3) в верхнеюрских известняках, подводный склон приглубый, типичны глыбовые навалы и резкий свал глубин от 10 до 25 м. Абразионно-денудационные берега малоизмененные морем находятся на участке 4. Подводный склон крутой, осложненный навалом глыб с диаметром до 10 м, резкий свал глубин до 20–25 м.

В связи с этим, для ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* значительно изменяется по участкам от 20,5 до 66,8 и от 13,7 до 51,1 т·га⁻¹ соответственно (таблица 3.2). Максимальные величины обоих показателей выявлены на участке 2, где отмечен широкий, пологий склон с выраженными подводными грядами, а минимальные – для участка 4, где зарегистрирован резкий свал глубин.

Для подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая выявлено крайне неравномерное соотношение распределения запасов ключевых видов макрофитов (таблица 3.3). Так, на участках, где господствуют валунно-глыбовые отложения, доминируют *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, при этом вклад *Phyllophora crispa* незначителен, из-за приуроченности ее распространения к гравийно-песчаным донным осадкам с примесью битой ракушки. Например, на участках 2, 3 запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и ее вклад в общие запасы изменяются в пределах 8,0–13,8 т·га⁻¹ и 56–71%, тогда как филлофоры – от 0,9 до 1,3 т·га⁻¹ и от 5 до 8% соответственно. В то же время в районе мысов Балаклавский (участок 1) и Айя (участок 4), где галечно-гравийные донные осадки преобладают над псефитовыми отложениями, эти показатели *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* колеблются в интервале 5,0–7,7 т·га⁻¹; 25–37% и 5,6–9,9 т·га⁻¹; 27–50% соответственно.

Ландшафт слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушкой, где доминирует филлофора курчавая характерен для всех типов берегов, за исключением участка 3. Запас фитомассы макрофитов и филлофоры колеблется от 32,8 и 19,5 т·га⁻¹ (участок 2) до 11,1 и 4,6 т·га⁻¹ (участок 1) соответственно. На этом ПЛ отмечен максимальный запас фитомассы *Phyllophora crispa* и минимальный – *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, по сравнению с этими же показателями на других ПЛ (участок 4) (таблица 3.4).

Таблица 3.2 – Распределение запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на подводном склоне, сложенном грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая

Участок	Тип берега	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
				макрофитов	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
1. м. Балаклавский – Серая скала	Абразионно-денудационные берега в верхнеюрских известняках, песчаниках и конгломератах	0,5–10	21,9	30,1	17,4	2,1
2. Серая скала – ур. Инжир	Абразионно-обвальные берега в глинистых отложениях	0,5–5	5,8	66,8	51,1	0,3
3. ур. Инжир – ск. Шпиталь	Абразионные обвальноподолзневые берега в верхнеюрских известняках	0,5–10	16,0	32,9	23,2	0,8
4. ск. Шпиталь – м.Айя	Абразионные берега слабо измененные морем	0,5–5	3,9	20,5	13,7	0,4

Исследуемая береговая зона сохраняет ландшафтные структуры, свойственные Южному берегу Крыма, где определяющим фактором рельефообразования побережья являются унаследованные дифференцированные тектонические движения. Под воздействием этого фактора формируются участки побережья, приуроченные к микроамфитеатральным эрозионно-тектоническим структурам, где образуются «карманные пляжи», в вершине которых на глубине 0,5–1 м представлены ПЛ с зарослями *Padina pavonica* и *Dictyota fasciola*.

Таблица 3.3 – Распределение запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на подводном склоне, сложенном грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая

Участок	Тип берега	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
				макрофитов	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
1. м. Балаклавский – Серая скала	Абразионно-денудационные берега в верхнеюрских известняках, песчаниках и конгломератах	10–15	16,4	21,0	7,7	5,6
2. Серая скала – ур. Инжир	Абразионно-обвальные берега в глинистых отложениях	5–13	46,5	24,6	13,8	1,3
3. ур. Инжир – ск. Шпиталь	Абразионные обвально-оползневые берега в верхнеюрских известняках	10–15	9,7	11,2	8,0	0,9
4. ск. Шпиталь – м.Айя	Абразионные берега слабо измененные морем	5–10	1,3	20,0	5,0	9,9

Однако, как показывают исследования, в настоящее время на состав и структуру донных фитоценозов, распределение запасов макрофитобентоса в границах фитали существенное влияние оказывают кризисные изменения морской среды и экологическое состояние береговой зоны, которая испытывает конфликтное природопользование [159]. Так, в районе м. Балаклавский на глубине 0,5–3 м зарегистрированы ПЛ, где на глыбово-валунном бенче и подводном склоне, сложенном глыбово-валунными отложениями, доминирует, помимо *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, *Ulva rigida*, что свидетельствует о повышенной степени загрязнения акватории, связанной со сбросом хозяйственно-бытовых стоков.

На основе полученных результатов, выявлено, что на формирование ландшафтной структуры прибрежной зоны исследуемого района существенное влияние оказывает сложное геолого-геоморфологическое строение надводной и подводной части береговой зоны. Показано, что тип берега является, с одной стороны, индикационным признаком особенностей рельефа и донных отложений подводного берегового склона, которому соответствуют характерные фитоценозы макрофитов, а, с другой стороны, определяет распределение запасов донной растительности. Максимальные запасы макрофитов, ерикарии косматой, гонголарии бородатой и филлофоры курчавой зарегистрированы на участках с абразионно-обвальными берегами,

Таблица 3.4 – Распределение запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на слабонаклонной равнине, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая

Участок	Тип берега	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т/га		
				макрофитов	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
1. м. Балаклавский – Серая скала	Абразионно-денудационные берега в верхнеюрских известняках, песчаниках и конгломератах	15–20	17,1	11,1	5,4	4,6
2. Серая скала – ур. Инжир	Абразионно-обвальные берега в глинистых отложениях	13–15	7,1	32,8	14,2	19,5
4. ск. Шпиталь – м. Айя	Абразионные берега слабо измененные морем	10–15	0,9	28,5	3,7	20,3

минимальные – на участках с абразионными берегами слабо измененными морем. Наибольший и наименьший запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* приурочены к участкам на тех же берегах. Максимальный запас фитомассы *Phyllophora crispa* характерен на участке с абразионными берегами слабо измененными морем. Тип природопользования оказывает локальное воздействие на ландшафтную структуру, что обусловлено сложившимся водохозяйственно-рекреационно-природоохранным конфликтом на исследуемом побережье.

3.2 Ландшафтная структура бухт

На основе проведенных гидрботанических и ландшафтных исследований бухт Чёрного моря Крымского полуострова на ключевых участках (*ключевые участки 1, 6, 8, 10*, приложения А, М) выявлено, что основу «ландшафтного каркаса» составляют ПЛ:

1. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (глубины 0,5–5(10) м).
2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными

отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (глубины 5(10)–15 м).

3. Слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями, с преобладанием видов морских трав (диапазон глубин распространения этого ПЛ варьирует от 0,5 м до 12(15) м).

Для этих ПЛ характерны наибольшие площади, высокая доля видов-доминантов и наибольшие значения продукционных характеристик макрофитобентоса.

На примере ключевых участков бухт Ласпи (открытая бухта, *ключевой участок 8*) и Круглая (полузакрытая бухта, *ключевой участок 6*) рассмотрены особенности их ландшафтной структуры, показано распространение и распределение макрофитобентоса в ПЛ. Исследуемые бухты различаются водообменном с открытым морем, волновым и гидродинамическим режимом, донными осадками, для них характерны фитоценозы водорослей и морских трав, что отражается на своеобразии ландшафтной структуры

3.2.1 Бухта Ласпи

В ландшафтной структуре акватории открытой бухты Ласпи выделено семь ПЛ с участием доминирующих видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, *Zostera noltei* и *Zostera marina* (рисунок 3.12, приложение И) [160].

1. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой* расположен в северо-западной и юго-восточной части бухты на глубинах 0,5–1 м. Для него характерен глыбовый навал. Площадь ПЛ не превышает 0,8 га (1,5% общей площади акватории бухты). ПП дна макрофитами при увеличении глубины в изучаемом диапазоне снижается в 1,4 раза (таблица 3.5). Здесь представлен фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [=*Corallina mediterranea*]. Его биомасса на участках колеблется в широком интервале, что зависит от объема грубообломочного материала, при этом, доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достаточно высокая (таблица 3.5). Вклад эпифитной синузии составляет 2–13% общей биомассы макрофитов, среди эпифитов преобладает *Vertebrata subulifera*.

2. *Валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей* (рисунок 3.13) занимает восточную часть вершины бухты на глубинах 0,5–1 м (рисунок 3.12). Площадь ПЛ минимальная (0,2% общей площади бухты) (таблица 3.5). ПП при увеличении глубины в изучаемом диапазоне возрастает в 2,8 раза, во столько же повышается и общая биомасса макрофитов (таблица 3.5).

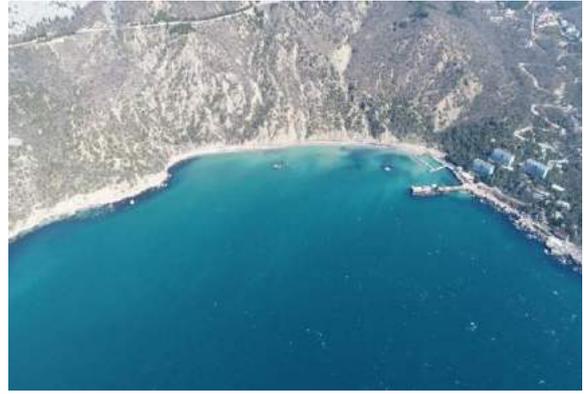
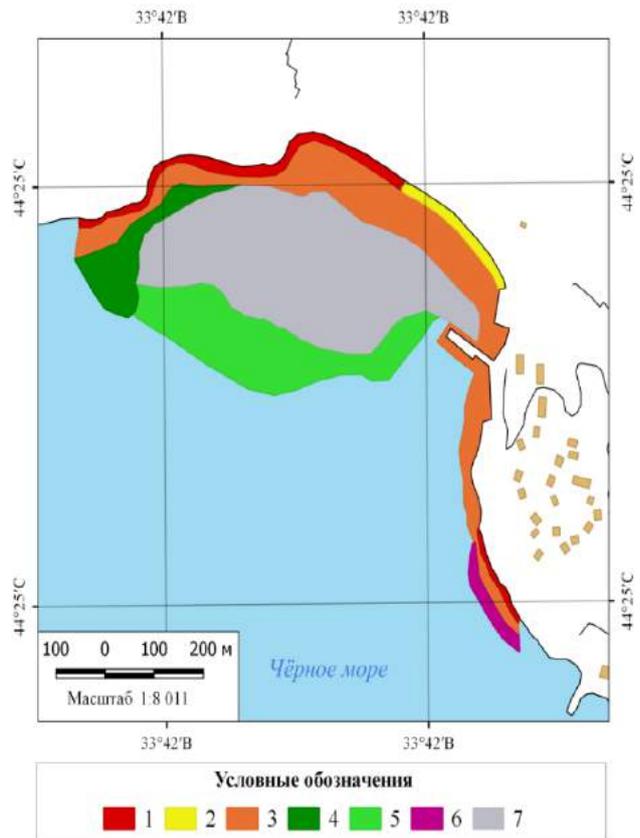


Рисунок 3.12 – Картосхема ландшафтной структуры акватории б. Ласпи (по данным 2016 г.) [160, 180]. Фото Новиков Б. А.

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой, а на илисто-песчаном субстрате доминирует взморник морской; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников; 6 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 7 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности.

Здесь зарегистрированы фитоценозы *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata* – *Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* и *Dictyota fasciola*+*Padina pavonica*. Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достигает значительных величин и варьирует в нешироком интервале (таблица 3.5), при этом вклад *Padina pavonica* и *Dictyota fasciola* не превышает 0,1–0,2% общей биомассы макрофитов. Эпифиты представлены в основном *Laurencia coronopus* (0,4–2% общей биомассы макрофитов).



Рисунок 3.13 – Валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей (2). Фото Панкеевой Т. В.

3. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (рисунок 3.14) расположен вдоль всей береговой линии на глубинах от 0,5 до 5 м, при этом нижняя граница его распространения существенно колеблется в разных частях бухты: в северо-западной, восточной и юго-восточной части доходит до глубины 5 м, а в центральной (вершина бухты) – до глубины 3 м (рисунок 3.12). Подводный склон приглубый. Площадь ПЛ максимальная и достигает 27,9 % общей площади акватории бухты. ПП колеблется в широких пределах, так же как и общая биомасса макрофитов (таблица 3.5). На глыбово-валунных отложениях зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Характерно, что наибольшая величина биомассы макрофитов отмечена в северо-западной части бухты на глубине 3 м, а наименьшая – на этой же глубине в ее центральной части (таблица 3.5). Вдоль всего побережья вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* был высоким. В восточной и юго-восточной части бухты, начиная с глубины 3 м, встречается *Phyllophora crispera*, доля ее участия не превышает 2% общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитной синузии при увеличении глубины в этом диапазоне возрастает почти вдвое (таблица 3.5). Среди эпифитов на глубине до 1 м доминирует

Таблица 3.5 - Изменение ПП, биомассы макрофитов, доли доминирующих и эпифитирующих видов в ПЛ б. Ласпи при увеличении глубины в 2016 г.

ПЛ	Глубина, м	Площадь, га	ПП, %	Биомасса макрофитов, г·м ²	Доля, %			
					<i>Ericaria crinita</i> u <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>	<i>Zostera marina</i> с	эпифитов
1	0,5–1	0,8	100–70	10399,3±1385,5– 4763,1±688,6	96–87	0	0	2–13
2	0,5–1	0,1	25–70	2007,4±400,2– 5546,0±1221,9	95–93	0	0	4–2
3	0,5–5	15,2	10–90	600,5±191,1– 7891,4±676,9	87–75	0–2	0	13–23
4	5–10	3,1	55–65	4210,4±360,0– 928,9±108,9	61–35	0–4	25	38–20
5	10–15	13,6	30–70	143,1±55,8– 532,9±31,9	0–2	0	80–78	6–0
6	5–10	10,0	90–80	3524,3±723,6– 1097,0±136,6	57–47	9–29	0	34–23
7	3–10	11,6	0	0	0	0	0	0

Примечание: нумерация и описание ПЛ соответствует сведениям, представленным на рисунке 3.12

Ceramium virgatum Roth. (3–8% общей биомассы макрофитов), тогда как на глубинах 3–5 м преобладает *Vertebrata subulifera* (14–19% общей биомассы макрофитов).

4. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой, а на илесто-песчанном субстрате доминирует взморник морской занимает северо-западную часть бухты на глубинах от 5 до 10 м (рисунок 3.12). Подводный склон приглубый, отмечен глыбовый навал. Нижняя часть подводного склона относительно выровнена, сложена илесто-песчаными и песчаными отложениями с отдельно расположенными глыбами. Площадь ПЛ составляет 5,7% общей площади бухты (таблица 3.5). Значения ПП относительно невысокие. На глыбовом субстрате зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Доля участия *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* снижается в 1,7 раза при увеличении глубины в изучаемом диапазоне (таблица 3.5). Обильно представлены эпифиты, среди которых доминируют *Vertebrata subulifera* (11–35% общей биомассы макрофитов) и виды *Acrochaetium* (1–15% общей биомассы макрофитов). Фитоценоз морской травы *Zostera marina* встречается фрагментарно. Он характерен для нижней части подводного склона, который представляет переходную зону от склона к равнине. В сложении этого фитоценоза на долю эдификатора приходится 25% общей

биомассы макрофитов. Между растениями *Zostera marina* на грубообломочном субстрате и битой ракушке мозаично располагаются группировки водорослей, в состав которых входит *Ulva rigida* (4% общей биомассы макрофитов), *Phyllophora crispa* (4% общей биомассы макрофитов) и *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje (5% общей биомассы макрофитов).



Рисунок 3.14 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Фото Панкеевой Т. В.

5. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников (рисунок 3.15) расположена в центральной части бухты на глубинах от 10 до 15 м (рисунок 3.12). Рельеф представляет выровненную поверхность с илесто-песчаными донными осадками, характерны слабо выраженные знаки ряби (рифели). Площадь ПЛ составляет четверть общей площади акватории бухты. ПП при увеличении глубины возрастает более чем в 2 раза (таблица 3.5). Зарегистрирован фитоценоз *Zostera marina*. Его биомасса при возрастании глубины в изучаемом диапазоне повышается в 3,7 раза (таблица 3.5). Доминирующая роль принадлежит эдификатору фитоценоза (78–80% общей биомассы макрофитов). В структуре сообщества представлены *Zostera noltei* (11% общей биомассы макрофитов), *Codium vermilara* (7% общей биомассы макрофитов) и литофитная форма *Vertebrata subulifera* (12% общей биомассы макрофитов). Характерно, что на глубине 10 м морские травы обильно обросли *Eudesme virescens* (Charmichael ex Berkeley) J. Ag. (таблица 3.5).

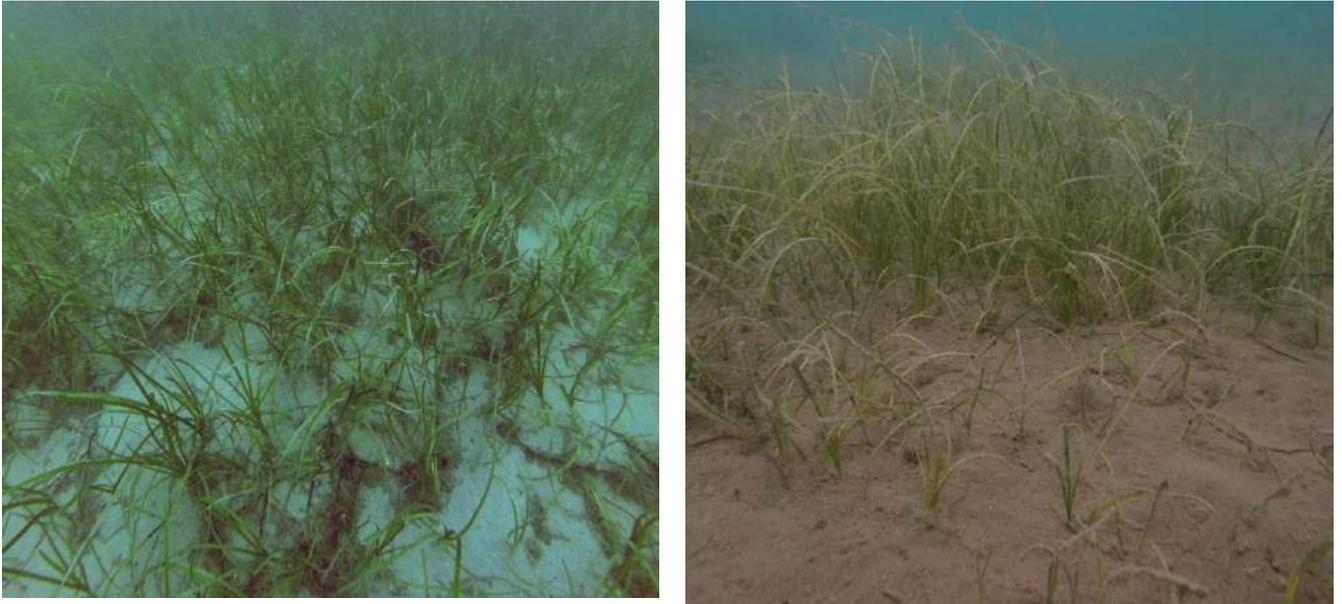


Рисунок 3.15 – Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями, с преобладанием взморника морского. Фото Шапкина Д.

6. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая занимает юго-восточную часть бухты на глубинах от 5 до 10 м (рисунок 3.12). Литологический состав дна разнороден, в его рельефе отмечены крутые склоны с хаотично расположенными глыбами, валунами и участки относительно выровненных абразионно-аккумулятивных террас. Площадь ПЛ не превышает 18% общей площади бухты. Значения ПП довольно высокие, что объясняется незначительной глубиной произрастания водорослей (таблица 3.5). На глыбовом субстрате представлен фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata* – *Cladostephus spongiosus* – *Ellisolandia elongata*, а на галечно-гравийных с битой ракушей отложениях – (*Gongolaria barbata*) – *Phyllophora crispa* – *Cladophora dalmatica*. Биомасса ерикариево-гонголариевого и ерикариево-гонголариево-филлофорового фитоценозов снижается более чем в 3 раза при увеличении глубины (таблица 3.5). Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* незначительно уменьшается (в 1,2 раза), а *Phyllophora crispa* – возрастает (в 3,2 раза) в изучаемом интервале глубин (таблица 3.5). Характерно, что в сложении биомассы ерикариево-гонголариево-филлофорового фитоценоза высока доля участия видов *Ellisolandia*, которая превышает 5% общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитной синузии высокий, среди эпифитов преобладают *Vertebrata subulifera* (27% общей биомассы макрофитов) и виды *Acrochaetium* (5–17% общей биомассы макрофитов).

7. Слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности (рисунок 3.16) занимает центральную часть бухты на глубинах 3–10 м (рисунок 3.12). Рельеф представляет выровненную поверхность, сложенную илисто-песчаными донными осадками, осложненную волновыми формами микрорельефа – рифелями, высота которых достигает 20 см. Площадь ПЛ достигает пятой части общей площади акватории бухты (таблица 3.5).



Рисунок 3.16 – Слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности. Фото Шапкина Д.

Анализ полученных результатов показал, что типичным ПЛ в б. Ласпи, как и для всего крымского побережья, является подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. ПЛ имеет наибольшие показатели площади и высокие значения биомассы макрофитов, при этом вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 75–87% общей биомассы (таблица 3.5). ПЛ глыбово-валунного и валунно-глыбового бенча распространены на глубинах 0,5–1 м фрагментарно. На этом субстрате также доминируют *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, доля которых достигает максимальных величин (93–95% общей биомассы макрофитов) (таблица 3.5). ПЛ, расположенные в северо-западной и юго-восточной части бухты на глубинах от 5 до 10 м, отличаются неоднородностью литологических отложений и соответственно характеризуются разнообразием и мозаичностью структуры донной растительности. В обеих

частях бухты на глыбовом субстрате сформировался ПЛ с преобладанием *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, где их доля варьирует от 35 до 61 % общей биомассы макрофитов (таблица 3.5). В северо-западной части бухты на илисто-песчаных отложениях зарегистрирован ПЛ, где встречаются *Zostera marina*, вклад которой достигает 25 % общей биомассы макрофитов. Следует отметить, что для черноморского побережья совместное произрастание *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Zostera marina* является нетипичным. Подобный состав и структура макрофитобентоса в этой части бухты обусловлены аккумуляцией илисто-песчаных отложений, что свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории. В юго-восточной части бухты на галечно-гравийных с битой ракушей отложениях выделен ПЛ, где встречается *Phyllophora crispa*, доля которой достигает 9–29% общей биомассы. Ерикариево-гонголариево-филлофоровые фитоценозы являются характерными для черноморского побережья Крыма [76]. На существование «переходной полосы», где на одной глубине встречаются одновременно несколько фитоценозов, обращала внимание А. А. Калугина-Гутник еще в конце прошлого века [76]. Эта промежуточная зона ранее простиралась на глубинах 15–(18)20 м. По данным У. В. Симаковой эти участки представляют «экоклин» – зону с постепенным изменением состава донной растительности вдоль градиента освещенности. В настоящее время эта зона сместилась на глубинах 7–10 м [237].

Для открытого типа бухт, расположенных в юго-западной части Крыма, ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной илисто-песчаными отложениями с преобладанием видов взморников, считается редким. В бухте для этого ПЛ характерны невысокие значения биомассы макрофитов на довольно значительной площади, при этом основной вклад (78–80%) в их общую биомассу вносит *Zostera marina* (таблица 3.5). В центральной части бухты сформировался ПЛ, где донная растительность отсутствует, что, возможно, также свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории.

Доля эпифитирующих водорослей в структуре фитоценозов бухты варьирует в широком интервале (0–38% общей биомассы макрофитов) (таблица 3.5). Высокие значения вклада эпифитов, вероятно, являются откликом растительной компоненты ПЛ на повышение уровня трофности вод из-за возросшей антропогенной нагрузки и объемов хозяйственно-бытовых стоков, поскольку эти водоросли имеют более высокую скорость роста и большую удельную поверхность слоевищ, которая способна поглощать биогены, по сравнению с *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* [121]. В тоже время на небольшой глубине (глубины 0,5–1 м) доля эпифитов значительно ниже (2–13% общей биомассы макрофитов) (таблица 3.5). Здесь развитию эпифитной синузии, по-видимому, препятствуют гидродинамические условия и быстрый вынос поступающих биогенов, а также доминирование в популяции *Ericaria crinita* и

Gongolaria barbata ювенильных растений, средний возраст которых редко превышает 2–3 года [112].

Пространственное распределение ПЛ в бухте обусловлено влиянием морского волнения открытого моря. Так, для ее центральной части, где фронты волн открытого моря почти не изменяются, отмечен полосчатый тип взаиморасположения ПЛ. В этой части бухты доминирующими является ПЛ слабонаклонной равнины, где преобладают морские травы (глубины 10–12 м) или растительность отсутствует (3–10 м). У мысов, где происходит рефракция волн, наблюдается мозаичное расположение ПЛ. В прибрежной зоне у мысов расположены ПЛ скально-псефитовых подводных склонов с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой (0,5–5 м). Вниз по профилю подводного склона формируются ПЛ, где на грубообломочных отложениях доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая, а на выровненных участках, сложенных илесто-песчаными донными осадками, преобладает взморник морской и взморник Нольта (5–10 м), тогда как на галечно-гравийных отложениях – филофора курчавая (5–10 м). Формирование этих ландшафтов происходит под влиянием вдольбереговых наносов [160].

3.2.2 Бухта Круглая

В ландшафтной структуре полузакрытой бухты Круглой выделено десять ПЛ с участием доминирующих видов макрофитобентоса (рисунок 3.17, приложение Е): *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, *Zostera noltei* и *Stuckenia pectinata* (L.) Börner = *Potamogeton pectinatus* L. [161].

1. Глыбово-валунная отмостка и выходы коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой расположен вдоль восточного и западного побережья, за исключением вершины (южной) части бухты, на глубинах 0,5–1 м (рисунок 3.17). Подводная приурезовая зона представлена слабоокатанными глыбами, валунами с незначительной примесью гальки, которые подстилаются сарматскими слоистыми известняками. Размеры обломочного материала составляют 1–1,5 м, а отдельные глыбы достигают в диаметре 2–3 м. Общая площадь этого ПЛ небольшая (2,2 % общей площади акватории бухты) (таблица 3.6). Здесь представлен фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [= *Corallina mediterranea*]. Его биомасса колеблется в широком интервале, доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* довольно высокая (таблица 3.6). На этом ПЛ обнаружена *Ulva rigida*, вклад которой изменяется от 0,1 до 6,9 % общей биомассы макрофитов.

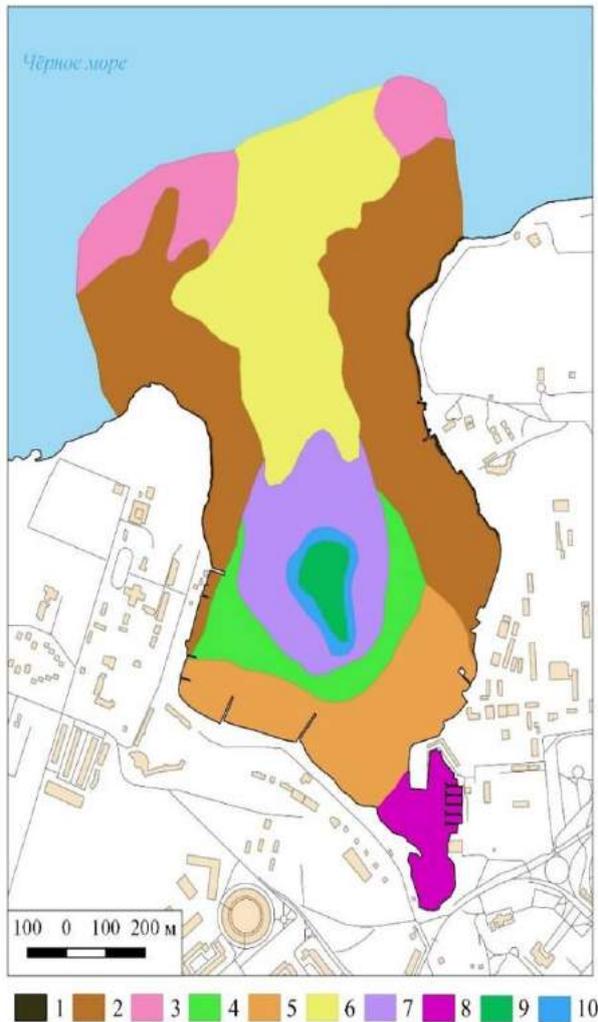


Рисунок 3.17 – Картосхема ландшафтной структуры б. Круглая (по данным 2018 г.) [161]

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунная отморстка и выходы коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 4 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными донными осадками, где доминирует взморник Нольта; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная песчано-глинистыми отложениями с господством морских трав (взморника Нольта и рдеста гребенчатого); 6 – слабонаклонная равнина, сложенная песчано-гравийными отложениями, лишенная донной растительности; 7 – слабонаклонная равнина с выходами коренных пород, где разреженно встречаются ерикария косматая и гонголария бородатая, а на песчано-илестом субстрате единично произрастает взморник Нольта; 8 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с деградированным сообществом макрофитов; 9 – вершина подводной гряды с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 10 – подводные склоны гряды, сложенные грубообломочными отложениями с выходами коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой.

Таблица 3.6 – Площадь, биомассы макрофитов, доли доминирующих видов водорослей и их эпифитов в ПЛ с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой и филлофоры курчавой в б. Круглая

ПЛ	Площадь, га	Глубина, м	Биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %		
				<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispera</i>	Эпифитов
1	2,2	0,5–1	7734,8±1210,3– 2906,4±370,8	91,9–55,1	0–0,3	4,6–39,7
2	30,8	1–7(10)	7036,0±876,2– 1108,0±148,3	87,6–61,4	0,1–9,7	10,3–38,4
3	10,0	10–15	651,5±138,9– 900,4±125,7	25,1–0	52,6–88,1	21,9–11,8
9–10	1,5	0,5–1	4964,4±534,8– 4991,6±624,7	86,4–85,0	0,2–0	11,6–12,7

Доля участия эпифитной синузии в общей биомассе макрофитов значительно варьирует (таблица 3.6). Среди эпифитирующих видов водорослей преобладают *Vertebrata subulifera* (0,4–16,0 % общей биомассы макрофитов) и *Sphacelaria rhizoides* (Roth) C. Ag. (0,9–30,9 % общей биомассы макрофитов).

2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (рисунок 3.17) описан вдоль западного и восточного побережья, за исключением вершины (южной) части бухты, на глубинах 1–7(10) м (рисунок 3.18). Подводный склон приглубый. В геологическом строении подводного склона принимают участие породы верхнего миоцена, представленные сарматскими слоистыми известняками, перекрытые чехлом четвертичных и современных накоплений делювиально-пролювиального и техногенного генезиса. Общая площадь этого ПЛ наибольшая и составляет свыше 30% общей площади акватории бухты (таблица 3.6). Здесь также зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Его биомасса широко колеблется по глубинам и участкам. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на ПЛ достигает высоких значений (таблица 3.6). Доля *Phyllophora crispera* в общей биомассе макрофитов существенно возрастает с увеличением глубины. Вклад эпифитной синузии в общую биомассу макрофитов довольно значительный (таблица 3.6). Среди эпифитов обильно представлены *Vertebrata subulifera* (1,5–23,2% общей биомассы макрофитов) и *Sphacelaria rhizoides* (0,4–31,5% общей биомассы макрофитов).



Рисунок 3.18 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Фото Шапкина Д.

3. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая зарегистрирован в районе внешних мысов западного и восточного побережья на глубинах от 10 до 15 м (рисунок 3.19). Для рельефа дна характерны выходы сарматских известняков в виде плит с гребнями, здесь представлен фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Межрядовые понижения заполнены мелкообломочным материалом с включением детритуса ракуши, где зафиксирован фитоценоз *Phyllophora crispa*. Общая площадь ПЛ составляет почти 10% общей площади акватории бухты (таблица 3.6). Биомасса макрофитобентоса колеблется в узком диапазоне, при этом ее наибольшая величина отмечена на западном мысе на глубине 15 м, а наименьшая – на восточном мысе на глубине 10 м (таблица 3.6). Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* значительно ниже по сравнению с этим же показателем у филлофоры. Характерно, что в эпифитную синузию, основной вклад вносит сезонно-зимний вид *Ectocarpus* sp. (11,8–19,3% общей биомассы макрофитов).

4. Слабонаклонная равнина, сложенная песчано-илистыми отложениями, где доминирует взморник Нольта (рисунок 3.20) занимает южную часть бухты на глубинах 3–5 м. Для ПЛ характерна равнина, имеющая уклон к скалистой отмели, расположенной в



Рисунок 3.19 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая. Фото Шапкина Д.

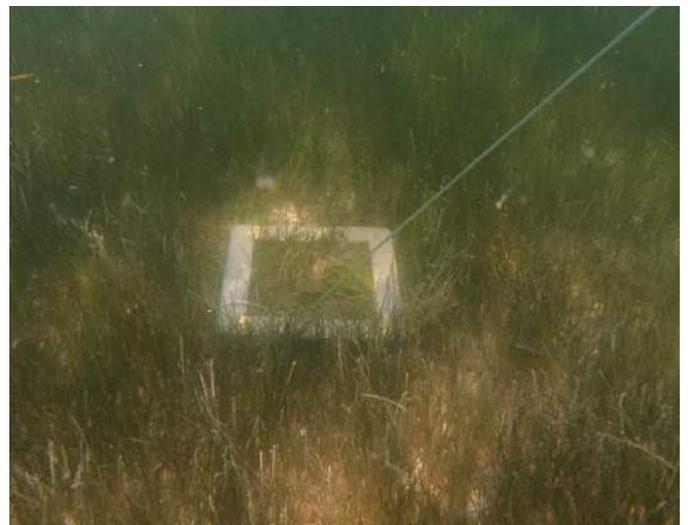


Рисунок 3.20 – Слабонаклонная равнина, сложенная песчано-илистыми отложениями, где доминирует взморник Нольта. Фото Шапкина Д.

центральной части бухты. Наклонная поверхность, в основном, сложена фракциями мелко- и среднезернистого песка. Его площадь не превышает 5% общей площади бухты (рисунок 3.17; таблица 3.7). Здесь зарегистрирован фитоценоз морской травы – *Zostera noltei*. Биомасса макрофитов при увеличении глубины возрастает вчетверо, при этом доминирует эдификатор

фитоценоза (таблица 3.7). Доля участия *Stuckenia pectinata* в южной части бухты на глубине 3 м не превышает 6%, тогда как глубже – встречается единично. Эпифитная синузия развита слабо (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Площадь, биомассы макрофитов, доли ключевых видов и их эпифитов в ПЛ с доминированием морских трав в б. Круглая

ПЛ	Площадь, га	Биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %			
			<i>Zostera noltei</i>	<i>Stuckenia pectinata</i>	<i>Zostera marina</i>	Эпифитов
4	4,7	287,3±63,4– 1111,0±150,3	91,5–99,9	5,3–0	0	2,3–0,1
5	12,8	1253,4±167,3– 1097,0±381,5	64,4–56,8	30,8–37,2	0	1,4–3,6

Примечание: нумерация и описание ПЛ соответствует сведениям, представленным на рисунке 3.15.

5. Слабонаклонная равнина, сложенная песчано-илистыми отложениями с господством морских трав (взморника *Нольта* и рдеста гребенчатого) отмечена в южной части бухты на глубинах 0,5–3 м. Рельеф представляет выровненную поверхность с песчано-илистыми донными осадками. В приурезовой зоне наблюдается дефицит песка, преобладают валуны и крупная галька. Площадь ПЛ составляет около 13% общей площади бухты (таблица 3.7). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Zostera noltei* + *Stuckenia pectinata*. В структуре фитоценоза, кроме доминанта и содоминанта, отмечены виды *Ruppia*, единично встречается *Zostera marina*. Биомасса морских трав варьирует в узком интервале. Доля *Zostera noltei* вдвое выше, чем *Stuckenia pectinata* (таблица 3.7). Среди эпифитов преобладает *Laurencia obtusa* (1,4–3,5% общей биомассы макрофитов).

6. Слабонаклонная равнина, сложенная песчано-гравийными отложениями, лишенная донной растительности занимает северную центральную часть бухты на глубинах 7(10)–15 м. Рельеф представляет выровненную поверхность, сложенную песчано-гравийными осадками. Площадь ПЛ достигает около 20% общей площади бухты.

7. Слабонаклонная равнина с выходами коренных пород, где разреженно встречаются ерикария косматая и гонголария бородатая, а на илистом субстрате единично произрастает взморник *Нольта* расположена в центральной части бухты на глубинах 3–6 м (рисунок 3.17). Для рельефа характерны слабоокатанные глыбы известняков (размер 0,5–1,0 м) в виде

плитообразных обломков. Площадь ПЛ превышает 13% общей площади бухты. Донная растительность представлена мозаично.

8. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с деградированным сообществом макрофитов занимает куттовую часть бухты, представляет выровненную поверхность, сложенную илесто-песчаными донными осадками. Глубина ПЛ не превышает 1–2 м. Площадь ПЛ составляет около 6% общей площади бухты (рисунок 3.17). Здесь разреженно единично встречаются угнетенные или обрывки зеленых видов водорослей и морских трав.

9. Вершина подводной гряды с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой занимает центральную часть бухты и представляет скалистую отмель с глубинами 0,5–0,6 м. Площадь ПЛ незначительная (0,8% общей площади бухты) (рисунок. 3.17; таблица 3.7). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Биомасса макрофитов и вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* высокие. В составе фитоценоза отмечена *Ulva rigida*, доля ее участия составляет 1,5% общей биомассы макрофитов. Среди эпифитов преобладает *Sphacelaria rhizoides* (9,9% общей биомассы макрофитов).

10. ПЛ подводных склонов гряды, сложенных грубообломочными отложениями с выходами коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой расположен вокруг подводной гряды в центральной части бухты на глубине 1 м. Рельеф характеризуется очень крутыми склонами, достигающими глубины 5 м. Площадь ПЛ минимальная (0,7% общей площади бухты) (рисунок 3.17; таблица 3.7). Зафиксирован фитоценоз *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Биомасса макрофитов, вклад в ее структуру *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достаточно высокие, сравнимые с показателями на предыдущем ПЛ. В составе фитоценоза также отмечена *Ulva rigida*, доля ее участия не превышает 0,7% общей биомассы макрофитов. Среди эпифитов преобладает *Sphacelaria rhizoides* (10,0% общей биомассы макрофитов).

На формирование ландшафтной структуры бухты Круглая оказывают влияние особенности гидродинамического режима и динамика вдольбереговых наносов. В глубоководной (глубины до 10–15 м) части акватории бухты формирование ПЛ происходит под воздействием открытого моря. К мысам бухты приурочены ПЛ скально-псефитовых подводных склонов с преобладанием ерикариево-гоноглариевых (0,5–5 м) и ерикариево-гонголариево-филлофоровых (5–10 м) фитоценозов. Показано, что эти ландшафты занимают значительную площадь бухты, отличаются высокими значениями биомассы и вкладов видов-эдификторов. Вниз по профилю подводного склона на выходе из бухты располагается ландшафт слабонаклонной равнины, лишенной растительного покрова (10–15 м). На отмеле подводном

склоне волнение, заходящее в бухту, ослабляется. В результате чего центральная часть бухты имеет спокойный гидродинамический режим, мелководная (глубины до 3–5 м), формируются абразионные и аккумулятивные формы рельефа. Здесь характерны ландшафты слабонаклонной равнины с доминированием морских трав (0,5–5 м), их вклад составляет 96–99% общей биомассы макрофитов. В центре бухты отмечен ландшафт подводной гряды, где преобладают ерикария косматая и гонголария бородатая (9, 10). Вершина бухты Круглая характеризуется слабым водообменном, спокойным гидродинамическим режимом, опреснением и высокой антропогенной нагрузкой. В результате чего, формируются ландшафты слабонаклонной равнины, сложенной илисто-песчаными отложениями с доминированием морских трав и с деградированным сообществом макрофитов [161].

Выводы по главе 3

1. Выявлено, что в ландшафтной структуре Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова преобладают подводные ландшафты с доминирующими видами донной растительности: ерикарии косматой (*Ericaria crinita*), гонголарии бородатой (*Gongolaria barbata*), филлофоры кручавой (*Phyllophora crispa*), нерейи нитевидной (*Nereia filiformis*), занардинии типичной (*Zanardinia typus*), кодиума червеообразного (*Codium vermilara*), взморника морского (*Zostera marina*) и взморника Нольта (*Zostera noltei*). Установлено, что эти ландшафты занимают значительные площади, отличаются высокой долей вклада вида-эдификатора, высокими значениями биомассы и запаса фитомассы, определенным составом и структурой макрофитобентоса. Составлены актуальные карты ландшафтной структуры Чёрного моря для ключевых участков прибрежной зоны Крымского полуострова.

2. Установлено, что в ландшафтной структуре открытых побережий и бухт Чёрного моря на глубинах 0,5–10 м преобладают ландшафты, приуроченные к подводному склону, где доминируют ерикариево-гонголариевые и ерикариево-гонголариево-филлофоровые фитоценозы. Для открытых побережий на глубинах 10–20(30) м характерны ландшафты слабонаклонной равнины, где распространены филлофоровые и нерейя-занардиниево-кодиумовые фитоценозы. Для бухт отмечен ландшафт слабонаклонной равнины, где господствуют сообщества морских трав, диапазон глубин их распространения варьирует от 0,5 м до 12(15) м).

3. Показано, что пространственное распространение и распределение подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова обусловлены геолого-геоморфологическим строением, гидро- и литодинамическими особенностями акватории.

Установлено, что загрязнение морской акватории оказывает существенное влияние на растительную компоненту подводных ландшафтов. Эти изменения касаются флористического состава водорослей и количественных показателей фитоценозов.

4. Выявлено, что геолого-геоморфологическое строение береговой зоны Крымского полуострова является индикационным признаком формирования ландшафтообразующих факторов прибрежья, определяет рисунок ландшафтной структуры и влияет на распределение продукционных характеристик растительной компоненты подводных ландшафтов прибрежной зоны.

ГЛАВА 4 МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

4.1 Пространственно-временные изменения ландшафтной структуры открытых прибрежных зон

В разделе 4.1 приведены результаты исследований многолетней динамики подводных ландшафтов Чёрного моря для ключевых участков открытых побережий Западного (*ключевой участок 3*) и Гераклеийского (*ключевой участок 5*). Исследуемые районы отличаются разными физико-географическими условиями и различной антропогенной нагрузкой.

4.1.1 Западный район

Прибрежная зона м. Коса Северная – м. Толстый занимает западное побережье г. Севастополя (рисунок 4.1, приложение Н). Для береговой зоны характерны активные геолого-геоморфологические, литодинамические и гидродинамические процессы. Побережье преобразовано антропогенной деятельностью, преобладает рекреационное и селитебное природопользование. Подводные исследования ПЛ охватывают период изучения с 1964 года по 2017 г. [176].



Рисунок 4.1 – Прибрежная зона м. Коса Северная – м. Толстый. Фото Шамрея Д. В.

Ландшафтная структура прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (1964 г) (рисунок 4.2 А). Выделены четыре ПЛ.

1. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой* был зарегистрирован на глубинах 0,5–1 м. В этом ПЛ был описан фитоценоз *Ericaria crinita–Cladostephus spongiosus–*

Gelidium crinale. Вклад эдификатора сообщества высокий (таблица 4.1). В составе альгоценоза отмечена *Ulva rigida*, изредка встречалась *Padina pavonica*. Эпифитная синузия была представлена слабо (виды рода *Ceramium*) (таблица 4.1). Значения индекса Шеннона низкие, что свидетельствует об однородной структуре фитоценоза с преобладанием вида-доминанта (таблица 4.2).

2. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* приурочен к глубинам 1–5 м. В этом ПЛ описан фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*. Его биомасса, в целом, была соизмерима с величиной, зарегистрированной на меньших глубинах (таблица 4.1). Доля доминантов была максимальной за весь период наблюдений (таблица 4.1). В составе альгоценоза также отмечена *Ulva rigida*. Среди эпифитов встречалась *Vertebrata subulifera*. Значение индекса видового разнообразия свидетельствует об олигодоминантной структуре фитоценоза (таблица 4.2).

3. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая* приурочен к глубинам 5–10 м. В этом ПЛ описан фитоценоз (*Gongolaria barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Gelidium spinosum*. Его биомасса и вклад *Gongolaria barbata* снижались почти вдвое, а доля *Phyllophora crispa* возрастала более чем втрое, при увеличении глубины (таблица 4.1). Эпифитные виды водорослей, практически, отсутствовали (таблица 4.1). Значения индекса видового разнообразия были невысокие, что свидетельствует о малом вкладе сопутствующих и эпифитирующих видов макрофитов (таблица 4.2).

5. *Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушкой отложениями, где доминирует филлофора курчавая* зарегистрирована на глубинах 10–15 м. В этом ПЛ описан фитоценоз *Phyllophora crispa*. Его биомасса и доля господствующего вида были относительно высокими (таблица 4.2). Эпифиты отсутствовали (таблица 4.1). В составе альгоценоза отмечены *Cladostephus spongiosus*, *Gracilaria dura* (С. Ag.) J. Ag. и *Dictyota* sp. Значения индекса Н свидетельствуют о невысоком видовом разнообразии фитоценоза (таблица 4.2).

Ландшафтная структура прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (1997 г.)
(рисунок 4.2 Б). Выделены три ПЛ.

1. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой* был зарегистрирован на глубинах 0,5–1 м. В этом ПЛ, как и в 1964 г., описан фитоценоз *Ericaria crinita*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*. Его биомасса и доля *Ericaria crinita* снижались более чем вдвое при увеличении глубины, при этом эти величины были относительно сравнимы (таблица 4.1). В

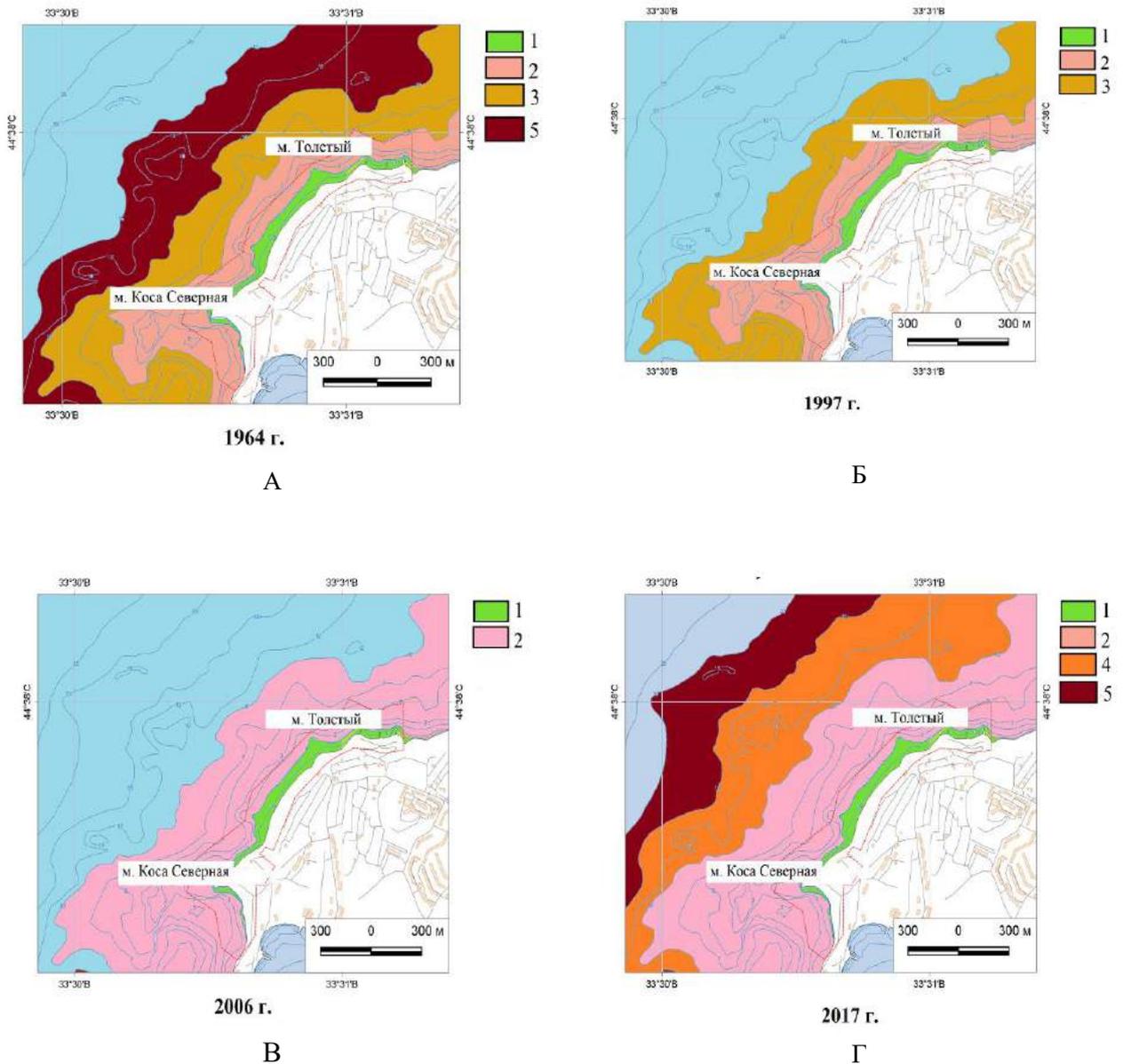


Рисунок 4.2 – Картосхема ландшафтной структуры прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (Западный район) (по данным 1964–2017 гг.) [176]

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствует вид рода диктиота; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая.

Таблица 4.1 – Изменение общей биомассы макрофитов, доли доминирующих видов и их эпифитов в различных ПЛ прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (Западный район) по глубинам и годам

Год	ПЛ	Глубины, м	Общая биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %		
				<i>Ericaria crinita, Gongolaria</i>	<i>Phyllophora crispa</i>	Эпифитов
1964	1	0,5–1	3040,0±550,9	93	0	1
	2	1–5	3109,0±273,9	94	0	2
	3	5–10	2451,0±236,1– 1615,0±163,1	84–42	16–52	0
	5	10–15	826,0±51,4	0	75	0
1997	1	0,5–1	3506,7±572,9– 1492,3±451,5	89–32	0	1–3
	2	1–5	1444,0±381,6	58	0	0
	3	5–10	1141,6±319,3– 571,1±42,5	68–44	13–20	1
2006	1	0,5–1	3984,2±771,1– 2786,2±136,1	86–67	0	12–29
	2	1–10	2247,0±538,4– 591,2±151,9	48–38	0	51–57
2017	1	0,5–1	11457,8±2031,5– 12888,7±4380,1	94–96	0	5–4
	2	1–10	5572,2±825,2– 3157,1±501,9	78–65	0	16–33
	4	10–15	130,6±41,2	5	0	15
	5	15–20	74,6±18,6	0	96	3

Примечание: нумерация ПЛ соответствует сведениям, представленным на рисунке 4.2.

структуре альгоценоза на глубине 1 м обильно встречался *Gelidium crinale* (Hare ex Turner) Gaillon (35% общей биомассы макрофитов), также в этом диапазоне глубин были отмечены *Gelidium spinosum* (S. G. Gmel.) P. C. Silva, *Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Sol.) K. R. Hind &

G.W. Saunders и *Ulva rigida*. Роль эпифитной синузии невелика (таблица 4.1). Значения индекса видового разнообразия свидетельствуют о полидоминантной структуре альгоценоза (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Изменение значений индекса видового разнообразия Шеннона (H) в прибрежной зоне м. Коса Северная – м. Толстый (Западный район) по глубинам и годам

Год	Глубина, м					
	0,5	1	3	5	10	15
1964	–	0,46	0,45	0,68	0,98	0,99
1997	0,77	2,31	1,58	1,93	2,48	–
2006	0,87	2,03	2,43	1,90	1,84	–
2017	0,45	0,35	1,23	1,90	1,77	0,32

2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют *ерикария косматая* и *гонголария бородатая* был приурочен к глубинам 1–5 м, как и в 1964 г. В этом ПЛ описан фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*. Его биомасса была в 2 раза ниже, чем в 1964 г. Доля эдификаторов – невысокая, почти вдвое ниже, чем в 1964 г. (таблица. 4.1). В составе сообщества отмечен значительный вклад *Gelidium crinale* (33% общей биомассы макрофитов), также были обнаружены *Ulva rigida*, *Ellisolandia elongata*, единично встречалась *Phyllophora crispa*. Эпифитные водоросли, практически, отсутствовали (таблица 4.1). Относительно высокие значения индекса видового разнообразия свидетельствуют о полидоминантной структуре фитоценоза (таблица 4.2).

3. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют *ерикария косматая* и *гонголария бородатая* с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает *филлофора курчавая* зарегистрирован на глубинах 5–10 м, как и в 1964 г. В этом ПЛ описан тот же фитоценоз (*Gongolaria barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Gelidium spinosum*. Его биомасса снижалась в 2 раза при увеличении глубины, при этом была в 2–3 раза ниже, чем эти величины в 1964 г. Вклад *Gongolaria barbata* уменьшался почти вдвое, а *Phyllophora crispa* – во столько же раз возрастал при увеличении глубины (таблица 4.1). В составе сообщества были обнаружены *Ericaria crinita*, *Cladostephus spongiosus*, *Ulva rigida*. Эпифитная синузия развита слабо (таблица 4.1). Значения индекса H свидетельствуют о сложной структуре фитоценоза, где отмечен высокий вклад сопутствующих видов водорослей (таблица 4.2).

Ландшафтная структура прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (2006 г.)

(рисунок 4.2 В). Выделены два ПЛ.

1. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой* был зарегистрирован на глубинах 0,5–1 м. В 2006 г. в ПЛ описан фитоценоз *Ericaria crinita*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*. Его биомасса в изучаемом диапазоне глубин незначительно снижалась при увеличении глубины (таблица 4.1). Вклад эдификатора сообщества, в целом, достигал значительных величин (таблица 4.1). В структуре альгоценоза изредка встречались *Cladophoropsis membranacea* (Hofm. Bang ex C. Ag.), *Ulva rigida*, *Gelidium spinosum*. В составе сообщества был отмечен существенный вклад эпифитных водорослей в общую биомассу макрофитов (более чем на порядок выше, чем на этих глубинах в 1964 и 1997 гг.). В эпифитной синузии преобладали *Vertebrata subulifera*, *Laurencia coronopus* и виды рода *Cladophora*. Значения индекса Шеннона свидетельствуют о высоком видовом разнообразии фитоценоза (таблица 4.2).

2. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* приурочен, в отличие от 1964 и 1997 гг., к глубинам 1–10 м. В этом ПЛ описан тот же фитоценоз (*Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*). Его биомасса снижалась почти вчетверо при увеличении глубины и была на верхней границе сообщества примерно в полтора раза ниже, чем в 1964 г., и во столько же выше, чем в 1997 г. (таблица 4.1). Вклад доминантов альгоценоза был минимальный за весь период наблюдений. В составе фитоценоза в диапазоне глубин 1–5 м изредка встречались виды рода *Ulva*, тогда как на глубинах 5–10 м регистрировали *Carradoriella elongata* (Huds.) Savoie & G.W. Saunders. и единично *Phyllophora crispa*. Вклад эпифитной синузии достигал максимальных величин и составлял около половины общей биомассы макрофитов (таблица 4.1). Среди эпифитов на всех глубинах господствовала *Vertebrata subulifera*, на глубинах 3–5 м отмечены *Laurencia coronopus*, *Chondria capillaris* (Huds.) M. J. Wynne и виды рода *Cladophora*. Значения индекса Н свидетельствуют о сложной структуре фитоценоза, где отмечен высокий вклад сопутствующих и эпифитирующих видов водорослей (таблица 4.2).

Ландшафтная структура прибрежной зоны м. Коса Северная – м. Толстый (2017 г.)

(рисунок 4.2 Г). Выделено четыре ПЛ.

1. *Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой* приурочен к глубинам 0,5–1 м. В настоящее время в этом ПЛ описан фитоценоз *Ericaria crinita*. Его биомасса в изучаемом диапазоне глубин отличается высокими количественными показателями, величина которой незначительно возрастает при увеличении глубины (таблица 4.1). Вклад эдификатора сообщества также высокий (таблица 4.1). Среди зарослей *Ericaria crinita* единично встречаются

Cladostephus spongiosus, *Gelidium crinale*. Эпифиты представлены слабо, их максимальный вклад приходится на *Vertebrata subulifera*. На этих глубинах в составе эпифитной синузии также отмечены *Laurencia coronopus*, *Myriactula rivulariae* (Suhr ex Aresch.) Feldmann, *Corynophlaea umbellata* (C. Ag.) Kütz. Значения индекса Шеннона низкие, что свидетельствует об однородной структуре фитоценоза с преобладанием вида-доминанта (таблица 4.2).

2. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* зарегистрирован на глубинах 1–10 м, как и в 2006 г. В этом ПЛ описан тот же фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Gelidium crinale*. Его биомасса снижается почти вдвое при увеличении глубины, при этом на верхней и нижней границах сообщества она была в 2,5–5 раз соответственно выше, чем в 2006 г. (таблица 4.1). Доля эдификаторов в этом интервале глубин характеризуется высокими значениями, которые примерно вдвое выше, чем в 2006 г. (таблица 4.1). В составе сообщества зарегистрированы представители рода *Ulva*. На этих глубинах отмечена существенная роль эпифитных водорослей (таблица 4.1). Среди них преобладает *Vertebrata subulifera*, встречаются *Stilophora tenella* и *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngb. Значения индекса Шеннона значительно выше по сравнению с показателями на меньших глубинах, что свидетельствует о более сложной структуре альгоценоза (таблица 4.2).

4. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствует вид рода диктиота* приурочен к глубинам 10–15 м. В этом ПЛ описан фитоценоз *Dictyota* sp. Его биомасса низкая, при этом на долю эдификатора сообщества приходится 50% общей биомассы макрофитов (таблица 4.1). На этих глубинах обильно встречается литофитная форма *Chondria capillaris*. В составе альгоценоза также зарегистрированы *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Osmundea pinnatifida* (Huds.) Stackh., *Cladostephus spongiosus*. Эпифитная синузия представлена, в основном, *Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngb. Сложная структура фитоценоза подтверждается значением индекса Шеннона (таблица 4.2).

5. *Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филофора курчавая* приурочена глубинам 15–20 м. В этом ПЛ описан фитоценоз *Phyllophora crispa*. Его биомасса низкая, при этом на верхней границе сообщества более чем на порядок ниже, чем этот показатель в 1964 г. (таблица 4.1). Доминирует эдификатор альгоценоза. В составе сообщества встречается *Zanardinia tyrus*. Среди эпифитов господствует *Ectocarpus siliculosus*. Значение индекса видового разнообразия свидетельствует об олигодоминантной структуре фитоценоза (таблица 4.2).

В последние годы на состояние исследуемого побережья существенное негативное воздействие оказывает застройка побережья. Интенсивное строительство привело к активизации гравитационных процессов в береговой зоне, значительно увеличились объемы

выпуска сточных вод в акваторию этого района. Кроме этого, для изучаемой акватории характерна сложная картина перераспределения объемов наносов, где направление и интенсивность вдольбереговых потоков зависит от ветроволнового режима на прилегающей акватории [38]. В связи с этим ПЛ, расположенные в динамически активных зонах, крайне неустойчивы, их характеристики и пространственное распределение макрофитов в значительной степени зависят от значений действующих факторов, из которых основными считаются гидродинамические и литодинамические процессы. Косвенно о повышении уровня трофности среды у м. Коса Северная свидетельствует индекс видового разнообразия, который был минимальным в 1964 г. (0,71), резко возрос в 1997 и 2006 гг. (1,81), несколько снизился в 2017 г. (1,00). Однако, условия прибрежной зоны соответствуют слабоэвтрофным, на что указывает высокое флористическое разнообразие водорослей и хорошая степень сохранности фитоценозов в интервале глубин 0,5–10 м. Подтверждением предположения могут служить сведения об отнесении этой акватории к условно-чистым (величина $E-TRIX < 4$) [229].

Анализ полученного материала показал, что за более чем 50-летний период в прибрежной зоне м. Коса Северная – м. Толстый произошли значительные изменения в пространственном распределении ПЛ, а также в качественных и количественных показателях их растительной компоненты

Отмечено, что за более чем 50-летний период в исследуемой прибрежной зоне произошли значительные изменения в распространении и распределении подводных ландшафтов, а также в качественных и количественных показателях их растительной компоненты [176]. Выявлено, что наименьшие изменения претерпели ландшафты глыбово-валунного бенча и подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая, которые коснулись лишь конфигурации их границ и глубины распространения. Растительная компонента этих ландшафтов отличается высокой долей *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* (68–94%), максимальными значениями общей биомассы макрофитов, отмечена тенденция ее увеличения в течение исследуемого периода. При этом произошло снижение доли *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и резко увеличилась доля эпифитов. Так, в 1964 г. доля эпифитов составляла 1–3%, в 2006 г. достигла максимальных значений 51–57%. Ландшафт подводного склона, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая был отмечен в 1964 г. и 1997 г.. В 2017 г. на месте многолетних видов макрофитов выявлены однолетние виды рода диктиоты. Наиболее существенная перестройка произошла в ландшафте слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая на

глубинах 10–15 м. Эти изменения коснулись глубины его распространения, произошло резкое уменьшение биомассы фитоценоза и вертикальное снижение глубин обитания глубоководных видов [176].

4.1.2 Гераклеийский район

Прибрежная акватория у Караньского плато входит в состав природного заказника регионального значения «Караньский». Подводные исследования охватывают период 1964–2016 гг.. На протяжении исследуемого периода для ландшафтной структуры прибрежной зоны характерны три ПЛ с участием доминирующих видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*, приуроченные к подводному склону (рисунок 4.3, приложение Ж) [303].

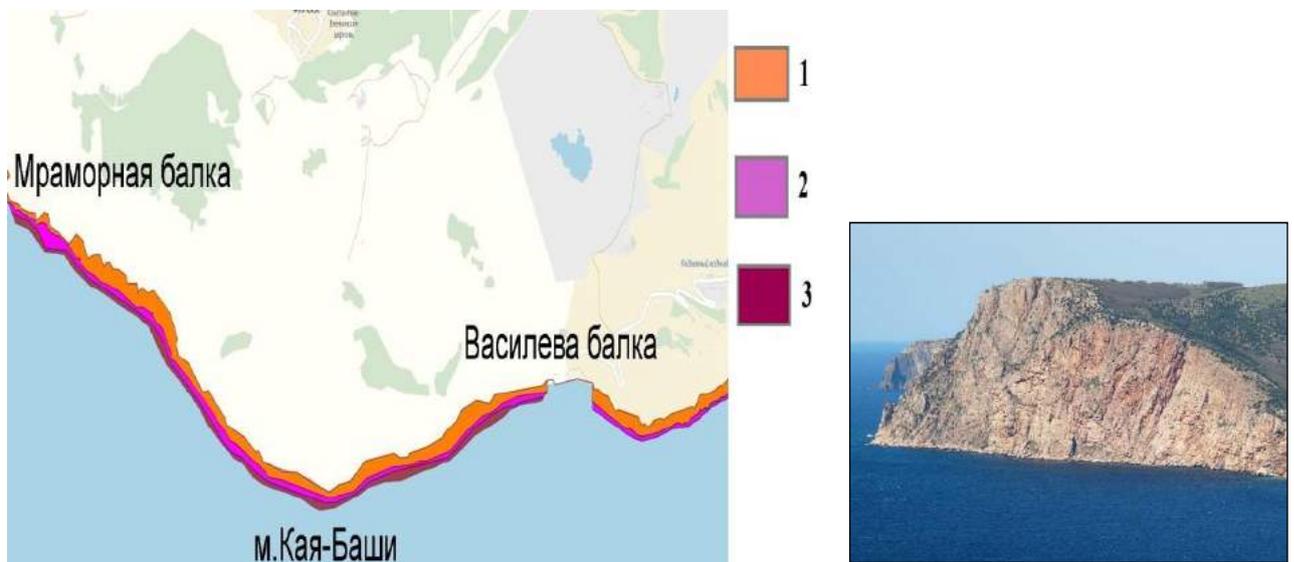


Рисунок 4.3 – Картосхема ландшафтной структуры подводного склона прибрежной зоны у Караньского плато (Гераклеийский район) (по данным 2016 г.) [303]. Фото Панкеевой Т. В.

Условные обозначения: 1 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 3 – подводный склон, сложенный галечно-песчаными отложениями с доминированием филлофоры курчавой и отдельно хаотически расположенными глыбами, где преобладают нерейя нитивидная и занардиния типичная.

1. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая (1) протянулся вдоль всей береговой линии на глубинах от 0,5 до 5 м (рисунок 4.3). Подводный склон очень крутой, осложненный крупноглыбовым навалом (диаметр глыб достигает 5–10 м). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [=*Corallina mediterranea*]. В 1964 году для этого ПЛ зеленые водоросли были не характерны, а бурых – отмечено минимальное количество (таблица 4.3). Среди них зарегистрированы индикаторы чистых вод, такие как *Eudesme virescens*, *Dictyota dichotoma* (Huds.) J. V. Lamour. и *Feldmania irregularis* (Kütz.) Hamel (= *Ectocarpus arabicus*). Только в 1964 г. в составе флоры обнаружена красная водоросль *Dasya baillouviana* (S. G. Gmel.) Mont. (= *D. pedicellata*), характерная для чистых акваторий открытых участков побережья. К 2005 г. количество зеленых водорослей резко возросло (таблица 4.3). В этот период на всех глубинах ПЛ обильно были представлены *Ulva rigida* и *Ulva intestinalis*, виды предпочитающие районы с повышенным уровнем эвтрофирования морской среды. Значительно увеличилось количество бурых водорослей. Среди бурых видов макрофитов были представлены сезонно-зимние виды: *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. и *Punctaria latifolia* Grev., которые не фиксировали в 1964 и 2016 гг. В 2005 г. было зарегистрировано максимальное количество красных видов водорослей (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Изменение видового состава макрофитов и индекса видового разнообразия Шеннона (H) в прибрежной зоне у Караньского плато (Гераклейский район) за разные годы

ПЛ	Год	Зеленые	Бурые	Красные	H
1	1964	0	5	5	0,01–0,54
	2005	6	8	24	0,68–3,09
	2016	5	8	17	0,60–1,08
2	1964	4	10	10	0,42–1,49
	2005	9	10	24	2,55–2,74
	2016	2	10	15	1,93–2,63
3	2005	7	7	15	0,97
	2016	0	3	9	1,22
Итого	1964	4	11	17	–
	2005	11	13	31	–
	2016	7	11	26	–

Примечание: данные по общему количеству видов [303]

В этом году в прибрежной зоне на глубине 0,5 м в составе эпифитной синузии встречался *Callithamnion corymbosum*, а глубже *Ceramium diaphanum* и *Ceramium virgatum*, которые считаются типичными представителями загрязненных вод.

В 2016 г. количество зеленых водорослей было сходным по сравнению с этим показателем в 2005 г. (таблица 4.3), хотя видовой состав существенно изменился. На этом ПЛ наиболее часто встречаются представители родов *Cladophora* и *Chaetomorpha*, которые относятся к видам, обитающим в олиготрофных и мезотрофных водах. Количество бурых водорослей не изменилось за 11 лет. Однако, появился *Ectocarpus siliculosus* – вид, предпочитающий районы, подверженные влиянию хозяйственно-бытовых стоков. Количество красных видов водорослей несколько снизилось (таблица 4.3).

За изучаемый период на этом ПЛ биомасса макрофитобентоса как на верхней границе, так и на нижней возросла примерно в 1,5–2 раза, хотя доля видов *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* снизилась, при этом ее наименьшие показатели были зарегистрированы в 2005 г., а наибольшие – в 1964 г. (таблица 4.4). Вклад эпифитных водорослей существенно возрос, при этом их минимальная величина была отмечена в 1964 г., а максимальная – в 2005 г. (таблица 4.4). Значения индекса Шеннона увеличились, что свидетельствует об усложнении структуры сообщества (таблица 4.3). Таким образом, произошедшие изменения во флористическом составе и количественных характеристиках макрофитов, возможно, свидетельствуют о возросшем эвтрофировании водных масс, которое, вероятно, незначительно снизилось за последние годы.

2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (2) (рисунок 4.4) занимает участок побережья на глубинах 5–10 м (рисунок 4.3). Подводный склон крутой, отмечен глыбовый навал. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata* – *Phyllophora crispa*–*Gelidium spinosum*. На этом ПЛ на глубине 10 м произрастают типичные глубоководные виды альгофлоры (*Nereia filiformis* и *Zanardinia typus*). В 1964 г. в этом ПЛ зеленые водоросли были представлены, в основном, типичными представителями олиготрофных вод, такими как *Chaetomorpha aërea* (Dillwyn) Kütz. и *Codium vermilara*. Более 50 лет назад *Ulva rigida* произрастала только на глубине 10 м. Количество бурых водорослей на этом ПЛ в течение всего периода исследований было одинаковым (таблица 4.3), при этом их видовой состав отличался. В составе флоры красных водорослей обнаружен *Rhodochorton purpureum* (Lightfoot) Rosenvinge – вид, обитающий в олиготрофных водах, который не обнаружили в последующие годы. В 60-х гг. прошлого века *Osmundea pinnatifida*. (обитатель чистых прозрачных вод) произрастала только в нижней сублиторальной зоне (глубина 10 м).



Рисунок 4.4 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая. Фото Тамойкина И. Ю.

В 2005 г. было зарегистрировано максимальное разнообразие зеленых видов макрофитов, среди них сезонно-зимний *Bryopsis plumosa* (Huds.) C. Ag., *Cladophora albida*, *Ulva intestinalis*, *C. laetevirens* (Dillwyn) Kütz.), при этом два последних вида являются индикаторами эвтрофирования среды. *Ulva rigida* стала встречаться на всех глубинах. Бурые водоросли, такие как *Scytosiphon lomentaria* и *Punctaria latifolia* Grev., были отмечены на ПЛ только в этом году. В 2005 г. зафиксировано максимальное видовое разнообразие красных водорослей (таблица 4.3). Здесь зарегистрированы *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Grev. ex Harv., *Ceramium siliquosum* (Kütz.) Maggs ex Hommersand (= *C. elegans*), *Ceramium diaphanum* и *Ceramium virgatum*, виды которые произрастают преимущественно в эвтрофированных районах и отличающиеся высокой толерантностью к хозяйственно-бытовому загрязнению. Начиная с 2005 г. *Osmundea pinnatifida* стала произрастать ближе к берегу на глубине 3 м. В 2016 г. на этом ПЛ было зарегистрировано минимальное разнообразие зеленых видов водорослей (таблица 4.3). В этом году отмечали *Chaetomorpha aërea* и *Ch. linum* (O. F. Müll) Kütz.) – виды,

обитающие на чистых участках прибрежной зоны. *Ulva rigida* не обнаружили. Среди красных водорослей обильно встречаются представители рода *Ceramium*.

За период с 1964 по 2016 гг. на этом ПЛ биомасса макрофитов на его верхней границе, в целом, оказалась соизмеримой, а на нижней – уменьшилась более чем в 2,5 раза (таблица 4.4.). С увеличением глубины доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* снижалась, при этом наибольшая величина этого показателя зарегистрирована в 1964 г., а наименьшая – в 2005 г. (таблица 4.4).

Таблица 4.4. – Изменение биомассы макрофитов, вклада доминирующих видов водорослей и их эпифитов в ПЛ прибрежной зоны у Караньского плато при увеличении глубины за разные годы

ПЛ	Год	Глубина, м	Биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %		
				<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria</i> <i>barbata</i>	<i>Phyllophora</i> <i>crispa</i>	эпифитов
1	2016	0,5–5	8474,7±654,14– 4382,3±161,5	89,7–78,6	0	10,0–19,2
	2005	0,5–5	7356,7±521,8– 5138,4±480,5	87,6–39,8	0	12,4–42,6
	1964	1–5	4975,0±298,4– 2694,0±176,5	99,9–91,6	0	0,1–8,4
2	2016	5–10	3739,1±229,5– 1306,7±63,2	69,7–54,8	0–14,4	30,3–20,9
	2005	5–10	4926,8±281,9– 2032,1±69,4	37,4–49,1	0,6–10,7	50,2–33,3
	1964	5–10	3382,0±201,6– 3519,0±195,5	91,3–38,6	0–52,9	7,0–2,5
3	2016	10–15	425,8±33,2	0	74,3	12,8
	2005	10–15	1575,2±113,5	0,4	76,3	1,3

В диапазоне глубин от 5 до 10 м вклад *Phyllophora crispa* существенно возрастал (таблица. 4.4). Характерно, что наибольшая биомасса этого вида была зафиксирована в 1964 г. За весь период изучения доля эпифитов увеличивалась с повышением глубины. В 2005 г. был достигнут максимум этой величины, в 2016 г. значения были несколько ниже, тогда как

минимальная доля эпифитирующих водорослей зарегистрирована в 1964 г. За более чем 50-летний период индекс Шеннона возрастал, что свидетельствует о полидоминантной структуре сообществ, высоком вкладе сопутствующих и эпифитных видов (таблица. 4.3). Таким образом, на этом ПЛ также выявлено негативное изменение растительной компоненты и ее продукционных характеристик, при этом наиболее неблагоприятное состояние макрофитобентоса зарегистрировано в 2005 г., что, вероятно, связано с увеличением антропогенной нагрузки на побережье.

3. *Подводный склон, сложенный галечно-песчаными отложениями с доминированием филлофоры курчавой и отдельно хаотически расположенными глыбами, где преобладают нерейя нитивидная и занардиния типичная* (3) протянулся от Василевой до Мраморной балки на глубинах 10–15 м (рисунок 4.5). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa+Nereia filiformis–Zanardinia typus*. В 1964 г. в этом ПЛ пробы не были отобраны. В 2005 г. на этом ПЛ встречалось равное количество видов зеленых и бурых водорослей, тогда как красных – было вдвое больше (таблица 4.3). В 2016 г. зеленые виды водорослей не обнаружены (табл. 4.3). За прошедшие 11 лет количество бурых и красных водорослей снизилось примерно вдвое. В этом году в составе фитоценоза не были зарегистрированы *Ectocarpus siliculosus*, *Sphacelaria cirrhosa*, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Ceramium diaphanum*, *Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Sol.) K. R. Hind & G. W. Saunders, *Jania rubens* (L.) J. V. Lamour. по сравнению с видовым составом макрофитов за 2005 г.

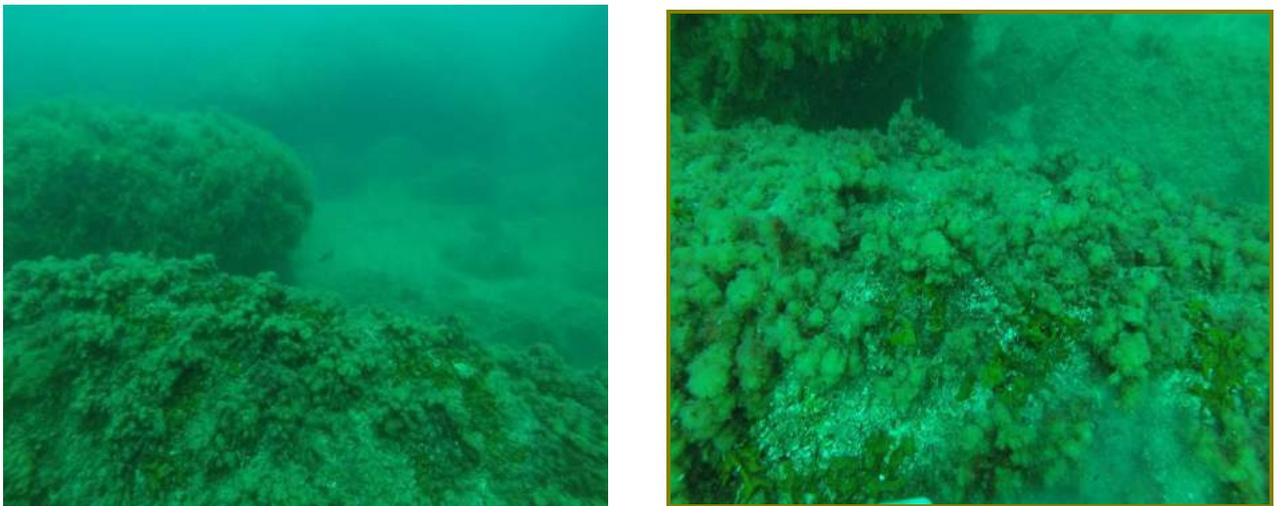


Рисунок 4.5 – Подводный склон, сложенный галечно-песчаными отложениями с доминированием филлофоры курчавой и отдельно хаотически расположенными глыбами, где преобладают нерейя нитивидная и занардиния типичная. Фото Тамойкина И. Ю.

С 2005 по 2016 гг. биомасса макрофитов на этом ПЛ снизилась почти в 4 раза, хотя доля *Phyllophora crispa* оказалась соизмеримой, вклад эпифитов увеличился более чем на порядок (таблица 4.4). За этот период в изучаемом диапазоне глубин структура сообщества усложнилась, поэтому индекс Шеннона несколько повысился (таблица 4.3). Таким образом, для данного ПЛ отмечено резкое снижение видового разнообразия и продукционных показателей макрофитобентоса, что, вероятно, в первую очередь, связано со снижением прозрачности воды на этих глубинах и общим повышением загрязнения водных масс. До 90-х годов прошлого столетия для Караньского плато было характерно специальное (военное) природопользование, что ограничивало доступ к береговой зоне. После снятия запретного режима, прилегающая приморская зона стала активно застраиваться объектами рекреационной инфраструктуры и дачными поселками. Усиление антропогенной нагрузки вызвало увеличение эвтрофирования водной среды. В результате чего сложился конфликт природопользования между природоохранной ценностью и хозяйственной деятельностью. Под влиянием мнения ученых и общественности в 2008 г. была зарезервирована площадь для создания перспективной особо охраняемой территории – заказника «Караньский». Изменение типа природопользования береговой зоны, вероятно, отразилось на состоянии растительной компоненты ПЛ и ее продукционных характеристиках [303].

Сравнительный анализ полученных результатов выявил, что флористический состав водорослей и количественные показатели фитоценозов значительно изменились во всех ПЛ исследуемого побережья. Для видового состава макрофитобентоса характерно увеличение количества зеленых и красных водорослей. Такая тенденция типична для районов с возросшей антропогенной нагрузкой [76; 130; 112]. В 2005 году отмечено максимальное количество видов, относящихся к группе водорослей предпочитающих загрязненные акватории. В этом году в летний период в составе фитоценозов всех ПЛ были отмечены сезонно-зимние виды, что свидетельствует о невысокой температуре воды из-за ее низкой прозрачности. В 2016 году количество видов, относящихся к группе водорослей, обитающих в трофных водах, снизилось, их роль в структуре сообществ уменьшилась, что косвенно подтверждает улучшение качества воды. Величина флористического коэффициента Ченя в акватории заказника повысились более чем вдвое (от 1,9 до 3,9) за период с 1964 по 2005 гг., что свидетельствует о возросшей эвтрофикации прибрежной зоны изучаемого участка. Значение этого коэффициента в 2016 г. уменьшилось до 3,1, что, вероятно, подтверждает некоторое снижение загрязнения среды. За период изучения на ПЛ (глубины 0,5–10 м) сократилась роль видов-доминантов *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* (с 99,9 до 78,6%), *Phyllophora crispa* (с 52,9 до 14,4% общей биомассы макрофитов), резко увеличилась доля эпифитирующих макрофитов (таблица. 4.4). Так, если

ранее вклад эпифитов не превышал 0,1%, то сейчас – повысился на два порядка, что привело к усложнению структуры фитоценозов и повышению индекса Шеннона.

Проведенный анализ многолетней динамики подводных ландшафтов за 50-летний период для открытых прибрежий Чёрного моря Крымского полуострова показал, что произошли существенные изменения в ландшафтной структуре. Тем не менее ПЛ с доминирующими видами макрофитобентоса отмечены на протяжении исследуемого периода. Выявлено, что значительная трансформация ландшафтной структуры открытых прибрежий характерна для участков береговой зоны с высокой активностью геолого-геоморфологических процессов и антропогенной нагрузкой. Эти изменения коснулись площади распространения и конфигурации границ ландшафтов. Отмечено, что для открытых прибрежий, где береговая зона слабопреобразована хозяйственной деятельностью или имеет природоохранный статус, отличается низкой активностью геолого-геоморфологических процессов, ландшафтная структура претерпела незначительные изменения. Однако, для исследуемых ключевых участков выявлены существенные изменения в растительной компоненте: сократилась роль видов-доминантов макрофитобентоса, произошло увеличение количества зеленых и красных водорослей в видовом составе, резко увеличилась доля эпифитирующих макрофитов.

4.2 Пространственно-временные изменения ландшафтной структуры бухт

В разделе 4.2 приведены результаты исследований многолетней динамики подводных ландшафтов бухт: Ласпи (*ключевой участок 8*) и Круглая (*ключевой участок 5*), которые отличаются морфометрическими показателями, что определило своеобразие их ландшафтной структуры (глава 3).

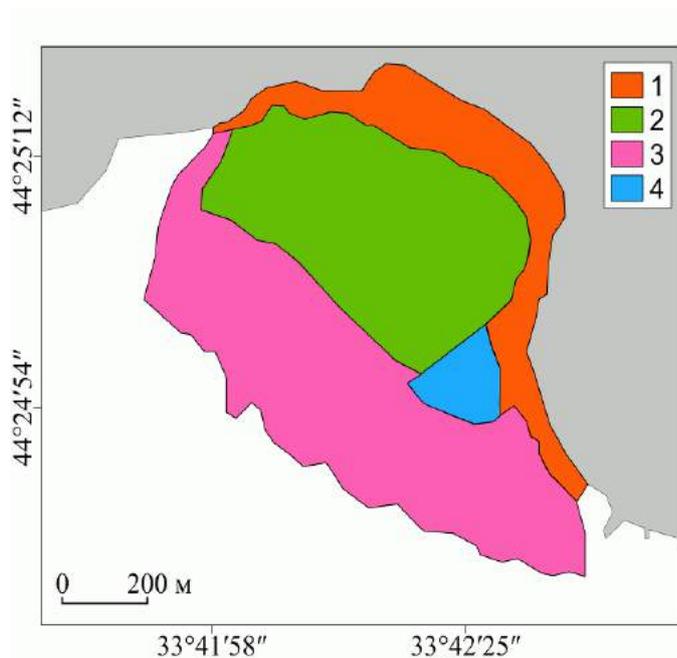
4.2.1 Бухта Ласпи

Бухта Ласпи расположена на Южном берегу Крыма. Открытая бухта. Для побережья характерны обвальное-оползневые процессы, преобразовано антропогенной деятельностью, преобладает рекреационное и селитебное природопользование. Подводные исследования охватывают период 1983–2016 гг. [124, 307].

Ландшафтная структура акватории б. Ласпи (1983 г.). Выделены четыре ПЛ (рисунок 4.6).

1. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* имел широтное простираение вдоль всей береговой линии бухты на глубинах от 0,5 до 10 м, при этом глубина его распространения существенно

варьировала в разных ее частях. Этот ПЛ в северо-западной и восточной части бухты доходил до глубины 10 м, в юго-восточной – до глубины 5 м, а в центральной (вершина бухты) – он отмечен на глубинах от 3 до 5 м. В вершине бухты до глубины 3 м располагался галечный бенч, где донная растительность отсутствовала. Площадь ПЛ составляла 28,6 га. ПП при увеличении глубины в изучаемом диапазоне снижалось в 1,2 раза (таблица 4.5). На галечно-валунно-глыбовых отложениях описан фитоценоз *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata* –*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [=*Corallina mediterranea*]. Его биомасса колебалась в широком интервале, при этом наибольшие количественные величины отмечены в верхней сублиторальной зоне (глубина 0,5–3 м), а наименьшие – в средней и нижней сублиторали (глубина 5–10 м) (таблица 4.5). Вдоль всего побережья вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* был высоким, незначительно варьировал.



Условные обозначения:

- 1 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая;
- 2 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с преобладанием видов взморников;
- 3 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филофора курчавая;
- 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на который преобладает филофора курчавая.

Рисунок 4.6 – Картограмма ландшафтной структуры акватории б. Ласпи в 1983 г. [307]

В вершине бухты, в ее восточной и юго-восточной части, начиная с глубины 3 м, встречалась *Phyllophora crispa*, доля ее участия не превышала 10% общей биомассы. Вклад эпифитной синузии вдоль всего побережья бухты составлял 3–19%, среди эпифитов преобладала *Polysiphonia subulifera* (1–16% общей биомассы макрофитов).

2. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с преобладанием видов взморников занимала центральную часть бухты на глубинах от 5 до 10 м, площадью 17,1 га. ПП не превышало 50%. На равнине с илесто-песчаными отложениями описан фитоценоз *Zostera marina*. Его биомасса при увеличении глубины от 5 до 10 м

Таблица 4.5 – Изменение площади, ПП, биомассы макрофитов, доли доминирующих видов водорослей и их эпифитов в ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматой и гонголария бородатая при увеличении глубины по годам

Год	Площадь, га	ПП, %	Биомасса макрофитов, г·м ²	Доля, %		
				<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>	эпифитов
1983	28,6	100–80	5271,1±295,9–1796,3±127,6	94–71	0–10	3–19
1998	35,5	100–60	7018,8±637,3–1553,2±98,1	94–31	1–27	4–31
2008	23,5	100–25	3698,4±814,6–323,6±112,2	89–4	1–13	5–50
2016	15,2	90–10	600,5±191,1–7891,4±676,9	87–75	0–2	13–23

снижалась в 1,5 раза (таблица 4.6). Доминирующая роль принадлежала эдификатору фитоценоза. Его биомасса составляла 2177,0 ±933,6 г·м².

3. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая протянулась вдоль всей бухты до глубины 20(25) м, при этом в ее северо-западной и центрально-восточной части он распространен на глубине свыше 10 м, а в юго-восточной – на глубине свыше 5 м. Площадь ПЛ достигала 34,1 га, а ПП составляло 90–100%. На песчаных отложениях с примесью битой ракуши зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa*. Его биомасса при увеличении глубины от 5(10) до 20(25) м возрастала в 2,8 раза, а вклад филлофоры – в 1,3 раза, при этом доля участия *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* резко снижалась от 14 до 1% общей биомассы (таблица 4.6). Характерно, что вклад эпифитной синузии при увеличении глубины в этом диапазоне уменьшался в более чем 5 раз (с 17 до 3% общей биомассы), среди эпифитов доминировали виды *Ellisolandia*.

4. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая зарегистрирован в восточной части бухты на глубине от 10 до 15 м, площадью 2,3 га. ПП достигало 70–80%. На выровненных слабонаклонных участках террасы характерно чередование песчаных отложений и хаотично расположенных отдельных глыб и валунов. Описан фитоценоз(*Gongolaria barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Cladophora*. В сложении фитоценоза на долю эдификатора 1-го яруса

приходилось 36%, а 2-го около 1% общей биомассы. Эпифиты представлены в основном *Polysiphonia subulifera*, на долю которой приходилось более половины (56%) общей биомассы макрофитов.

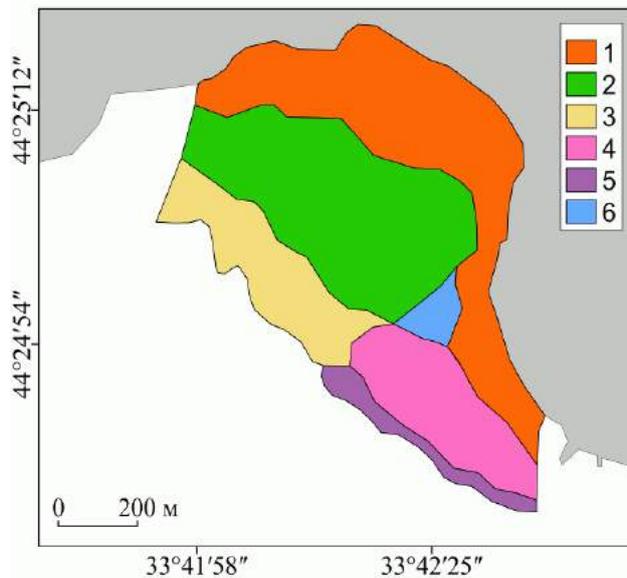
Таблица 4.6 – Изменение фитоценозов, глубины, площади, ПП, биомассы макрофитов и доли доминирующих видов на слабонаклонной равнине в б. Ласпи по годам

Год	Фитоценоз	Глубина, м	Площадь, га	ПП, %	Биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %	
						<i>Z. marina</i>	<i>Ph. crispa</i>
1983	<i>Zostera marina</i>	5–10	17,1	50	1091,0±105,6–716,6±55,2	89–94	0
	<i>Phyllophora crispa</i>	5–25	34,1	90–100	2058,1±305,8–5741,2±962,7	0	74–97
1998	<i>Zostera marina</i>	10–15	20,0	10–20	92,3±15,1–141,6±44,5	68–87	2–6
	<i>Cladophora</i> spp.	15–20	12,8	10–15	20,8±6,7–31,5±10,3	0	0
	<i>Phyllophora crispa</i>	10–20	7,3	30–70	477,1±183,3–1793,0±334,0	0	57–97
	<i>Codium vermilara</i> + <i>Ulva rigida</i>	20–25	4,1	10–20	21,9±6,2–341,1±101,8	0	0–22
2008	<i>Cladophora</i> spp.	3–20	39,9	5–10	1,0±0,2–54,4±14,4	6	0
	<i>Gongolaria barbata</i> + <i>Phyllophora crispa</i>	10–20	15,8	15–30	160,2±86,0–489,7±52,6	4	18–25
2016	<i>Zostera marina</i>	10–15	13,6	30–70	143,1±55,8–532,9±31,9	80–78	0
	<i>Gongolaria barbata</i> + <i>Phyllophora crispa</i>	5–10	10,0	90–80	3524,3±723,6–1097,0±136,6	0	9–29
	<i>Zostera marina</i> и <i>Ericaria crinita</i> + <i>Gongolaria barbata</i>	5–0	3,1	55–65	4210,4±360,0–928,9±108,9	25	0–4

Ландшафтная структура акватории б. Ласпи (1998 г.). Выявлено шесть ПЛ (рисунок 4.7).

1. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* простирался вдоль береговой линии на глубине 0,5–10 м, за исключением вершины бухты, где он расширился, по сравнению с таковым в 1983

г., и занимал глубины от 1 до 10 м. Галечный бенч, лишенный растительного покрова, располагался до глубины 1 м. Площадь ПЛ возросла в 1,2 раза (таблица 4.5). ПП при увеличении глубины снижалось в 1,7 раза. На грубообломочных отложениях описан тот же фитоценоз. *Ericaria crinita*+ *Gongolaria barbata* – *Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. В целом, за прошедшие 15 лет его биомасса в верхней сублиторальной зоне возросла в 1,3 раза, тогда как на его нижней границе – оказалась сопоставимой (таблица 4.5). Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* варьировал в более широком интервале, снижаясь на глубине 5–10 м более чем вдвое.



Условные обозначения:

- 1 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют эрикария косматая и гонголария бородатая;
- 2 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с преобладанием видов взморников;
- 3 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с примесью битой ракушки с сильно деградированным разреженным сообществом макрофитов и преобладанием видов кладофоры;
- 4 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушкой отложениями, где доминирует филофора курчавая;
- 5 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с преобладанием кодима червеобразного, ульвы жесткой и видов церамиума;
- 6 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием хондрии волосовидной и стилофоры нежной.

Рисунок 4.7 – Картосхема ландшафтной структуры акватории б. Ласпи 1998 г. [307]

Вдоль всего побережья на глубинах 1–3 м изредка встречалась *Phyllophora crispa*, тогда как на глубинах 5–10 м вклад этого вида увеличился до 14–27% общей биомассы. За исследуемый период структура эрикариево-гонголариевого фитоценоза вблизи его нижней границы значительно усложнилась. В сложении его биомассы высока доля участия *Ellisolandia elongata* (J.Ellis & Solander) K.R. Hind & G.W. Saunders (9–38%) и *Jania rubens* (L.) I.V. Lamouroux. (8% общей биомассы). Эпифиты на глубине до 1 м представлены слабо (4–6%), тогда как на глубине 3–10 м их вклад возрастал до 8–31%, где преобладали *Ceramium virgatum* Roth. [= *C. rubrum*], *Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva, *Polysiphonia subulifera* (таблица 4.5).

2. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с преобладанием видов взморников занимала центральную и северо-западную часть бухты на глубине 10–15 м. Его площадь несколько увеличилась, а ПП снизилось более чем вдвое

(таблица 4.6). Через 15 лет фитоценоз *Zostera marina* описан глубже, по сравнению с его расположением в 1983 г. Биомасса фитоценоза уменьшилась почти на порядок, при этом доля эдификатора снизилась незначительно (таблица 4.6). Между растениями *Zostera marina* на грубообломочном субстрате и битой ракушке мозаично располагались группировки водорослей, в состав которых входили *Ulva rigida* C. Ag. (2–19%), *Phyllophora crispa* (2–6%) и виды *Cladophora* (1–6% общей биомассы).

3. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с примесью битой ракушки с сильно деградированным разреженным сообществом макрофитов и преобладанием видов кладофоры расположена в центральной и северо-западной части бухты на глубинах от 15 до 20 м, площадью 12,8 га. ПП не превышало 10–15%. Биомасса сообщества макрофитов низкая (таблица 4.6). Здесь отмечены значительные скопления видов *Cladophora*, на долю которых приходилось 42–65% общей биомассы. В составе сообщества представлены *Ulva rigida* (6–14%), *Ceramium virgatum* (20%) и *Stilophora tenella* (3–14% общей биомассы).

4. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушкой отложениями, где доминирует филлофора курчавая занимала восточную и юго-восточную часть бухты на глубинах 10(15)–20 м. За прошедшие 15 лет его площадь снизилась почти в 5 раз, а ПП – более чем вдвое (таблица 4.6). Зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa*. Его биомасса значительно уменьшилась, при этом максимальная величина отмечена в юго-восточной части бухты на глубине 10 м, а минимальная – в восточной части на глубине 15 м, что, в целом в 3–4 раз ниже, чем эти показатели в 1983 г. (таблица 4.6). Доля эдификатора была достаточно высокой, при этом его наибольшая величина зафиксирована в юго-восточной части бухты на глубине 15 м, а наименьшая – в восточной части на этой же глубине. Вклад эпифитов при увеличении глубины от 10 до 20 м снижался более чем на порядок (с 36 до 3% общей биомассы), среди них на меньшей глубине преобладали известковые водоросли (виды *Ellisolandia* и *Jania rubens* – 21% общей биомассы макрофитов), а на большей – *Sphacelaria rhizoides* (Roth) C. Ag. и *Ceramium virgatum*.

5. Слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с преобладанием кодиума червеобразного, ульвы жесткой и видов церамиума выделена в восточной и юго-восточной части бухты на глубинах от 20 до 25 м, площадью – 4,1 га. Суммарная биомасса мозаично-расположенных макрофитов низкая (таблица 4.6). В составе сообщества высока доля участия *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje (40%), *Ulva rigida* (15–32%), *Cladophora* sp. (23%) и *Ceramium* spp. (16–18% общей биомассы). Характерно, что в юго-восточной части бухты отмечена филлофора (22 % общей биомассы), тогда как в восточной – этот вид не обнаружен.

6. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием хондрии волосовидной и стилофоры нежной выделен в восточной части бухты на глубинах от

10 до 15 м, площадью 2,4 га. ПП составляло менее 20%. Здесь описан фитоценоз *Chondria capillaries* [= *C. tenuissima*]+*Laurencia obtusa*, в котором на долю одного из эдификаторов (*Ch. capillaries*) приходилось 48%, а субдоминантом являлась *Stilophora tenella* (28% общей биомассы). Биомасса фитоценоза не превышала $94,6 \pm 13,5 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$.

Ландшафтная структура акватории б. Ласпи (2008 г.). Выделены четыре ПЛ (рисунок 4.8).

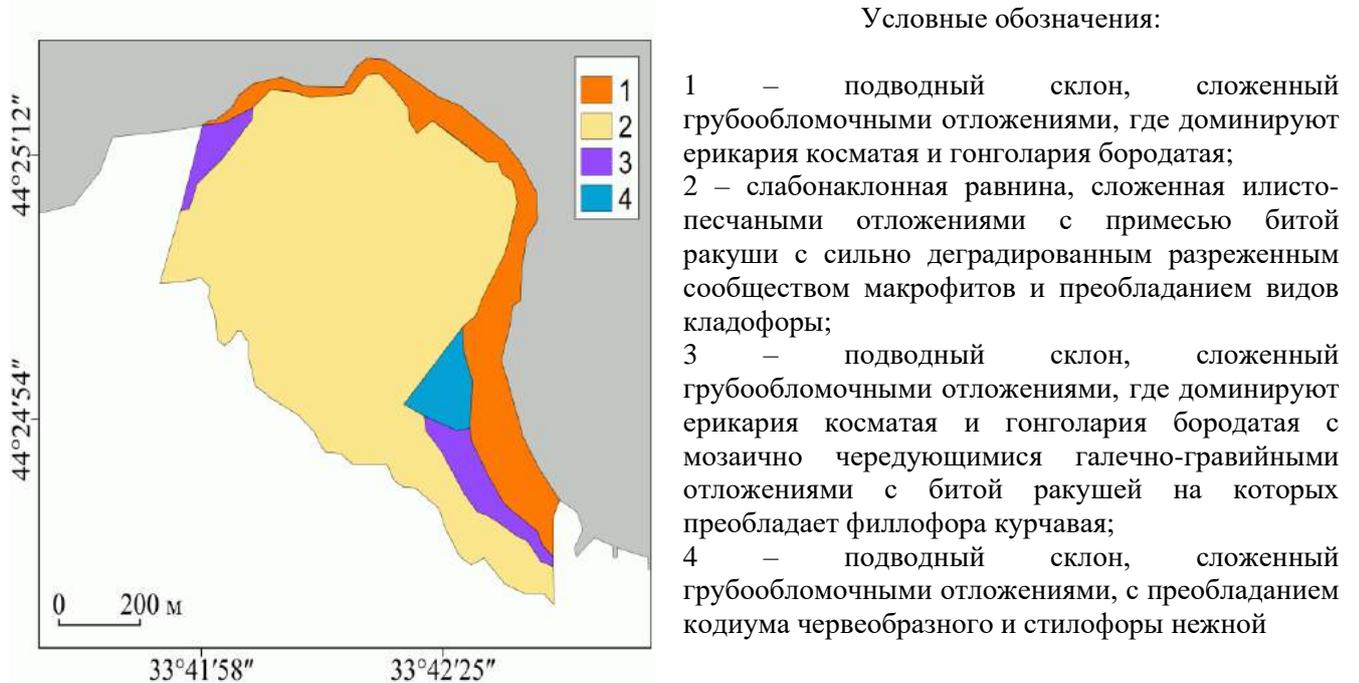


Рисунок 4.8 – Картосхема ландшафтной структуры акватории б. Ласпи в 2008 г. [307]

1. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (рисунок 4.9) располагался вдоль береговой линии бухты на глубинах от 0,5 до 15 м, при этом глубина его простираения также существенно колебалась. В северо-западной и восточной части ПЛ распространен до глубины 10 м, в юго-восточной – до глубины 15 м, а в вершине бухты – на глубине 1–3 м. За период с 1998 по 2008 гг. ширина галечного пляжа в вершине бухты не изменилась. Площадь ПЛ уменьшилась в 1,5 раза, по сравнению с таковой в 1998 г. (таблица 4.5). ПП при увеличении глубины в исследуемом диапазоне резко уменьшалось. На валунно-глыбовом субстрате зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. В целом, за прошедшие 25 лет (с 1983 по 2008 гг.) биомасса фитоценоза в верхней сублиторальной зоне снизилась в 1,4 раза, а на его нижней границе – более чем в 5 раз (таблица 4.5). За десятилетний период (с 1998 по 2008 гг.) эти показатели уменьшились в 2 и 5 раз соответственно. Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* существенно варьировал, снижаясь

при увеличении глубины более чем в 20 раз (таблица 4.5). На всех исследованных глубинах доля участия *Phyllophora crispa* не превышала (1–13% общей биомассы). Вклад эпифитной синузии возрастал при увеличении глубины на порядок, при этом он был наиболее высоким за весь период наблюдений (с 1983 по 2008 гг.). Среди эпифитов на глубине до 1 м преобладали виды *Ceramium* (8–34%), на глубине 3–5 м – *Laurencia obtusa* (Huds.) I.V. Lamouroux (14–28%) и *Polysiphonia subulifera* (14–22%), а на нижней границе фитоценоза их суммарный вклад достигал 10–23% общей биомассы макрофитов.

2. Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с примесью битой ракушки с сильно деградированным разреженным сообществом макрофитов и преобладанием видов кладофоры (рисунок 4.10) занимала центральную часть бухты на глубинах 3–20 м. За прошедшие 10 лет (с 1998 по 2008 гг.) его площадь возросла в 3 раза (таблица 4.6). ПП не превышало 5–10%. Биомасса сообщества низкая. Здесь мозаично отмечены группировки водорослей (*Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag., *Ceramium virgatum*, *Chondria capillaries* (Huds.) M.I. Wynne, *Laurencia obtusa*), опутанных нитями кладофор (*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kutzing, *C. albida* (Nees) Kutzing) и *Chaetomorpha* sp., вклад которых достигал 74–96% общей биомассы. В составе сообщества изредка встречалась *Zostera marina*, доля участия, которой незначительна (таблица 4.6).



Рисунок 4.9 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Фото Панкеевой Т.В.



Рисунок 4.10 – Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями с примесью битой ракушки с сильно деградированным разреженным сообществом макрофитов и преобладанием видов кладофоры. Фото Иванова В.

3. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая* занимал северо-западную и юго-восточную часть бухты на глубинах 10–15 и 15–20 м соответственно, общей площадью 15,8 га (таблица 4.6). Здесь характерно чередование песчаных отложений с отдельно расположенными глыбами и валунами. Описан фитоценоз (*Gongolaria barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Cladophora dalmatica*. В северо-западной части бухты биомасса ерикариево-гонголариево-филлофорового фитоценоза при увеличении глубины незначительно снижалась от $489,7 \pm 52,6$ до $358,6 \pm 127,3$ г·м⁻², тогда как вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* уменьшался более чем на порядок (от 26 до 2% общей биомассы). Доля участия *Phyllophora crispa* в этом интервале глубин колебалась в узких пределах (18–19% общей биомассы). На песчаных отложениях единично отмечена *Zostera marina*. В сложении фитоценоза вклад эпифитной синузии при увеличении глубины от 10 до 15 м снижался в 9 раз (с 18 до 2% общей биомассы), среди эпифитов преобладала *Polysiphonia subulifera*. Для юго-восточной части бухты биомасса этого же фитоценоза не превышала $160,2 \pm 86,0$ г·м⁻². На долю эдификаторов 1 и 2-го ярусов приходилось 46 и 25% общей биомассы соответственно. В составе фитоценоза вклад эпифитов достигал 21%, доминировали *Stilophora tenella* (8%) и *Laurencia obtusa* (7% общей биомассы).

4. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием с преобладанием кодиума червеобразного и стилофоры нежной* выделен в восточной части бухты на глубинах 10–15 м, площадью 2,9 га. ПП составляло менее 10%. На песчаных отложениях биомасса сообщества не превышала $10,9 \pm 6,7$ – $17,6 \pm 8,9$ г·м⁻². В его составе преобладали *Codium vermilara* (47–56%) и *Stilophora tenella* (6–29% общей биомассы макрофитов).

В ландшафтной структуре акватории б. Ласпи в 2016 г. выделено семь ПЛ (рисунок 4.11). Описание ландшафтной структуры представлено в разделе 3.3.1 рис. 3.12.

В 1983 г. береговая зона бухты испытывала слабую рекреационную нагрузку. В то время лишь в восточной ее части располагался стационарный детский оздоровительный комплекс (ОК) “Ласпи”, а в юго-восточной – несколько летних домиков пансионата “Изумруд”. В этот период воды бухты хорошо аэрированы от поверхности до дна, а незначительные суточные колебания кислорода отражали хорошую сбалансированность продукционно-деструкционных процессов [90]. В 1985 г., по данным автономных буйковых станций, в бухте выявлена высокая степень обновления вод акватории с водами открытого моря [12].

В конце 80-х гг. прошлого столетия в восточной части б. Ласпи построено гидротехническое сооружение, которое частично перекрыло ее вершину. В 1998 г. в вершине

бухты, начиная с глубины 3 м, зарегистрированы илисто-песчаные донные отложения. Размывание галечного бенча, обнажение выходов коренных пород и смещение береговых наносов, вероятно, вызвано нарушением гидродинамического режима акватории бухты [308]. Известно, что строительство гидротехнических и берегозащитных сооружений приводит к перестройке гидродинамических процессов, снижению уровня волновой динамики, затуханию вдольбереговых течений, при этом значительно уменьшается степень их включенности в систему прибрежной циркуляции, вследствие чего происходит перераспределение участков абразии и аккумуляции [208; 221].

К существенным изменениям в ПЛ рыхлых грунтов, по мнению В. В. Преображенского с соавторами [221] приводит, в первую очередь, перестройка гидродинамического режима акватории. Так, в заливе Петра Великого отмечено значительное сокращение площадей взморников, вызванное проведением берегозащитных мероприятий в приурезовой зоне, строительством молов, причалов и других гидротехнических сооружений [221].

За период с 1998 по 2016 гг. антропогенная нагрузка на береговую зону б. Ласпи резко возросла. В это время в ее приморской зоне активно развивался пешеходный туризм и палаточная рекреация, а акватория стала интенсивно использоваться для морских экскурсий, каякинга и дайвинга. Наибольшее негативное влияние оказывает застройка берега. Так, в восточной и юго-восточной части бухты, непосредственно у уреза воды, появился новый объект стационарной рекреации – гостиничный комплекс “Бухта Мечты”. При его строительстве выполнены масштабные берегоукрепительные работы, что привело к изменению конфигурации берега и подводного берегового склона. Усиление хозяйственной деятельности привело к дополнительному поступлению терригенного материала и активизации гравитационных процессов в прибрежье. Проведенный в 2007–2009 гг. гидролого-гидрохимический мониторинг бухты показал слабое вертикальное перемешивание вод акватории, преобладание нагонной циркуляции и практически отсутствие, типичных для района ЮБК, летних апвеллингов [90].

Развитие рекреационной инфраструктуры вызвало возрастание объемов береговых стоков, что способствовало увеличению степени эвтрофирования водной среды. В настоящее время в бухте имеется пять выпусков сточных вод с биологической очисткой, которые вынесены от берега на расстояние 90–150 м. Их суммарный объем превышает 210 тыс. м³·год⁻¹.

Одним из ведущих факторов, определяющим ход динамических процессов ПЛ б. Ласпи, является волновая гидродинамика. Известно, что в Чёрном море за последние 25 лет среднегодовая штормовая активность возросла на 10–15% [48]. Подъем уровня моря приводит к увеличению глубин у берега и усиливает воздействие на него волнения. Эксперименты, проводимые в б. Пограничной (залив Петра Великого), показали близкую зависимость плотности популяции морских трав от степени волновой динамики акватории. Интенсивная

турбулентность воды приводит к высокой подвижности верхних слоев донных отложений, и если толщина динамически активного слоя осадков превысит определенное критическое значение, то укоренившиеся растения остаются практически незакрепленными и вихревыми движениями вод постепенно извлекаются из грунта [221].

Как показали результаты наблюдений, в 1983–2016 гг. в б. Ласпи отмечена трансформация ПЛ. Наиболее существенные структурные изменения произошли в растительной компоненте ландшафта.

ПЛ подводного склона, сложенного псефитовыми отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая, выделяли более 40 лет. Однако, глубина его распространения и площадь варьировали по годам (таблица 4.5). За период исследования (1983–2016 гг.) выявлены изменения ПП дна макрофитами, качественных и количественных показателей фитоценоза (таблица 4.5). В 1983 г. варьирование биомассы фитоценоза и доли участия доминирующих видов водорослей было незначительным и слабо изменялось как по глубинам. В это время ерикариево-гонголариевый фитоценоз образовывал сплошной растительный покров, формируя наиболее густые заросли на глубине от 1 до 5 м. В 1998 г. в ПЛ отмечены количественные различия в биомассе макрофитов в зависимости от хозяйственной освоенности береговой зоны, а также с увеличением глубины. За весь исследуемый период наиболее существенная перестройка ПЛ отмечена на нижней границе ерикариево-гонголариевого фитоценоза, где в его структуре, помимо количественных изменений, обнаружены и качественные. К 1998 г. вдоль всего побережья бухты на глубине 5–10 м зарегистрировано снижение роли видов 1 и 2-го ярусов наряду со значительным повышением доли участия эдификатора 3-го яруса и эпифитной синузии. Так, если в 1983 г. вклад *Cladostephus spongiosus* составлял 4–19% общей биомассы, то 15 лет спустя роль этого вида стала выполнять прикрепленная форма *Phyllophora crispa* (14–27%). За этот промежуток времени доля участия *Ellisolandia elongata* возросла с 1–3 до 9–38% общей биомассы. Такая трансформация в ярусной структуре ерикариево-гонголариевых фитоценозов обычно проявляется при повышении уровня эвтрофирования акваторий [112; 113]. К 2008 г. перестройка ПЛ усилилась. Вдоль всего побережья в верхней сублиторальной зоне показатели биомассы ерикариево-гонголариевого фитоценоза и доли участия *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* снизились, а на его нижней границе – катастрофически. Структура ерикариево-гонголариевого фитоценоза значительно усложнилась. В его составе зарегистрированы зеленые виды водорослей (*Ulva rigida* и виды *Enteromorpha*), резко возросла роль эпифитных синузий, при этом среди эпифитов доминировал *Ceramium virgatum*, что свидетельствует о повышении степени эвтрофирования изучаемой акватории [76]. В 2016 г. данный ПЛ имеет наибольшие

показатели площади и высокие значения биомассы макрофитов, при этом вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет 75–87% общей биомассы.

Наиболее выраженные негативные изменения произошли в центральной части бухты на слабонаклонной равнине с илесто-песчаными отложениями. В 1983 г. в этой части бухты на глубине 5–10 м отмечены заросли видов взморников. К 1998 г. ПЛ с взморниковым фитоценозом сместился на большую глубину, при этом биомасса фитоценоза снизилась на порядок, а ПП – более чем вдвое (таблица 4.6, рисунок 4.7). К 2008 г. этот ПЛ не был зарегистрирован (рисунок 4.8). В 2016 г. данный ПЛ отмечен на глубине 8–10 м, характерны невысокие значения биомассы макрофитов на довольно значительной площади, при этом основной вклад (78–80%) в их общую биомассу вносит *Zostera marina*. В центральной части бухты в 2016 г. сформировался ПЛ, где донная растительность отсутствует, что, возможно, также свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории.

В 1983 г. вдоль всей бухты на глубине 5(10)–25 м описан ПЛ слабонаклонной равнины с, сложенной гравийно-песчаными с битой ракушкой отложениями, где доминирует филлофора курчавая для которого характерны высокие значения ПП и биомассы эдификатора (таблица 4.6, рисунок 4.6). Показательно, что слоевища *Phyllophora crispa* на глубине свыше 20 м практически были лишены эпифитов. К 1998 г. этот ПЛ сохранился лишь в восточной и юго-восточной части бухты на глубине 10–20 м. Его площадь сократилась почти в 5 раз, а ПП уменьшилось вдвое (таблица 4.6, рисунок 4.7). Резкое снижение биомассы филлофорового фитоценоза сопровождалось усложнением его структуры. В его составе отмечены *Codium vermilara* (11–19%), *Ulva rigida* (5–11% общей биомассы), а среди эпифитов доминировали коралиновые виды водорослей. К 2008 г. и 2016 г. в бухте этот ПЛ не обнаружен (рисунок 4.8).

К 1998 г. в северо-западной и центральной части бухты на глубине 15–20 м, вместо филлофорового фитоценоза, сформировалось сильно деградированное разреженное сообщество макрофитов, где доминировали виды кладофоры. К 2008 г. площадь мозаично расположенных группировок водорослей с преобладанием кладофор возросла в 3 раза, а ПП снизилось вдвое, по сравнению с таковым в 1998 г. (таблица 4.6). Этот ПЛ образовался вместо ПЛ с взморниковым и филлофоровым фитоценозами. Обильное развитие кладофоры в центральной части бухты на глубине от 3 до 20 м является откликом экосистемы на деградацию коренных фитоценозов *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, *Zostera marina* и *Zostera noltei* [113].

За период с 1983 по 1998 гг. ПЛ подводного склона с ерикариево-гоноглариево-филлофоровым фитоценозом сменился на ПЛ с хондриево-лауренцовым фитоценозом. К 2008 г. на этом же участке сформировалось сообщество, где преобладали *Codium vermilara* и *Stilophora tenella*. Площадь участка практически была постоянной, при этом ПП уменьшилось

почти в 4 раза. Биомасса, вновь образовавшихся фитоценозов, была соответственно в 23 раза и более чем на два порядка ниже, чем эти показатели в 1983 г. В 1998, 2008 и 2016 гг. на этом участке не была обнаружена *Ericaria crinita*, что, вероятно, связано с изменением гранулометрического состава донных осадков [96; 207].

К 2008 г. в северо-западной и юго-восточной части бухты на небольшой площади описан ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая, биомасса которого не превышала $489,7 \pm 52,6 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (таблица 4.6). Формирование этого ПЛ, возможно, связано с поступлением терригенного материала в прибрежную зону, что послужило субстратом для прикрепленных видов макрофитов, в том числе *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. В 2016 г. данный ПЛ зарегистрирован на меньших глубинах, соответственно возросли значения ПП, общая биомасса макрофитов и вклад доминирующих видов водорослей.

К 2016 г. в бухте сформировались новые типы ПЛ, которые значительно отличаются от таковых, зарегистрированных в 1983 г. В северо-западной и юго-восточной части бухты на глубине от 5 до 10 м на глыбовом субстрате сформировался ПЛ с преобладанием видов *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, где их доля варьирует от 35 до 61 % общей биомассы макрофитов. В северо-западной части бухты на илисто-песчаных отложениях зарегистрирован ПЛ, где встречается *Zostera marina* и *Zostera noltei*, вклад которой достигает 25 % общей биомассы макрофитов. Подобный состав и структура макрофитобентоса в этой части бухты обусловлены аккумуляцией песчаных отложений, что свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории. В юго-восточной части бухты на галечно-гравийных с битой ракушей отложениях выделен ПЛ, где преобладает филлофора курчавая, доля которой достигает 9–29% общей биомассы (таблица 4.6).

Исходя из анализа полученных результатов, можно предположить, что восстановление ландшафтной структуры б. Ласпи маловероятно, особенно при возрастающей хозяйственной деятельности в прибрежной зоне. По мнению Л. А. Беспаловой [21], изучавшей влияние антропогенного воздействия на ландшафтную структуру Азовского моря, возврат ее к ранее существовавшему состоянию невозможен из-за необратимых изменений в компонентах ландшафта. В современных условиях под влиянием природно-антропогенных флуктуаций образуются новые ПЛ, содержащие в себе элементы предыдущих. В пользу выдвинутого предположения можно также привести известный в теории эволюции “Закон Долло”, из которого следует, что уменьшение или полная ликвидация действующих на систему антропогенных и природных факторов не означает, что она вернется в прежнее состояние [283].

4.2.2 Бухта Круглая

Бухта Круглая занимает северное побережье Гераклейского полуострова г. Севастополя. Полузакрытая бухта. Побережье преобразовано антропогенной деятельностью, преобладает рекреационное и селитебное природопользование. Подводные исследования охватывают период 1977–2018 гг. Ландшафтная структура дна б. Круглой представлена на рисунках 4.11 (1977 г) и 3.17 (2018 г.). В связи с тем, что в 1977 г. гидроботаническую съемку в кутой части бухты не проводили, отсутствует сравнение ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной илисто-песчаными отложениями с господством сообщества морских трав (*Zostera noltei* и *Stuckenia pectinata*) (5) и с деградированным сообществом макрофитов (8) [126].

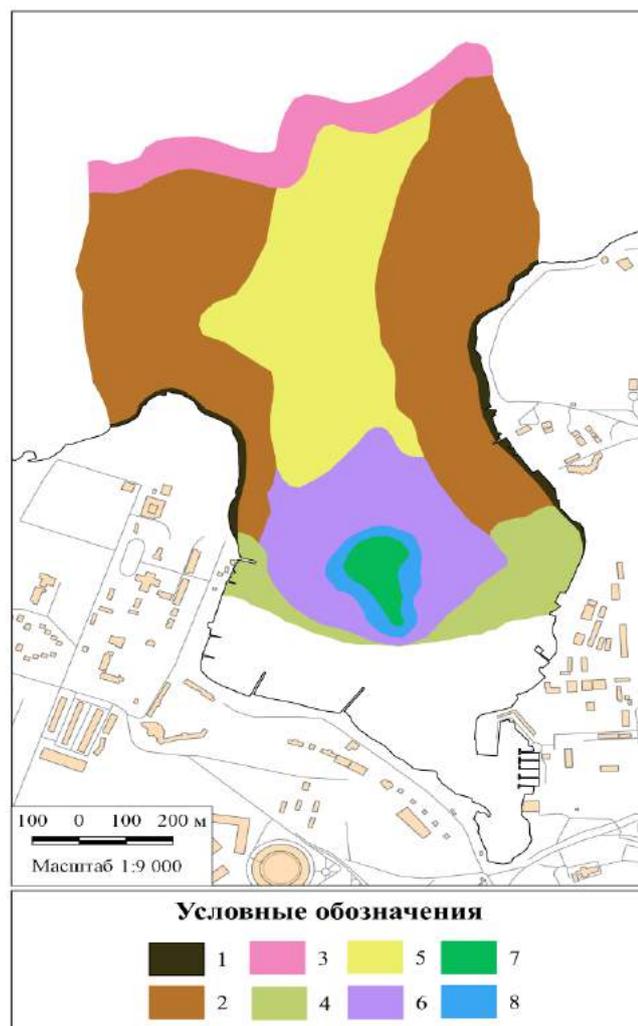


Рисунок 4.12 – Картосхема ландшафтной структуры б. Круглая (по данным 1977 г.) [126]

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунная отмостка и выходы коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными

отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая; 4 – слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями, с доминированием видов взморника (морского и Нольта); 5 – слабонаклонная равнина, сложенная песчано-гравийными отложениями, лишенная донной растительности; 6 – слабонаклонная равнина с выходами коренных пород, где разреженно встречаются ерикария косматая и гонголария бородатая, а на песчано-илистом субстрате единично произрастает взморник Нольта; 7 – вершина подводной гряды с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 8 – подводные склоны гряды, сложенные грубообломочными отложениями с выходами коренных пород с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой.

ПЛ *глыбово-валунной отмостки и выходов коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой* выделяли на протяжении исследуемого периода (1977–2018 гг.). Однако, в 1977 г. его площадь была в 1,6 раза меньше (таблица 4.7). Биомасса макрофитов и вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* варьирует в широком интервале. В 1977 г. на этом ПЛ *Ulva rigida* не обнаружена. В 2018 г. вклад эпифитов в общую биомассу макрофитов был существенно ниже, чем 40 лет спустя (таблица 4.7). Среди них доминировала *Vertebrata subulifera* (0,4–10,6% общей биомассы макрофитов) ниже, чем в 2018 г.

Таблица 4.7 – Изменение площади, биомассы макрофитов, доли доминирующих видов водорослей и их эпифитов в ПЛ с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой и филофоры курчавой в б. Круглая при увеличении глубины по годам

ПЛ	Год	Площадь, га	Глубина, м	Биомасса макрофитов, г·м ²	Доля, %		
					<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crista</i>	Эпифитов
1	2018	2,2	0,5–1	7734,8±1210,3–2906,4±370,8	91,9–55,1	0–0,3	4,6–39,7
	1977	1,4	0,5–1	981,8±292,2–6642,5±1156,7	98,5–24,1	0,1–0,3	1,0–10,8
2	2018	30,8	1–7(10)	7036,0±876,2–1108,0±148,3	87,6–61,4	0,1–9,7	10,3–38,4
	1977	40,6	1–15	4857,0±690,0–471,4±112,5	98,9–75,7	0,2–7,4	14,4–0,2
3	2018	10,0	10–15	651,5±138,9–900,4±125,7	25,1–0	52,6–88,1	21,9–11,8
	1977	5,8	15–20	63,2±15,4–314,3±104,8	0	98,1–100	0
9-10	2018	1,5	0,5–1	4964,4±534,8–4991,6±624,7	86,4–85,0	0,2–0	11,6–12,7
7-8	1977	1,5	0,5–1	5060,3±723,7–3722,4±547,4	85,2–89,5	0	14,8–10,5

Примечание: нумерация и описание ПЛ соответствует сведениям, представленным на рисунке 4.11 и 3.17.

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая также отмечен в данный период исследования. В 1977 г. его площадь была максимальной за весь период изучения, что связано с расширением ареала ерикариево-гонголариевого фитоценоза до глубины 15 м (таблица 4.7). В этот период биомасса водорослей также существенно изменялась по глубинам (таблица 4.7). Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в общую биомассу макрофитов был высоким, незначительно варьировал. Доля участия *Phyllophora crispa* не превышала 8 % общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитов был в 3–50 раз ниже, чем в 2018 гг., среди эпифитов преобладали *Vertebrata subulifera* (1,1–11,8 % общей биомассы макрофитов) и виды *Laurencia* (0,1–1,9 % общей биомассы макрофитов) (таблица 4.7).

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая занимает тот же район, что и в 1977 г., но на большей глубине (рисунок 4.12) (таблица 4.7). Его площадь в 1,7 раза ниже, чем в 2018 г. Биомасса макрофитов невысокая, при этом господствовала *Phyllophora crispa*, тогда как *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* встречались единично. Эпифиты на этих глубинах отсутствовали.

Слабонаклонная равнина, сложенная илесто-песчаными отложениями, где доминирует видов взморника (морского и Нольта) занимала в 1977 г. площадь вчетверо ниже (таблица 4.8). Здесь был представлен фитоценоз *Zostera marina*+*Z. noltei*. Биомасса высшей водной растительности была вдвое выше, чем в настоящее время. Вклад *Zostera marina* существенно преобладал над этим же показателем *Zostera noltei*. В тот период *Stuckenia pectinata* не зафиксирована. Доля эпифитов также незначительная (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Изменение площади, биомассы макрофитов, доли доминирующих видов и их эпифитов в ПЛ с доминированием морских трав в б. Круглая при увеличении глубины по годам

ПЛ	Год	Площадь, га	Биомасса макрофитов, г·м ⁻²	Доля, %			
				<i>Zostera noltei</i>	<i>Stuckenia pectinata</i>	<i>Zostera marina</i>	Эпифитов
4	2018	4,7	287,3±63,4–1111,0±150,3	91,5–99,9	5,3–0	0	2,3–0,1
	1977	1,3	490,8±184,9–2569,5±809,8	2,9–38,4	0	97,1–58,6	0–2,5

Примечание: нумерация и описание ПЛ соответствует сведениям, представленным на рисунке 4.11, 3.17.

ПЛ *вершины подводной гряды с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой* выделяли в 1977 г. Величина биомассы макрофитов, вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* оказались соизмеримыми и практически не изменились за прошедшие сорок лет (таблица 4.7). В тот период в структуре фитоценоза *Ulva rigida* не зафиксирована. В эпифитной синузии доминировала *Vertebrata subulifera* (13,4 % общей биомассы макрофитов).

ПЛ *подводных склонов гряды, сложенных грубообломочными отложениями с выходами коренных пород с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой* регистрировали сорок лет назад. Величина биомассы макрофитов была в 1,3 раза ниже, чем этот показатель в 2018 г., тогда как вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* был несколько выше (таблица 4.7). В тот период *Ulva rigida* в структуре фитоценоза не зафиксирована. В 1977 г. в составе эпифитной синузии доминировала *Vertebrata subulifera* (7,7% общей биомассы макрофитов).

ПЛ *слабонаклонной равнины, сложенной песчано-гравийными отложениями, лишенной донной растительности (б)* и *слабонаклонной равнины с выходами коренных пород, где разреженно встречаются ерикария косматая гонголария бородатая, а на песчано-илистом субстрате единично произрастает взморник Нольта (7)* отмечали в 1977 г., однако растительная компонента не претерпела существенных изменений за исследуемый период.

Береговая зона бухты Круглой активно используется под застройку селитебными и рекреационными объектами, а также для строительства берегоукрепительных гидросооружений, а в последние годы под эллинги для яхт.

Анализ полученных результатов показал, что в б. Круглая за период с 1977 по 2018 г. произошли изменения в конфигурации границ и площади ПЛ, также выявлены отрицательные изменения в составе донной растительности. Площадь ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая сократилась в 1,3 раза. Это связано с тем, что в 1977 г. ерикариево-гонголариевый фитоценоз простирался до глубины 15 м, тогда как в 2018 г. их граница проходит на глубине 10 м. За прошедшее время структура ерикариево-гонголариевого фитоценоза значительно усложнилась. В его составе зарегистрированы зеленые виды водорослей (*Ulva rigida*), возросла роль эпифитных синузид, что свидетельствует о повышении степени эвтрофирования изучаемой акватории.

За исследуемый период ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филофора курчавая, также изменил границы контура. В 1977 г. этот ПЛ регистрировали на глубинах 15–20 м, то через 40 лет – на глубинах 10–15 м, а глубже в настоящее время донная растительность отсутствует. В современных условиях отмечено смещение нижней границы

произрастания *Phyllophora crispa* ближе к берегу, тогда как еще в 1977 г. она образовывала массовые скопления на глубинах 15–20 м (таблица 4.7). Наиболее существенные изменения произошли на ПЛ слабонаклонной равнине, сложенной песчано-илистыми отложениями, где доминирует взморник Нольта. В структуре макрофитобентоса исследуемой части бухты произошла замена взморникового фитоценоза, доминантом которого являлась *Zostera marina*, а содоминантом – *Zostera noltei*, на взморниково-рдестовый фитоценоз, где преобладают *Zostera noltei* и *Stuckenia pectinata*. Исчезновение *Zostera marina* и появление *Stuckenia pectinata* свидетельствует об увеличении степени заиления донных осадков [126; 131].

Таким образом, за 50-летний период исследований в ландшафтной структуре бухт Чёрного моря Крымского полуострова обнаружена существенная перестройка и деградация подводных ландшафтов, что, вероятно, связано с влиянием, как природных факторов, так и возросшей антропогенной деятельностью.

Выводы по главе 4:

1. Проведенные исследования по изучению многолетней динамики подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова на ключевых участках за более 50-летний период показали, что ландшафтный «каркас», где преобладают ландшафты с доминирующими видами донной растительности сохраняется. Выявлено, что за исследуемый период произошло сокращение площади и изменение конфигурации границ этих ландшафтов. Составлены актуальные карты пространственно-временных изменений подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны для ключевых участков Крымского полуострова.

2. Показано, что существенные изменения произошли в качественных и количественных показателях растительной компоненты подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова. В целом, за период изучения в этих ландшафтах сократилась роль видов-доминантов макрофитобентоса Чёрного моря, произошло увеличение количества зеленых и красных водорослей в видовом составе, резко увеличилась доля эпифитирующих макрофитов.

3. Выявлено, что наименьшие изменения площади и конфигурации границ произошли в ландшафте *подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая*, который приурочен к глубинам 0,5–10 м. Однако, в составе и структуре макрофитобентоса этого ландшафта произошли существенные перестройки, которые являются откликом на изменения условий окружающей среды. Отмечено

увеличение плотности зарослей *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и обильное развитие эпифитных видов.

4. Наиболее подверженными трансформации оказались ландшафты, которые распространены на глубинах 10–15 м. В ландшафте *слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая* отмечены значительные изменения площади и глубины его распространения; снижение продукционных показателей фитоценоза *Phyllophora crispa* и его эдификатора; замена многолетних видов макрофитов на однолетние; сокращение биомассы макрофитов более чем на порядок. Ландшафты с участием глубоководных видов *Phyllophora crispa*, *Zanardinia typus*, *Nereia filiformis* и *Carradoriella elongate* были обнаружены на глубинах 10–15 м (ранее на глубинах 25 м), что свидетельствует о вертикальном снижении глубин их обитания, которое связано с уменьшением прозрачности воды.

5. Выявлено, что существенные изменения произошли в подводных ландшафтах, где доминируют морские травы. Однако, степень и характер изменения данного ландшафта обусловлены гидро- и литодинамическими особенностями акваторий бухт. Показано, что за исследуемый период в открытой бухте Ласпи площадь ландшафта с морскими травами уменьшилась, он сместился на большую глубину, биомасса фитоценоза сократилась на порядок и более. Для полузакрытой бухты Круглая установлено, что площадь подводного ландшафта с морскими травами наоборот увеличилась и произошла замена взморникового фитоценоза, доминантом которого являлась *Zostera marina*, а содоминантом – *Zostera noltei*, на взморниково-рдестовый фитоценоз, где преобладают *Zostera noltei* и *Stuckenia pectinata*.

6. Ландшафт *подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая* отмечен для всего побережья, однако фиксировался не во все периоды исследования. Выявлено, что для него характерна тенденция смещения на меньшие глубины, увеличение значения проективного покрытия, общей биомассы макрофитов и вклада доминирующих видов водорослей. Перераспределение общей биомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в пределах ландшафтного контура, регистрация в его границах *Phyllophora crispa*, ранее, встречавшейся в более глубоководной зоне связаны со снижением прозрачности воды. Установлено, что существование «переходных» подводных ландшафтов во многом зависит от интенсивности гидро- и литодинамических процессов, происходящих в прибрежной зоне.

7. Показано, что ландшафтная структура Чёрного моря крымской прибрежной зоны реагирует на природные и антропогенные воздействия. Для побережий с высокой антропогенной нагрузкой отмечены за исследуемый период значительные изменения в

ландшафтной структуре. Эти изменения коснулись площади и конфигурации границ ландшафтов с доминирующими видами макрофитобентоса; исчезновение ландшафтов с филлофоровыми и взморниковыми фитоценозами; увеличение площади ландшафтов, где отсутствует донная растительность, либо характерны деградированные сообщества макрофитов или представлены однолетние виды макрофитобентоса; увеличение площади «переходных» ландшафтов с ерикариево-гонголариево-филлофоровыми фитоценозами; образование не типичных ландшафтов с ерикариево-гонголариево-взморниковыми фитоценозами. Для прибрежий, имеющих незначительную антропогенную нагрузку или природоохранный статус, изменения в ландшафтах коснулись качественных и количественных показателей растительной компоненты.

ГЛАВА 5 ЗАПАСЫ МАКРОФИТОВ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Согласно методике, описанной в разделе 2.4, проведена оценка устойчивости ПЛ крымской прибрежной зоны на основе количественных значений запасов фитомассы макрофитобентоса и доминирующих черноморских видов макрофитов. В качестве модельного полигона выбрана б. Ласпи, где имеется ряд многолетних наблюдений. Для ландшафтной структуры б. Ласпи, как показали исследования за период 1983–2016 гг., характерны четыре ПЛ с участием ключевых видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, *Zostera Noltei* и *Zostera marina*, которые регистрировали в течение длительного периода наблюдений (см. подраздел 4.2.1) [162]. Для того, чтобы получить сравнимые данные, общие запасы макрофитобентоса и, входящих в их состав, доминирующих видов водорослей были пересчитаны на единицу площади (га). Для этого был введен показатель запас фитомассы. Запас фитомассы определяется как отношение запасов макрофитов к площади участка, занятого донной растительностью. Таким образом, определяли запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*, который измеряется в т·га⁻¹ [124: 130].

1. *Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая* выделяли вдоль побережья в течение всего изучаемого периода (рисунок 5.1). Однако, глубина его распространения и площадь существенно варьировали по годам (таблица 5.1). В 1983 г. величина запаса фитомассы макрофитов на границах ПЛ отличалась более чем вдвое, у *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, этот показатель снижался более чем в 7 раз при увеличении глубины от 0,5 до 10 м. В этом же диапазоне глубин запас фитомассы *Phyllophora crispa* возрастал на три порядка. В 1998 г. ПЛ зарегистрирован в том же интервале глубин (таблица 5.1). Запас фитомассы макрофитов снижался почти в 4 раза, а *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* – в 15 раз в направлении от верхней к нижней границе ПЛ, тогда как этот показатель *Phyllophora crispa* возрос всего в 26 раз. За 15-летний период на верхней границе ПЛ запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* несколько увеличился, а на нижней – эти показатели уменьшились в 1,6; 1,5 и 3 раза соответственно (таблица 5.1). В 2008 г. зафиксированы минимальные значения запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей (таблица 5.1). В 2016 г. ширина контура ПЛ существенно сузилась, соответственно площадь сократилась более чем вдвое, по сравнению с данными за 1998 г. Однако, величина запаса фитомассы макрофитов как на верхней, так и нижней границе ПЛ оказалась соизмеримой с

такowymi показателями 18-ти летней давности (таблица 5.1). В то же время запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* был почти в 4 раза выше, а *Phyllophora crispa* – на порядок ниже из-за уменьшения глубины регистрации нижней границы ПЛ. Перевод полученных результатов в интегральную оценку показало, что общее количество баллов для ПЛ было максимальным в 1983 г., тогда как в 1998 и 2016 гг. величины были одинаковыми. Минимальная сумма баллов зарегистрирована в 2008 г.

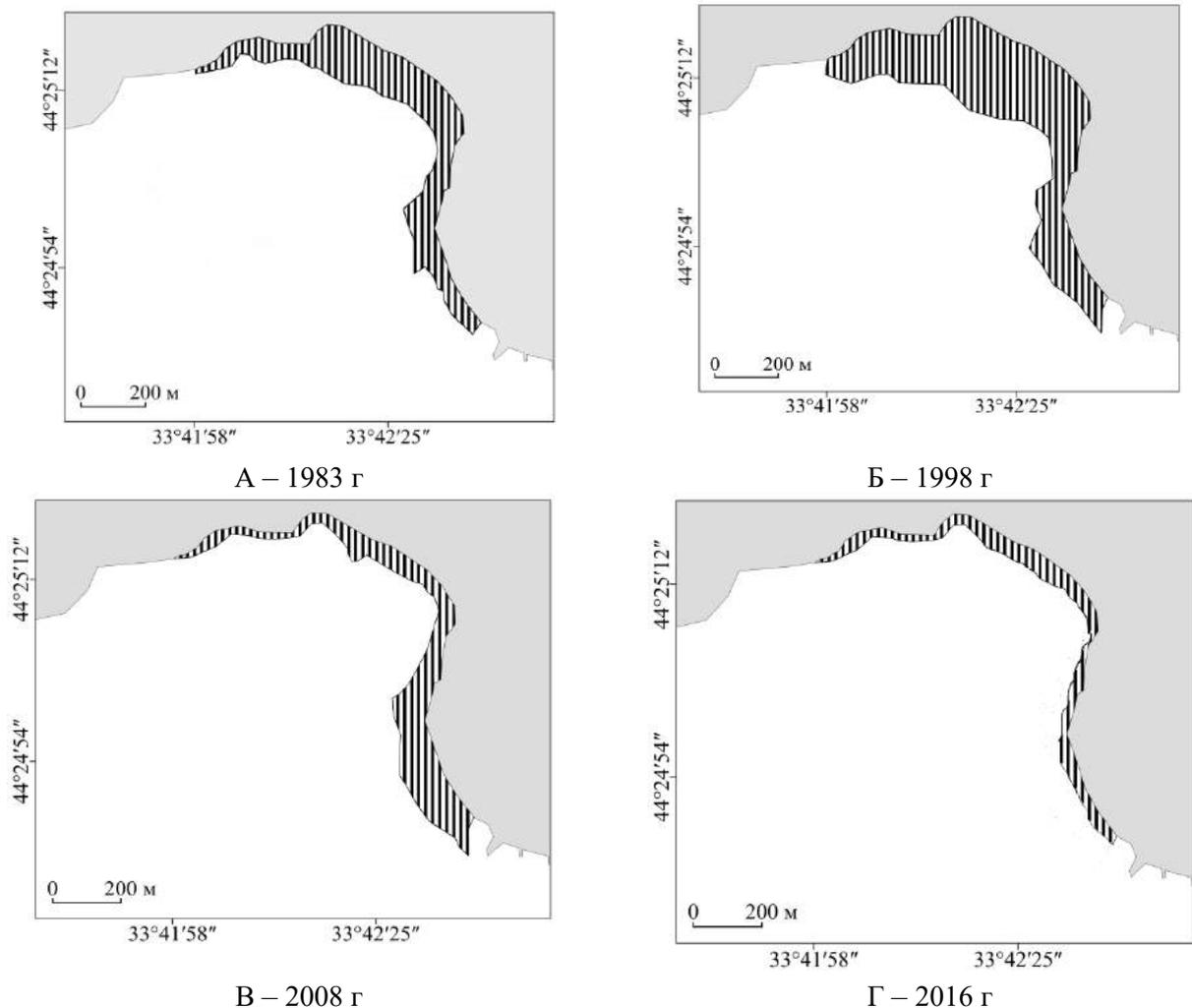


Рисунок 5.1 – Пространственно-временные изменения ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая [162]

2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая описан в течение всего периода наблюдений, за исключением 1998 г., когда он не обнаружен (рисунок

5.2). Глубина распространения и площадь этого ПЛ существенно изменялась по годам (таблица 5.1). В 1983 г. его площадь была наименьшей, при этом в границах ландшафтного контура запас фитомассы макрофитов с увеличением глубины изменялся незначительно, тогда как запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* снижался примерно втрое, а *Phyllophora crispa* – возрастал в 1,5 раза. В 2008 г. площадь ПЛ увеличилась в 7 раз, хотя запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* в направлении от его верхней к нижней границе снизился в 12–21, 3–4 и 71–42 раза соответственно по сравнению

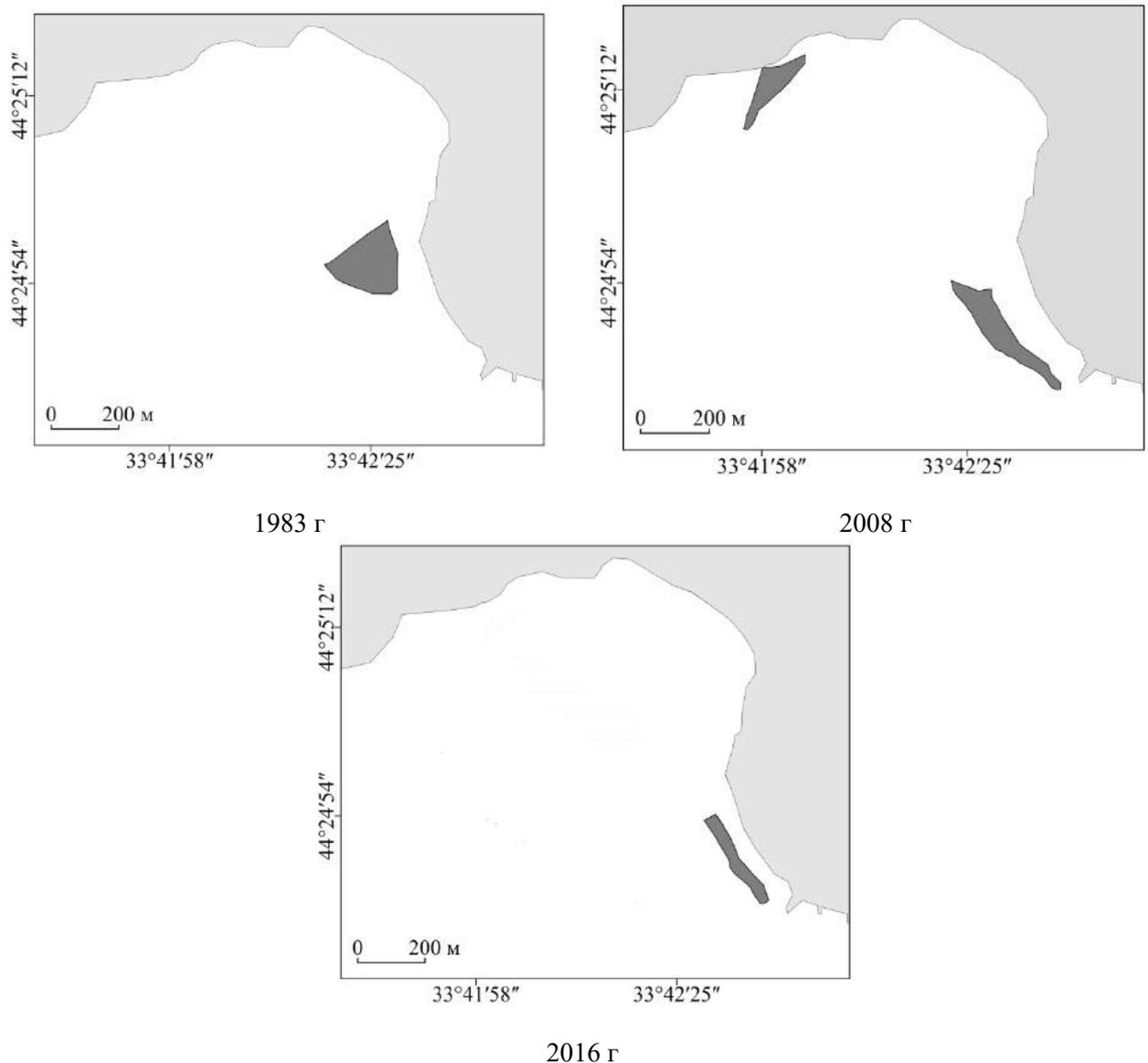


Рисунок 5.2 – Пространственно-временные изменения ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая [162]

с таковыми показателями за 1983 г. В 2016 г. эти величины существенно возросли по сравнению с данными за 2008 г. Однако, по сравнению с этими же показателями в 1983 г., запас фитомассы макрофитов и *Phyllophora crista* сократился в 1,5–2 и 10–12 раз соответственно, а запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* увеличился 2–3 раза, что связано с уменьшением глубины регистрации ПЛ (таблица 5.1). Таким образом, за 33-летний период интегральная оценка снизилась вдвое, при этом минимальной она была в 2008 г.

Таблица 5.1 – Изменение запаса фитомассы макрофитов, доминирующих видов водорослей и балльной оценки на верхней и нижней границе ПЛ по годам

ПЛ	Год	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹									Сумма баллов
				макрофитов			<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>			<i>Phyllophora crista</i>			
				границы ПЛ		Средний балл	границы ПЛ		Средний балл	границы ПЛ		Средний балл	
				верхняя	нижняя		верхняя	нижняя		верхняя	нижняя		
1	1983	0,5–10	28,6	<u>52,7</u> 4	<u>24,3</u> 2	3	<u>42,4</u> 3	<u>5,8</u> 1	2	<u>0,03</u> 0	<u>13,4</u> 5	2,5	7,5
	1998	0,5–10	35,5	<u>58,9</u> 4	<u>15,0</u> 1	2,5	<u>55,4</u> 4	<u>3,8</u> 1	2,5	<u>0,2</u> 1	<u>5,2</u> 2	1,5	6,5
	2008	0,5–15	23,5	<u>30,8</u> 2	<u>5,0</u> 1	1,5	<u>22,8</u> 2	<u>1,0</u> 1	1,5	<u>0,01</u> 0	<u>0,4</u> 1	0,5	3,5
	2016	0,5–5	16,1	<u>59,9</u> 4	<u>19,6</u> 2	3	<u>53,3</u> 4	<u>15,0</u> 2	3	<u>0,02</u> 0	<u>0,5</u> 1	0,5	6,5
2	1983	10–15	2,3	<u>33,8</u> 2	<u>28,8</u> 2	2	<u>7,5</u> 1	<u>2,7</u> 1	1	<u>14,2</u> 5	<u>20,9</u> 5	5	8
	1998	10–15 (20)	15,8	<u>2,9</u> 0	<u>1,4</u> 0	0	<u>2,5</u> 1	<u>0,7</u> 0	0,5	<u>0,2</u> 1	<u>0,5</u> 1	1	1,5
	2016	5–10	10,0	<u>20,8</u> 2	<u>13,2</u> 1	1,5	<u>13,2</u> 1	<u>7,2</u> 1	1	<u>1,4</u> 1	<u>1,7</u> 2	1,5	4
3	1983	10–20 (25)	34,1	<u>13,9</u> 1	<u>44,4</u> 3	2	<u>1,5</u> 1	<u>0,01</u> 0	0,5	<u>6,6</u> 5	<u>36,4</u> 5	5	7,5
	1998	10(15)– 20	7,3	<u>10,0</u> 1	<u>8,6</u> 1	1	<u>0,14</u> 0	<u>0,01</u> 0	0	<u>7,5</u> 5	<u>1,7</u> 2	3,5	4,5

Примечание: в числителе – запас фитомассы макрофитов, ерикарии косматой, гонголарии бородатой и филлофоры курчавой на верхней и нижней границе ПЛ, в знаменателе – балльная оценка.

1 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает

филлофора курчавая; 3 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая.

3. ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая был зарегистрирован только в 1983–1998 гг. (рисунок 5.3), за этот период его площадь уменьшилась примерно в 5 раз (таблица 5.1). В 1983 г. ПЛ протянулся вдоль всей бухты на глубине от 10 (15) до 20 (25) м, тогда как в 1998 г. он встречался фрагментарно на отдельных участках на этих же глубинах. В 1983 г. запас фитомассы макрофитов и *Phyllophora crispa* при увеличении глубины в изучаемом диапазоне возрастал более чем в 3 и 5 раз соответственно, а в 1998 г. варьирование величины первого показателя было незначительно, а второго – снижалось более чем вчетверо (таблица 5.1). За 15-летний период запас фитомассы макрофитов и *Phyllophora crispa* на нижней границе ПЛ сократился более чем в 5 и 21 раз соответственно. В 2008–2016 гг. этот ПЛ не обнаружен. Таким образом, интегральная оценка уменьшилась примерно вдвое, а в последующие годы стала равняться 0.

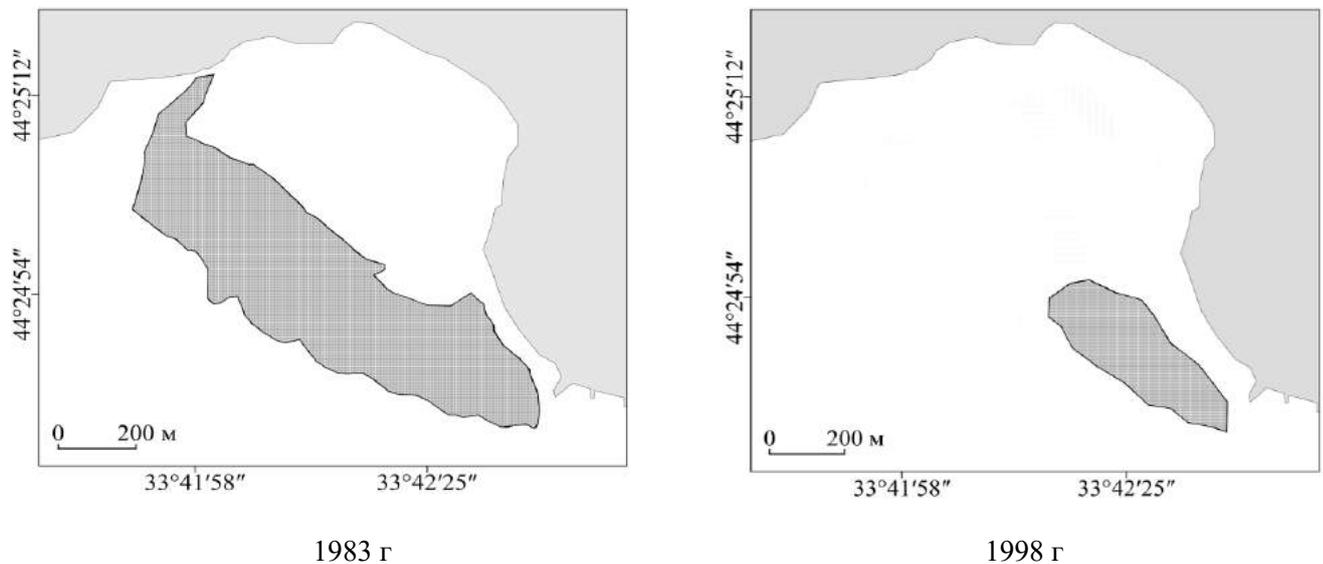


Рисунок 5.3 – Пространственно-временные изменения ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая [162].

4. ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной илисто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников значительно изменял границы контура и глубину простираения (рисунок 5.3). В 1983 г. ПЛ занимал центральную часть бухты на глубине от 5 до 10 м, площадью 17,1 га. Запас фитомассы *Zostera Noltei* и *Zostera marina* колебался в пределах 2,9–3,6

т·га⁻¹. Через 15 лет ПЛ был распространен в центральной и северо-западной части бухты на глубине 10–15 м. Его площадь незначительно увеличилась, а запас фитомассы видов взморников снизился 4–5 раз (0,6–0,9 т·га⁻¹). В 2008 г. ПЛ не обнаружили. В 2016 г. ПЛ описан на тех же участках бухты и на той же глубине, что и в 1998 г., хотя за 18 лет его площадь уменьшилась в 1,5 раза. В 2016 г. запас фитомассы видов взморников варьировал от 0,9 до 1,9 т·га⁻¹. Таким образом, интегральная оценка снизилась первоначально с 10 (1983 г.) до 2,5 (1998 г.), затем до 0 (2008 г.). В 2016 г. сумма баллов не превышала 4.

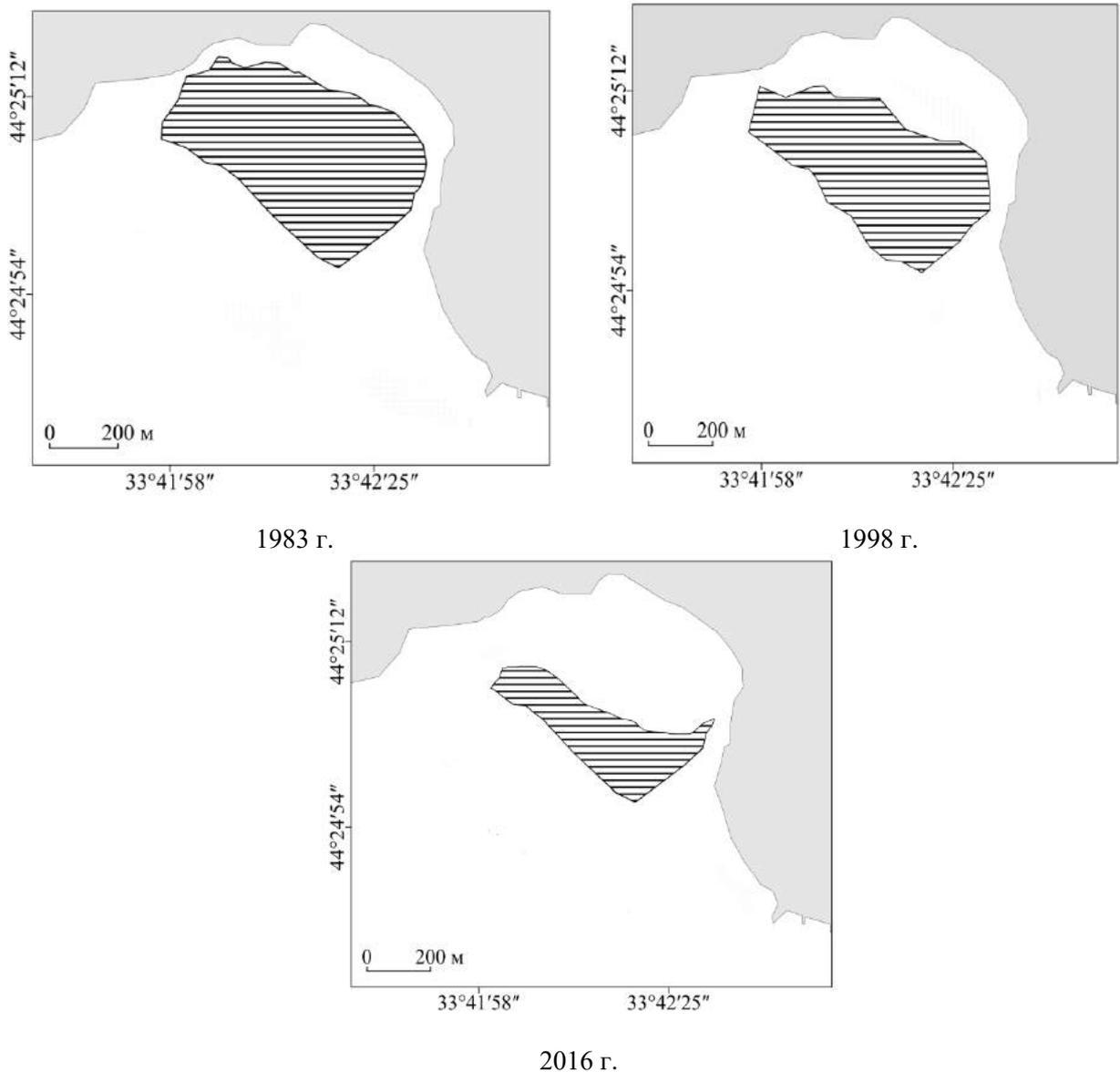


Рисунок 5.3 – Пространственно-временные изменения ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной илесто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников [162].

Как показали результаты наблюдений, за более чем 30-летний период (1983–2016 гг.) в бухте отмечены изменения не только в конфигурации границ и глубины распространения

контуров ПЛ, но и выявлена существенная структурная перестройка растительной компоненты подводного ландшафта.

Гидрботанические исследования, проведенные в 1983 г. показали, что растительная компонента ПЛ отличалась высокой степенью сохранности. В это время ПЛ, где были зарегистрированы ерикариево-гонголаривый, филлофоровый и взморниковый фитоценозы, имели поясное распространение вдоль побережья бухты и характеризовались высокими запасами фитомассы. Для них отмечена высокая доля эдификаторов и низкая – эпифитирующих видов водорослей, так же как и для ПЛ, где описан ерикариево-гоноглариево-филлофоровый фитоценоз. Вклад эпифитов в структуре сообществ изменялся от 1 до 19% общих запасов. В этот период для каждого ПЛ характерны максимальные суммы баллов, которые колебались в пределах от 10 до 7,5.

К 1998 г. в ПЛ, где доминировали *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, отмечены существенные количественные и качественные изменения в структуре фитоценоза, при этом наиболее выраженные перестройки произошли на нижней границе (рисунок 5.1 А). Так, за 15-ти летний период вклад эпифитов в составе сообщества на нижней границе этого ПЛ возрос более чем вдвое и достиг 41% общих запасов. ПЛ с преобладанием *Phyllophora crispa* сохранился лишь в восточной и юго-восточной части бухты, где резкое снижение количественных показателей фитоценоза сопровождалось усложнением его структуры и существенным повышением доли эпифитов (от 1–2 до 7–19% общих запасов) (рис. 5.1 В). ПЛ с доминированием *Zostera Noltei* и *Zostera marina* сместился на большую глубину, при этом вклад эпифитирующих видов водорослей в составе фитоценоза увеличился примерно вдвое (от 1–4 до 5–9% общих запасов) (рисунок 5.1 Г). Суммарная величина баллов изучаемых ПЛ существенно снизилась и колебалась от 6,5 до 2,5, при этом наиболее выраженное уменьшение интегральной оценки выявлено для ПЛ слабонаклонной равнины, для которой характерны рыхлые грунты.

В 2008 г. в бухте отмечена дальнейшая негативная трансформация растительной компоненты ПЛ. В ПЛ, где представлен ерикариево-гонголариевый фитоценоз, доля эпифитов достигла максимума за весь период наблюдений (5–50% общих запасов). Значительное увеличение площади ПЛ, где зарегистрирован ерикариево-гонголариево-филлофоровый фитоценоз, сопровождалось резким снижением запаса фитомассы доминирующих видов и возрастанием вклада эпифитирующих водорослей до 15–23% общих запасов. За прошедшие 25 лет (1983–2008 гг.) наиболее выраженные отрицательные изменения ландшафтной структуры произошли на илисто-песчаных и песчаных с примесью битой ракушки донных отложениях, где к 2008 г. не обнаружены ПЛ с доминированием *Phyllophora crispa* и *Zostera Noltei* и *Zostera marina*. На их месте обильно представлена зеленая водоросль – кладофора, что является откликом экосистемы на деградацию коренных фитоценозов [24]. В этот период для всех ПЛ

характерна минимальная сумма баллов, которая изменялась от 3,5 до 0. Деградации и разрушению прибрежных ПЛ, вероятно, способствовал экстремальный шторм, который произошел в ноябре 2007 г., когда на акваторию Чёрного моря вторгся южный циклон, вызвав резкое усиление ветра до 27 м.с^{-1} , при этом высота волн достигала 4 м [51]. В пользу этого предположения свидетельствует полное уничтожение донной растительности на глубине 0–10 м после сильнейшего шторма, зарегистрированного в районе Карадага в 1992 г. [82].

Исследование бухты в 2016 г. показало, что отрицательные изменения ландшафтной структуры продолжались. Нижняя граница ПЛ, где преобладали ерикария косматая и гонголария бородатая, поднялась до глубины 5 м. Доля эпифитирующих водорослей в структуре фитоценоза осталась достаточно высокой (4–25% общих запасов). ПЛ, где зарегистрирован ерикариево-гонглариево-филлофоровый фитоценоз, отличается неоднородностью литологических отложений и соответственно характеризуется разнообразием и мозаичностью донной растительности. Анализ направленности многолетних изменений макрофитобентоса на этом ПЛ выявил дальнейший подъем нижней границы произрастания многих глубоководных видов, а также сужение границ фитали. Для него также характерен высокий вклад эпифитов (23–34% общих запасов). В этом году вновь зарегистрировали ПЛ с доминированием *Zostera Noltei* и *Zostera marina*. Заросли морской травы, вероятно, восстановились после разрушительного шторма в 2007 г. Интегральная сумма баллов изученных ПЛ возросла по сравнению с таковыми показателями за 2008 г. и варьировала в пределах от 6,5 до 4.

Таким образом, на основе анализа полученного материала выявлено, что ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая еще выдерживает негативные перестройки, происходящие в акватории бухты, обусловленные изменением гидродинамических и литодинамических процессов, вызванные увеличением антропогенной нагрузки. Это, вероятно, связано, в первую очередь, с устойчивостью литогенной основы, которая является субстратом для прочного прикрепления макрофитов. Анализ состава донной растительности показал, что, в целом, структура ерикариево-гонглариевого фитоценоза сохранилась, хотя в нем произошла существенная трансформация. Так, к 1998 г., по сравнению с данными за 1983 г., запас *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на верхней границе ПЛ возрос в 1,3 раза, а доля эпифитов не изменилась (1–4% общих запасов). По-видимому, на глубине 0,5–1 м развитию эпифитной синузии препятствуют гидродинамические условия и быстрый вынос поступающих биогенов, высокая освещенность, а также доминирование в популяции *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* ювенильных растений, средний возраст которых редко превышает 2–3 года [112]. В то же время для нижней границы этого ПЛ характерна деградация растительной компоненты (табл. 5.1).

Здесь отмечено значительное снижение вклада видов-эдификаторов и увеличение роли эпифитных водорослей. В конце прошлого столетия подобные изменения были описаны для «цистозировых» фитоценозов открытых побережий Крыма и Кавказа [82; 99; 112]. Существенное возрастание доли эпифитов, вероятно, является откликом фитоценозов на повышение уровня трофности вод из-за возросшей антропогенной деятельности и объемов хозяйственно-бытовых стоков, поскольку эти водоросли имеют более высокую скорость роста и большую удельную поверхность слоевищ, которая способна поглощать биогены, по сравнению с видами *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* [121]. В целом, за период с 1983 по 1998 гг. запас фитомассы макрофитов и их доминирующих видов изменился незначительно, поэтому интегральная оценка варьирует в нешироком интервале 7,5–6,5.

В 2008 г. на этом ПЛ после разрушительного шторма отмечено резкое снижение всех количественных показателей макрофитобентоса, в связи с этим сумма баллов уменьшилась до 3,5. В 2016 г. на верхней границе ПЛ запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достиг показателей сравнимых с данными за 1998 г. На нижней границе ПЛ запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* оказался максимальным за весь период наблюдений, что связано со смещением границы контура на меньшую глубину. Таким образом, интегральная балльная оценка ПЛ практически вернулась к первоначальным значениям. Это, вероятно, может свидетельствовать о том, что этот ПЛ наиболее устойчивый к природно-антропогенным изменениям и является основной средообразующей морской геосистемой региона, которая выполняет буферные функции между побережной и прибрежной зонами. В то же время ПЛ, слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая, а также сложенной илесто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников, крайне неустойчивы, их характеристики и пространственное распределение макрофитов в значительной степени зависят от значений действующих факторов, из которых основными считаются гидродинамика и освещенность. Так, после 1998 г. не обнаружен ПЛ с преобладанием краснокнижной *Phyllophora crispa*, хотя в 1983 г. для него были характерны высокие показатели запаса фитомассы вида-эдификатора, при этом интегральная оценка достигала 7,5.

ПЛ подводного склона, сложенного псефитовыми отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая, занимает промежуточную зону между ПЛ с господством ерикариево-гонголариевого и филлофорового фитоценоза. Показательно, что наряду с уменьшением запаса фитомассы филлофоры на нижней границе фиталя отмечено значительное увеличение его на глубине от 0,5 до 5 м (таблица 5.1). Это свидетельствует об изменении эколого-фитоценотического оптимума вида, сокращении его

ареала. Такие изменения были зарегистрированы ранее на многих участках крымского побережья [112].

Выводы по главе 5

На основе разработанных оценочных шкал и расчета интегральной балльной оценки проведена оценка устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова, которые характеризуются различной устойчивостью по отношению к внешним воздействиям.

1. Показано, что в количественной и балльной оценках наиболее устойчивым к природно-антропогенным нагрузкам в акватории, является ландшафт подводного склона, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая, у которого в границах контура отмечены наименьшие изменения интегральной оценки за период с 1983 по 2016 гг.

2. Установлено, что устойчивость ландшафта подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая, определяется устойчивостью литогенной основы дна, которая является субстратом для прикрепления макрофитобентоса. Отмечено, что этот подводный ландшафт выступает основной средообразующей морской геосистемой региона и выполняет буферную функцию между побережьем и прибрежной зоной.

3. Выявлено, что подводные ландшафты слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая и слабонаклонной равнины, сложенной илесто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников оказались более подверженными к трансформации (минимальные интегральные оценки). Подводные ландшафты на рыхлых грунтах, расположенные в динамически активных зонах, крайне неустойчивы, их пространственные характеристики и распределение макрофитобентоса в значительной степени зависят от значений действующих факторов, из которых основными считаются гидродинамика и освещенность.

ГЛАВА 6 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Методика исследования современных ландшафтов, представленная в главе 2.4, апробирована на примере ключевых участков береговой зоны Крымского полуострова. На основе картографической визуализации современных ландшафтов и эмпирических расчетов разработаны рекомендации по оптимизации природопользования береговой зоны с учетом природных условий и антропогенной преобразованности. В настоящее время природно-ресурсный и ландшафтный потенциалы береговой зоны Крымского полуострова исчерпаны. В связи с чем, дальнейшее развитие береговой зоны возможно только при условии научного обоснования структуры природопользования. Важную роль для охраны береговой зоны Крымского полуострова играет оптимизация природоохранного режима существующих ООПТ, создание новых природоохранных объектов с включением в их состав прибрежных акваторий, оптимизация экологической сети (м. Тюбек – м. Коса Северная, раздел 6.1), ландшафтное планирование (м. Херсонес – м. Балаклавский, раздел 6.2) и функциональное зонирование (м. Балаклавский – м. Сарыч, раздел 6.3).

6.1 Оптимизация экологической сети прибрежной зоны (на примере Западного района)

На основе изучения современных ландшафтов береговой зоны ключевого участка м. Тюбек – м. Коса Северная (Западный район) предложены рекомендации по оптимизации экологической сети. Под экологическими сетями понимается совокупность геосистем как природного, так и антропогенного происхождения в пределах какой-либо территории, выполняющих специфические экологические функции [67; 68].

Методика исследования современных ландшафтов береговой зоны Западного района (м. Тюбек – м. Коса Северная) включает четыре основных этапа.

1 этап – Изучение природной подсистемы береговой зоны. Ландшафтная структура побережья. Исследуемое западное побережье (м. Тюбек – м. Коса Северная) расположено в предгорной зоне разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов в приморском ингрессионно-бухтовом, абразионно-гравитационном и оползневом ландшафтном поясе [209]. Выделено пять типов местностей, которые в зависимости от геолого-

геоморфологических особенностей и антропогенной преобразованности дифференцированы на урочища (рисунок 6.1) [183].

Местность денудационно-эрозионных равнин, сложенных глинистыми отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачовыми степями на коричневых переходных и черноземных почвах (1) представлена на водораздельных пространствах от м. Коса Северная до м. Тюбек. В пределах равнин дифференциация происходит в зависимости от физико-географических условий (прежде всего геоморфологических), степени хозяйственной нагрузки и удаленности от бровки обрыва. Территория, испытывает высокую хозяйственную нагрузку за счет тропиночно-дорожной сети, сельскохозяйственных угодий, строительства дач. В ландшафтной структуре этого типа местности выделено шесть урочищ (рисунок 6.1).

От восточной границы памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» до м. Тюбек расположено урочище водораздельно-останцовых равнин с эгилопсово-типчачовыми и пырейными степями (1.1) (рисунок 6.2). Урочище водораздельно-склоновых равнин с житняковой и ковыльно-типчачовой степями (1.2) занимает площадь от м. Тюбек до Лукулльского маяка. В понижениях доминирует ковыльно-типчачовая ассоциация с мозаикой пятен грудницево-ковыльно-типчачовых, типчачово-грудницевых, васильково-полынных, на водоразделах преобладает житняковая степь с участками полынно-кострово-житняковой, а также обширными пятнами эгилопса двухдвоймового (*Aegilops biuncialis* Vis.).

От Лукулльского маяка до пгт Кача представлено урочище водораздельно-склоновых равнин с житняковой степью (1.3), где в растительном покрове доминирует ассоциация житняка гребневидного (*Apropyrum pectiniforme*) с проективным покрытием 30–40% и обильным участием полыни австрийской (*Artemisia austriaca* Jacq.) и полыни крымской (*Artemisia taurica*). Пятнами отмечен ячмень луковичный (*Hordeum bulbosum* L.) и солнцезвезд иволистный (*Helianthemum salicifolium* (L.) Mill.). На блоках отседания зарегистрирована мозаичность травостоя: полынно-житняковые пятна с обилием овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*), синеголовника полевого (*Eryngium campestre* L.) и рапонтикоидеса Талиева (*Rhaponticoides taliewii*) чередуются с житняково-типчачовыми пятнами с обилием птицемлечника понтийского (*Ornithogalum ponticum* Zahar.).

Урочище высоких аккумулятивных равнин, сложенных глинистыми отложениями с полынно-житняковой и разнотравно-ковыльно-типчачовыми степями на коричневых почвах (1.4) (рисунок 6.3) занимает водораздельные пространства от пгт. Кача до микрорайона Любимовка. Обильно представлена ассоциация житняка гребневидного (*Apropyrum pectiniforme*). Отдельные участки полынно-житняково-типчачовой ассоциации чередуются с полынно-кохиево-типчачовыми пятнами, где сильно выбит травостой, участками типично житняковой кострово-ассоциации. Проективное покрытие изменяется от 20 до 40–50%.



Рисунок 6.1 – Картограмма природной подсистемы побережья м. Тюбек – м. Коса Северная (Западный район) [183]

Условные обозначения:

Предгорная зона разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов. Приморский ингрессионно-бухтовый, абразионно-гравитационный и оползневой ландшафтный пояс.

1. Денудационно-эрозионные равнины, сложенные глинистыми отложениями с разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями на коричневых переходных и черноземных почвах: 1.1 – водораздельно-останцовые равнины с эгилопсово-типчаковыми и кострово-пырейными степями; 1.2 – водораздельно-склоновые равнины с житняковой и ковыльно-типчаковой степями; 1.3 – водораздельно-склоновые равнины с житняковой степью; 1.4 – высокие аккумулятивные равнины, сложенные глинистыми отложениями с полынно-житняковой и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями на коричневых почвах; 1.5 – аккумулятивные равнины с лесопарковой растительностью на насыпных почвах; 1.6 – антропогенно-преобразованные высокие структурные денудационные равнины с селитебной и рекреационной застройкой.

2. Активный клиф, выработанный в песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях: 2.1 – активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных и оползневых процессов; 2.2 – активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов.

3. Крутые склоны, сложенные глинистыми отложениями на песчанистых известняках с прибрежно-оползневой растительностью на коричневых почвах: 3.1 – крутые склоны с доминированием тростника южного; 3.2 – крутые склоны с растительными сообществами с преобладанием травянистых однолетников; 3.3 – крутые гравитационно-осыпные и оползневые ступенчатые склоны с фисташковым редколесьем; 3.4 – крутые гравитационно-осыпные и оползневые ступенчатые склоны с полурудеральными сообществами.

4. Естественные пляжи с прибрежной растительностью: 4.1 – глыбовый навал; 4.2 – песчано-галечниковые пляжи с отдельными глыбами песчаника и конгломератов; 4.3 – прислоненные песчано-галечниковые пляжи; 4.4 – песчано-гравийно-галечниковые пляжи в устьях балок и рек с прибрежной растительностью; 4.5 – прислоненные галечниково-валунные пляжи с прибрежной растительностью.

5. Овражно-балочный с разнотравно-ковыльно-типчаковой степью на эродированных коричневых почвах: 5.1 – балочное с житняково-типчаковой степью; 5.2 – балочное с разнотравно-ковыльно-типчаковой степью и сельскохозяйственными угодьями; 5.3 – антропогенно-преобразованные балки с карьерами.

Отмечены виды полыни австрийской (*Artemisia austriaca*) и полыни крымской (*Artemisia taurica*). Обильны виды, свидетельствующие о значительной деградации травостоя, такие как: синеголовник полевой (*Eryngium campestre*), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), чертополох аравийский (*Carduus arabicus* Jacq.), чертополох крючковатый (*Carduus uncinatus* M. Bieb.), дазипирум мохнатый (*Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy), пупавка русская (*Anthemis ruthenica* M. Bieb.), мачок рогатый (*Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph). В травостое единично отмечены рапонтикоидес Талиева (*Rhaponticoides taliewii*), дубровник белойлочный

(*Teucrium polium* L.), дубровник обыкновенный (*Teucrium chamaedrys* L), кострец береговой (*Bromopsis riparia*), астрагал эспарцетовый (*Astragalus onobrychis* L), василек салоникийский (*Centaurea salonitana* Vis.). Характерна эгилопсово-типчаковая ассоциация с проективным покрытием 40–50%. Обильно встречается кострец береговой (*Bromopsis Riparia* (Rehmann) Holub), грудница мохнатая (*Galatella villosa* (L.) Rchb. f.), единично отмечены ковыль украинский (*Stipa ucrainica* P.A. Smirn.), ирис низкий (*Iris pumila*), лен Маршалла (*Linum marschallianum* Juz.) и др. В прибрежной части распространена ассоциация с доминированием пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.)).

Урочище аккумулятивных равнин с лесопарковой растительностью (1.5) расположено в районе микрорайона Учкучевка. Растительность трансформирована хозяйственной деятельностью человека, разбит парк, где встречаются более 100 видов растений. Лесопарковая растительность представлена следующими видами: сосна Палласова (*Pinus pallasiana* D. Don), миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis* L.), робиния лжеакация, (*Robinia pseudoacacia* L.), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), ясень высокий (*Fraxinus excelsior* L.), кипарис вечнозеленый (*Cupressus sempervirens* L.) и др.

Урочище антропогенно-преобразованных высоких структурных денудационных равнин с селитебной и рекреационной застройкой (1.6) занимает водораздельные пространства от м. Коса Северная до м. Толстый. В настоящее время урочище сильно преобразовано хозяйственной деятельностью и занято конструктивными ландшафтами (селитебные, рекреационные и т.д.). Естественная растительность представлена сообществами лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia* L.) и ежевики сизой (*Rubus caesius* L.) с участками петрофитной степи.

Ландшафты с естественной степной растительностью представляют ценность как остатки сохранившихся естественных степей Крымского полуострова, тем более что эти участки степи располагаются на морском побережье в зоне контакта моря и суши и являются индикатором происходящих динамических процессов.

Местность активных клифов, выработанных в песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях типична для всего исследуемого побережья (2). Особенностью этого типа местности является высокая динамичность абразионно-гравитационных процессов. Вследствие активного развития динамических процессов наземная растительность практически отсутствует. Встречаются заросли тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Выделено два урочища: активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных и оползневых процессов (2.1) и активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов (2.2) (рисунок 6.4). Развитие динамических процессов усиливается в результате хозяйственной нагрузки на прилегающую

территорию. Этот тип местности представляет научный интерес, так как является естественным полигоном для изучения динамики абразионного разрушения побережья.

Местность *крутых склонов, сложенных глинистыми отложениями на песчанистых известняках с прибрежно-оползевой растительностью на коричневых почвах* (3). Урочище крутых склонов с доминированием тростника южного (3.1) отмечено на обвально-оползневых склонах в районе побережья пгт. Кача–Немецкая балка. В летний период зеленый аспект образует тростник южный (*Phragmites australis*). На склонах от Немецкой балки до села Орловка формируется урочище крутых склонов, где представлено сообщество из травянистых однолетников (3.2). Летом основной растительный покров образует репник морщинистый (*Rapistrum rugosum* (L.) All.).

Урочище крутых гравитационно-осыпных и оползневых ступенчатых склонов с фисташковым редколесьем (3.3) занимает побережье от устья р. Кача до пляжа микрорайона Любимовка. Для древесного яруса характерны фисташка туполистная (*Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey.), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), вяз малый (*Ulmus minor* Mill.). Подлесок образован жасмином кустарниковым (*Jasminum fruticans* L.), скумпией кожевенной (*Cotinus coggygria* Scop.), ежевикой сизой (*Rubus caesius*), сумахом дубильным (*Rhus oriaria* L.). В травяном ярусе представлены полынь крымская (*Artemisia taurica*), пырей узловатый (*Elytrigia nodosa* (Nevski) Nevski), солонечник мохнатый (*Galatella villosa* L.) Rchb. f.) и др..

Урочище крутых гравитационно-осыпных и оползневых ступенчатых склонов с полурудеральными сообществами (3.4) (рисунок 6.5). Растительность представлена сообществами гемикриптофитов сухих экотопов и сообществами денадудационных склонов с участием пырея среднего (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), резака обыкновенного (*Falcaria vulgaris* Bernh.), сердечницы крупковидной (*Cardaria draba* (L.) Desv.), латука татарского (*Lactuca tatarica*) и др. На склоне чередуются участки с травяными сообществами пырея удлиненного (*Elymus elongatus* (Host) Nevski), древесно-кустарниковыми сообществами лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*) и айланта высочайшего (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Над пляжем «Толстяк» на крутом склоне высажен метельник ситниковый (*Spartium junceum* L.), также встречаются виды, такие как барвинок большой (*Vinca major* L.), подсолнечник клубненосный (*Helianthus tuberosus* L.), алтей туринский (*Althaea taurinensis* DC.), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), ива вавилонская (*Salix babylonica* L.). На м. Коса Северная сохранилась узкая полоса петрофитных степей с хвойником двухколосковым (*Ephedra distachya* L.), горошком двоякоплодным (*Vicia amphicarpa* Lam.) и др..

Вдоль клифа фрагментарно расположена местность *естественных пляжей* (4). Урочище глыбового навала (4.1) приурочено к мысам Тюбек, Лукулл, Вай-Вай, Маргопуло и ряду



Рисунок 6.2 – Водораздельно-останцовые равнины с эгилопсово-типчakovыми и кострово-пырейными степями (1.1)



Рисунок 6.3 – Высокие аккумулятивные равнины, сложенные глинистыми отложениями с полынно-житняковой и разнотравно-ковыльно-типчakovыми степями на коричневых почвах (1.4)



Рисунок 6.4 – Активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов (2.1)



Рисунок 6.5 – Крутые гравитационно-осыпные и оползневые ступенчатые склоны с фисташковым редколесьем (3.3) и прислоненные песчано-галечниковые пляжи (4.3)

небольших мысов, расположенных вдоль изучаемого побережья. Характерны выходы коренных пород, сложенных песчаниками, гравелитами и конгломератами. Между мысами формируются урочища песчано-галечникового пляжа с отдельными глыбами песчаника и конгломератов (4.2) и прислоненных песчано-галечниковых пляжей (4.3). Местами встречаются сообщества облигатных пионерных сообществ песчано-галечниковых пляжей с участием катрана приморского (*Crambe pontica* L.), латука татарского (*Lactuca tatarica*), тростника южного (*Phragmites australis*) и ячменя заячьего (*Hordeum leporinum* Link).

Урочище прислоненных галечниково-валунных пляжей с прибрежной растительностью (4.4) характерно для побережья от м. Тюбек до м. Толстый. Встречаются такие прибрежные виды, как критмум морской (*Crithmum maritimum* L.), катран приморский (*Crambe maritima*), морская горчица черноморская (*Cakile euxina* Pobed.), латук татарский (*Lactuca tatarica*), бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.), качим пронзеннолистный (*Gypsophila perfoliata* L.), солянка сорная (*Salsola tragus* L.). Урочище песчано-гравийно-галечниковых пляжей в устьях балок и рек с прибрежной растительностью (4.5). В устьевой части рек Кача и Бельбек сформировались песчаные пляжи с псаммофитной растительностью. На пляжах встречаются катран приморский (*Crambe maritima*), аргузия сибирская (*Argusia sibirica* (L.) Dandy), морская горчица черноморская (*Cakile euxina*), латук татарский (*Lactuca tatarica*), бодяк седой (*Cirsium incanum*), качим пронзеннолистный (*Gypsophila perfoliata*), солянка сорная (*Salsola tragus*). В устьевой части рек отмечены сообщества гидрофильных видов – хвоща большого (*Equisetum telmateia* Ehrh.). Формируются редкие своеобразные и специфические галофитные и псаммофитные растительные сообщества, которые охраняются на региональном, государственном и международном уровне, такие как мачок желтый (*Glaucium flavum* Crantz), синеголовник приморский (*Eryngium maritimum* L.), катран приморский (*Crambe maritima*), морская горчица черноморская (*Cakile euxina*) и др. Однако, естественная растительность уничтожается при сооружении объектов рекреационной инфраструктуры.

Особую природоохранную ценность имеют ландшафты приморских псаммофитных сообществ песчаных дюн, так как они выполняют барьерную функцию, защищают от ветровой эрозии, сгонов и штормов. Ландшафты пляжей обладают высоким природным и рекреационным потенциалами, что требует их не только сохранения, но и нормирования рекреационной нагрузки.

Овражно-балочный тип местности с разнотравно-ковыльно-типчаковой степью на эродированных коричневых почвах (5). Овражно-балочная сеть дренирует равнины и спускается к пляжам. Доминирует ковыльно-типчаковая ассоциация с мозаикой пятен грудницево-ковыльно-типчаковых, типчаково-грудницево-васильково-полынных. В травостое отмечены следующие виды разнотравья: кострец береговой (*Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub),

синеголовник полевой (*Eryngium maritimum*), восковник малый (*Cerithe minor* L.), василек бесплодный (*Centaurea sterilis* Steven), репник морщинистый (*Rapistrum rugosum*), железница горная (*Sideritis montana* L.), лен чешуйчатый (*Linum squamulosum* Rudolphi ex Willd.), наголоватка Регнера (*Jurinea roegneri* K. Koch), солнцезвезд иволистный (*Helianthemum salicifolium* (L.) Mill.), птицемлечник понтийский (*Ornithogalum ponticum* Zahar.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Выделены урочища: балочное с житняково-типчаковой степью (5.1); балочное с разнотравно-ковыльно-типчаковой степью с сельскохозяйственными угодьями (5.2) и антропогенно-преобразованные балки с карьерами (5.3).

Показательно, что овражно-балочная сеть является экологическим коридором регионального уровня, который связывает ландшафты предгорного и равнинного Крыма, по которому осуществляется миграция флоры и фауны.

Ландшафтная структура побережья. В ландшафтной структуре исследуемой прибрежной акватории от м. Коса Северная до м. Тюбек выделено одиннадцать ПЛ (рисунок 6.6). Характеристика ПЛ приведена в подразделах 3.1.1 и 4.1.1.

2 этап – Изучение хозяйственной подсистемы береговой зоны. Структура и характер хозяйственной подсистемы побережья м. Тюбек – м. Коса Северная отличается полифункциональным использованием (рисунок 6.7), что обусловлено специализацией региона и историей его развития. Селитебную зону составляют, в основном, городские территории г. Севастополя, небольшие села и пгт (Андреевка, Кача, Орловка, Любимовка, Учкучевка), также дачные участки, расположенные в пригородной зоне города. Между населенными пунктами располагаются сельскохозяйственные ландшафты. Наибольшую площадь занимают виноградники, что связано со специализацией района – виноделием. Сельскохозяйственные угодья представлены садами, но они занимают небольшие территории. Часть сельскохозяйственных земель, которые не обрабатываются в настоящее время, представляют собой производные (дигрессионно-рентурализованные) геосистемы. В состав водохозяйственного комплекса входят пруды, а также гидротехнические сооружения в районе с. Орловка. В исследуемом районе достаточно хорошо развита дорожно-транспортная сеть. Хозяйственная подсистема включает коммунально-складские сооружения (очистные сооружения, кладбища, свалки и склады). Горнодобывающая промышленность по добыче песка, гальки и гравия представлена двумя карьерами в районе Немецкой (рисунок 6.8) и Языковой (рисунок 6.9) балок. Специальное (военное) природопользование занимает значительные площади изучаемой территории в районе мысов Лукулл и Коса Северная, пгт. Кача и микрорайона Любимовка. Важное место в хозяйственной подсистеме занимает рекреационное хозяйство. К объектам рекреационных комплексов относятся дачи, базы отдыха, детские учреждения отдыха, частные гостиницы и другие туристические объекты («Наш

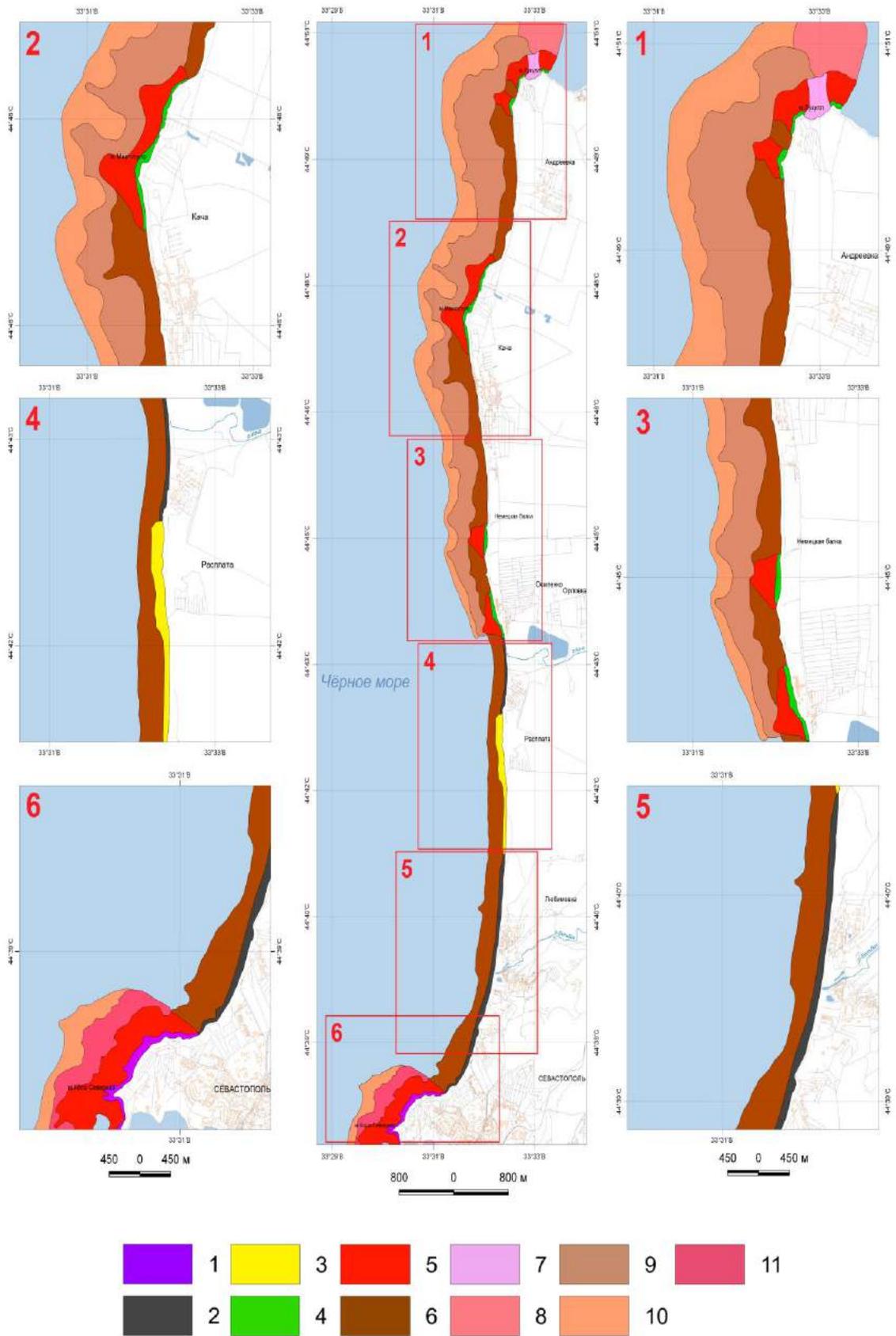


Рисунок 6.6 – Картосхема природной подсистемы прибрежной акватории м. Коса Северная - м. Тюбек (Западный район) [183]

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой; 2 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности; 3 – глинисто-песчаный бенч с навалом валунов и глыб, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 5 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 6 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют виды ерикарии косматой и гонголарии бородатой или падины павлинья и диктиоты ленточной; 7 – подводный склон, сложенный илисто-песчаными отложениями, лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 8 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 9 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 10 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствует вид рода диктиота; 11 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая.

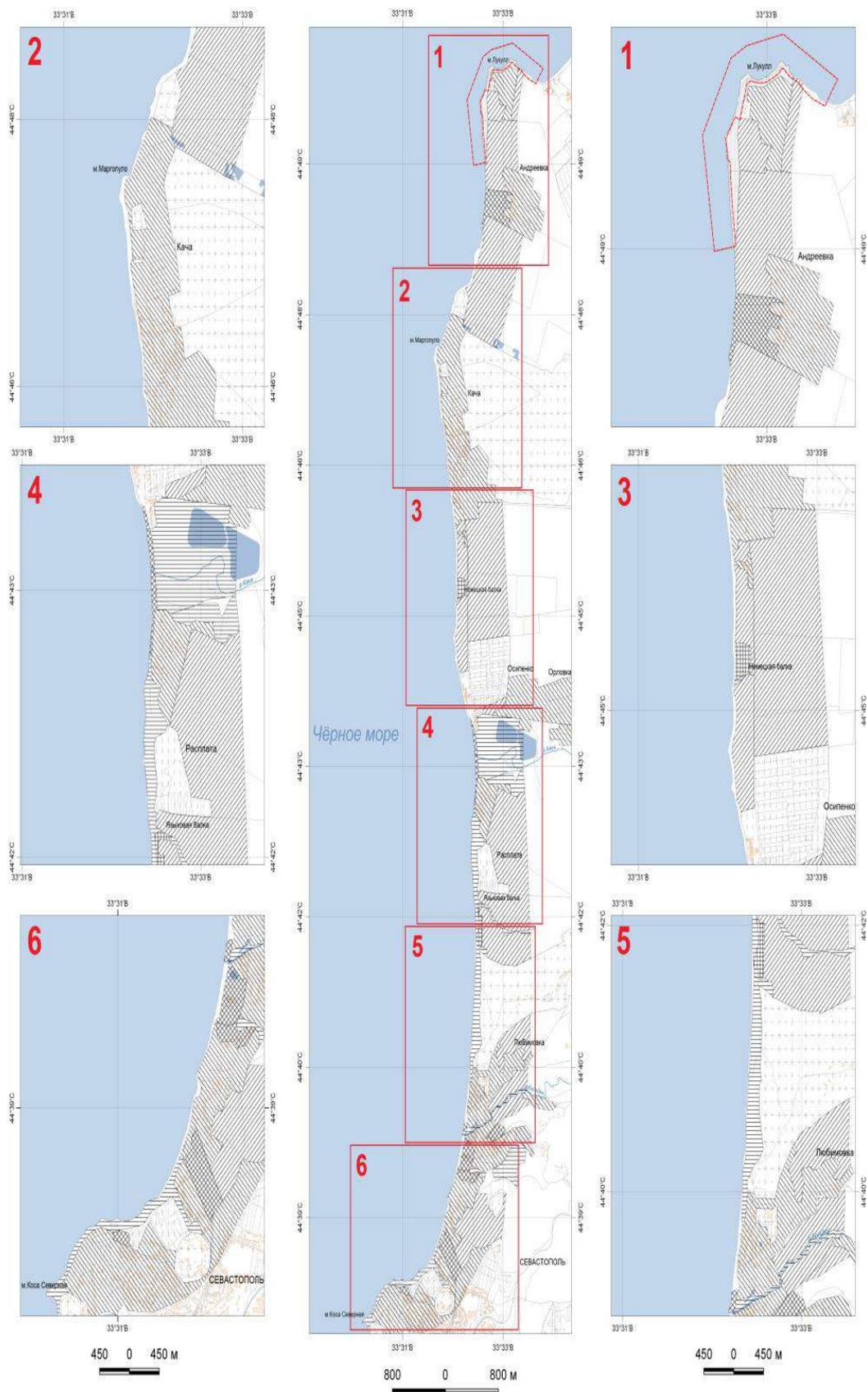


Рисунок 6.7 – Картосхема хозяйственной подсистемы побережья м. Коса Северная – м. Тюбек (Западный район) [183]

Условные обозначения:

 1	Сельскохозяйственные	 4	Карьеры	 7	Рекреационные
 2	Селитебные	 5	Природоохранное	 8	Незастроенные территории
 3	Садовые товарищества	 6	Военное		
	Границы памятника природы "ПАК у мыса Лукулл"				



Рисунок 6.8 – Добыча грунта в Немцкой балке



Рисунок 6.9 – Добыча грунта в Языковой балке



Рисунок 6.10 – Рекреационные объекты в п. Кача

Парус», «Любоморье», турбаза им. Мокроусова и др.) (рисунок 6.10). Для рекреационного природопользования характерен наиболее сложный комплекс различных объектов, каждый из которых предъявляет разные требования к природным свойствам геосистем. Высокая

рекреационная нагрузка характерна для песчано-галечниковых пляжей, которые активно используются для купально-пляжного отдыха. Природоохранное природопользование представлено памятником природы регионального значения «ПАК у мыса Лукулл».

3 этап – Составление картосхемы современных ландшафтов береговой зоны.

Современные ландшафты береговой зоны исследуемого района отличаются достаточно сложной структурой и высокой мозаичностью, что обусловлено, как особенностями природных условий, так и антропогенной нагрузкой. Антропогенное использование территории, с одной стороны, упрощает исходную ландшафтную структуру за счет высокой степени преобразованности ландшафтов и сокращения ландшафтного разнообразия, с другой – увеличивает ее мозаичность, что снижает организацию современных ландшафтов береговой зоны. Эти процессы приводят к тому, что территория достаточно мозаичная (пестрая), но в тоже время, имеет более низкую степень организации в сравнении с исходным природным состоянием. Сложившуюся структуру ландшафтов отражает карта современных ландшафтов западного побережья, представленная на рисунке 6.11.

Анализ современной ландшафтной структуры береговой зоны м. Коса Северная - м. Тюбек, показал, что подавляющее большинство естественных ландшафтов в той или иной степени преобразованы хозяйственной деятельностью человека. Очевидно, их можно отнести к производным. Тем не менее, на исследуемой территории отмечены виды, которые внесены в Красную книгу г. Севастополя (ККС) [83], такие как, рапонтикоидес Талиева (*Rhaponticoides taliewii*), бельвалия великолепная (*Bellevalia speciosa* Woronov ex Grossh), ковыль волосатик (*Stipa capillata*), ковыль понтийский (*Stipa pontica* P. Smirn), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), катран шершавый (*Crambe aspera* M. Bieb), ирис низкий (*Iris pumila* L.). Кроме этого, представлены редкие виды для Севастопольского региона – морковница прибрежная (*Astrodaucus littoralis* (M. Bieb.) Drude), углостебельник красноватый (*Goniolimon rubellum* (S.G.Gmel.) Klokov), гвоздика ложноармериевидная (*Dianthus pseudarmeria* M. Bieb.) [158]. Наибольшее разнообразие современных ландшафтов характерно для местности денудационно-эрозионных равнин, сложенных и глинистыми отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями на коричневых переходных и черноземных почвах (1), в пределах которой расположились конструктивные ландшафты. Ландшафты активных клифов (2) и крутых обвально-оползневых склонов (3) отличаются неустойчивостью и малоприспособны для хозяйственной деятельности. Овражно-балочный (4) тип местности преобразован хозяйственной деятельностью. Значительно реже встречаются слабопреобразованные ландшафты. Они сохранились лишь на участках побережья памятника природы «ПАК у мыса Лукулл», представляя определенную стадию ренатурализации естественных ландшафтов.

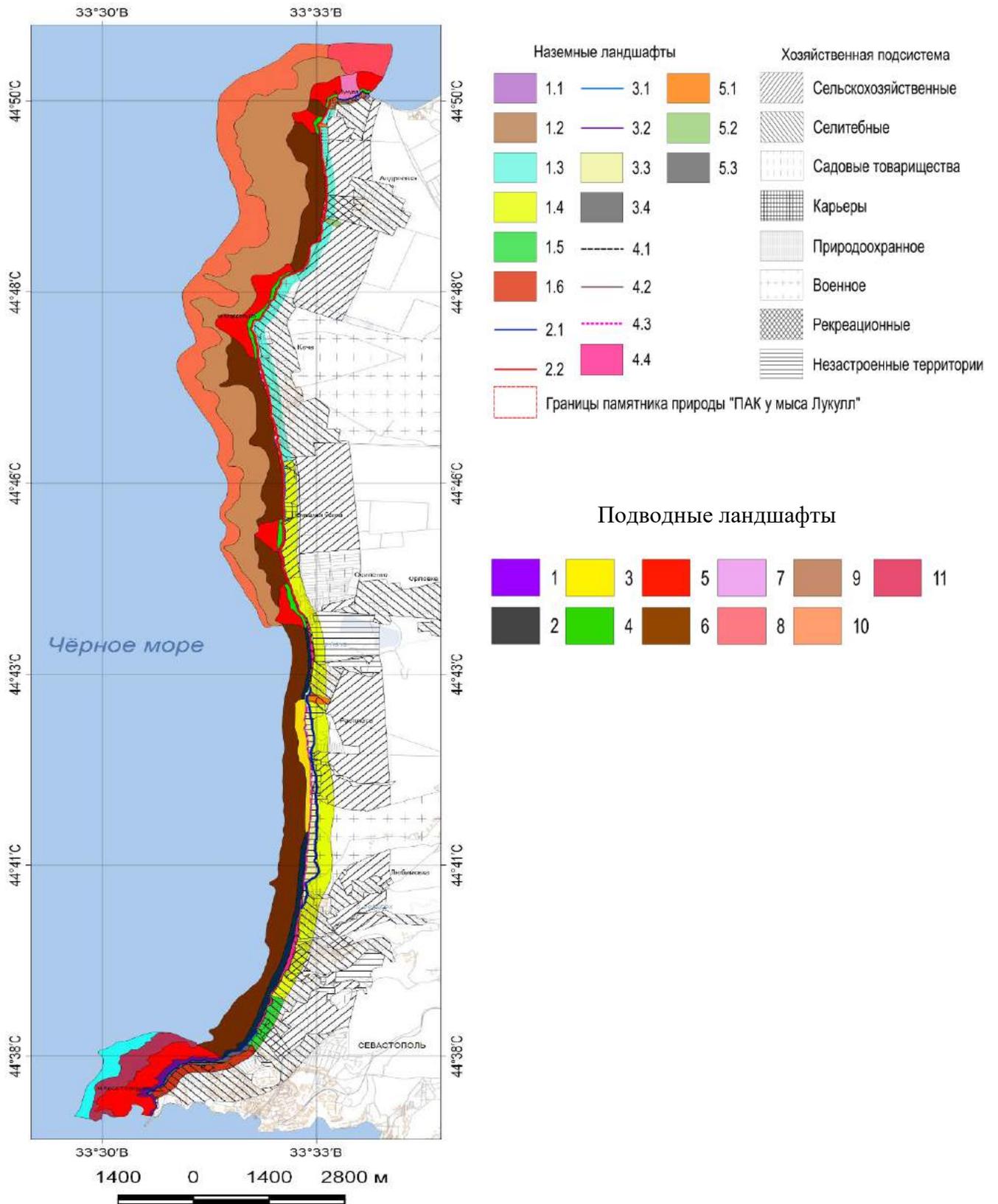


Рисунок 6.11 – Картосхема современных ландшафтов м. Тюбек – м. Коса Северная (Западный район). Условные обозначения соответствуют рисункам 6.1, 6.6 и 6.11 [183]

Природоохранную ценность имеют ландшафты естественных пляжей с прибрежной растительностью (4). Однако, в настоящее время отмечена высокая неорганизованная рекреационная нагрузка на пляжи, особенно на побережье от пгт. Кача до Немецкой балки. В целом, современные ландшафты исследуемой береговой зоны выполняют не только средообразующие функции, но и отличаются аттрактивностью.

4 этап – анализ и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию береговой зоны. На основе проведенных исследований современных ландшафтов береговой зоны от м. Тюбек до м. Коса Северная, выявлено, что приоритетным направлением природопользования является охрана уникальности территории в ландшафтном и биоценоотическом отношении, как элемента экологической сети Крымского полуострова. Акватория расположена в границах Каламитского приморского экокориора экологической сети Крымского полуострова (рисунок 6.12). С целью совершенствования экологической сети Каламитского приморского экокориора предложены *следующие рекомендации:*

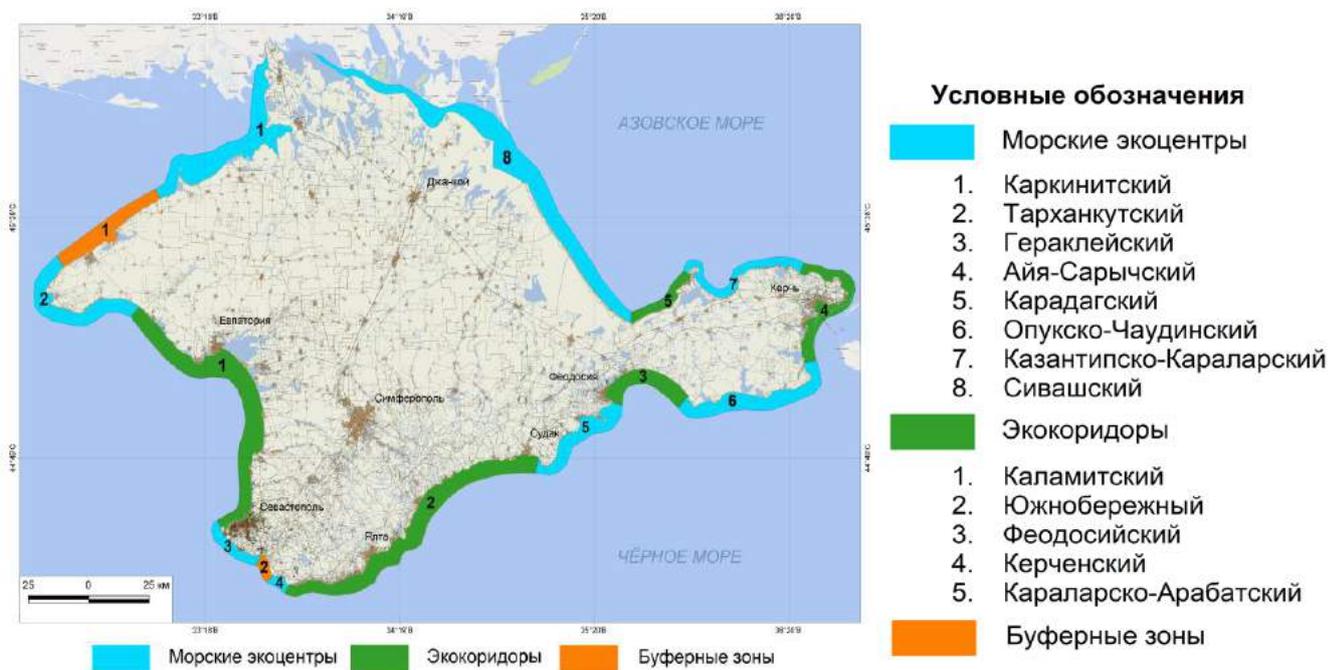


Рисунок 6.12 – Экологическая сеть Крымского полуострова [224]

1. *Оптимизация территориальной структуры гидрологического памятника природы регионального значения «ПАК у мыса Лукулл».* Общая площадь ПАКа составляет 128,5 га, из которых площадь территории – 15,1 га, акватории – 113,4 га. Памятник природы «ПАК у мыса Лукулл» отличается высоким ландшафтным разнообразием, так как включает морские и

сухопутные ландшафты, сформированные в контактной зоне «суша-море». Ландшафтные комплексы памятника природы и прилегающих к нему территорий и акваторий характеризуются наличием краснокнижных видов, что подтверждает природоохранную ценность изучаемого района. В то же время территория, прилегающая к памятнику природы, испытывает значительную антропогенную нагрузку, связанную с функционированием на сопредельных территориях сельхозпредприятий, садоводческого товарищества «Лукулл», дислокацией войсковой части и развитием стихийной рекреации. В дальнейшем хозяйственное освоение территории, прилегающей вплотную к береговым обрывам, приведет к усилению деструктивных геодинамических процессов, и, следовательно, к уничтожению уникальных береговых ландшафтов [168].

Ландшафтный подход позволяет определить границы буферной зоны сухопутной и морской части памятника природы (приложение Г). Так, размеры буферной зоны сухопутной части должны включать зону развития активных динамических процессов и составлять не менее 100–200 м территории, примыкающей к бровке обрыва (рисунок 6.13). В то же время необходимо поддержание режима ВЗ, ширина, которой составляет, согласно статье 65 Водного кодекса РФ [28], 500 м, где устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

В начале 70–80-х гг. прошлого века, на момент организации сети объектов ООПТ в Крыму и г. Севастополе, для гидрологических памятников природы регионального значения была установлена своеобразная территориальная «квота» – 300 м ширины от кромки воды вглубь морской акватории. Однако, научные обоснования размера этой длины для каждой конкретной охраняемой акватории памятников природы отсутствуют, хотя эта цифра требует значительной корректировки [168]. Полученные данные о ресурсах макрофитобентоса могут быть использованы для научного обоснования границ охраняемой акватории памятников природы. Так, в акватории «ПАК у мыса Лукулл» на глубинах 5–10 м, на площади, которая не входит в границы памятника природы, сосредоточены существенные запасы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa* (17736,5; 9210,2 и 1147,7 т соответственно). Запас их фитомассы соответственно составляет 40,9; 21,2 и 3,1 т·га⁻¹. Для оптимизации природоохранного режима целесообразно дополнительно включить часть морской акватории в состав памятника природы. Соблюдение природоохранного и водоохранного режимов позволит сохранить ландшафты береговой зоны не только памятника природы, но и западного побережья г. Севастополя и Республики Крым. Так как береговая зона Каламитского залива представляет собой целостную литодинамическую систему, в пределах которой выделяются абразионные и аккумулятивные участки, связанные между собой вещественным обменом. В дальнейшем при хозяйственном освоении этого района, недоучет

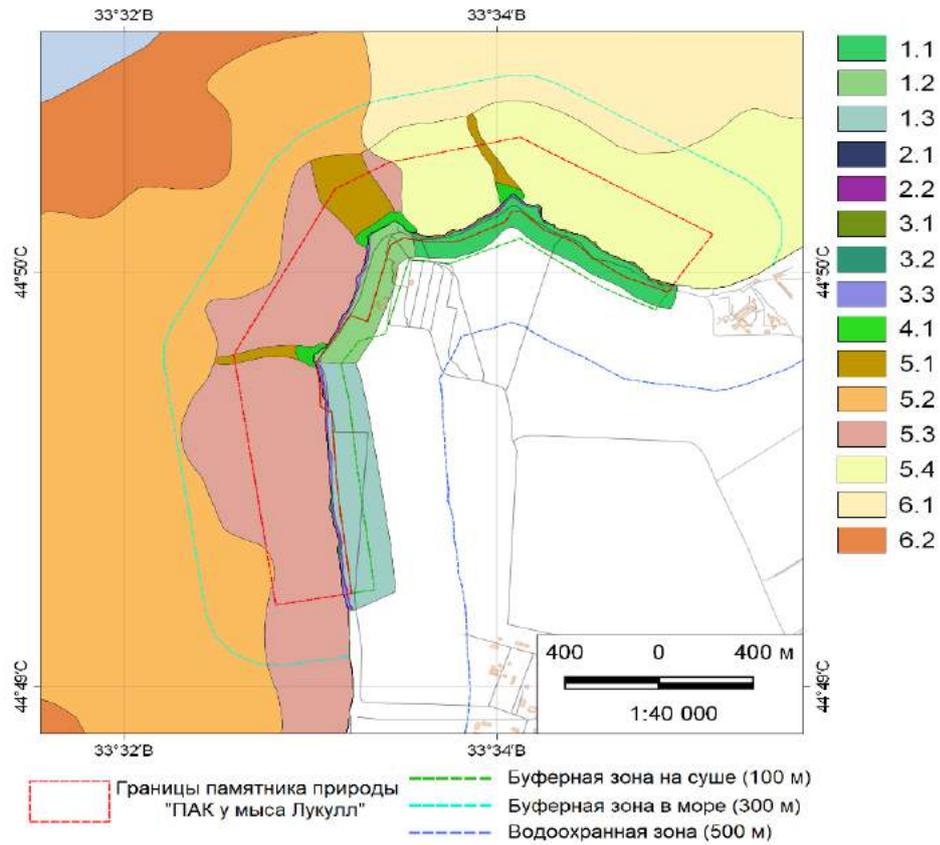


Рисунок 6.13 – Картограмма ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» и прилегающей к нему территории и акватории [168]. Фото Шамрея Д. В.

Условные обозначения:

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – денудационно-эрозионных равнин, сложенных и глинисто-четвертичными отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачовыми степями на коричневых почвах.

Урочища: 1.1 – водораздельно-останцовых равнин с эгилопсово-типчачовыми и кострово-пырейными степями; 1.2 – водораздельно-склоновых равнин с житняковой и ковыльно-типчачовой степью; 1.3 – водораздельно-склоновых равнин с житняковыми степями.

Местность: 2 – активных клифов, выработанных в песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях.

Урочища: 2.1 – активных клифов с интенсивным развитием абразионно-гравитационных и оползневых процессов; 2.2 – активных клифов с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов.

Местность: 3 – естественных пляжей, сложенных песчано-галечными отложениями.

Урочища: 3.1 – песчано-галечниковых пляжей с отдельными глыбами песчаника; 3.2 – глыбовых навалов; 3.3 – прислоненных песчано-галечниковых пляжей.

Подводные ландшафты:

Урочища 4.1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой;

5 – подводный склон: 5.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 5.2 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 5.3 – сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности. На отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или падина павлинья и диктиота ленточная; 5.4 – сложенный илисто-песчаными отложениями, лишенный донной растительности. На отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая.

6 – слабонаклонная равнина: 6.1 – сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 6.2 – сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая.

его природных особенностей приведет к уменьшению площади пляжей, активизации гравитационных процессов, разрушению и отступанию берега, сокращению ландшафтного и биологического разнообразия, снижению рекреационной привлекательности.

2. *Создание нового объекта ООПТ – гидрологический памятник природы регионального значения «ПАК у мыса Коса Северная».* На уникальность этого участка побережья указывали А. А. Калугина-Гутник и Н. М. Куликова [74] еще в 60-х гг. прошлого столетия. В начале 2000-х гг. рядом авторов дано научное обоснование о создании гидрологического памятника природы «ПАК у мыса Коса Северная» [111]. Однако, несмотря на природоохранную ценность исследуемого участка побережья, объект до сих пор не создан. В последние годы на состояние побережья этого участка существенное отрицательное воздействие оказывает застройка побережья, что приводит к активизации оползневых процессов и увеличению объемов выпуска сточных вод.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что условия прибрежной акватории у м. Коса Северная соответствуют слабоэвтрофным, на что указывает высокое

флористическое разнообразие водорослей и хорошая степень сохранности фитоценозов в интервале глубин 0,5–10 м. В составе донной растительности встречаются виды макрофитов, занесенные в списки КК РФ [85] – филлофора курчавая (*Phyllophora crispa*) и стилофора нежная (*Stilophora tenella*). Эти же виды, а также ерикария косматая (*Ericaria crinita*) и гонголария бородатая (*Gongolaria barbata*), лауренция чашевидная (*Laurencia coronopus*), нерейя нитевидная (*Nereia filiformis*) входят в состав списков КК РК [84]. Кроме этого, филлофора курчавая (*Phyllophora crispa*), стилофора нежная (*Stilophora tenella*), нерейя нитевидная (*Nereia filiformis*) внесены в ККС [83]. К охраняемым сообществам относятся фитоценозы *Cystoseira* spp. и *Phyllophora* spp. [279; 289].

Границы перспективного памятника природы «ПАК у мыса Коса Северная» представлены на рисунке 6.13, приложение Н. Создание объекта нового ООПТ будет способствовать формированию репрезентативной морской экологической сети западного побережья Крымского полуострова.

3. *Формирование экологической сети прибрежной зоны м. Тюбек - м. Коса Северная (Западный район)*. На основе ландшафтного подхода с учетом количественных и качественных показателей значений растительной компоненты (таблица 6.1) ПЛ составлена картосхема и выделены элементы экологической сети западного побережья (рисунок 6.15). ПЛ, расположенные в границах памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» относятся к **ключевым природоохранным акваториям (заповедные ядра) (КПА)** (рисунок 6.15). В ландшафтной структуре этой охраняемой акватории преобладают ландшафты подводного склона с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой, где на глубинах 0,5–5 м описан фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*.

На подводном склоне на глубинах 0,5–1 м зарегистрирован *глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой*. Растительная компонента этого ландшафта характеризуется высоким видовым разнообразием (таблица 6.1), здесь зарегистрировано пять видов водорослей, занесенных в КК РФ, КК РК и ККС (*Stilophora tenella*, *Laurencia coronopus*, *Osmundea hybrida* (A. P. de Candolle), *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*). Здесь отмечен наибольший запас фитомассы макрофитов и, входящих в их состав, доминирующих *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* (таблица 6.1). Доля этих водорослей в общих запасах макрофитобентоса – максимальная (86%) (таблица 6.1).

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая расположен на глубинах 1–5 м, отличается наибольшим видовым разнообразием, по сравнению с другими исследуемыми ландшафтами западного побережья (таблица 6.1). Количество краснокнижных видов макрофитов достигает

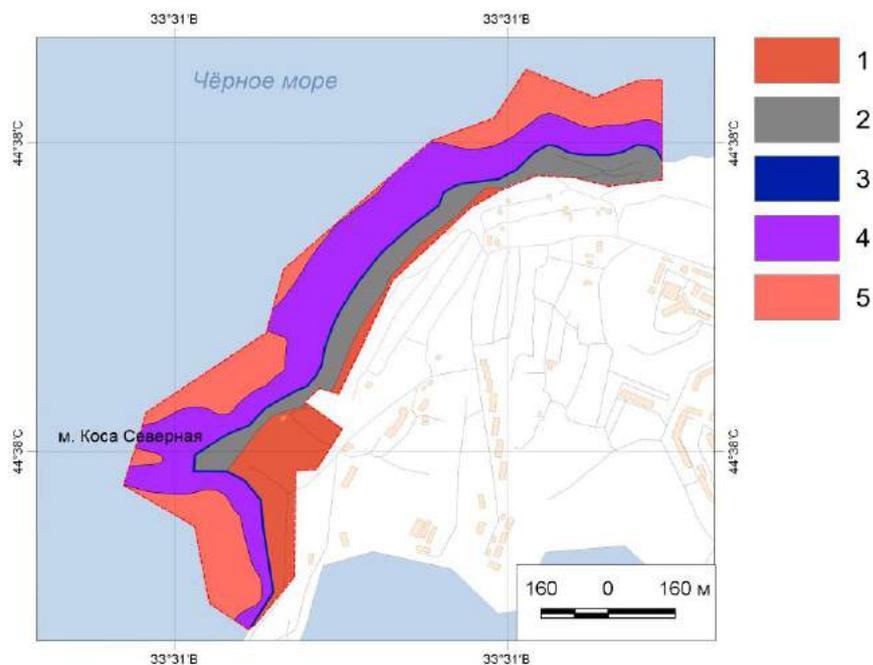


Рисунок 6.14 – Границы памятника природы регионального значения «ПАК у мыса Коса Северная» (перспективная ООПТ). Фото Панкеевой Т. В.

Условные обозначения: 1 – антропогенно-преобразованные высокие структурные денудационные равнины с селитебной и рекреационной застройкой; 2 – активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов; 3 – крутые гравитационно-осыпные и оползневые ступенчатые склоны с полурудеральными сообществами; 4 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой; 5 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая.

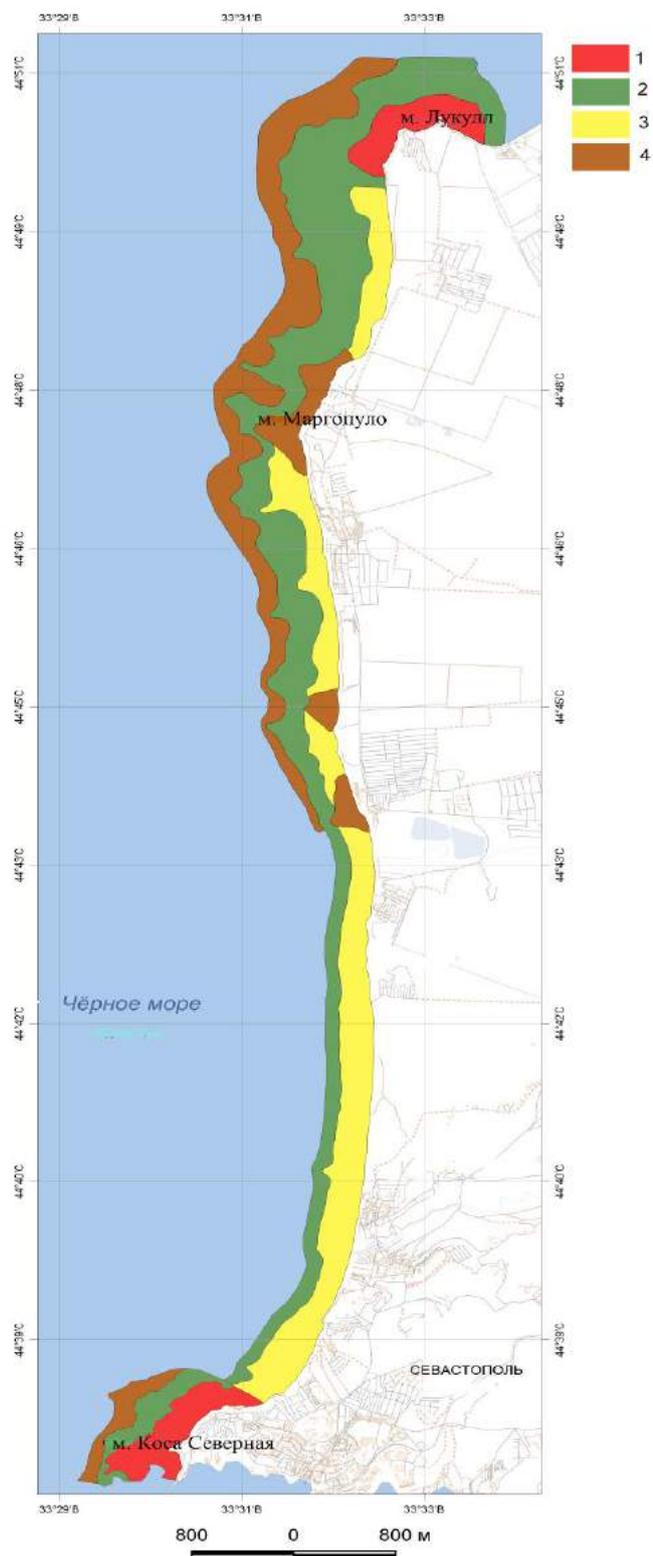


Рисунок 6.15 – Экологическая сеть прибрежной зоны м. Тюбек – м. Коса Северная (Западный район) [178]

Элементы экологической сети: 1 – ключевые природоохранные акватории; 2 – буферные акватории; 3 – транзитные акватории; 4 – восстановительные акватории

Таблица 6.1 – Видовой состав и продукционные показатели макрофитобентоса в ПЛ побережья м. Тюбек – м. Коса Северная (Западный район)

Подводный ландшафт	Видовой состав водорослей				Количество охраняемых видов водорослей			Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
	Общее количество	Зеленые	Бурые	Красные	Красная книга			макрофитов	<i>Ericaria crinita</i> + <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
					Севастополь	Республика Крым	Российская Федерация			
1	40	12	7	21	1	4	1	78,8	67,8	0
2	49	8	8	29	2	6	2	69,1	49,1	0,1
3	40	9	8	23	1	5	0	17,1	13,1	0
4	43	8	8	27	2	6	1	40,2	20,1	2,4
5	30	6	7	17	1	3	1	39,4	13,0	3,1

Примечание: нумерация и описание подводных ландшафтов соответствует выше представленным сведениям. Сведения по видовому составу водорослей по глубинам [53, 58].

1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют виды ерикарии косматой и гонголарии бородатой или падины павлиньей и диктиоты ленточной); 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора курчавая; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушкой, где доминирует филлофора курчавая; 6 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.

шести (кроме вышеперечисленных видов, за исключением *Osmundea hybrida*, были обнаружены *Phyllophora crispa* и *Osmundea pinnatifida*. Запас фитомассы макрофитов, вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* незначительно ниже (71%), чем на глубинах 0,5–1 м (таблица 6.1).

Согласно сведениям о составе и структуре макрофитобентоса, собранного вдоль западного побережья по аналогичной методике А. А. Калугиной-Гутник и Н. М. Куликовой [74] в 1964 г., был рассчитан запас фитомассы «цистозиры» на этом выделенном ландшафте. Так, сравнительный анализ показал, что на глубинах 1–5 м запас фитомассы *Ericaria crinita* и

Gongolaria barbata составлял $40.7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, что примерно в полтора ниже, чем в 2020 г. Однако, общеизвестно, что в настоящее время повсеместно вдоль берегов Крыма отмечено значительное уплотнение зарослей «цистозир» в верхней и средней сублиторальной зоне, тогда как в нижней – регистрируется деградация и трансформация донной растительности [303]. Таким образом, за прошедшие 56 лет, акватория, относящаяся к КПА, отличается достаточно высокой сохранностью.

На остальной части прибрежной акватории исследуемого региона ПЛ с доминированием *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, в связи их с природоохранной ценностью, целесообразно рассматривать как **восстановительные акватории (ВА)**. В дальнейшем, в этой части прибрежной зоны предполагается снизить влияние антропогенного воздействия, а в определенных случаях необходимо принятие особых мер по восстановлению ландшафтов.

На подводном склоне, сложенном песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют виды эрикаррии косматой и гонголарии бородатой или падины павлиньей и диктиоты ленточной), встречающемся на глубинах 1–5 м, характерны фитоценозы *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata* или *Padina pavonica*+*Dictyota fasciola*. На этом ландшафте также отмечено высокое видовое разнообразие и наличие краснокнижных видов (таблица. 6.1). Запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* существенно ниже (таблица 6.1). Однако, этот выделенный ПЛ отличается интенсивными вещественными потоками за счет перемещения вдольбереговыми течениями мелкообломочного глинисто-песчаного материала. Кроме этого, он осуществляет необходимую связь между ПЛ КПА и ВА и обеспечивает возможность распространения, миграции и генетического обмена видами гидробионтов. Таким образом, этот ПЛ соответствует **транзитной акватории (ТА)** исследуемого побережья, при этом на МОА его необходимо включить в состав КПА [178].

Характерно, что в границах Каламитского экокориора отсутствует достаточное количество природных ядер, что является одной из предпосылок создания памятника природы «ПАК у мыса Коса Северная». Ранее полученные результаты исследований на этом участке побережья указывают на высокое флористическое и ландшафтное разнообразие в интервале глубин 0,5–10 м, что позволяет рекомендовать акваторию у м. Коса Северная, как перспективную для заповедания и включить ее в состав КПА.

Роль **буферной акватории (БА)** выполняет *подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая* (глубины 5–10 м). Описаны фитоценозы *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*. Этот ПЛ занимает периферийные части КПА, ВА и ТА, в связи с чем, выполняет их

защитную функцию и обеспечивает оптимальное функционирование охраняемых видов. На этих глубинах происходит постепенное изменение состава донной растительности вдоль градиента освещенности. Запасы фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* сокращаются, однако этот показатель возрастает у *Phyllophora crispa* (табл. 1). Вклад *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* в общих запасах макрофитов не превышает 50%.

В этом районе в 1964 г. в диапазоне глубин 5–10 м запас фитомассы *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* был равен 24,8 и 2,6 т·га⁻¹ соответственно [74]. Эти величины лишь незначительно выше, чем сопоставимые показатели в 2020 г. (таблица 6.1), что подтверждает относительно неизменное состояние донной растительности в районе исследования в этом интервале глубин.

На глубине более 10 м зарегистрирована *слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушкой, где доминирует филлофора курчавая*. Для этого ПЛ в изучаемом регионе отмечен максимальный запас *Phyllophora crispa* (таблица 6.1). Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составляет менее 33% (общих запасов макрофитов). Более полувека назад, на глубинах 10–15 м запас фитомассы *Phyllophora crispa* достигал 9,7 т·га⁻¹, что втрое выше, чем эта же величина, зарегистрированная в 2020 г. [74]. Резкое снижение запаса фитомассы филлофоры курчавой свидетельствует о необходимости сохранения этого ландшафта. Поскольку этот вид охраняется на международном, государственном и региональном уровне [278], ПЛ с филлофоровым фитоценозом необходимо отнести к ВА.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что в настоящее время в прибрежной акватории западного побережья Крымского полуострова ПЛ и их растительная компонента отличаются высокой степенью сохранности. Это подтверждается в статье И. К. Евстигнеевой и И. Н. Танковской [53]. Согласно работе этих авторов, результаты фитоиндикации вдоль исследуемого западного побережья показывают повсеместное доминирование олигосапробных видов макрофитов, многочисленность мезосапробных и малую долю участия полисапробных, что соответствует соотношению сапробиологических группировок на чистых участках моря.

Предложенный подход выделения пространственно-функциональных элементов экологической сети на основе ландшафтного подхода с учетом количественных и качественных показателей макрофитобентоса может быть использован для черноморской прибрежной зоны Крымского полуострова.

6.2 Ландшафтное планирование на особо охраняемых природных территориях береговой зоны (на примере Гераклеийского района)

Для Гераклеийского района на основе изучения современных ландшафтов ключевого участка береговой зоны м. Херсонес – м. Балаклавский проведено ландшафтное планирование на ООПТ. Под ландшафтным планированием понимают иерархическую систему пространственных решений для экологически безопасной, экономически эффективной и социально малоконфликтной адаптации многофункционального землепользования к ландшафтной структуре территории [252].

Ниже остановимся на основных методологических этапах исследования современных ландшафтов береговой зоны Гераклеийского района (м. Херсонес – м. Балаклавский)

1 этап – Изучение природной подсистемы береговой зоны. Ландшафтная структура побережья. Расположен в предгорной зоне разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов в приморском ингрессионно-бухтовом, абразионно-гравитационном и оползневом ландшафтном поясе [209]. Климат характеризуется как умеренно-жаркий с относительно мягкой влажной зимой и сухим жарким летом. Количество осадков незначительное, характерна бризовая циркуляция. Постоянные водотоки отсутствуют, отмечены выходы грунтовых вод. Для почвенного покрова характерны коричневые почвы. В прибрежную полосу выносятся повышенное количество солей, в связи, с чем почвы отличаются засоленностью. Почвы короткопрофильные, маломощные, щебенистые, малогумусные [184].

В ландшафтной структуре исследуемой сухопутной части береговой зоны выделено 12 местностей (рисунок 6.16). Дифференциация на местности проведена в зависимости от геолого-геоморфологических особенностей и антропогенной преобразованности.

В приморской зоне полуострова Маячный формируется местность структурных денудационных водораздельных плато, сложенных серыми известняками херсонской свиты с галофильными сообществами с преобладанием многолетних травянистых видов на коричневых почвах (1). Берег представляет полого опускающуюся к морю каменистую поверхность. Почвы маломощные, щебнистые. В растительном покрове доминирует житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum*), пырей удлиненный (*Elytrigia elongata*), полынь австрийская (*Artemisia austriaca*) и полынь крымская (*Artemisia taurica*). Отмечены редкие виды растений, такие как ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), овес сомнительный (*Avena clauda* Durieu), двучешуйник согнутоколосый (*Parapholis incurva* (L.) C.E. Hubb.), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.), подорожник перистолопастный (*Plantago coronopus* L.), неатостема апулийская (*Neatostema apulum* (L.) I. M. Johnst.), свекла морская (*Beta maritima* L), критмум морской

(*Crithmum maritimum*), морская горчица черноморская (*Cakile euxina*), мачок желтый (*Glaucium flavum*).

В ландшафтной структуре побережья от полуострова Маячный до Мраморной балки преобладают местности: структурно-денудационных плато, сложенных серыми известняками херсонской свиты с фрагментами типчаково-ковыльных сообществ и фисташковых редколесий (2) и эрозионно-денудационных равнин, сложенных аллювиально-пролювиальными отложениями известняков с разнотравно-типчаково-ковыльной степью на коричневых почвах (4). Травянистый ярус характеризуется биологическим разнообразием, мозаичностью, сильно остепненный, который представлен ковылем Браунера (*Stipa lessingiana* subsp. *Brauneri*), пыреем узловатым (*Elytrigia caespitosa* subsp. *Nodosa*), мятликом бесплодным (*Poa sterilis* M. Bieb.), кострцом каппадокийским (*Bromopsis cappadocica* (Boiss. & Bal.) Holub), дубровниками обыкновенным (*Teucrium chamaedrys*) и белойочным (*Teucrium. Polium*), бурачком туполистным (*Odontarrhena obtusifolia* (Steven ex DC.) C. A. Mey.), девясилом глазковым (*Inula oculus-christi* L.), фуманой лежачей (*Fumana procumbens* (Dunal) Gren. & Godr.), вьюнками шелковистым (*Convolvulus holosericeus* M. Bieb.) и кантабрийским (*C. cantabrica* L.), наголоваткой грязной (*Jurinea sordida* K. Koch), синеголовником полевым (*Eryngium campestre* L.) и др. В настоящее время естественные ландшафты преобразованы хозяйственной деятельностью (3, 5).

На приводораздельных склонах Караньского плато формируется местность водораздельно-рядовых и останцово-водораздельных поверхностей с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с дубово-грабинниковыми лесошибляками на коричневых почвах (6) (рисунок 6.17). Поверхность Караньского плато является типичным карстовым ландшафтом. Кроме древесной растительности, характерна петрофитная растительность. В составе древостоя встречаются дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.) и фисташка туполистная (*Pistacia mutica*). Кустарниковый ярус разреженный с участием можжевельника дельтовидного (*Juniperus deltoids* R.P. Adams), жасмина кустарникового (*Jasminum fruticans* L.), иглицы понтийской (*Ruscus aculeatus* L.), подковника эмерового (*Hippocrepis emeroides* (Boiss. & Sprun.) Czer.), пузырьника киликийского (*Colutea cilicica* Boiss. & Balansa), держи-дерева колючего (*Paliurus spina-christi* Mill). В травостое доминируют и в разные времена года создают аспект асфоделина желтая (*Asphodeline lutea*), ковыль Браунера (*Stipa lessingiana*). Для травянистого яруса характерны Тимьян Регнера (*Thymus roegneri*), дубровник обыкновенный (*Teucrium chamaedrys*), овсяница Калье (*Festuca callieri*), кострец каппадокийский (*Bromopsis cappadocica*), житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum*), фумана лежачая (*Fumana procumbens*), бедронец камнелюбивый (*Pimpinella lithophila* Vill.), вьюнки шелковистый *holosericeus*) и кантабрийский (*C.*

cantabrica), козелец курчавый (*Scorzonera crispa* Scorzonera crispa M. Bieb.), зопник крымский (*Phlomis taurica* Hartwiss ex Bunge) и др.

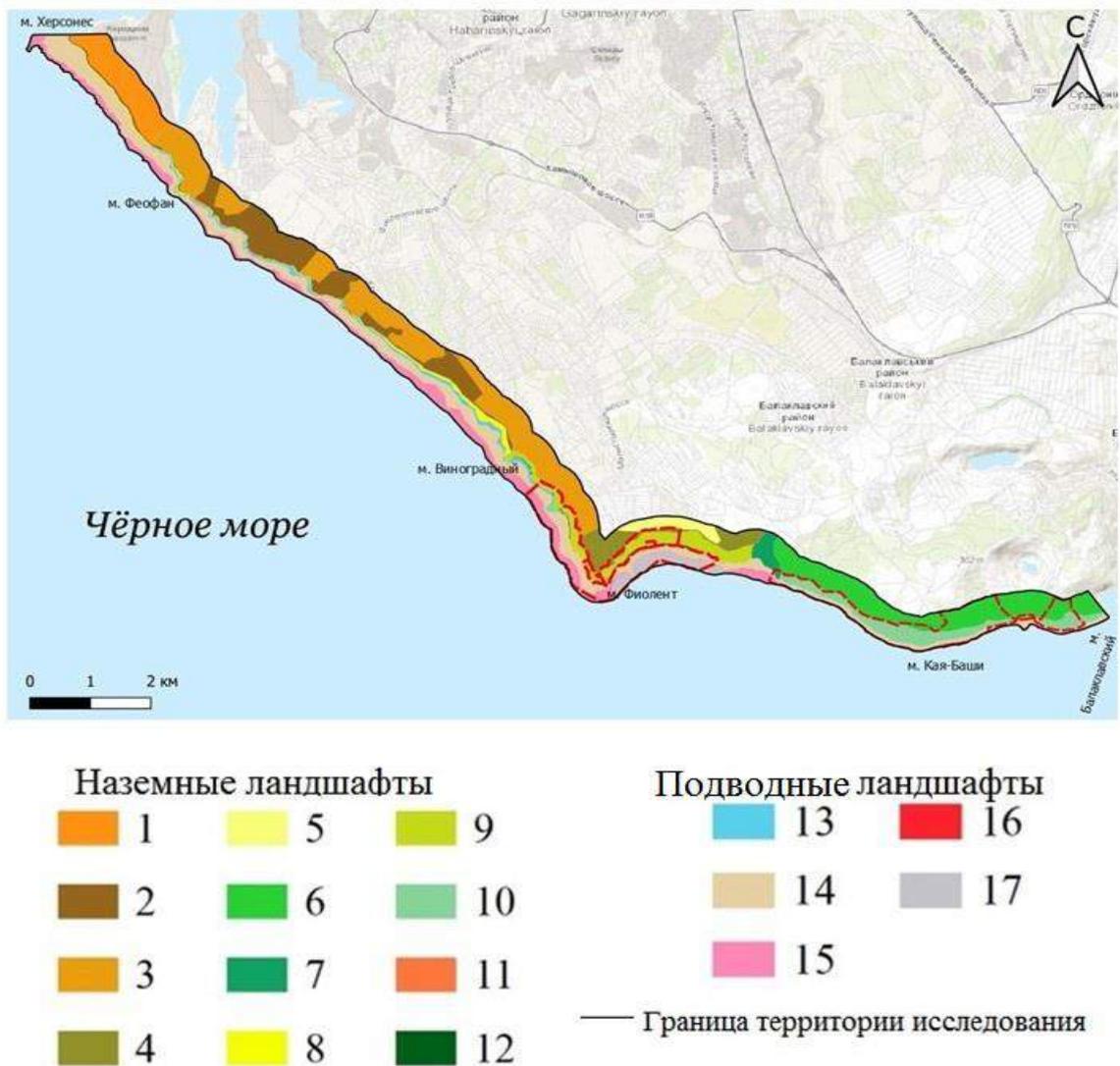


Рисунок 6.16 – Картограмма ландшафтной структуры береговой зоны м. Херсонес – м. Балаклавский (Гераклейский район) [184].

Условные обозначения: *Наземные ландшафты*: 1 – структурные денудационные водораздельные плато, сложенные серыми известняками херсонской свиты с галофильными сообществами с преобладанием многолетних травянистых видов на коричневых почвах; 2 – структурно-денудационные плато, сложенные серыми известняками херсонской свиты с фрагментами типчаково-ковыльных сообществ и фисташковых редколесий; 3 – структурно-денудационные плато сильно преобразованные, занятые дачными участками и другими селитебными комплексами; 4 – эрозионно-денудационные равнины, сложенные аллювиально-пролювиальными отложениями известняков с разнотравно-типчаково-ковыльной степью на коричневых почвах; 5 – денудационные плато сильно преобразованные, занятые дачными

участками и другими селитебными комплексами; 6 – водораздельно-грядовые и останцово-водораздельные поверхности с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с дубово-грабинниковыми лесошибляками на коричневых почвах; 7 – овражно-балочный с фисташково-дубово-можжевельным редколесьем на коричневых почвах; 8 – абразионно-обвальные берега, сложенные серыми известняками херсонской свиты с прослоями глинистых отложений; 9 – крутые и обрывистые склоны, сложенные магматическими и осадочными известняковыми породами с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с лесом из фисташки туполистной и дуба пушистого на коричневых почвах; 10 – крутые и обрывистые склоны с единичными видами можжевельника; 11 – глыбовый навал; 12 – гравийно-галечниковый пляжи с единичными глыбами известняка.

Подводные ландшафты: 13 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 14 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 15 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 16 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями с доминированием филлофоры курчавой, и отдельно хаотически расположенными глыбами, где преобладают нерезя нитевидная и занардиния типичная; 17 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.



Рисунок 6.17 – Водораздельно-грядовые и останцово-водораздельные поверхности с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с дубово-грабинниковыми лесошибляками на коричневых почвах. Фото Шамрея Д. В.

Овражно-балочный с фисташково-дубово-можжевельным редколесьем на коричневых почвах (7) тип местности отмечен в Монастырской, Василевой и Мраморной балках. Для древесного яруса характерны фисташка туполистная (*Pistacia mutica*), можжевельник высокий (*Juniperus excelsa* M. Vieb.) и можжевельник дельтовидный (*Juniperus deltoids*), дуб пушистый (*Quercus pubescens*). В кустарниковом ярусе – жасмин кустарниковый (*Jasminum fruticans*), пузырник киликийский (*Colutea cilicica*), держи-дерево колючее (*Paliurus spina-christ*).

На протяжении 9 км от м. Херсонес до м. Фиолент характерна местность абразионно-обвального берега, сложенного серыми известняками херсонской свиты с прослоями глинистых отложений (8). Плато обрывается крутым (до 90⁰) с нависающими карнизами известняковым клифом. По всему побережью наблюдаются интенсивные процессы каррообразования, превращающие в «соты» пласты породы у уреза, а также ячеистое выветривание, под действием которого образуются «кружевные» карнизы. Характерны нависающие козырьки, волноприбойные абразионные ниши, карстовые полости.

В ландшафтной структуре побережья от м. Фиолента до Мраморной балки господствует местность крутых и обрывистых склонов, сложенных магматическими и осадочными известняковыми породами с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с лесом из фисташки туполистной и дуба пушистого на коричневых почвах (9) (рисунок 6.18). Береговой обрыв представляет собой стену, которая сложена белым известняком с оранжевыми железистыми прослойками, характерны эрозионно-гравитационные процессы. Отсутствует почвенный покров, фрагментарно отмечены примитивные коричневые почвы.

Крутые склоны заняты низкорослой древесной растительностью из фисташки туполистной (*Pistacia mutica*) и можжевельника дельтовидного (*Juniperus deltoides*), встречаются дуб пушистый (*Quercus pubescens*) и сосна Палласова (*Pinus pallasiana* D. Don). В травостое преобладают жабрицево-пырейные ассоциации, представленные отдельными травянистыми растениями: молочай миртолистный (*Euphorbia myrsinites* L.), лен чешуйчатый (*Linum squamulosum*), бедренец козельцовый (*Pimpinella tragium*), козелец разрезной (*Scorzonera aciniata* L.), головчатка кожистая (*Cephalaria coriacea* (Willd.) Steud.), бородач обыкновенный (*Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng), наголоватка Регнера (*Jurinea roegneri*), хвойник двухколосковый (*Ephedra distachya* L.), румия критмолистная (*Rumia crithmifolia* (Willd.) Koso-Pol.), ферульник смолоносный коротколопастный (*Ferulago galbanifera* var. *brachyloba* (Boiss.) Thell.), василек восточный (*Centaurea orientalis* L.), сухоцвет однолетний (*Xeranthemum annuum* L.), бассия распростертая (*Bassia prostrata* (L.) Beck), смолевка густоцветная (*Silene densiflora* d'Urv.).

Южная часть побережья занята крутыми и обрывистыми склонами, сложенными



Рисунок 6.18 – Крутые и обрывистые склоны, сложенные магматическими и осадочными известняковыми породами с фисташково-можжевельновым редколесьем в комплексе с лесом из фисташки туполистной и дуба пушистого на коричневых почвах (9) Фото Горалевича К. Г.

верхнеюрскими известняками с единичными видами можжевельников и фисташкой туполистной (10) (рис. 6.19). Берег представлен крепкими вулканическими породами, преимущественно плотными мраморовидными известняками (береговые обрывы Кая-Баш, Мытилино). Высота берегового обрыва на этом участке побережья достигает 50–500 м. Высокая обрывистая стена в отдельных местах имеет ступенчатый характер, загромождена каменными осыпями и хаосами. На отдельных участках развиты интенсивные оползневые процессы, в том числе техногенного происхождения (Василева балка). На склонах сохранились типично южнобережные представители растительного мира: фисташка туполистная (*Pistacia mutica*), можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*) и можжевельник дельтовидный (*Juniperus deltoides*).

У подножья обрывистых клифов образовался узкий пляжево-бенчевый комплекс, сложенный гравийно-галечниковыми отложениями с включением валунов из обломков известняка. Местности глыбового навала (11) и галечниково-гравийного пляжа с единичными глыбами известняка и вулканических пород (12) представлены вдоль всего побережья, за исключением участков, где обрывистые склоны омываются морем. Узкие пляжи приурочены к



Рисунок 6. 19 – Крутые и обрывистые склоны с единичными видами можжевельников и фисташки туполистой (10). Фото Панкеевой Т. В.

устьям балок или микрозаливчикам, а к мысам – глыбовые хаосы. На пляжах и приморских откосах произрастает мачок желтый (*Glaucium flavum*), морская горчица черноморская (*Cakile euxina*), на выступах скал произрастают донник белый (*Melilotus albus* Medik), хвойникдвухколосковый (*Ephedra distachya*), жабрица камеденосная (*Seseli gummiferum* Pall. ex Smith), головчатка кожистая (*Cephalaria coriacea* (Willd.) Steud). В местах выхода оползневых отложений на пляжах встречаются заросли тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), отмечены хвощ ветвистый (*Equisetum ramosissimum* Desf.), экбалиум пружинистый (*Ecballium elaterium* (L.) A. Rich.), заросли дербенника иволистного (*Lythrum salicaria* L.), отдельные экземпляры левкоя душистого (*Matthiola odoratissima* (Pall. ex M. Bieb.) W.T. Aiton), парнолистника обыкновенного (*Zygophyllum fabago* L.). Характерно редкое растение меч-трава обыкновенная (*Cladium mariscus* (L.) Pohl).

Ландшафтная структура побережья (рисунок 6.16). На большей части побережья на глубинах 0,5–1 м выражен глыбово-валунный бенч, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (13). Глыбовый бенч формируется у обрывистых скальных склонов,

очень узкий до 1–2 м. Характерен фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*. Вдоль всего изучаемого побережья на глубинах 1–10 м доминирует ПЛ, приуроченный к подводному склону, сложенному грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая (14). Характерен свал глубин, осложненный глыбовым навалом. Отмечен фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*. Прибрежную зону от м. Херсонеса до м. Фиолент на глубинах 10–15 м занимает местность подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая (15). Диаметр глыб варьирует от 1 до 15 м, прогалины заполнены песчано-гравийно-галечными отложениями, где отмечен фитоценоз *Phyllophora crispa*. На глыбово-валунных отложениях встречаются *Ericaria crinita*, *Nereia filiformis* и *Cladostephus spongiosus*. Подводный склон, сложенный псаммитовыми отложениями с доминированием филлофоры курчавой и отдельно хаотически расположенными глыбами, где преобладают нерейя нитевидная и занардиния типичная (16) распространен вдоль береговой линии Караньского плато на глубинах от 10 до 15 м. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa* +*Nereia filiformis* – *Zanardinia typus*. Для глубин более 15 метров преобладает местность слабонаклонной равнины, сложенной песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует (17). Песок разноразмерный с примесью битой ракуши. Между рифелями отмечены скопления спутанных обрывков водорослей.

2 этап – Изучение хозяйственной подсистемы береговой зоны. Характер и структура хозяйственной подсистемы береговой зоны Гераклейского района отличается полифункциональным использованием (рисунок 6.20). Пространственное распространение и соотношение типов природопользования представлено на рисунке 6.21. В структуре природопользования исследуемого региона наибольшую площадь занимает специальное (военное) природопользование. Однако, после 90-х годов прошлого столетия, характерно резкое увеличение площадей, занятых садово-товарищескими обществами. В хозяйственной подсистеме сухопутной части ведущее место занимает рекреационное хозяйство [1]. К объектам рекреационных комплексов относятся гостиницы и турбазы, пляжи, парковые зоны, а также мемориальные комплексы. Гостиничные комплексы расположены в основном на м. Фиолент («Фиолент Вилледж») и Караньском плато (коттеджный поселок «Васили»). Рекреационно-парковая зона представлена комплексом Свято-Георгиевского монастыря и Митрополичьими садами. К мемориальным комплексам относятся объекты: «Береговая батарея № 19 Севастопольской крепости» и музейный комплекс «35-я береговая батарея».

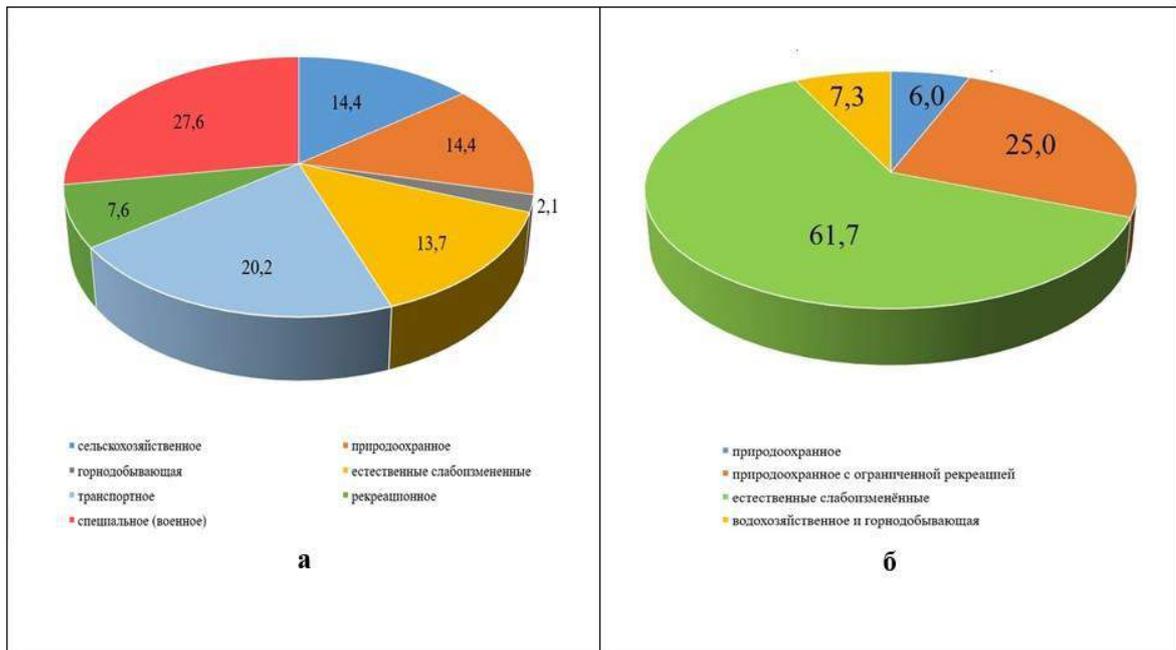


Рисунок 6.21 – Соотношение типов природопользования (%): сухопутная (а) и морская (б) части береговой зоны м. Херсонес – м. Балаклавский (Герacleйского район)

В последние десятилетия отмечается строительство дач и мини-гостиниц вблизи бровки берегового склона, что оказывает влияние на естественный ход экзогенных процессов и гидрогеологический режим. Хорошо развита тропиночно-дорожная сеть. Для пляжей характерна высокая рекреационная нагрузка («Васили», «Каравелла», «Грот Дианы», «Яшмовый», «Голубая бухта») (рисунок 6.22), которые активно используются для купально-пляжного отдыха. Присутствует горнодобывающая промышленность – территория Псилерахского карьера по добыче и переработке флюсовых известняков (акционерное общество «Балаклавское рудоуправление имени А. М. Горького») (рисунок 6.23).

Активизация хозяйственной деятельности в береговой зоне привела к сокращению естественных ландшафтов и увеличению доли антропогенно-преобразованных ландшафтов, которые в настоящее время составляют около 70%. Природоохранное природопользование представлено 4 особо охраняемыми природными территориями (ООПТ): природные заказники регионального значения «Мыс Фиолент» и «Караньский», памятники природы регионального значения «Мыс Фиолент» и «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Фиолент». В состав природного заказника «Караньский» и памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» включена морская акватория. На природоохранных территориях и акваториях исследуемой береговой зоны характерно рекреационное природопользование. В границах исследуемой морской акватории расположены точки сброса канализационных вод – Голубая бухта и полуостров Маячный. В 2012–2013 гг. в районе м. Виноградного проводилась добыча песка



Рисунок 6.22 – Рекреационное природопользование (Яшмовый пляж).
Фото Панкеевой Т. В.



Рисунок 6.23 – Горнодобывающая промышленность (Псилерахский карьер). Фото Шамрея Д. В.

компанией «Суеста». Несмотря на то, что добыча была прекращена, факт вмешательства в природные процессы исследуемого региона можно отследить и по сей день.

3 этап – Составление картосхемы современных ландшафтов береговой зоны.

Полифункциональное природопользование береговой зоны Гераклеийского района упрощает естественную ландшафтную структуру и увеличивает ее мозаичность, что снижает организацию современных ландшафтов. Карта современных ландшафтов береговой зоны исследуемого района показана на рисунке 6.24.

Наиболее преобразованы ландшафты структурно-денудационных плато и эрозионно-денудационных равнин, особенно на участке от м. Херсонес до м. Фиолент. Естественная и слабопреобразованная растительность приморской территории представлена галофитными, степными и редколесными сообществами. Однако, в настоящее время, естественная растительность преобразована, и территория активно используется под строительство объектов туристской и коммунальной инфраструктуры. Естественные (слабопреобразованные) ландшафты сохранились лишь на участках ООПТ, представляя определенную стадию ренатурализации естественных ландшафтов.

Тем не менее, природоохранная значимость наземных ландшафтов обусловлена наличием в составе сообществ видов, занесенных в КК РФ и КК С таких как: фисташка туполистная (*Pistacia mutica*), можжевельник дельтовидный (*Juniperus deltoides*) и можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*), ирис низкий (*Iris pumila* L.), железница крымская (*Sideritis syriaca subsp. Taurica*), асфоделина желтая (*Asphodeline lutea*), ковыль Браунера (*Stipa lessingiana*). Наземные ландшафты выполняют водорегулирующую и почвозащитную функции, обладают аттрактивностью.

Для хозяйственной деятельности ландшафты активных клифов и крутых обвально-оползневых склонов малопригодны. В результате антропогенной деятельности на прилегающей территории происходит активизация динамических процессов. Ландшафты пляжей с прибрежной растительностью имеют природоохранную и созологическую ценность.

Растительность супралиторальной зоны является наиболее уязвимой, так как имеет одномерный ареал и отличается стенотопностью. Дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки на растительные сообщества супралиторали приводит к их полному исчезновению, что обусловлено отсутствием замещающих, синантропных «аналогов» и, соответственно, их фитоценозов [175].

На состояние побережья значимое влияние оказывает тип природопользования и экологическое состояние побережья. Увеличение антропогенной нагрузки на береговую зону вызвало эвтрофирование водной среды. Как показывают исследования прибрежной акватории, существенные изменения отмечены для растительной компоненты морских ландшафтов. В 60–

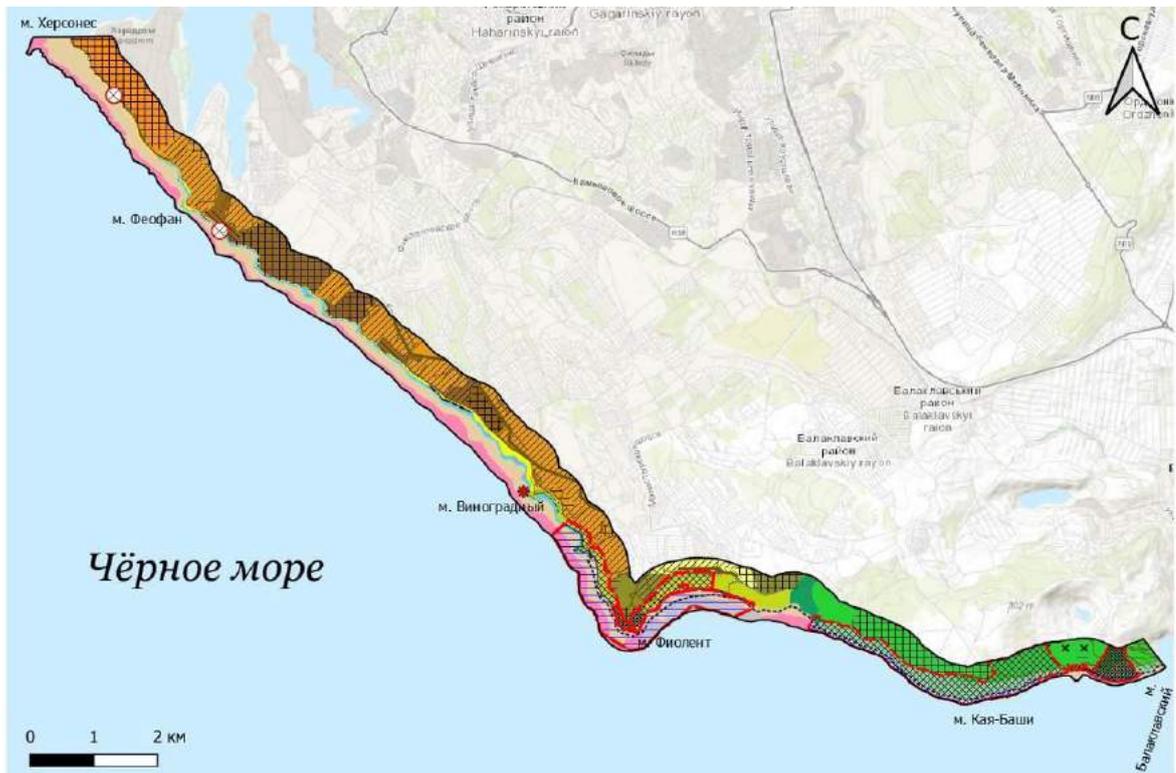


Рисунок 6.24 – Картосхема современных ландшафтов береговой зоны м. Херсонес – м. Балаклавский (Гераклейского район). Условные обозначения соответствуют рисунку 6.16 и 6.20. [184].

70-е гг. прошлого века нижняя граница обитания донной растительности проходила на глубине свыше 25–30 м [130], то в настоящее время она составляет 15–20 м. Для видового состава макрофитобентоса отмечено увеличение количества красных и зеленых водорослей, сократилась роль доминирующих видов, резко увеличилась доля эпифитирующих макрофитов. Тем, не менее, подводные ландшафты исследуемой прибрежной зоны отличаются флористическим разнообразием, сохранностью ключевых фитоценозов и видов, занесенных в КК РФ и КК С [173; 303].

4 этап – Анализ и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию береговой зоны. Своеобразие географического положения береговой зоны Гераклейского района заключается в том, что территория граничит как с зоной широколиственных лесов северного макросклона Главной гряды Крымских гор, так и с субсредиземноморской растительностью южного бережья, что обусловило биологическое и ландшафтное разнообразие. Исследуемый регион является экологическим коридором регионального уровня, который связывает ландшафты предгорного, горного и южного бережного районов Крыма, по которому осуществляется миграция флоры и фауны вокруг Крымских гор. Прибрежная низкогорная зона представляет самый доступный и удобный путь обмена между Предгорьем и Южным берегом.

Деграция средиземноморских ландшафтов в юго-западной прибрежной части региона приведет к изоляции Южного берега и Предгорья, так как через восточную окраину Горного Крыма идет обмен, главным образом, степными видами. Эта связь достаточно сильная: степень взаимодействия между Южным Берегом Крыма и среднегорьем оценивается в 50%, а для равнинного и горного Крыма – около 45% [209]. Исследуемая береговая зона расположена в границах Гераклейского приморского экоридора экологического каркаса Крымского полуострова (рисунок 6.15), элементы экологической сети представлены на рисунке 6.25. (перспективная ООПТ – памятник природы «ПАК у мыса Херсонес» [115]. В настоящее время доля территории, занятой ООПТ составляет 17,4%, акватории – 30,5%, что в целом соответствует международным стандартам охраны природы.

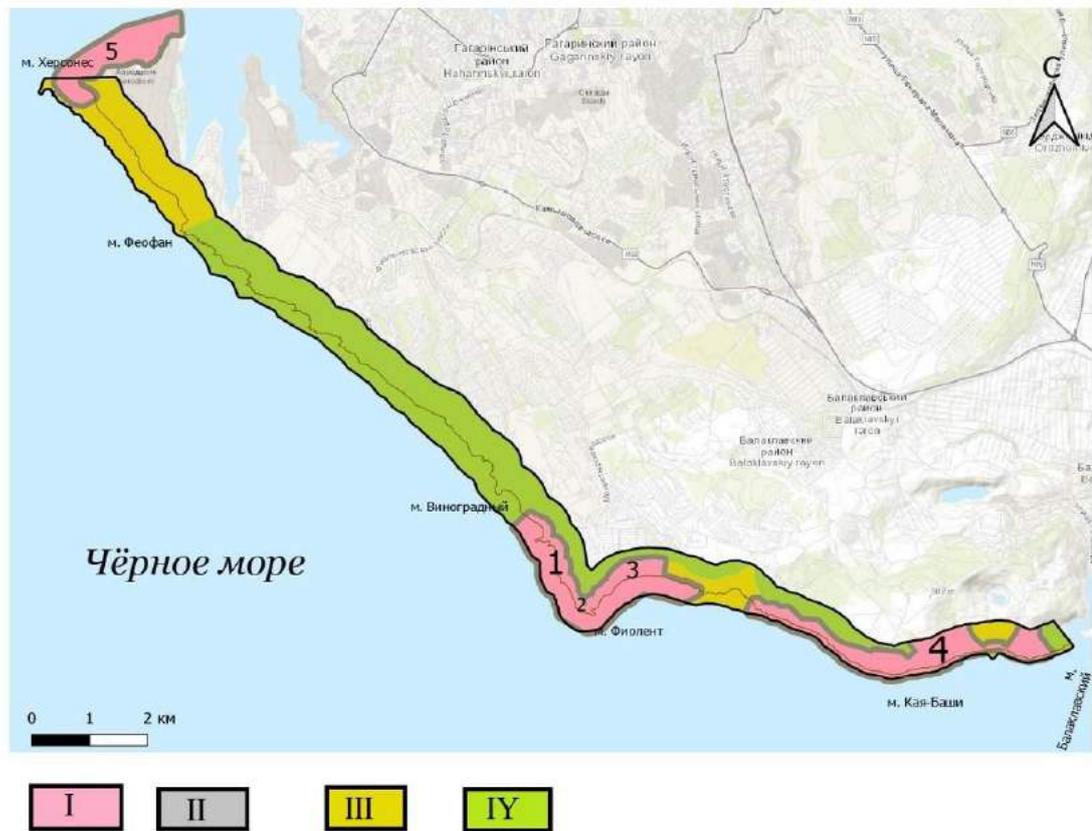


Рисунок 6.25 – Картосхема элементов экологической сети береговой зоны Гераклейского приморского экоридора.

I – ключевые природоохранные акватории и территории; II – буферные; III – транзитные; IV – восстановительные.

1 – памятник природы «Мыс Фиолент»; 2 – памятник природы «ПАК у мыса Фиолент»; 3 – природный заказник «Мыс Фиолент»; 4 – природный заказник «Каранский» 5 – памятник природы «ПАК у мыса Херсонес».

Особенность положения объектов ООПТ Гераклейского района состоит в том, что они имеют сопряженное положение и включают морскую акваторию: памятник природы «ПАК у мыса Фиолент», природный заказник «Мыс Фиолент» и комплексный памятник природы «Мыс Фиолент» (таблица 6.2). Однако, разный природоохранный статус охраняемых территорий и небольшая площадь мало способствуют сохранению и восстановлению природных комплексов.

Таблица 6.2 – ООПТ Гераклейского района

ООПТ	Площадь, га			Профиль*	Год создания
	Общая	Территория	Акватория		
Природный заказник регионального значения					
1. «Мыс Фиолент»	37,9	37,9	-	Л	1996
Памятник природы регионального значения					
2. «ПАК у мыса Фиолент»	179,4	66,0	113,4	Г	1972
Памятник природы регионального значения					
3.«Мыс Фиолент»	5,8	5,8	-	К	1969
Итого	223,1	109,7	113,4		

Примечания: * Л – ландшафтный; К – комплексный, Г – гидрологический; ** ПАК – прибрежный аквальный комплекс

Для обеспечения целостности и сохранности биологического и ландшафтного разнообразия целесообразно было бы объединение заповедных объектов Гераклейского района с установлением дифференцированного режима охраны на основе научно-обоснованного функционального зонирования территории и акватории. Это позволит создать юго-западный наземно-морской экоцентр Гераклейского экокореидора (рисунок 6.14), который в полном объеме будет выполнять природоохранные задачи. Наиболее эффективным методом выступает ландшафтное планирование. Ландшафтная структура ООПТ представлена на рисунке 6.26., приложение Ё. Ландшафты наземной части ООПТ обладают высокой аттрактивностью, формируют среду обитания, являются почвозащитными и водорегулирующими. Наиболее ценные среди них – можжевельниковые. ПЛ памятника природы характеризуются высокой степенью сохранностью донных фитоценозов. Многие виды морской флоры занесены в КК РФ [85], КК РК [84] и КК С [83], списки международных конвенций, что свидетельствует о природоохранной ценности акватории.

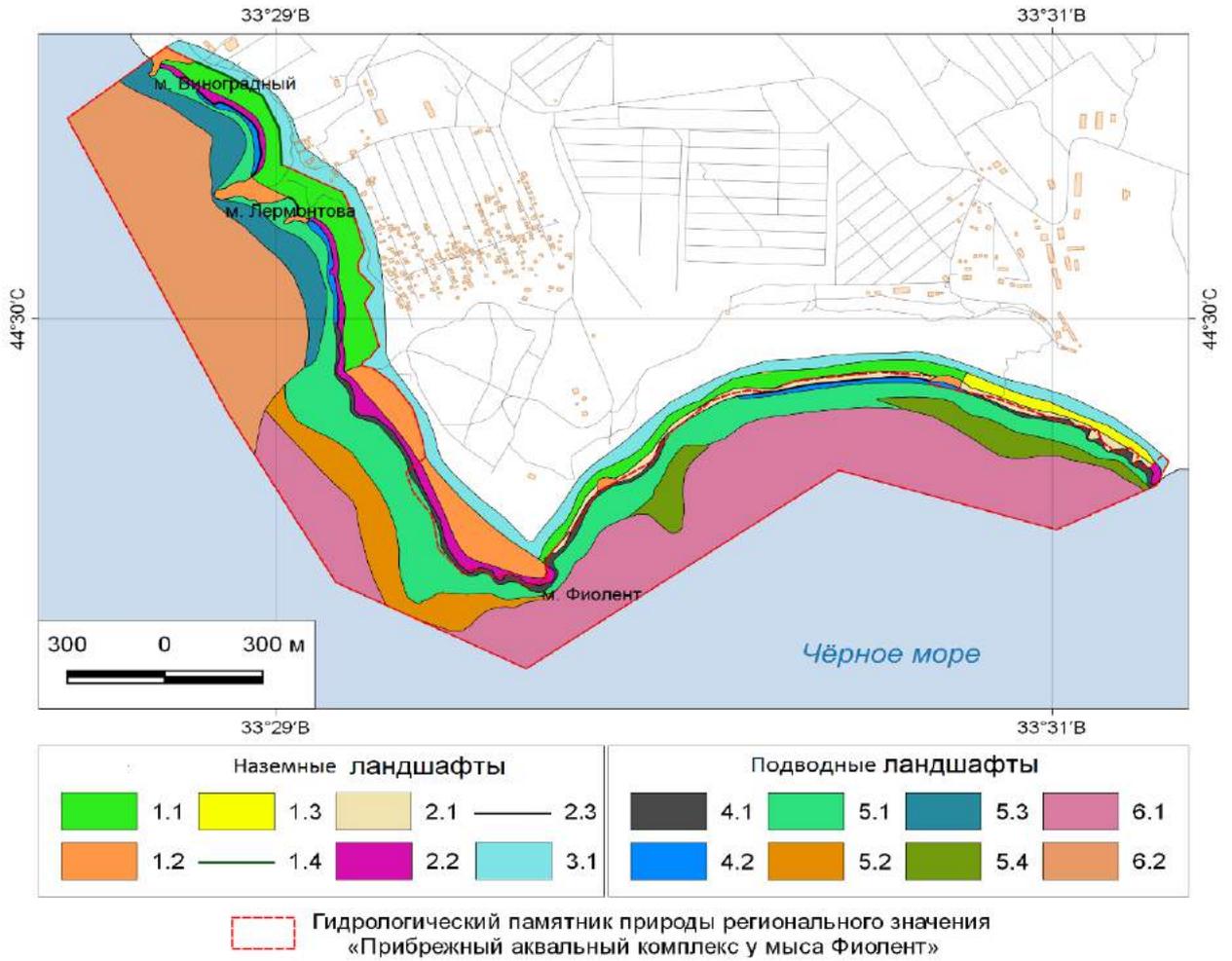


Рисунок 6.26 – Картосхема ландшафтной структуры ООПТ Гераклеийского района[173].
Фото Шамрея Д. В.

Условные обозначения

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – крутых и обрывистых склонов, сложенных магматическими и осадочными известняковыми породами с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с лесом из фисташки туполистной и дуба пушистого на коричневых почвах;

Урочища: 1.1 – крутых гравитационно-осыпных и оползневых слабоступенчатых склонов с фисташковым и можжевельным редколесьем;

1.2 – скально-магматических обрывистых склонов с единичными экземплярами можжевельников и фисташки туполистной;

1.3 – крутых гравитационно-осыпных и оползневых слабоступенчатых склонов с фисташково-можжевельным редколесьем и участием дуба пушистого и сосны Палласовой;

1.4 – обрывистых известняковых склонов.

Местность: 2 – пляжево-клифовая

Урочища: 2.1 – обрывистых склонов активного клифа, сложенных рыхлыми гравитационно-оползневыми глыбово-щебнисто-суглинистыми отложениями с редкими низкорослыми особями фисташки туполистной, можжевельника колючего и разнотравно-злаковыми ассоциациями;

2.2 – обрывистых скально-магматических склонов активного клифа

2.3 – галечниково-гравийных пляжей с единичными глыбами известняка и вулканических пород.

Местность: 3 – эрозионно-денудационных равнин, сложенных аллювиально-пролювиальными отложениями известняков с разнотравно-типчаково-ковыльной степью на коричневых эродированных почвах

Урочища: 3.1 – денудационных равнин, сильно преобразованных, занятых дачными участками и другими селитебными комплексами.

Подводные ландшафты:

Урочища 4. бенч: 4.1 – бенч, сложенный глыбово-валунными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4.2 – бенч, сложенный галечниково-валунно-глыбовыми отложениями, где преобладают ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньи.

5 – подводный склон: 5.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующихся песчано-галечно-гравийных отложений, где растительность отсутствует; 5.2 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая; 5.3 – сложенный песчаными отложениями с отдельно стоящими глыбами, на которых господствует ерикария косматая; 5.4 – сложенный грубообломочными отложениями с отдельно стоящими подводными скалами, где преобладает ерикария косматая;

6 – слабонаклонная равнина: 6.1 – сложенная песчаными отложениями с выраженными мелкими знаками ряби (рифели), где донная растительность отсутствует; 6.2 – сложенная псаммитовыми отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности.

Разработка функционального зонирования ООПТ выполнена на уровне составления рамочного ландшафтного плана (рисунок 6.27). Выделены функциональные зоны с определением видов предпочтительного природопользования. Формирование



Рисунок 6.27 – Ландшафтное планирование на ООПТ береговой зоны м. Херсонес – м. Балаклавский (Гераклейский район)

полифункциональных объектов ООПТ с дифференцированным режимом позволит максимально эффективно обеспечить охрану и рациональное использование природных ресурсов, развитие просветительской и образовательной деятельности, реализацию рекреационного потенциала береговой зоны.

6.3 Функциональное зонирование береговой зоны (на примере Южнобережного района)

На основе изучения современных ландшафтов Южнобережного района ключевого участка м. Балаклавский – м. Сарыч проведено функциональное зонирование береговой зоны. Функциональное зонирование представляет метод планирования и управления территорией, при котором она разбивается на четко выделенные зоны с определенными функциональными назначениями [252].

Ниже остановимся на основных методологических этапах исследования современных ландшафтов береговой зоны Южнобережного района (м. Балаклавский – м. Сарыч).

1 этап – Изучение природной подсистемы береговой зоны. Ландшафтная структура побережья. Исследуемый район расположен в низкогорном поясе зоны южного макросклона гор, дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей.

Ранее эта территория была занята фисташково-дубовыми и можжевельново-сосновыми лесами с участием вечнозеленых растений [209] (рисунок 6.28).

Ландшафтная структура исследуемой береговой зоны характеризуется рядом особенностей, которые обусловлены геолого-геоморфологическим строением, взаимодействием суши и моря, активно протекающими физико-географическими процессами. Береговые склоны сложены преимущественно верхне- и среднеюрскими известняками. Почвы коричневые, в большей степени короткопрофильные, маломощные и щебенистые. Береговая зона относится к западному южнобережному средиземноморскому типу климата, который характеризуется засушливым, жарким летом с умеренно-теплой зимой. Наряду с общими чертами климата района, здесь наблюдаются микроклиматические особенности, которые связаны с бризовой циркуляцией.

На уровне местностей выделено 27 ландшафтных контуров (рисунок 6.29). Дифференциация ландшафтов проведена в зависимости от приуроченности к геоморфологическим комплексам: водораздельно-грядовые и останцово-водораздельные поверхности, эрозионные формы рельефа, среднекрутые склоны (9° – 18°), крутые склоны (18° – 70°), крутые и обрывистые клифовые склоны (более 70°).

Ландшафтная структура пляжево-клифового пояса характеризуется чередованием пляжей, скально-клифовых и оползнево-клифово-насыпных шибляковых местностей (1–3). Особенностью этого пояса является высокая динамичность гравитационных процессов, при этом наземная растительность достаточно бедна. На обрывистых склонах активного клифа, сложенного делювием (2), располагаются участки, занятые овсом персидским (*Avena persica* Steud.) и ячменем луковичным (*Hordeum bulbosum* L.), встречаются пятна донника белого (*Melilotus albus* Medik.). Единично на скалах отмечены жабрица камеденосная (*Seseli gummiferum*) и резуха кавказская (*Arabis caucasica* Schtdl.); на рыхлых осыпях - василек бесплодный (*Centaurea sterilis* Steven) и каперсы травянистые (*Capparis herbacea* Willd.). Вдоль клифа фрагментарно расположены местности глыбово-валунного навала (3) и глыбово-галечниковых пляжей (1). На пляжах встречается критмум морской (*Crithmum maritimum*), который включен в КК РФ и КК С. В ландшафтной структуре приморья преобладают местности крутых и очень крутых склонов с фисташково-можжевельновыми, можжевельновыми и сосновыми сообществами (4–26). В ее западной части на склонах формируется местность крутых склонов с петрофитными асфоделиновыми и ковыльными сообществами в комплексе с кустарниковыми зарослями типа шибляк и единичным произрастанием можжевельника (4). В травяном покрове встречаются виды, занесенные в КК С: асфоделина желтая (*Asphodeline lutea*) и асфоделина крымская (*Asphodeline taurica* (Pall. ex M. Bieb.) Endl.), оносма



Береговая зона от м. Балаклавский до м. Айя



Береговая зона от б. Ласпи до м. Сарыч

Рисунок 6.28 – Общий вид на береговую зону Южнобережного района.
Фото Шамрея Д. В.

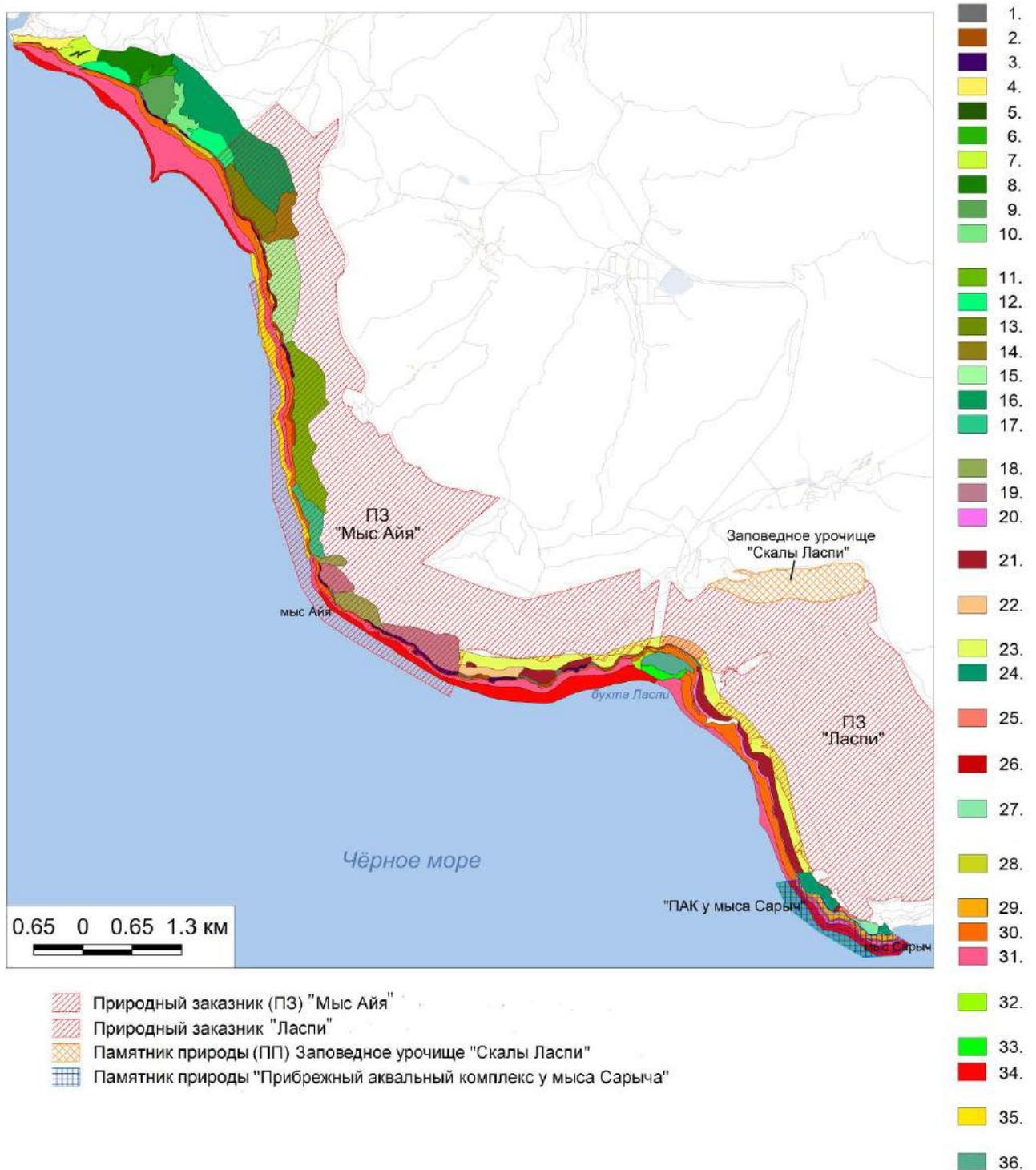


Рисунок 6.29 – Картосхема природной подсистемы береговой зоны м. Балаклавский – м. Сарыч (Южнобережный район).

Условные обозначения:

Наземные ландшафты: 1 – глыбово-галечниковые пляжи; 2 – скально-клиффовый; 3 – глыбово-валунный навал; 4 – крутые склоны с фрагментами петрофитной растительности с участием видов асфоделины и астрагала трагантового; 5 – овражно-балочный с кустарниковыми зарослями держи-дерева колючего, жасмина кустарникового и граба восточного; 6 – овражно-балочный с фисташково-можжевельново-дубовым редколесьем; 7 –

крутые гравитационные склоны (осыпи) с единичными экземплярами можжевельника высокого; 8 – крутые склоны с фисташково-можжевело-дубовым редколесьем; 9 – крутые склоны, с сосновыми лесами и единичным произрастанием можжевельников (высокого и дельтовидного); 10 – крутые сильноэродированные склоны, сложенные аргиллитовыми отложениями с единичным произрастанием можжевельника высокого, сосны Палласовой и терескненниками; 11 – крутые террасированные склоны с посадками сосны брутийской и Палласовой; 12 – приморские обрывистые склоны, сложенные верхнеюрскими отложениями с единичным произрастанием можжевельника высокого; 13 – крутые склоны с дубово-можжевеловыми лесами; 14 – крутые склоны с постпирогенной сукцессией сосны брутийской; 15 – крутые склоны с сосновыми лесами (сосна брутийская); 16 – крутые ступенчато-скальные склоны с фрагментами с можжевело-сосновых и дубовых лесов; 17 – крутые ступенчато-обрывисто-оползневые склоны с единичными экземплярами видов сосен (Палласовой и брутийской) и можжевельников (высокого и дельтовидного); 18 – крутые ступенчато-обрывисто-оползневые склоны с можжевеловыми лесами; 19 – крутые ступенчато-скальные склоны с сосново-можжевеловыми лесами и земляничником мелкоплодным; 20 – выположенные водораздельные поверхности с дубово-можжевеловым редколесьем и участием фисташки туполистной, земляничника мелкоплодного с подлеском из иглицы понтийской; 21 – антропогенно-преобразованные выположенные водораздельные поверхности с дубово-можжевеловым редколесьем и участием фисташки туполистной, земляничника мелкоплодного с подлеском из иглицы понтийской; 22 – оползневые пологие и среднекрутые склоны с фисташково-дубово-можжевеловым лесом в комплексе с пырейными и тростниковыми ассоциациями; 23 – крутые и среднекрутые останцовые склоны с можжевеловым лесом в комплексе с дубовым редколесьем; 24 – выположенные водораздельные поверхности с дубово-можжевеловым редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 25 – антропогенно-преобразованные выположенные водораздельные поверхности с дубово-можжевеловым редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 26 – горные долины с дубово-можжевеловым редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 27 – оползневые пологие и среднекрутые склоны с можжевеловым редколесьем.

Подводные ландшафты: 28 – валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей; 29 – валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 30 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 31 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая; 32 – подводный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой, а на алеврито-псаммитовом субстрате доминирует взморник морской; 33 – слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями, с преобладанием взморника морского; 34 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филофора курчавая; 35 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, с преобладанием нерей нитевидной, занардинии прототипной, кодиума черевообразного и видов антитамниума; 36 – слабонаклонная равнина сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.

многолистная (*Onosma polyphylla* Ledeb.), ковыль волосатик (*Stipa capillata*) и ковыль камнелюбивый (*Stipa lithophila*), шпажник итальянский (*Gladiolus italicus* Mill.) и другие. В береговой зоне достаточно распространен овражно-балочный тип местности (5, 6). Местность крутых сильноэродированных склонов, сложенных аргиллитовыми отложениями с единичным произрастанием можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*), сосны Палласовой (*Pinus pallasiana*) и терескенниками (11). Здесь отмечен ареал редкого для Крымского полуострова вида, нуждающегося в охране на региональном уровне, крашенинниковии терескеновой (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.), который занесен в КК С. В травяном покрове встречаются виды, занесенные в КК С: асфоделина желтая (*Asphodeline lutea*) и асфоделина крымская (*Asphodeline taurica* (Pall. ex M. Bieb.) Endl.), онома многолистная (*Onosma polyphylla* Ledeb.), ковыль волосатик (*Stipa capillata*) и ковыль камнелюбивый (*Stipa lithophila*), шпажник итальянский (*Gladiolus italicus* Mill. водораздельных поверхностей с дубово-можжевельным редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника.) и другие. В приморье достаточно распространен овражно-балочный тип местности (5, 6). Местность крутых сильноэродированных склонов, сложенных аргиллитовыми отложениями с единичным произрастанием можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*), сосны Палласовой (*Pinus pallasiana*) и терескенниками (11). Здесь отмечен ареал редкого для Крымского полуострова вида, нуждающегося в охране на региональном уровне, крашенинниковии терескеновой (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.), который занесен в КК С.

Очень живописными, придающими особую неповторимость и эстетичность береговой зоне, являются местности обрывистых склонов горных массивов, сложенных среднеюрскими отложениями с единичным произрастанием можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*), можжевельника дельтовидного (*Juniperus deltoids*), сосны Палласовой (*Pinus pallasiana*) и сосны брутийской (*Pinus brutia* Ten) (8–10, 12–18) (рис. 6.30). Эти ландшафты расположены вдоль побережья от урочища Инжир до м. Айя. В силу своей изолированности и труднодоступности, местность является своего рода рефугиумом реликтовых, краснокнижных и эндемичных видов растений субсредиземноморской растительности. Склоны массивов с останцами выветривания причудливых форм имеют эстетическую ценность. Здесь встречаются такие охраняемые виды, как приноготовник головчатый (*Paronychia capitata*), ирис низкий (*Iris pumila*), включенные в КК С.

Ценными в биоценоотическом плане являются местности крутых склонов с дубово-можжевельновыми лесами с единичными экземплярами сосны (брутийской и Палласовой), можжевельников высокого и дельтовидного, земляничника мелкоплодного (19–23). Ландшафты занимают приморскую часть Ласпинского амфитеатра. В подлеске встречается иглица колючая

(*Ruscus aculeatus* L.). Отмечены орхидные растения: анакамптис пирамидальный (*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich), ятрышник пурпурный (*Orchis purpurea* Huds.), любка зеленоцветковая (*Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb.), комперия Компера (*Comperia cimperana* (Steven) P. Delforge) и др. В травяном ярусе леса отмечены пион крымский (*Paenonia daurica* Andrews), первоцвет обыкновенный (*Primula vulgaris* Huds.), мыльнянка клейкая (*Saponaria glutinosa* M. Bieb.), коротконожка лесная (*Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv.), зубянка пятилистная (*Dentaria guinguefolia* (L.) Crantz) и др.

Для эрозионно-денудационного низкогорья, занимающего приморье памятника природы «ПАК у мыса Сарыч», характерна местность выположенных крымского (24) (рисунок 6.31).



Рисунок 6.30 – Ландшафты обрывистых склонов горных массивов, сложенных среднеюрскими отложениями с единичным произрастанием видов можжевельника и сосны. Фото Шамрея Д. В.

Обильны эфемеры-однолетники, много жабрицы вильчатой (*Seseli dichotomum* Pall. ex M. Bieb.), тимьяна Регнера (*Thymus roegneri* K. Koch), фуманы клейковатой (*Fumana viscidula*) и др. Модификация местности связана с наличием рекреационных и селитебных комплексов (25). Водораздельные поверхности чередуются с горными балками (26), в которых распространены можжевело-дубовые разреженные леса с участием фисташки туполистной. В подлеске – ладанник крымский (*Cistus tauricus* C. Presl) и иглица колючая (*Ruscus aculeatus*). Здесь также доминирует пырейная ассоциация из пырея узловатого (*Elytrigia nodosa*) с участием овсяницы

валисской (*Festuca valesiaca*), осоки Галлера (*Carex halleriana* Asso), осоки заостренной (*Carex acutiformis* Ehrh.), жабрицы вильчатой (*Seseli dichotomum*), тимьяна Регнера (*Thymus roegneri*) и др. Местами отмечены куртины иглицы колючей (*Ruscus aculeatus*), а по тальвегу - заросли тростника южного (*Phragmites australis*).



Рисунок 6.31 – Водораздельные поверхности с дубово-можжевельным редколесьем и участием фисташки туполистной. Фото Горалевича К. Г.

В юго-восточной части памятника природы расположена местность оползневых пологих и среднекрутых склонов с можжевельным редколесьем (27). В подлеске можжевельных сообществ встречается ладанник крымский (*Cistus tauricus*), единично присутствует можжевельник дельтовидный (*Juniperus deltoides*). В травостое преобладает типчаково-пырейная, либо чиево-пырейная ассоциация. Обильны солонечник мохнатый (*Galatella villosa* (L.) Rchb. f.), кохия распростертая (*Kochia prostrata* (L.) Schrad.), пятилистник травянистый (*Dorycnium herbaceum* Vill.), фумана клейковатая (*Fumana viscidula*), полынь австрийская (*Artemisia austriaca*).

Наземные ландшафты побережья от м. Балаклавский до м. Сарыч отличаются биологическим разнообразием, реликтовым характером флоры, характеризуются низкой устойчивостью к хозяйственной деятельности, обладают высоким средообразующим потенциалом и аттрактивностью. Как районы сохранения наиболее полной информации о

полусубтропических субсредиземноморских лесах Крыма целесообразно их отнесение к составу ООПТ г. Севастополя [171].

Ландшафтная структура побережья (рисунок 6.29). Вдоль всего изучаемого побережья от м. Балаклавский до м. Сарыч преобладает ПЛ, приуроченный к подводному склону, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая. Глубина его распространения варьирует от 3 до 10 м (30). Для прибрежной зоны характерен резкий спад глубин, глыбовый навал. Валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой (29) с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной, падины павлиньей (28) представлен фрагментарно вдоль всего побережья, приурочен к микроамфитеатральным эрозионно-тектоническим структурам береговой зоны с «карманными пляжами», встречается на глубинах 0,5–1 м. Глыбовый бенч сложен осадочными породами, формируется у обрывистых скальных склонов, очень узкий до 1–2 м.

В составе донной растительности в интервале глубин 0,5–10 м встречаются кладостефус губчатый (*Cladostephus spongiosum*), кладофоропсис пленчатый (*Cladophoropsis membranacea*), эллисоландия удлиненная (*Ellisolandia elongata*), виды рода *Corallina*. На слоевищах «цистозирь» обильно развиваются эпифитные синузии, представленные сфацелярией усатой (*Sphacelaria cirrhosa* (Roth) C. Ag.), мириакулой ривуляриевой (*Myriactula rivulariae*), коринофлорой зонтичной (*Corynophlaea umbellata*), лауренцией чашевидной (*Laurencia coronopus*), вертебротой шилоносной (*Vertebrata subulifera*), антитамионом крестовидным (*Antithamnion cruciatum* (C. Ag.) Nägeli), апоглоссумом рускусolistным (*Apoglossum ruscifolium* (Turner) J. Ag.), хондрией густолистной (*Chondria dasyphylla* (Woodw.) C. Ag.), хондрией тончайшей (*Chondria capillaris* (Huds.) M. J. Wynne), церамиумом древовидным (*Ceramium arborescens* J. Ag.), церамиумом прозрачным (*Ceramium diaphanum*), церамиумом прямостоячим (*Ceramium tenuicorne* Kütz. Waern) и видами родов *Cladophora* и *Chaetomorpha*.

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филофора курчавая (31) имеет широкое простираие вдоль береговой линии на глубинах 3(10)–15 м, за исключением прибрежной зоны б. Ласпи. Подводный склон крутой, характерно чередование отдельно стоящих глыб, диаметром до 10–15 м, с участками, сложенными галечно-гравийными отложениями. Видовой состав макрофитобентоса на этих глубинах, в целом, аналогичен альгофлоре, описанной на предыдущих ландшафтах. В составе «цистозирового» сообщества отмечены каррадориелла удлиненная (*Carradoriella elongata* (Huds.) Savoie & G.W. Saunders), гелидиум колючий (*Gelidium spinosum*) и церамиум красный (*Ceramium virgatum*). Эпифиты, помимо вышеперечисленных, представлены сезонно-зимним видом эктокарпусом

стручковатым (*Ectocarpus siliculosus*), ломентарией мелкобулавовидной (*Lomentaria clavellosa* (Turn.) Gail.), акрохетиумом односторонним (*Acrochaetium secundatum* (Lyngb.) Nägeli) и сезонно-летним видом стилофорой нежной (*Stilophora tenella*).

В северо-западной части б. Ласпи на глубинах от 5 до 10 м характерна ПЛ подводного склона, сложенного грубообломочными отложениями, с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородастой, а на илисто-песчаном субстрате встречается взморник морской (32). Преобладают илисто-песчаные отложения с отдельно хаотично расположенными глыбами. Это зона хорошо выраженных мелких знаков ряби (рифелей). Центральную часть бухты на глубинах от 10 до 15 м занимает слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями с преобладанием морских трав (33). Рельеф представляет наклонную поверхность с илисто-песчаными отложениями. Это зона плохо выраженных мелких знаков ряби (рифелей). Высшая водная растительность, помимо взморника морского (*Zostera marina*), представлена взморником Нольта (*Zostera noltei*), а эпифитная синузия – лауренцией тупой (*Laurencia obtusa*) и видами *Cladophora*.

На открытых побережьях на глубинах 10–15 м зарегистрирована ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (34). Среди зарослей филлофоры курчавой (*Phyllophora crispa*) отмечены занардиния типичная (*Zanardinia typus*), нерейя нитевидная (*Nereia filiformis*), осмундия перистонадрезная (*Osmundea pinnatifida*), кораллина зерноносная (*Corallina granifera* J. Ellis & Solander), и кодиум червеобразный (*Codium vermilara*). Ландшафт слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (35) характерен для прибрежной зоны у г. Спилия, м. Айя и памятника природы «ПАК у мыса Сарыч» на глубинах 10–20 м. Рельеф дна представляет выровненную слабонаклонную поверхность. На глубине более 15 м отмечен ПЛ слабонаклонной равнины, сложенной песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует (36). Песок разнородный с примесью битой ракуши. Между рифелями отмечены скопления спутанных обрывков водорослей. В акватории природного заказника «Мыс Айя» на глубине 15–35 м описана слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, где преобладают нерейя нитевидная, занардиния типичная, кодиум червеобразный и виды антитамиума (35). Этот ПЛ на этих глубинах характерен также для участка ур. Инжир–м. Айя. В рельефе дна выражена выровненная равнина, где встречаются отдельно расположенные глыбы диаметром до 3 м.

В прибрежной зоне изучаемой акватории зарегистрированы виды водорослей, которые занесены в КК РФ, КК РК и КК С. К ним относятся *Phyllophora crispa*, *Stilophora tenella*,

Laurencia coronopus, *Osmundea hybrida* (A. P. de Candolle), *Osmundea pinnatifida*, *Nereia filiformis*, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что ПЛ исследуемого побережья отличаются высоким флористическим разнообразием, сохранностью краснокнижных видов и многолетних коренных фитоценозов (*Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*–*Cladostephus spongiosus*; (*Gongolaria barbata*)–*Phyllophora crispa*; *Phyllophora crispa* и *Nereia filiformis*+*Zanardinia typus*+*Codium vermilara*), а также альгоценозом морской травы *Zostera marina*, сообщества которой охраняются Бернской конвенцией.

2 этап – Изучение хозяйственной подсистемы береговой зоны. Пространственное распространение типов природопользования исследуемой береговой зоны представлено на рисунке 6.32. Анализ структуры природопользования береговой зоны от м. Балаклавский до м. Сарыч показал, что 92,7% от исследуемой площади занимают естественные и слабо преобразованные ландшафты. Природоохранное природопользование представлено двумя ООПТ регионального значения: природный заказник «Мыс Айя» и памятник природы «ПАК у мыса Сарыч», в состав которых включена морская акватория, что составляет 62,3% от общей площади сухопутной части, морской – 53,9%. Для береговой зоны характерна значительная доля лесохозяйственного природопользования, которая составляет 24,9%.

В конце 90-х гг. прошлого столетия, отмечено резкое увеличение площадей, занятых объектами рекреационной инфраструктуры. В настоящее время их площадь составляет 7,3%. Рекреационное природопользование представлено комплексом различных объектов: санатории, базы отдыха, апартаменты, детские летние лагеря отдыха, которые занимают побережье от ур. Батилиман до б. Ласпи (рисунок 6.33). Наибольшее негативное влияние на береговую зону оказывает застройка побережной зоны. Так, в восточной и юго-восточной части б. Ласпи, непосредственно у уреза воды, появился объект стационарной рекреации – гостиничный комплекс «Бухта Мечты». Для пляжей («Золотой», «Серебряный» (рисунок 6.34), «Таврида», б. Ласпи), которые интенсивно используются для купально-пляжного отдыха, характерна высокая рекреационная нагрузка. В приморской зоне активно развивается пешеходный туризм и палаточная рекреация, а акватория используется для морских экскурсий, каякинга и дайвинга. Транспортная инфраструктура незначительна. Специальное (военное) природопользование представлено объектами, которые значительной частью являются недействующими с разрушенной инфраструктурой. Морское природопользование представлено природоохранным и рекреационным природопользованием. В юго-восточной части б. Ласпи расположена устричная ферма.

В настоящее время в б. Ласпи имеется пять выпусков сточных вод с биологической очисткой, которые вынесены от берега на расстояние 90–150 м. В прибрежной зоне Балаклавы

осуществляется сброс канализационных стоков, что также отрицательно сказывается на экологическом состоянии морской акватории.

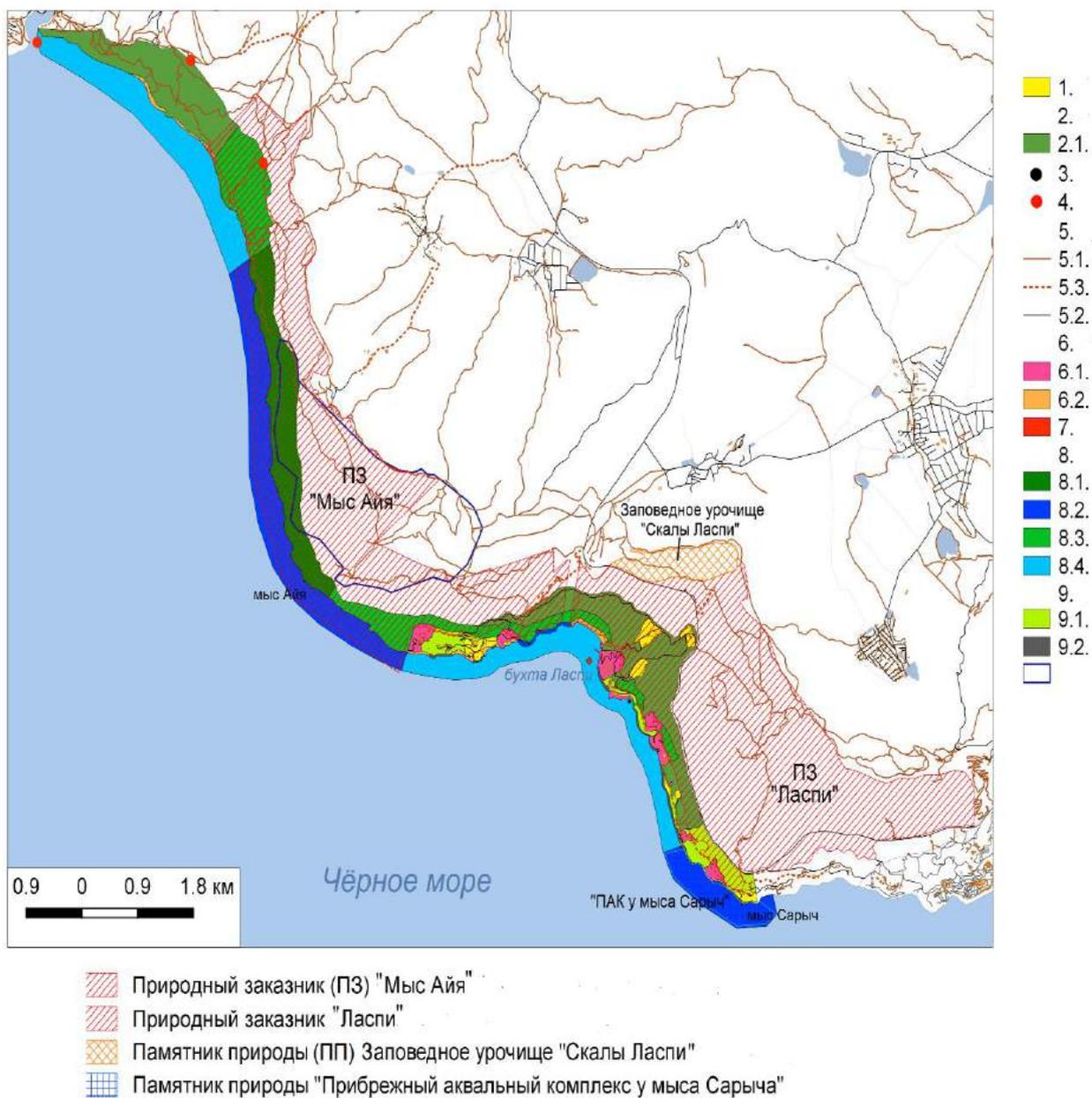


Рисунок 6.32 – Картограмма хозяйственной подсистемы береговой зоны м. Балаклавский – м. Сарыч (Южнобережный район).

Условные обозначения: 1 – селитебное; 2 – лесохозяйственное; 2.1 – лесохозяйственное с ограниченной рекреацией; 3 – водохозяйственное; 4 – специальное (военное); 5 – транспортное; 5.1 – тропы; 5.2 – грунтовые дороги; 5.3 – асфальтированные дороги; 6 – рекреационное; 6.1 – рекреационные комплексы; 6.2 – купально-пляжная рекреация; 7 – марикультура; 8 – природоохранное; 8.1 – природоохранное наземное; 8.2 – природоохранное наземное с ограниченной рекреацией; 8.3 – природоохранное морское; 8.4 – природоохранное морское с ограниченной рекреацией; 9 – естественные слабоизмененные; 9.1 – редколесья и кустарники; 9.2 – скалы, осыпи. Вольер.



Рисунок 6.33 – Коттеджный поселок на м. Сарыч. Фото Горалевича К. Г.

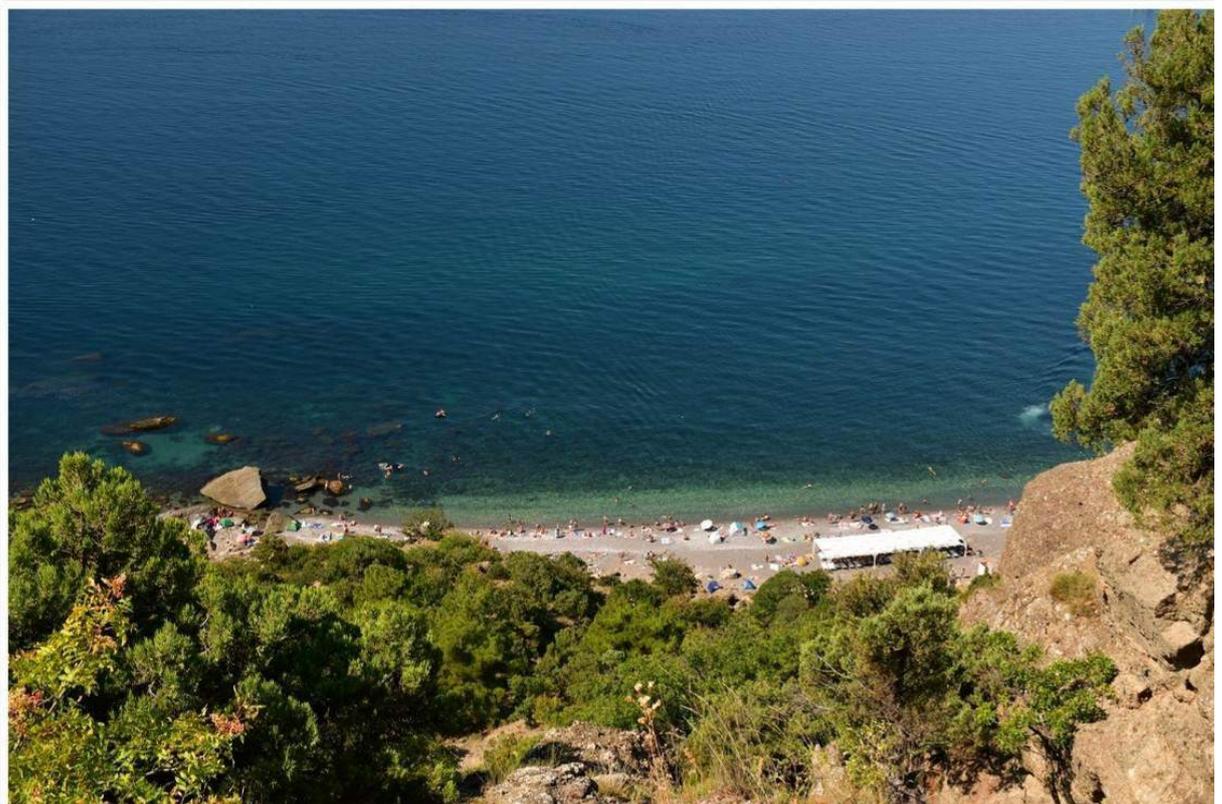
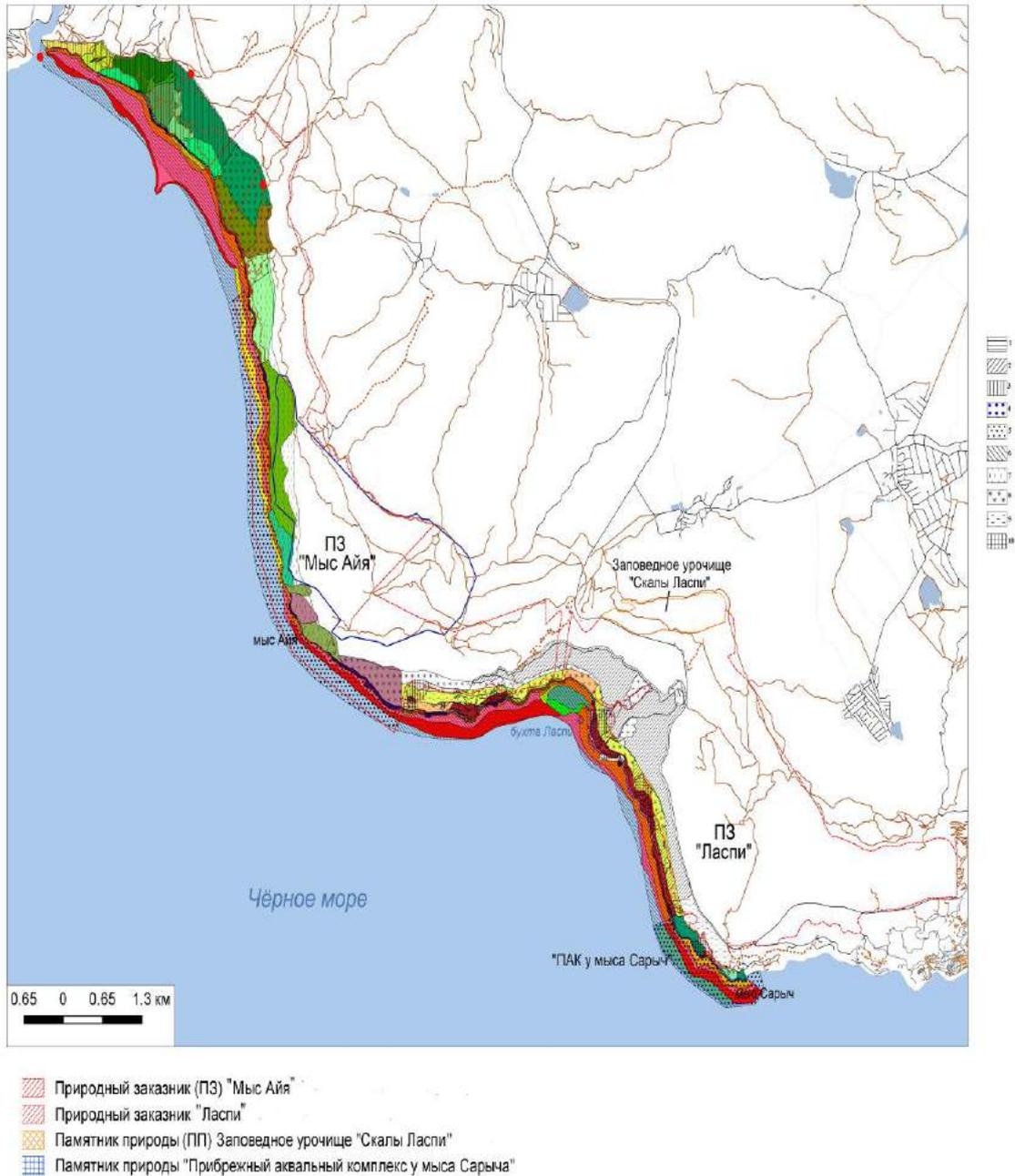


Рисунок 6.34 – Общий вид на пляж «Серебрянный». Фото Шамрея Д. В.

3 этап – Составление картосхемы современных ландшафтов береговой зоны.

Сложившуюся структуру ландшафтов территории отражает карта современных ландшафтов береговой зоны исследуемого района, представленная на рисунке 6.35.



Условные обозначения соответствуют рисунку 6.29 и 6.32.

Рисунок 6.35 – Картосхема современных ландшафтов береговой зоны Южнобережного района

Условные обозначения: 1 – купально-пляжная рекреация; 2 – лесохозяйственное; 3 – лесохозяйственное с ограниченной рекреацией; 4 – марикультура; 5 – природоохранное морское; 6 – природоохранное морское с ограниченной рекреацией; 7 – природоохранное

наземное; 8 – природоохранное наземное с ограниченной рекреацией; 9 – редколесья и кустарники; 10 – селитебное; 11 – скалы, осыпи.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее преобразованы ландшафты выделенных участков побережья с можжевельново-дубовым редколесьем, которые активно используют под строительство объектов туристской (базы отдыха, детские лагеря, жилье для отдыха) и коммунальной инфраструктуры (линии электропередач, водопроводы, очистные сооружения и т.п.). Характерно, что за последние годы, особенно в береговой зоне Ласпинского амфитеатра, отмечается увеличение рекреационной нагрузки, строительство многочисленных пансионатов и кемпингов. В связи с этим, сложился острый конфликт между природоохранной ценностью естественных ландшафтов и возрастающим антропогенным воздействием [171]. Природоохранная значимость этих ландшафтов, обусловлена наличием в составе сообществ видов, занесенных в КК РФ и КК С: сосна Палласова (*Pinus pallasiana*) и брутийская (*Pinus brutia*), земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne* L.), фисташка туполистная (*Pistacia mutica*), можжевельник дельтовидный (*Juniperus deltoides*) и можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*), ирис низкий (*Iris pumila*), железница крымская (*Sideritis syriaca* subsp. *Taurica*), асфodelина желтая (*Asphodeline lutea*).

Естественные (слабопреобразованные) ландшафты сохранились лишь на участках ООПТ, представляя определенную стадию их ренатурализации. В настоящее время количество средиземноморских видов значительно сократилось из-за интенсивных антропогенных нагрузок. В связи с этим, если не обеспечить сохранение и восстановление уникальных ландшафтов Южного берега Крыма, то возможны необратимые процессы и полная потеря информации о своеобразии ландшафтов данной территории [78].

Характерно, что овражно-балочные ландшафты выполняют важную «транспортную» функцию в миграции флоры и фауны по Горному Крыму, поэтому формирование антропогенных барьеров на этой территории приведет к затруднению миграционных потоков, что отразится на животном и растительном мире всего Горного Крыма и его ландшафтном разнообразии.

Таким образом, современные ландшафты береговой зоны Южнобережного района отличаются наличием конфликтов в природопользовании, что приводит возникновению ряда как социально-экономических, так и геоэкологических проблем. Увеличение антропогенной нагрузки на береговую зону приводит к упрощению естественной ландшафтной структуры за счет антропогенной преобразованности ландшафтов, уменьшению ландшафтного разнообразия и повышению мозаичности, что снижает организацию современных ландшафтов.

4 этап – Анализ и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию береговой зоны. На основе исследований современных ландшафтов проведено функциональное

зонирование с целью оптимизации территориальной структуры природопользования береговой зоны м. Балаклавский – м. Сарыч. Выделено четыре функциональные зоны (рисунок 6.36).

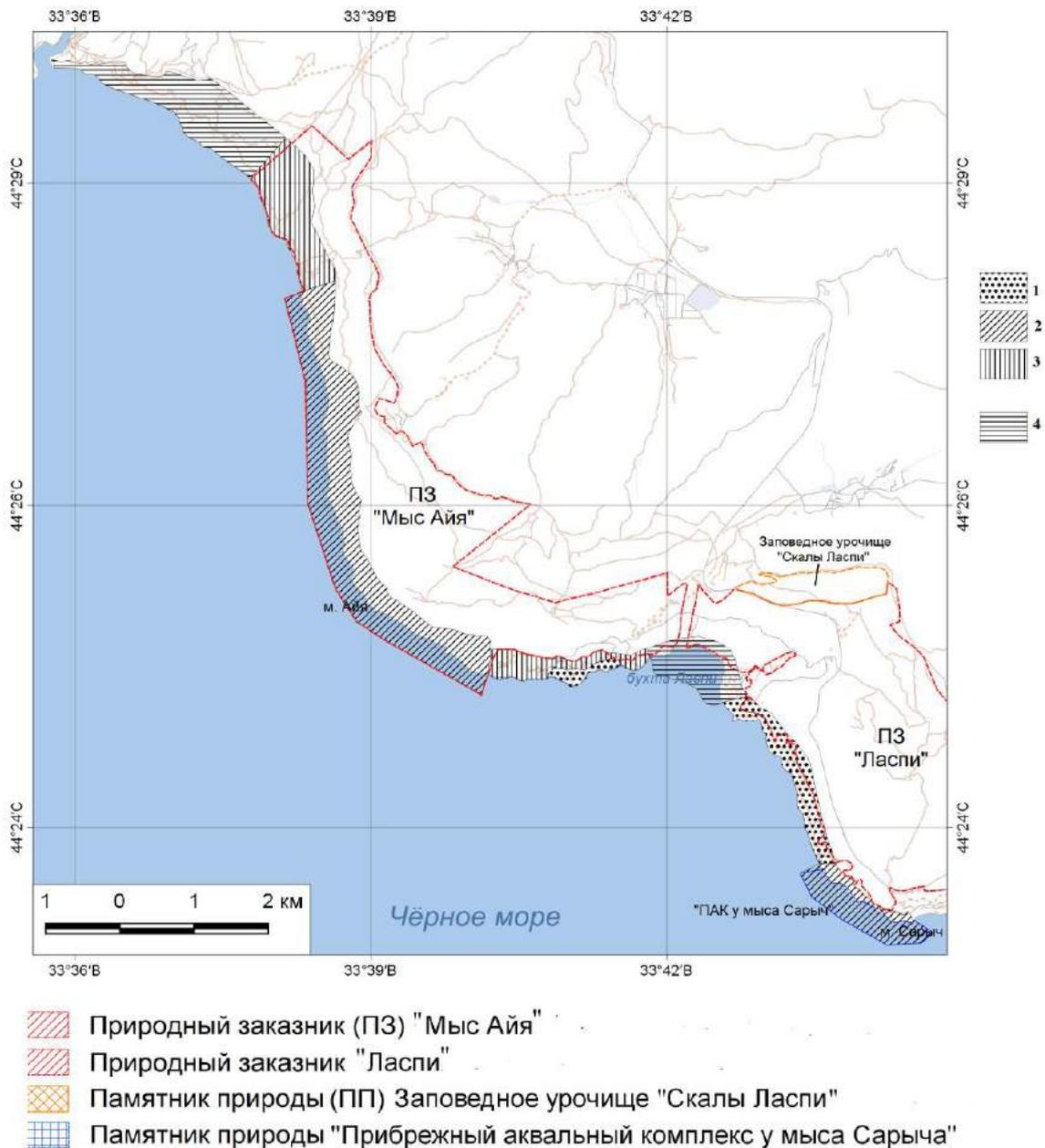


Рисунок 6.36 – Функциональное зонирование береговой зоны Южнобережного района

Условные обозначения: 1 – зона ограниченной хозяйственно-рекреационной деятельности; 2 – зона строгого режима заповедования; 3 – зона, имеющая природоохранное значение с ограниченным режимом рекреационного использования; 4 – зона, рекомендованная для заповедования.

Береговая зона строгого режима заповедования (1) включает наземные и морские ландшафты, расположенные в пределах природного заказника «Мыс Айя» и памятника природы «ПАК у мыса Сарыч». Ландшафты береговой зоны имеют высокую экологическую значимость, поскольку в них представлены растительные сообщества с доминированием краснокнижных видов РФ: можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*) и сосна брутийская (*Pinus brutia*) [175], а побережье отличается достаточно сохранными «цистозировыми» и филлофоровыми фитоценозами [307]. В связи с чем, на этих участках береговой зоны хозяйственная деятельность запрещена.

На основе ландшафтного подхода для памятника природы «ПАК у мыса Сарыч» предложена оптимизация его территориальной организации. Общая площадь памятника природы составляет 62,28 га, из которых площадь территории – 3,51 га, акватории – 58,77 га. Памятник природы «ПАК у мыса Сарыч» отличается ландшафтным и биологическим разнообразием, аттрактивностью, наличием видов растений и животных, произрастающих и обитающих на территории ООПТ, которые внесены в КК РФ, КК РК и КК С [172]. Научную и природоохранную ценность имеют морские и наземные ландшафты, приуроченные к бенчево-клифовой зоне м. Сарыч (рисунок 6.37, приложение К). В то же время территория, прилегающая к памятнику природы, испытывает значительную антропогенную нагрузку, связанную с функционированием на сопредельных территориях рекреационных объектов и поселка коттеджного типа, что приводит к активизации обвально-оползневых процессов и уничтожению прибрежных и приморских ландшафтов.

С целью оптимизации природоохранного режима сухопутная часть памятника природы «ПАК у мыса Сарыч» должна включать зону развития активных динамических процессов и составлять не менее 200–300 м территории, примыкающей к бровке обрыва (сейчас не превышает 100 м). Кроме этого, необходимо поддержание режима ВЗ, ширина которой составляет, согласно статье 65 Водного кодекса РФ, 500 м, где устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия исследуемой *береговой зоны* выделены участки, *рекомендованные для заповедания*. Предложено создание новых объектов ООПТ, таких как природный заказник «Гора Спилия» [179].

Наземные ландшафты горы Спилия отличаются высоким уровнем природоохранной ценности, которая обусловлена флористическим и фаунистическим разнообразием биоценозов, здесь отмечена популяция *Astragalus arnacantha*. Характерно, что природоохранный режим приморских ландшафтов будет способствовать сохранению подводных ландшафтов прибрежной зоны. Кроме этого, рекомендовано включить в заповедание акваторию бухты Ласпи и прилегающую к ней приморскую территорию в составе природного заказника

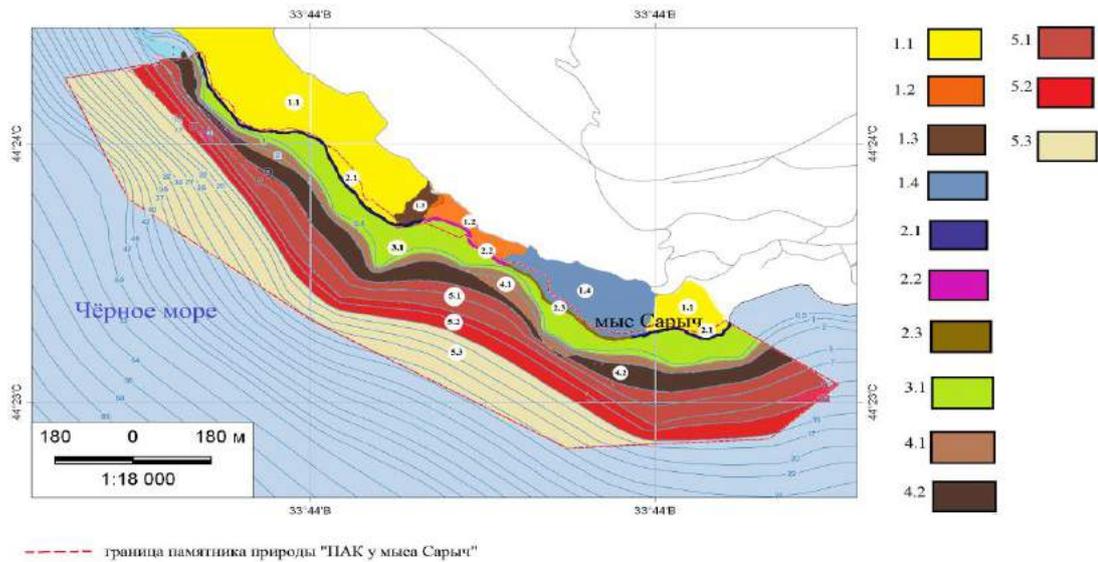


Рисунок 6.37 – Картосхема ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у мыса Сарыч» и прилегающей к нему территории [179]. Фото Горалевича К. Г.

Условные обозначения:

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – приморское эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное отложениями таврической серии с можжевело-дубовым редколесьем на сильноэродированных коричневых почвах.

Урочища: 1.1 – выположенных водораздельных поверхностей с дубово-можжевельным редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 1.2 – антропогенно-преобразованных выположенных водораздельных поверхностей с дубово-можжевельным редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 1.3 – горных долин с дубово-можжевельным редколесьем и участием фисташки туполистной, можжевельника дельтовидного с подлеском из иглицы понтийской и ладанника крымского; 1.4 – оползневых пологих и среднекрутых склонов с можжевельным редколесьем.

Местность: 2 –пляжево-клифовая

Урочища: 2.1 – обрывистых склонов активного клифа, сложенных делювием; 2.2 – глыбового бенча в комплексе с фрагментами галечникового пляжа; 2.3 – галечниково-глыбового бенча.

Подводные ландшафты:

3.1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой.

4 – подводный склон: 4.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует ерикария косматая; 4.2 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая..

5 – слабонаклонная равнина: 5.1 – сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филофора курчавая; 5.2 – сложенная гравийно-щебнистыми отложениями с битой ракушей с преобладанием филофоры курчавой и кодиума червеобразного; 5.3 – сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.

«Ласпи» [160]. Создание новых объектов ООПТ будет способствовать формированию Южнобережного экоцентра (рисунок 6.14), который в полной мере позволит решать природоохранные задачи и оптимизировать экологическую сеть региона.

Прилегающие к объектам ООПТ участки отнесены к *береговой зоне, имеющей природоохранное значение с ограниченным режимом рекреационного использования*. Нарушение природоохранного режима приводит к деградации почвенного и травяного покрова, уничтожению реликтовых и охраняемых деревьев, формированию тропиной сети [78]. В связи с этим, рекомендовано регламентированное рекреационное использование в рамках развития природно-ориентированных форм туризма, которые опираются на ресурсы, включающие природные достопримечательности, ООПТ, сохранившиеся природные объекты, а также объекты экотуристской инфраструктуры.

Ландшафты *береговой зоны ограниченной хозяйственно-рекреационной деятельности* значительно преобразованы антропогенной деятельностью. Увеличение антропогенной нагрузки приводит к возникновению в природопользовании монофункциональных конфликтных ареалов. Преобладает рекреационное природопользование, которое представлено комплексом объектов рекреационной инфраструктуры. Возрастание объемов береговых стоков способствует увеличению эвтрофирования водной среды, что приводит к сокращению ландшафтного и биологического разнообразия в прибрежной зоне. В этой зоне рекомендовано прекращение дальнейшей застройки и хозяйственного освоения новых участков, регламентирование антропогенной деятельности, способной отрицательно влиять на состояние природных комплексов. Дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки приведет к расширению границ конфликтов и увеличению остроты их проявления.

Таким образом, представленное функциональное зонирование береговой зоны будет

способствовать социально-экономическому развитию Южнобережного района за счет сбалансированной хозяйственной деятельности и рационального природопользования.

Выводы по главе 6

1. Впервые изучена ландшафтная структура береговой зоны на уровне двух подсистем (природной и хозяйственной) для побережья и прибрежья на примере ключевых участков Крымского полуострова. Составлены актуальные карты современных ландшафтов черноморской береговой зоны Крымского полуострова, которые являются информационной основой для принятия решений по ее рациональному природопользованию.

2. Анализ структуры природопользования черноморской береговой зоны Крымского полуострова показал, что на современном этапе ее территориальная организация земель не сбалансирована, что приводит к возникновению и обострению геоэкологических проблем, формированию монофункциональных ареалов конфликтов природопользования.

3. Выявлено, что современные ландшафты береговой зоны Крымского полуострова отличаются достаточно сложной ландшафтной организацией, что обусловлено как особенностями природных условий, так и степенью антропогенной нагрузки. Показано, что под влиянием антропогенного прессинга снижается ландшафтное разнообразие, но увеличивается мозаичность современных ландшафтов, что в целом снижает уровень организации ландшафтов береговой зоны.

4. Определено, что приоритетными направлениями развития береговой зоны Крымского полуострова выступают экологически ориентированные типы природопользования. Разработаны пути оптимизации природоохранного природопользования на основе изучения ландшафтной организации береговой зоны: изменение границ существующих ООПТ, создание новых охраняемых объектов с включением в их состав прибрежных акваторий, формирование экологической сети прибрежной зоны, ландшафтное планирование наземно-морских ООПТ и функциональное зонирование береговой зоны.

5. Впервые разработан подход к формированию экологической сети черноморской прибрежной зоны Крымского полуострова, выделены ее пространственно-функциональные элементы. Выявлено, что к ключевым природоохранным акваториям относятся ландшафты, где доминируют ерикариево-гонголариевые фитоценозы, к транзитным – ерикариево-гонголариево-филлофоровые, к восстановительным – филлофоровые альгоценозы. Полученные результаты и предложенный подход могут быть использованы для разработки экологической сети крымского прибрежья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе изучение Мирового океана отличается прикладной направленностью исследований в области природопользования. Однако, активное освоение природных ресурсов Мирового океана привело к деградации ландшафтного и биологического разнообразия прибрежной зоны. В связи с чем, развитие теоретических основ и совершенствование методов территориального управления природопользованием прибрежной зоной приобретает актуальное значение. Эффективным инструментом решения таких задач становится ландшафтный подход. Этот подход предполагает комплексное исследование, которое позволяет на единой методической основе объединить разнородную информацию о состоянии прибрежной зоны и выработать управленческие решения в области ее природопользования. Ландшафтные карты побережья являются информационной основой для принятия решений по рациональному природопользованию, а также могут использоваться при создании различных прикладных, оценочных, конструктивных и прогнозных карт, которые считаются важным звеном для разработки проектов хозяйственного освоения прибрежной зоны. В связи, с чем развитие теории и методов исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны приобретает актуальность.

В последнее десятилетие прибрежная зона Крымского полуострова, благодаря ее рекреационной привлекательности, стала объектом интереса инвесторов. Анализ современного природопользования береговой зоны показывает, что природоохранная ценность естественных ландшафтов недостаточно учитывается при разработке планов хозяйственного освоения, хотя, известно, что контактная зона «суша-море» крайне неустойчива к антропогенному прессингу. В дальнейшем нерациональное природопользование береговой зоны приведет к потере уникальных приморских и прибрежных ландшафтов, что негативно скажется на развитии курортного хозяйства этого региона. В таких условиях необходима и актуальна разработка рекомендаций по комплексному планированию сбалансированной хозяйственной деятельности, которая сохранит биологическое и ландшафтное разнообразие Крымского полуострова.

Проведенные исследования подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. Теоретико-методологические основы исследования подводных ландшафтов прибрежной зоны сводятся к интегральным положениям подводного ландшафтоведения, гидробиологии и геоэкологии. Обоснована возможность использования количественных и качественных показателей макрофитобентоса для изучения ландшафтной структуры, многолетней динамики, устойчивости и природопользования подводных ландшафтов прибрежной зоны.

2. Сформулировано представление о береговой зоне, как о целостной аквально-территориальной природно-хозяйственной геосистеме, которая обладает эмерджентными свойствами и функциями, характеризуется определенными принципами формирования и развития.

3. Разработан комплекс методик исследований подводных ландшафтов Чёрного моря, адаптированных к условиям прибрежной зоны Крымского полуострова. Впервые использована методика изучения подводных ландшафтов прибрежной зоны с применением беспилотного воздушного судна и ГИС-технологий в сочетании с классическими гидробиологическими исследованиями. Впервые обоснованы критерии оценки устойчивости подводных ландшафтов прибрежья, разработанные на основе количественных показателей запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов черноморских макрофитов.

4. Впервые изучена ландшафтная структура Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова, для которой характерны подводные ландшафты с доминирующими видами макрофитобентоса: ерикарии косматой (*Ericaria crinita*), гонголарии бородатой (*Gongolaria barbata*), филлофоры курчавой (*Phyllophora crispa*), нерейи нитевидной (*Nereia filiformis*), занардинии типичной (*Zanardinia typus*), кодиума червеообразного (*Codium vermilara*), взморника морского (*Zostera marina*) и взморника Нольта (*Zostera noltei*). Впервые составлены актуальные карты ключевых участков ландшафтной структуры Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова. Показано, что изучаемые ландшафты занимают значительные площади, отличаются высокой долей вклада видов-доминантов, и характеризуются высокими значениями биомассы макрофитобентоса и запаса его фитомассы.

5. Установлено, что в ландшафтной структуре открытых побережий и бухт Чёрного моря на глубинах 0,5–10 м преобладают ландшафты, приуроченные к подводному склону, где доминируют ерикариево-гонголариевые и ерикариево-гонголариево-филлофоровые фитоценозы. Для открытых побережий на глубинах 10–20(30) м характерны ландшафты слабонаклонной равнины, где распространены филлофоровые и нерейя-занардиниево-кодиумовые фитоценозы. Для бухт отмечен ландшафт слабонаклонной равнины, где господствуют сообщества морских трав, диапазон глубин их распространения варьирует от 0,5 м до 12(15) м).

6. Показано, что пространственное распространение и распределение подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова обусловлено геолого-геоморфологическим строением дна, гидро- и литодинамическими особенностями акватории.

7. Выявлено, что геолого-геоморфологическое строение береговой зоны Крымского полуострова является индикационным признаком формирования ландшафтообразующих факторов прибрежья, определяет рисунок ландшафтной структуры и влияет на распределение

показателей продукционных характеристик растительной компоненты подводных ландшафтов прибрежной зоны.

8. Впервые проведен анализ многолетней динамики подводных ландшафтов Чёрного моря за более чем 50-летний период, который показал, что в прибрежной зоне Крымского полуострова сохраняется ландшафтный «каркас», где преобладают ландшафты с доминирующими видами макрофитов. Обнаружено, что за исследуемый период произошло сокращение площади распространения и изменение конфигурации границ изучаемых ландшафтов. Значительные изменения также отмечены в качественных и количественных показателях их растительной компоненты.

9. Установлено, что подводные ландшафты Чёрного моря, где доминируют *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, претерпели наименьшие изменения. Эти ландшафты регистрировали в прибрежной зоне Крымского полуострова на протяжении всего исследуемого периода. Ландшафты, где отмечены глубоководные виды водорослей (*Phyllophora crispa*, *Nereia filiformis*, *Zanardinia typus*, *Codium vermilara*, *Carradoriella elongata*), и, где обитают морские травы (*Zostera marina*, *Zostera Noltei*), оказались наиболее подверженными трансформации. Выявлено, что за изучаемый период увеличилась площадь «переходных» ландшафтов, где на одной глубине фиксируется одновременно несколько фитоценозов.

10. В соответствии с разработанной методикой оценки устойчивости подводных ландшафтов Чёрного моря крымской прибрежной зоны впервые рассчитана интегральная оценка. Выявлено, что наиболее устойчивым к природно-антропогенным воздействиям является подводный ландшафт, где зарегистрирован ерикариево-гонголариевый фитоценоз. Этот ландшафт является основной средообразующей морской геосистемой региона, выполняет буферные функции между прибрежьем и побережьем. Ландшафты, где доминируют филлофоровый или взморниковые фитоценозы характеризуются низкой интегральной оценкой. Показано, что устойчивость подводных ландшафтов Чёрного моря прибрежной зоны Крымского полуострова определяется следующим рядом природных компонентов: геолого-геоморфологическое строение → гидродинамические характеристики → донная растительность.

11. Впервые изучена ландшафтная структура береговой зоны на уровне двух подсистем (природной и хозяйственной) для наземной и аквальной частей на примере ключевых участков Крымского полуострова. Примененный подход к изучению береговой зоны является основой для определения приоритетных направлений прибрежно-морского природопользования, обоснования природоохранных мероприятий, ландшафтного планирования и функционального зонирования.

12. Впервые разработан подход к формированию экологической сети черноморской прибрежной зоны Крымского полуострова, выделены ее пространственно-функциональные

элементы. Выявлено, что к ключевым природоохранным акваториям относятся ландшафты, где доминируют ерикариево-гонголариевые фитоценозы, к транзитным – ерикариево-гонголариєво-филлофоровые, к восстановительным – филлофоровые альгоценозы. Полученные результаты и предложенный подход могут быть использованы для разработки экологической сети крымского побережья.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АТПХС – аквально-территориальная природно-хозяйственная система

БА – буферная акватория

БВС – беспилотное воздушное судно

б. – бухта

ВА – восстановительная акватория

ВЗ – водоохранная зона

ГЛБО – гидролокатор бокового обзора

ДПК – донный природный комплекс

ИнБЮМ – Институт биологии южных морей

г. – город

ГИС – геоинформационные системы

КПА – ключевая природоохранная акватория

КК РК – Красная книга Республики Крым

КК РФ – Красная книга Российской Федерации

КК С – Красная книга города Севастополя

КУПЗ – комплексное управление прибрежными зонами

МОА – морские охраняемые акватории

м. – мыс

МПП – морское пространственное планирование

ООПА – особо охраняемые природные акватории

ООПТ – особо охраняемые природные территории

ПАК – прибрежный аквальный комплекс

пгт – поселок городского типа

ПЛ – подводный ландшафт

ПТК – природно-территориальный комплекс

ПП – проективное покрытие

ПХС – природно-хозяйственная система

ПХТС – природно-хозяйственная территориальная система

р. – река

РК – Республика Крым

РФ – Российская Федерация

ск. – скала

ТА – транзитная акватория

ур. – урочище

ЭК – экологический каркас

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаркова-Лях, И. В. Антропогенная трансформация ландшафтов Юго-Западного Крыма в окрестностях Балаклавы за период с 1836 по 2017 гг. / И. В. Агаркова-Лях, А. М. Лях // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 1. – С. 85–89. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-1-085-089>
2. Агаркова-Лях, И. В. Природные комплексы береговой зоны Южного берега Крыма / И. В. Агаркова-Лях // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2015. – Том 1(67), № 3. – С. 42–58.
3. Агаркова-Лях, И. В. Состояние берегов и экзогенные геологические процессы между м. Константиновский и м. Виноградный на юго-западном побережье Крыма / И. В. Агаркова-Лях, А. М. Лях // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2019. – Т. 5(71), № 2. – С. 118–133.
4. Александров, В. В. Макрофитобентос бухты Казачья (Чёрное море) в осенний период 2017 г. / В. В. Александров // Морской биологический журнал. – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 3–13. <https://doi.org/10.21072/mbj.2018.03.4.01>
5. Арзамасцев, И. С. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности / И. С. Арзамасцев, П. Я. Бакланов, С. М. Говорушко [и др.] – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 307 с.
6. Арзамасцев, И. С. Типология донных ландшафтов Японского моря: Донные ландшафты Японского моря / И. С. Арзамасцев, А. М. Мурахвери. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. – 160 с.
7. Атлас подводных ландшафтов Японского моря /под ред. И. С. Арзамасцева, Б. В. Преображенского. – М.: Наука, 1990. – 223 с.
8. Афанасьев, Д. Ф. К анализу флоры водорослей-макрофитов Азово-Черноморского шельфа России / Д. Ф. Афанасьев // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники XXI века. 12-й съезд русского ботанического общества: материалы Всероссийской конференции, Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г. – Петрозаводск, 2008. – Ч. 2: Альгология. – С. 12–13.
9. Афанасьев, Д. Ф. Макрофитобентос Российского сектора Чёрного моря / Д. Ф. Афанасьев // Экология. – 2005. – № 68. – С. 19–25.
10. Афанасьев, Д. Ф. О находке *Sargassum vulgare* на шельфе полуострова Абрау Чёрного моря / Д. Ф. Афанасьев // Вопросы современной альгологии. – 2013. – № 2(4). – URL: <http://algology.ru/349>
11. Афанасьев, Д. Ф. Сезонная динамика сообществ морских водорослей с доминированием *Cystoseira crinita* Duby, 1830 (Fucales: Phaeophyceae) в северо-восточной части

Чёрного моря / Д. Ф. Афанасьев, А. Н. Камнев, Д. В. Сеськова, Е. Г. Сушкова // Биология моря. – 2017. – Т. 43, № 6. – С. 393–402.

12. Ациховская, Ж. М. Оценка динамической активности вод района бухты Ласпи (Чёрное море) / Ж. М. Ациховская, Н. И. Чекменева // Экология моря. – 2002. – Вып. 59. – С. 5–8.

13. Бадюков, Д. Д. Географический подход в морском природопользовании / Д. Д. Бадюков // Рациональное природопользование: теория, практика, образование. – М.: Изд-во географического факультета МГУ. – 2012. – С. 80–84.

14. Бакланов, П. Я. Морское пространственное планирование: теоретические аспекты / П. Я. Бакланов // Балтийский регион. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 76–85.

15. Балконская, Л. А. Смена растительных сообществ у юго-западного Сахалина (г. Невельск–п. Садовники) / Л. А. Балконская, Т. А. Шпакова // Прибрежные гидробиологические исследования. – М.: ВНИРО.– 1999. – С. 71–74.

16. Безруков, П. Л. Классификация осадков современных водоемов / П. Л. Безруков, А. П. Лисицын // Труды Института океанологии АН СССР. – 1960. – Т. 32. – С. 3–14.

17. Берг, Л. С. Фации, географические аспекты и географические зоны / Л. С. Берг // Известия ВГО. – 1945. – Т. 17, № 3. – С. 162–164.

18. Беручашвили, Н. Л. Сезонная динамика структуры и функционирования фаций // Н. Л. Беручашвили. – Ландшафтный сборник. – Тбилиси, 1972. – С. 100–115.

19. Беспалова, Л. А. Оценка устойчивости ландшафтной структуры Азовского моря на основе элементов ГИС-технологий / Л. А. Беспалова, С. В. Бердников, А. А. Беспалов // Экология. Экономика. Информатика. Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ. – 2005. – С. 2–4.

20. Беспалова, Л. А. Подводные ландшафты Азовского моря и их экодиагностика / Л. А. Беспалова, А. А. Беспалов // Экологический вестник научных центров ЧЕС. – 2006. – № 3. – С. 2–14.

21. Беспалова, Л. А. Экологическая диагностика и оценка устойчивости ландшафтной структуры Азовского моря / Л. А. Беспалова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовский ун-т, 2006. – 262 с.

22. Блажчишин, А. И. Подводные ландшафты Калининградского взморья в районе Самбийского полуострова / А. И. Блажчишин // Геоэкология морских ландшафтов. – Калининград. – 1992. – С. 90–99.

23. Блинова, Е. И. Сезонная и многолетняя динамика и скорость восстановления климаксовых фитоценозов цистозеры Чёрного моря / Е. И. Блинова, М. Ю. Сабурин // Прибрежные гидробиологические исследования. – М., ВНИРО. – 1999. – С. 46–59.

24. Болтачев, А. Р. О причинах и возможных последствиях вспышки обилия зеленой водоросли кладофоры (*Cladophora sericea*) на шельфе юго-западного Крыма весной 2004 г. / А. Р. Болтачев, Н. А. Мильчакова // Рыбное хозяйство Украины. – 2004. – № 5. – С. 4–7.
25. Боков, В. А. Пространственно-временная организация геосистем // В. А. Боков. – Симферополь: Изд-во СГУ, 1983. – 55 с.
26. Браславская, Т. Ю. Лесные и кустарниковые местообитания национального парка «Смоленское Поозерье»: к вопросу об использовании классификации EUNIS при инвентаризации биоразнообразия и организации его охраны / Т. Ю. Браславская, Е. В. Тихонова // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 1(4). – С. 17–35. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-1-17-35
27. Вилкова, О. Ю. Роль рельефа береговой зоны в распределении макробентоса // О. Ю. Вилкова. – Вестник Московского университета, 2005. – Серия 5. География. – 8 с. – Деп. ВИНТИ 01.08.05, № 1115.
28. Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 10.01.2024)
29. Вышкварцев, Д. И. Картирование доминирующих видов водной растительности и анализ их роли в экосистеме мелководных бухт залива Посьета Японского моря / Д. И. Вышкварцев, В. М. Пешеходько // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток. – 1982. – С. 120–130.
30. Ганзей, К. С. Планирование и развитие прибрежно-морского природопользования на Дальнем Востоке России: роль геосистемных исследований в опережающем социально-экономическом развитии региона / К. С. Ганзей, В. В. Жариков // Россия в Десятилетии ООН наук об океане (Тезисы докладов на Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане») – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. – С.149–152.
31. Герасимов, А. П. Использование ландшафтного подхода при планировании экологических каркасов регионов / А. П. Герасимов // Географический вестник. – Пермь. – 2006. – № 1. – С. 14–17.
32. Гершанович, Д. Е. Морское ландшафтоведение – новый подход к изучению природы океана / Д. Е. Гершанович, В. В. Федоров // Географические аспекты изучения Мирового океана. – Л. – 1985. – С. 3–5.
33. Гершанович, Д. Е. Морское ландшафтоведение: состояние и задачи исследований / Д. Е. Гершанович, В. В. Федоров // II Всесоюзный съезд океанологов. Тезисы докладов. – Вып 4. – Часть 2. – Физика и химия океана. – Севастополь. – 1982. – С.113–114.

34. Гершанович, Д. Е. О принципах классификации шельфовой зоны / Д. Е. Гершанович // Труды ВНИРО. – 1966. – Т. 60. – С. 79–87.
35. Гершанович, Д. Е. Основные направления прикладных биоокеанологических исследований с применением подводного обитаемого аппарата / Д. Е. Гершанович, В. В. Федоров // Подводные исследования в биоокеанологических и рыбохозяйственных целях. – М.: ВНИРО. – 1989. – С. 53–67.
36. Голубева, Е. И. Методы диагностики состояния антропогенно трансформированных экосистем // Е. И. Голубева. – М.: Изд-во Московского университета. – 1999. – 68 с.
37. Горячкин, Ю. Н. Изменения климата и динамика берегов Украины / Ю. Н. Горячкин, В. А. Иванов // Доп. НАН України. – 2008. – № 10. – С. 118–122.
38. Горячкин, Ю. Н., Морские берега Крыма / Ю. Н. Горячкин, В. В. Долотов. – Севастополь: Морской гидрофизический институт, 2019. – 256 с.
39. Горячкин, Ю. Н. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее / Ю. Н. Горячкин, В. А. Иванов. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – 210 с.
40. Гроздинський, М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень // М. Д. Гроздинський. – Киев: Лікей, 1995. – 233 с.
41. Говорухин, Л. С. Ландшафтно-географическая характеристика Земли Франца-Иосифа Л. С. Говорухин // Тр. Аркт. и Антаркт. НИИ. – 1968. – Т. 285. – С. 86–117.
42. Гогоберидзе, Г. Г. Возможность применения методологии КУПЗ и принципов морского пространственного планирования в Российской Федерации / Г. Г. Гогоберидзе, Ю. А. Леднова // Региональная экология. – 2014. – № 1–2. – С. 141–144.
43. Голиков, А. Н. О принципах ландшафтно-географического районирования шельфов при морских гидробиологических исследованиях / А. Н. Голиков // Шельфы: Природа и ресурсы. – Л.: Зоологический институт АН СССР. – 1976. – С. 17–18.
44. Гурьева, З. И. Аэрофотометоды геолого-геоморфологического исследования внутреннего шельфа и берегов морей: Атлас аннотированных аэроснимков / З. И. Гурьева, К. М. Петров, В. В. Шарков. – Л.: Недра, 1976. – 226 с.
45. Гурьева, З. И. Ландшафтное и специальное картирование дна морских мелководий на основе дешифрирования аэрофотоснимков / З. И. Гурьева, К. М. Петров, В. В. Шарков // Аэрофотосъемка метод изучения природной среды – Л.: Наука. – 1973. – С. 28–35.
46. Гурьянова, Е. Ф. Теоретические основы составления карт подводных ландшафтов / Е. Ф. Гурьянова // Вопросы биостратиграфии континентальных толщ. – М. – 1959. – С. 35–48.
47. Денисов, Н. Е. Подводные исследования бентоса в Белом море / Н. Е. Денисов, О. Б. Мокиевский // Морские подводные исследования. – М.: Наука. – 1969. – С. 66–74.

48. Дивинский, Б. В. Тенденции в динамике волнового климата открытой части Черного моря за период с 1990 по 2014 гг. / Б. В. Дивинский, Р. Д. Косьян // *Океанология*. – 2015. – Т. 55, № 6. – С. 928–934.

49. Дмитриенко, А. И. Подводные ландшафты юго-западной части Баренцева моря / А. И. Дмитриенко, А. Л. Сорокин // *Известия ВГО*. – 1982. – Вып. 5. – С. 445–449.

50. Доброчаева, Д. Н. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.] – Киев: Наукова думка, 1987. – 548 с.

51. Доценко, С. Ф. Катастрофические природные явления Азово-Черноморского региона / С. Ф. Доценко, В. А. Иванов. – Севастополь: Морской гидрофизический институт, 2013. – 193 с.

52. Дьяконов, К. Н. Устойчивость и инерционность геосистемы / К. Н. Дьяконов, А. Н. Иванов // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. – 1991. – № 1. – С. 28–33.

53. Евстигнеева, И. К. Бентосные водоросли памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Лукулл» и их пространственное распределение / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН*. – 2022а. – Т. 7, № 2 (22). – С. 35–52. <https://doi.org/10.21072/eco.2022.22.03>

54. Евстигнеева, И. К. Гидрботанические исследования охраняемой акватории Западного Крыма (Чёрное море) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Фиторазнообразии Восточной Европы*. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 16–33. <https://doi.org/10.24412/2072-8816-2021-15-4-16-33>

55. Евстигнеева, И. К. Макроводоросли перифитона и бентоса побережья бухты Ласпи (Крым, Чёрное море) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Экология моря*. – 2010. – № 81 – С. 40–49.

56. Евстигнеева, И. К. Макрофитобентос и макрофитоперифитон приоритетной территории «Форос – Алушта» и прилегающей акватории (Чёрное море) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Экосистемы*. – 2020. – Вып. 21(51). – С. 45–58. <http://ekosystems.cfuv.ru/2020/21/ekosistemy2020-21-pp-45-58>.

57. Евстигнеева, И. К. Макрофлора прибрежной акватории западной части Гераклейского полуострова и ее внутригодовая динамика (мыс Херсонес, Чёрное море) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Вопросы современной альгологии*. – 2020. – № 1(22). – С. 39–55. [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2020-1\(22\)-39-55](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2020-1(22)-39-55)

58. Евстигнеева, И. К. Разнообразие и изменчивость фитобентоса Западного побережья Крымского полуострова / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // *Российский журнал прикладной экологии*. – 2022. – № 2. – С. 20–32.

59. Ершова, А. А. Морское пространственное планирование: возможности для приморских территорий и прилегающих акваторий Мурманской области / А. А. Ершова, А. В. Вицентий, Г. Г. Гогоберидзе [и др.] // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14., вып. 2. – С. 269–287.
60. Живаго, А. В. О подводных ландшафтах Мирового океана: рец. на статью Д. Г. Панова / А. В. Живаго // Известия АН СССР. Серия География – 1951. – № 2. – С.81–84.
61. Забелина, Н. М. Проблемы организации охраняемых морских природных районов (Дальневосточный регион) / Н. М. Забелина, А. Н. Иванов, В. Г. Папунов. – М., 2005. – 154 с.
62. Зайцев, Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Чёрного моря у побережья Украины (Обзор) / Ю. П. Зайцев // Гидробиологический журнал. – 1992. – Том 28, № 4. – С. 3–18.
63. Зинова, А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / А. Д. Зинова. – М.-Л.: Наука, 1967. – 397 с.
64. Зинова, А. Д. Сравнительная характеристика флоры водорослей южных морей / А. Д. Зинова, А.А. Калугина-Гутник // Биологическая продуктивность южных морей. – Киев, Наукова думка. – 1974. – С. 43–51.
65. Зернов, С. А. К вопросу об изучении жизни Чёрного моря / С. А. Зернов // Записки Императорской Академии Наук. СПб., Тип. Имп. АН, 1913. – Т. 32, № 1. – 304 с.
66. Зенкович, В. П. Морфология и динамика Советских берегов Чёрного моря / В. П. Зенкович. – М.: АН СССР, 1960. – Т. 2. – 216 с.
67. Иванов А. Н. Ландшафтно-экологический подход к организации региональных систем охраняемых природных территорий / А. Н. Иванов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 1998. – № 3. – С. 16–21.
68. Иванов, А. Н. Проблемы организации морских резерватов в России / А. Н. Иванов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2003. – № 4. – С. 22–27.
69. Игнатов, Е. И. Методика исследований донных комплексов мелководной части шельфа / Е. И. Игнатов, Н. П. Митина, В. Г. Папунов // Подводные гидробиологические исследования. – 1982. – С. 80–83.
70. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 135 с.
71. Исаченко, А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований / А. Г. Исаченко – Л.: Наука, 1980. – 222 с.

72. Исаченко, А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое картографирование / А. Г. Исаченко – М.: Высшая школы, 1991. – 368 с.
73. Исаченко, Г. А. Опыт интерпретации изменений культурного ландшафта с позиций динамического ландшафтоведения / Г. А. Исаченко // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2017. – № 1. – С. 20–34.
74. Калугина-Гутник, А. А. Донная растительность у западного побережья Крыма / А. А. Калугина-Гутник, Н. М. Куликова // Биология моря. – Киев: Наукова думка. – 1974. – Вып. 32. – С. 111–132.
75. Калугина-Гутник, А. А. Исследование донной растительности Чёрного моря с применением легководолазной техники / А. А. Калугина-Гутник // Морские подводные исследования: [сб. ст.] / АН СССР, Океаногр. комис., Секция подвод. исслед.; редкол.: Б. П. Мантейфель [и др.]. – М.: Наука. – 1969. – С. 105–113.
76. Калугина-Гутник, А. А. Фитобентос Чёрного моря / А. А. Калугина-Гутник. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
77. Каминер, К. М. Филлофора (*Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. и *Ph.brodiaei* (Turn.) J.Ag.) северо-западной части Чёрного моря: автореф. дисс. ...канд. биол. наук 03.00.18 / К. М. Каминер. – Одесса, 1980. – 26 с.
78. Каширина, Е. С. Воздействие рекреации на почвенно-растительный покров особо охраняемых природных территорий Севастополя (на примере Большой Севастопольской тропы) / Е. С. Каширина, Т. В. Панкеева. // Географическая среда и живые системы. – 2023. – № 4. – С. 91–107. DOI: 10.18384/2712-7621-2023-4-91-107
79. Ковардаков, С. А. Структурно-функциональные характеристики донного фитоценоза бухты Круглой (Севастополь) / С. А. Ковардаков, А. В. Празукин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – № 7. – С. 138–148.
80. Костенко, Н. С. Гидробиологические исследования на Карадаге (обзор) / Н. С. Костенко // Сбор. науч. тр. 100 лет Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского. – Симферополь, Н.Орианда. – 2015. – С. 385–450.
81. Костенко, Н. С. Раритетные виды флоры и фауны Карадагского природного заповедника / Н. С. Костенко // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2016. – Вып. 1. – С. 56–85.
82. Костенко, Н. С. Тенденции многолетних изменений фитоценозов «цистозирового пояса» Карадагского природного заповедника (Крым, Чёрное море) / Н. С. Костенко, Е. А. Дикий, А. А. Заклецкий // Морской экологический журнал. – 2008. – Т. VII, № 3. – С. 25–36.

83. Красная книга города Севастополя / Правительство Севастополя, Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя; отв. ред.: Довгаль И. В., Корженевский В. В. – Калининград; Севастополь: РОСТ-ДОАФК, 2018. – 432 с.
84. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / М-во экологии и природ. ресурсов Республики Крым; сост.: Абдулганиева Э. Ф. [и др.]; отв. ред.: Ена А. В., Фатерыга А. В. – Симферополь: Ариал, 2015 – 478 с.
85. Красная книга Российской Федерации: (растения и грибы) / М-во природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации [и др.]; отв. ред.: Бардунов Л. В., Новиков В. С. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 885 с.
86. Крашенинников, Г. Ф. Учение о фациях. Учеб. Пособие / Г. Ф. Крашенинников. – М., «Высшая школа», 1971. – 368 с.
87. Крауклис, А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения / А. А. Крауклис. – Новосибирск: Наука, 1979. – 232 с.
88. Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий / Центр охраны дикой природы, Рабочая группа по Экол. сети Сев. Евразии; [авт.-сост.: Е. М. Веселова и др.]. – 2-е изд. – М.: Изд-во ЦОДП СоЭС, 1999. – 48 с.
89. Купецкий, В. Н. О морских ландшафтах в Арктике / В. Н. Купецкий // «Изд. ВГО». – 1961. – Т. 93. – Вып. 4. – С.30–32.
90. Куфтаркова, Е. А. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне южного берега Крыма (бухта Ласпи) / Е. А. Куфтаркова, С. В. Щуров, Н. Ю. Родионова // Наук. зап. Тернопільського нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. – 2010. – № 3(44). – С. 133–136.
91. Кучерук, Н. В. Современная динамика бентосных сообществ северо-восточного шельфа Чёрного моря / Н. В. Кучерук, М. В. Флинт, О. В. Максимова, М. В. Чикина, У. В. Симакова // Изменение природной среды России в XX веке. – М.: Молнет. – 2012. – С. 274–287.
92. Линдберг, Г. У. Картирование подводных ландшафтов с целью изучения закономерностей распределения животных / Г. У. Линдберг // Вопросы биостратиграфии континентальных толщ: Тр. III сессии Всесоюз. Палеонтол. о-ва. – М.: Госгеолтехиздат. – 1959. – С. 49–52.
93. Лучина, Н. П. Макроэпифиты прикрепленной *Phyllophora nervosa* из северо-восточной части Чёрного моря. / Н. П. Лучина, П. В. Рыбников // Биология черноморских агарофитов: *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. – М., ИОРАН. – 1993. – С. 123–130.
94. Лымарев, В. И. Океан как система пространственных природных структур / В. И. Лымарев // Географические проблемы Мирового океана – Л., 1985 – С. 23–30.

95. Лымарев, В. И. Основные проблемы физической географии океана / В. И. Лымарев – М. «Мысль», 1978. – 248 с.
96. Лысенко, В. И. Антраксолит в породах Таврической серии (Триас-Юра) Южного берега Крыма / В. И. Лысенко, Н. В. Шик, С. М. Лебедева // Бюллетень Московского общества испытателей природы. – Отдел геологический. М.: Изд-во МГУ, 2016. – Т. 91. – С. 83–93.
97. Майоров, И. С. Концептуальные основы сбалансированного природопользования в береговой зоне дальневосточных морей / И. С. Майоров // Вестник ТГЭУ. – 2005 – № 1. – С. 96–108.
98. Максимова, О. В. Морфологическое разнообразие прикрепленной *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. в северо-восточной части Чёрного моря: проблемы классификации. / О. В. Максимова, П. В. Рыбников // Биология черноморских агарофитов: *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. – М., ИОРАН. – 1993. – С. 25–38.
99. Максимова, О. В. Современное состояние макрофитобентоса у побережья северного Кавказа: реакция фитали на эвтрофикацию черноморского бассейна / О. В. Максимова, Н. П. Лучина // Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря. – М.: Изд-во Наука. – 2002. – С. 297–308.
100. Малютин, А. Н. Сохранение биоразнообразия: о размерах морских и прибрежных охраняемых районов / А. Н. Малютин // Вестник ДВО РАН. – 2015. – № 1. – С. 14–20.
101. Мамай, И. И. Динамика ландшафтов (методика изучения) / И. И. Мамай – М.: МГУ, 1992. – 167 с.
102. Мануйлов, В. А. Изучение донных комплексов верхнего шельфа залива Петра Великого (для размещения хозяйств марикультуры) / В. А. Мануйлов // Вестник Московского государственного университета. Серия География. – 1982. – № 1. – С. 48–52.
103. Мануйлов, В. А. Методы исследования донных природных комплексов приасовой береговой зоны для марикультуры / В. А. Мануйлов // Донные ландшафты Японского моря. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР. – 1987. – С. 64–73.
104. Мануйлов, В. А. Подводные ландшафты залива Петра Великого / В. А. Мануйлов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1990. – 168 с.
105. Маслов, И. И. Макрофитобентос некоторых заповедных акваторий Чёрного моря (Украина) / И. И. Маслов // Альгология. – 2002. – Т. 12, № 1. – С. 81–95.
106. Мильков, Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли / Ф. Н. Мильков. – Москва: Мысль, 1970. – 207 с.
107. Мильков, Ф. Н. О подразделении ландшафтной сферы Земли на отделы и классы ландшафтов / Ф. Н. Мильков. – Землеведение. – М., 1967. – Т. VII. – С. 123–125.

108. Мильков, Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф. Н. Мильков. – Воронеж: ВГУ, 1986. – 400 с.
109. Мильчакова, Н. А. Видные женщины-альгологи Севастопольской биологической станции – Института биологии южных морей: судьбы и пути в науке / Н. А. Мильчакова // Океанологические исследования. – 2022. – Т. 50, № 1. – С. 80–99. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50\(1\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(1).8)
110. Мильчакова, Н. А. Макрофитобентос / Н. А. Мильчакова // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–208.
111. Мильчакова, Н. А. Морские охраняемые акватории Крыма / Н. А. Мильчакова, В. А. Александров, Л. В. Бондарева, Т. В. Панкеева, Е. В. Чернышева – Севастополь: Институт морских биологических исследований – Симферополь: Н. Орианда, 2015. – 312 с.
112. Мильчакова, Н. А. Морские растительные ресурсы / Н. А. Мильчакова, Н. В. Миронова, В. Г. Рябогина // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / ред.: В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя. – Севастополь, 2011. – Гл. 4. – С. 117–139.
113. Мильчакова, Н. А. Морфофункциональный анализ многолетних изменений структуры цистозировых фитоценозов (бухта Ласпи, Чёрное море) / Н. А. Мильчакова, А. Н. Петров // Альгология. – 2003. – № 13(4). – С. 355–370.
114. Мильчакова, Н. А. О новых видах флоры макрофитов Чёрного моря / Н. А. Мильчакова // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 19–24.
115. Мильчакова, Н. А. Природные ядра регионального экологического каркаса г. Севастополя / Н. А. Мильчакова, Л. В. Бондарева, В. В. Александров // Юг России: экология, развитие, 2022. – Т. 17, № 2. – С. 102 – 114. DOI:10.18470/1992-1098-2022-2-102-114
116. Мильчакова, Н. А. Региональные аспекты разнообразия флоры черноморских макрофитов / Н.А. Мильчакова // Морський екологічний журнал. – 2007. – Т. 6, № 1. – С. 44–54.
117. Мильчакова, Н. А. Состояние ключевых фитоценозов морских охраняемых акваторий и проблемы их сохранения / Н. А. Мильчакова, В. В. Александров, В. Г. Рябогина // Сб. науч. тр. ГНБС.– 2019. – Т. 149. – С. 113–123.
118. Миничева, Г. Г. Альгологические находки в северо-западной части Чёрного моря / Г. Г. Миничева, Т. И. Еременко // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 4. – С. 83–87.
119. Миничева, Г. Г. Оценка реакции альгосообществ черноморских экосистем на воздействие климатических факторов / Г. Г. Миничева, В. Н. Большаков, Е. С. Калашник, А. Б. Зотов, А. В. Маринец // Альгология. – 2018. – Т. 28, № 2. – С. 121–135.

120. Миничева, Г. Г. Параметры поверхности макрофитов / Г. Г. Миничева // Северо-западная часть Чёрного моря: биология и экология. Макрофитобентос. – Киев, Наукова думка. – 2006. – С. 214–223.

121. Миничева, Г. Г. Прогнозирование структуры фитобентоса с помощью показателей поверхности водорослей / Г. Г. Миничева // Ботанический журнал. – 1990. – Т. 75, № 11. – С.1611–1618.

122. Миничева, Г. Г. Реакция альгосообществ северо-западной части Чёрного моря на локальные, региональные и глобальные факторы / Г. Г. Миничева, Ю. С. Тучковенко, В. Н. Большаков, А. Б. Зотов, Е. М. Руснак // Альгология. – 2013. – Т. 23, № 1. – С. 19–36.

123. Миничева, Г. Г. Фитобентос Большого и Малого филлофорных полей как отображение экологического состояния северо-западной части Чёрного моря / Г. Г. Миничева, М. Н. Косенко, А. В. Швец // Морской экологический журнал. – 2005. – Т. 4, № 4. – С. 61–71.

124. Миронова, Н. В. Долговременные изменения пространственного распределения запасов макрофитов в бухте Ласпи (Чёрное море) / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Экосистемы. – 2018. – Вып. 16(46). – С. 33–46.

125. Миронова, Н. В. Запасы макрофитов как показатель экологического состояния береговой зоны региона Севастополя / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. материалов Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 2. – С. 306–309.

126. Миронова Н. В. Пространственно-временные изменения макрофитобентоса бухты Круглая (Чёрное море) / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Юг России: экология, развитие – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 125–139. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-125-139.

127. Миронова, Н. В. Пространственное распределение макрофитобентоса с учетом ландшафтной структуры юго-западной части региона Севастополя / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Экосистемы. – 2018. – Вып. 14(44). – С. 20–30.

128. Миронова, Н. В. Распределение запасов макрофитов у Джангульского побережья Крымского полуострова / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2021. – № 3. – С. 120–131.

129. Миронова, Н. В. Распределение запасов макрофитов в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического» / Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева // Экосистемы. – 2023. – № 33. – С. 88–96.

130. Миронова, Н. В. Ресурсы макрофитов побережья Гераклеийского полуострова и особенности их многолетней динамики (Крым, Чёрное море) / Н. В. Миронова, Н. А.

Мильчакова, В. Г. Рябогина // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. – Труды ВНИРО. – 2007. – Т. 147. – С. 381–396.

131. Миронова, Н. В. Тенденции долговременного изменения запасов макрофитов в бухте Казачья (Крым, Чёрное море) / Н. В. Миронова, Н. А. Мильчакова, В. В. Александров // Морской экологический журнал. – 2012. – Т. XI, № 3. – С. 68–77.

132. Митина, Н. Н. Влияние изменений уровня Каспийского моря на устойчивость ряда элементов экосистемы его Северного региона / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Вода: Химия и Экология. – 2013. – № 3. – С. 10–15.

133. Митина, Н. Н. Геоэкологические исследования ландшафтов морских мелководий / Н. Н. Митина. – М.: Наука, 2005. – 197 с.

134. Митина, Н. Н. Динамика гидрометеорологических показателей Северного Каспия / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Наука в России. – 2009. – № 4. – С. 17–20.

135. Митина, Н. Н. Динамика ландшафтообразующих факторов донных природных комплексов морских мелководий в условиях антропогенного воздействия / Н. Н. Митина // Известия РАН. Серия географическая. – 1999. – № 4. – С. 41–49.

136. Митина, Н. Н. Донные природные комплексы Северного Каспия / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Известия РАН. Серия География. – 2009. – № 3. – С. 94–106.

137. Митина, Н. Н. Критерии устойчивого состояния экосистемы серенного региона Каспийского моря / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков, Л. А. Телитченко // Вода: Химия и Экология. – 2008. – № 6. – С. 2–18.

138. Митина, Н. Н. Методические подходы к определению устойчивости водных экосистем (на примере северного региона Каспийского моря) / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков, Л. А. Телитченко // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 6. – С. 65–75.

139. Митина, Н. Н. Методы оценки природного ресурсного потенциала подводных ландшафтов водохранилищ озерно-речного типа / Н. Н. Митина // Известия РАН. Серия География. – 2003. – № 2. – С. 72–82.

140. Митина, Н. Н. Обоснование геоэкологического мониторинга нефтегазодобывающих структур на морском шельфе / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 2. – С. 92–102.

141. Митина, Н. Н. Оценка ресурсного потенциала донных природных комплексов мелководий Японского моря / Н. Н. Митина // Водные ресурсы. – 1996. – № 4. – С. 504–507

142. Митина, Н. Н. Подводные ландшафты Чёрного и Азовского морей: структура, гидроэкология, охрана / Н. Н. Митина, Е. В. Чуприна – М.: ИВП РАН ФГУП «Типография» Россельхозакадемии, 2012. – 320 с.

143. Митина, Н. Н. Подводные ландшафты Северного Каспия: структуры, гидроэкология, охрана / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков, Л. А. Телитченко. – М.: ИВП РАН, Изд-во ФГУП «Типография Россельхозакадемии», 2016. – 215 с.

144. Митина, Н. Н. Принципы количественной оценки ресурсного потенциала донных природных комплексов морских мелководий / Н. Н. Митина // Известия РАН. Серия географическая. – 1998. – № 2. – С. 107–112.

145. Митина, Н. Н. Природные и антропогенные факторы воздействия на уровень Каспийского моря / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Вода: Химия и Экология. – 2013. – № 3. – С. 3–8.

146. Митина, Н. Н. Причинно-следственные связи изменения некоторых параметров экосистем Каспийского моря / Н. Н. Митина, Б. М. Малашнеков // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 1. – С. 14–21.

147. Митина, Н. Н. Реакция донных прибрежных ландшафтов Японского моря на возможные изменения климат / Н. Н. Митина // Известия РАН. Серия географическая. – 2001. – № 2. – С. 50–57.

148. Митина, Н. Н. Структура и классификация донных природных комплексов береговой зоны Японского моря (на примере Среднего Приморья) / Н. Н. Митина // Водные ресурсы. – 1993. – № 3. – С. 380–386.

149. Митина, Н. Н. Структура подводных ландшафтов Балтийского моря и их динамика при осуществлении проекта «Северный поток» / Н. Н. Митина, М. А. Харина // Известия РАН. Серия географическая. – 2011. – № 3. – С. 67–74.

150. Матишов, Г. Г. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях / Г. Г. Матишов, В. В. Денисов, С. Л. Дженюк // Известия РАН. Серия Географическая. – 2007 – № 3. – С. 27–40.

151. Михайлов, В. А. Береговые процессы в структуре геопортала современных ландшафтов: теоретико-методические подходы / В. А. Михайлов, И. А. Мирошниченко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – Том 2(68), № 3. – 2016. – С. 213–215.

152. Мокиевский, В. О. Комплексное ландшафтное картографирование дна на модельном полигоне / В. О. Мокиевский, М. Ю. Токарев, А. Н. Головков, Г. В. Баскакова, В. М. Сорокин, А. В. Старовойтов, А. Б. Цетлин // Комплексные исследования подводных ландшафтов в Белом море с применением дистанционных методов (Труды Беломорской биостанции МГК Т.11). – 2012. – С. 22–33.

153. Мокиевский, В. О. Морские резерваты — теоретические предпосылки к созданию и функционированию / В. О. Мокиевский // Биология моря. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 450–460.

154. Мокиевский, В. О. Современные дистанционные методы в изучении донных сообществ и ландшафтов прибрежной зоны / В. О. Мокиевский, В. А. Спиридонов, М. Ю. Токарев, Д. В. Добрынин // Комплексные исследования подводных ландшафтов в Белом море с применением дистанционных методов (Труды Беломорской биостанции МГК Т.11). – 2012. – С. 6–21.
155. Мурахвери, А. М. Визуальные картировочные признаки подводных ландшафтов / А. М. Мурахвери // Методы комплексного картирования экосистем шельфа. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР. – 1980. – С. 51–58.
156. Определитель высших растений Крыма / под общ. ред. Н. И. Рубцова. – Л.: Наука, 1972. – 550 с.
157. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева [и др.]; редкол.: Ю. Н. Прокудин (отв. ред.) и др. – Киев: Наук. думка, 1987. – 545 с.
158. Особо охраняемые природные территории Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя; редкол.: Голубева Е. И. [и др.]. – Симферополь: Ариал, 2020. – 140 с.
159. Панкеева, Т. В. Биомасса макрофитов как показатель конфликтного природопользования особо охраняемых природных объектов г. Севастополя / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Экология и природопользование: прикладные аспекты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Уфа, 4–8 апреля 2016 г.). – Уфа, 2016. – С. 275–282.
160. Панкеева, Т. В. Донные природные комплексы бухты Ласпи / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5(15), вып. 4. – С. 319–332.
161. Панкеева, Т. В. Донные природные комплексы бухты Круглая / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2019. – Т. 5(71), № 2. – С. 89–100.
162. Панкеева, Т. В. Запасы макрофитов как показатель состояния подводных ландшафтов (Чёрное море) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2019. – № 6. – С. 102–112.
163. Панкеева, Т. В. Исследования донных ландшафтов прибрежной зоны Тарханкутского полуострова (Крым, Чёрное море) / Т. В. Панкеева, А. Ю. Панкеева, О. А. Миронюк // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, вып.1. – С. 800–805.
164. Панкеева, Т.В. Картографирование биотопов донной растительности Джангульского побережья с использованием ГИС / Т. В. Панкеева, А. В. Дрыгваль, Н. В. Миронова // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы Междунар. конф. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2022. – Т. 28, ч. 2. – С. 614–631. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-2-28-614-631>

165. Панкеева, Т. В. Картографирование донной растительности бухты Круглая (г. Севастополь, Чёрное море) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. Б. Новиков // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2019. – № 3. – С. 61–71. DOI: 10.22449/2413-5577-2019-3-61-71

166. Панкеева, Т. В. Количественные показатели макрофитобентоса как критерии обоснования природоохранной ценности акваторий (регион Севастополя) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, С. А. Ковардаков // Проблемы региональной экологии. – 2017. – № 1. – С. 28–33.

167. Панкеева, Т. В. Морские ландшафты: проблемы и перспективы изучения (Чёрное море, Крым) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: материалы XIII Междунар. ландшафтной конф. (Воронеж, 14–17 мая 2018 г.) / ред.: В.Б. Михно [и др.]. – Воронеж: ИСТОКИ, 2018. – Т. 2. – С. 107–109.

168. Панкеева, Т. В. Ландшафтные исследования памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Лукулл» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2021. – Вып. 2(18). – С. 36–48. doi: 10.21072/eco.2021.18.03

169. Панкеева, Т. В. Ландшафтные исследования памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического» (Севастополь) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2022. – Т. 8(18), № 1 – С. 161–175.

170. Панкеева, Т. В. Ландшафтные исследования прибрежной зоны памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у Джангульского оползневого побережья» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2020. – Т. 6(72), № 1. – С. 126–143.

171. Панкеева, Т. В. Ландшафтный подход к оценке состояния фитокомплексов береговой зоны Южнобережья (в регионе Севастополя) / Т. В. Панкеева, Л. В. Бондарева // Любимцевские чтения – 2015. Современные проблемы эволюции и экологии: материалы междунар. конф. (Ульяновск, 6–8 апр. 2015 г.). – Ульяновск, 2015. – С. 436–444.

172. Панкеева, Т. В. Ландшафтная структура береговой зоны памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского-природного заповедника РАН. – 2022. – Вып. 1(21) – С. 51–60. doi: 10.21072/eco.2022.21.06

173. Панкеева, Т. В. Ландшафтные исследования памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2022. – Т. 7. – № 3(23). – С. 45–60. <https://doi.org/10.21072/eco.2022.23.05>

174. Панкеева, Т. В. Ландшафтная структура западного побережья города Севастополя / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2021. – Т. 7(17), № 2. – С. 276–291. <https://doi.org/10.37279/2309-7663-2021-7-2-272-287>
175. Панкеева, Т. В. Методические подходы к ландшафтно-созологической оценке прибрежных комплексов / Т. В. Панкеева, Л. В. Бондарева // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 11. – С. 50–60.
176. Панкеева, Т. В. Многолетняя динамика подводных ландшафтов прибрежной зоны мыс Коса Северная – мыс Толстый (Севастополь) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2022. – № 2. – С. 70–85.
177. Панкеева, Т. В. Опыт картографирования донной растительности (на примере бухты Ласпи, Чёрное море) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, Б. А. Новиков // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2020. – Т.6(16), вып. 4. – С. 154–169.
178. Панкеева, Т. В. Подходы к формированию экологического каркаса западного побережья Севастополя / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2023. – № 3. – С. 105–113.
179. Панкеева, Т. В. Природный заказник «Спилия» как новый объект ООПТ Севастополя / Т. В. Панкеева, Е. С. Каширина, Н. В. Миронова, А. А. Новиков // Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ». – 2019. – С. 79–84.
180. Панкеева, Т. В. Пространственное распределение макрофитобентоса с учетом ландшафтной структуры дна в бухте Ласпи (Чёрное море) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Вестник Удмуртского ун-та. Серия Биология. Наука о Земле. – 2019. – № 29(1). – С. 111–123.
181. Панкеева, Т. В. Роль морских охраняемых акваторий в сохранении донных природных комплексов (г. Севастополь) / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // ЭКОБИО–2018: Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами : сб. материалов V науч.-практ. молодежной конф. (Севастополь, 8–11 октября 2018 г.) – Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе, 2018. – С. 124–127.
182. Панкеева, Т. В. Современное состояние донных природных комплексов заказника «Мыс Айя» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // Природное наследие России: сб. науч. ст. Междунар. научн. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России (Пенза, 23–25 мая 2017 г.) / под ред. д.б.н., проф. Л.А. Новиковой – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – С. 310–312.

183. Панкеева, Т. В. Современные ландшафты западного побережья Севастополя / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2022. – Т. 8(74), № 1. С. 54–69.
184. Панкеева, Т. В. Современные ландшафты береговой зоны юго-западной части города Севастополя / Т. В. Панкеева, С. В. Борисов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2023. – Т. 9(19), № 1. – С. 305–320.
185. Панкеева, Т. В. Распределение донной растительности в мелководной зоне Каркинитского залива Крымского полуострова / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, Ю. Н. Горячкин, Л. В. Харитоновна // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17, № 2. – С. 62–75. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-2-62-75>
186. Панов, Д. Г. О подводных ландшафтах Мирового океана / Д. Г. Панов // Известия ВГО. – 1950. – Т. 2, вып. 6. – С. 582–606.
187. Папунов, В. Г. Донные природные комплексы верхнего шельфа среднего Приморья / В. Г. Папунов // Донные ландшафты Японского моря. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР. – 1987. – С. 73–81.
188. Папунов, Д. В. Макрофитобентос как индикатор динамики подводных ландшафтов береговой зоны моря / Д. В. Папунов // Вопросы современной альгологии. – 2012. – № 2(2). URL: <http://algology.ru/121>
189. Папунов, Д. В. Структура и динамика донных природных комплексов береговой зоны Чёрного и Белого морей: автореф. дис. ... канд. географ. наук 25.00.36 / Д. В. Папунов – М., 2009. – 12 с.
190. Пасынкова, Л. А. Геологические процессы как факторы формирования глубоководных ландшафтов континентального склона Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. географ. наук 04.00.10 / Л. А. Пасынкова. – Киев, 2002. – 22 с.
191. Пасынкова, Л. А. Глубоководные ландшафты континентального склона Украинского сектора Чёрного моря / Л. А. Пасынкова // Культура народов Причерноморья. – 2001. – Вып.22. – С. 22–26.
192. Пасынкова, Л. А. Ландшафты континентального склона Чёрного моря: принципы выделения и характеристика / Л. А. Пасынкова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2008. – Т.21(60). – № 3. – С. 266–272.
193. Пасынкова, Л. А. Проблема устойчивости подводных ландшафтов в районе Ялтинской бухты / Л. А. Пасынкова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2010. – Т.23(62), № 3. – С. 331–333.
194. Пенно, М. В. Развитие научных представлений о морских ландшафтах / М. В. Пенно // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Том 10(1). – Вып. 1. – С. 166–172.

195. Петров, К. М. Биogeография океана. Биологическая структура океана глазами географа / К. М. Петров. – СПб: Изд-во СПб университета. – 1999. – 618 с.
196. Петров, К. М. Биogeография океана: учебник для студентов, обучающихся по географической специальности / К. М. Петров. - СПб: Изд-во СПб ун-та. 2-е изд. испр. – М.: Академический Проект «Альма Матер». – 2008. – 328 с.
197. Петров, К. М. Биoномия океана / К. М. Петров – СПб: Изд. СПбГУ, 2004. – 242 с.
198. Петров, К. М. Большие морские экосистемы: принципы построения иерархической системы единиц районирования арктических морей на примере Баренцева моря / К. М. Петров // Биосфера. – 2009. – Том 1, № 2. – С.133–152.
199. Петров, К. М. Вопросы изучения и картирования подводной растительности (фитобентоса) морей / К. М. Петров // Геоботаническое картирование. – М.: Наука. – 1964. – С. 34–45.
200. Петров, К. М. Ландшафтно-биономический принцип биogeографического районирования океана / К. М. Петров // Общие вопросы морской биogeографии: памяти академика О. Г. Кусакина. – Владивосток: Дальнаука. – 2004. – С. 49–66.
201. Петров, К. М. Ландшафтное изучение береговой зоны моря / К. М. Петров // Геолого-геоморфологическое изучение морских мелководий и берегов по материалам аэрофотосъемки. – Л.: Недра. – 1986. – С. 161–196.
202. Петров, К. М. Ландшафтно-экологический подход к изучению дна морских мелководий / К. М. Петров // Вестн. СПбГУ. – 1998. – Сер.7. – Вып. 2(14). – С. 34–45.
203. Петров, К. М. Морские экосистемы и подводные ландшафты: учебное пособие / К. М. Петров, А. А. Бобков. – СПб: ХИМИЗДАТ. – 2020. – 144 с.
204. Петров, К. М. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Ю. Сахалина / К. М. Петров, Б. В. Поздеев. – Владивосток: Изд-во ДВГУ. – 1992. – 128 с.
205. Петров, К. М. Подводные ландшафты: теория, методы исследования / К. М. Петров. – Л.: Наука. – 1989. – 126 с.
206. Петров, К. М. Теоретические основы ландшафтного картирования дна морских мелководий / К. М. Петров // Картирование шельфов. – Л.: Геогр. о-во СССР. – 1974. – С. 6–30.
207. Петухов, Ю. М. Анализ пространственного распределения макрозообентоса в черноморской бухте Ласпи с использованием методов многомерной статистики / Ю. М. Петухов, Н. Н. Шаловенков, Н. К. Ревков, А. Н. Петров // Океанология. – 1991. – Вып. 5. – С. 780–786.
208. Пешков, В. М. Береговая зона моря / В. М. Пешков. – Краснодар: Лаконт, 2003. – 350 с.

209. Позаченюк, Е. А. Геоэкологическая экспертиза административных территорий. Большой Севастополь / Е. А. Позаченюк, Т. В. Панкеева. – Симферополь: Бизнес-Информ. – 2008. – 296 с.
210. Позаченюк, Е. А. Единая классификация территориальных и морских ландшафтов / Е. А. Позаченюк // Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности: материалы международной научно-практической конференции «Четвертые ландшафтно-экологические чтения, посвященные Г. Е. Гришанкову», Симферополь, 22–25 сентября 2020 г./ ред. Е.А. Позаченюк [и др.]. – Симферополь: Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского. – 2020. – С. 52–59.
211. Позаченюк, Е. А. К обоснованию выделения морских антропогенных ландшафтов / Е. А. Позаченюк, М. В. Пенно // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. – 2013. – Вип. 25. – Вінниця, 2013. – С. 142–148.
212. Позаченюк, Е. А. Понятие «современный ландшафт» и организация природопользования (на примере водоохраных зон) / Е. А. Позаченюк, Е. А. Петлюкова, В. А. Табунщик // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия «География». – 2013. – Т. 26(65), № 3. – С. 299–309.
213. Позаченюк, Е. А. Современные ландшафты территории Алуштинского амфитеатра / Е. А. Позаченюк, А. А. Агиенко // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2017 – Том 3(13). Вып. 2. – С. 5–15.
214. Позаченюк, Е. А. Состояние особо охраняемых природных территорий города федерального значения Севастополя / Е. А. Позаченюк, Т. В. Панкеева, А. Ю. Панкеева, Е. В. Пизова // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. – Т. 6(16), вып. 2. – С. 161–171.
215. Позаченюк, Е. А. Теоретические основы ландшафтного планирования селитебных территорий / Е. А. Позаченюк, Р. Ш. Меметова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, вып. 1. – С. 79–85.
216. Польшов, Б. Б. Учение о ландшафтах / Б. Б. Польшов // Вопросы географии. – 1953. – Сб. 33. – С. 30–44.
217. Преображенский, В. С. Проблемы изучения устойчивости геосистем / В. С. Преображенский // Устойчивость геосистем. – М.: Наука. – 1983. – С. 4–7.
218. Преображенский, Б. В. Ландшафт как характеристика экосистемы / Б. В. Преображенский // Методы комплексного картирования экосистемы шельфа. – Владивосток: ДВНЦ РАН. – 1980. – С. 23–28.
219. Преображенский, Б. В. Морское ландшафтоведение. Технологический аспект / Б. В. Преображенский // Подводные исследования и робототехника. – 2006. – №1. – С. 50–58.

220. Преображенский, Б. В. Основные задачи морского ландшафтоведения / Б. В. Преображенский // География и природные ресурсы. – 1984. – № 1. – С. 50–58.
221. Преображенский, Б. В. Основы подводного ландшафтоведения: (Управление морскими экосистемами) / Б. В. Преображенский, В. В. Жариков, Л. В. Дубейковский. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 352 с.
222. Природно-ресурсный потенциал Приморского края / Отв. ред. В.П. Каракин; Рос. акад. наук. Дальневост. отд-ние. Тихоокеан. ин-т географии. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 185 с.
223. Пстип, А. Н. К вопросу о комплексном изучении природы береговой зоны Восточного Приазовья / А. Н. Пстип // Вестник МГУ. Серия География. – 1976. – № 1. – С. 51–56.
224. Разработка Схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым. 2 этап: отчет о НИР (заключ.) / Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского; рук. С. А. Карпенко; исполн.: В. В. Кайданский [и др.]. – Симферополь. – 2008. – 365 с.
225. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 августа 2019 г. № 1930-р Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года (дата обращения 01.03.2024 г.)
226. Рихтер, Г. Д. Некоторые вопросы теории и методики единого физико-географического районирования суши и океана / Г. Д. Рихтер // Картографирование природной среды и естественных ресурсов. – М.: Наука, – 1983. – С. 139–148.
227. Романова, Э. П. Физическая география материков и океанов: учебник / Э. П. Романова, Н. Н. Алексеева, М. А. Аршинова. – М.: Академия. – 2014. – 464 с.
228. Рыбников, П. В. Некоторые особенности роста и ветвления талломов прикрепленной *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. и их зависимость от внешних факторов / П. В. Рыбников, Н. П. Лучина // Океанология – 1998. – Т. 38 – № 3. – С. 407–411.
229. Рябушко, В. И. Комплексные исследования экологического состояния прибрежной акватории Севастополя (Западный Крым, Чёрное море) / В. И. Рябушко, С. В. Щуров, Н. П. Ковригина, Е. В. Лисицкая, Н. В. Пospelова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – Т. 31. – С. 103–118.
230. Садогурский, С. Е. Биомасса и распределение макрофитобентоса Караджинской бухты и оз. Караджа (Крым, Чёрное море) / С. Е. Садогурский, С. А. Садогурская, Т. В. Белич // Сб. научных трудов ГНБС. – 2016. – Т. 143. – С. 197–207.

231. Садогурский, С. Е. К изучению микро- и макрофитобентоса у мыса Прибойного (Кара-Мрун) в Крыму / С. Е. Садогурский, С. А. Садогурская, Т. В. Белич // Экосистемы. – 2017. – Вып. 11. – С. 30–34.
232. Садогурский, С. Е. Макрофитобентос прибрежной акватории у мыса Тарханкут (Крым, Чёрное море) / С. Е. Садогурский // Альгология. – 2018. – Т. 28, № 1. – С. 40–56.
233. Садогурский, С. Е. Макрофитобентос черноморского побережья Керченского полуострова (Крым, Украина) / С. Е. Садогурский // Альгология. – 2007. – Т. 17, № 3. – С. 345–360.
234. Садогурский, С. Е. Некоторые аспекты формирования территориально-аквальных компонентов региональной и локальных экологических сетей в Крыму / С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская // Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети [отв. ред. С. П. Иванов] – 2013. – С. 79–85.
235. Садогурский, С. Е. Ревизия макрофитобентоса заповедного территориально-аквального комплекса Бакальской косы (Чёрное море) / С. Е. Садогурский, И. К. Евстигнеева, Т. В. Белич, И. Н. Танковская, С. А. Садогурская // Морской биологический журнал. – 2022. – Т. 7, № 2. – С. 72–87. <https://doi.org/10.21072/mbj.2022.07.2.06>
236. Сивков, В. В. Абиотический подход к картированию донных ландшафтов в российских секторах Балтийского моря / В. В. Сивков, Д. В. Дорохов, Е. В. Дорохова, В. А. Жамойда, Д. В. Рябчук, А. Ю. Сергеев // Региональная экология. – 2014. – № 1–2(35). – С. 156–165.
237. Симакова, У. В. Влияние рельефа дна на сообщества цистозеры Северокавказского побережья Чёрного моря / У. В. Симакова // Океанология. – 2009. – Т. 49(5). – С. 672–680.
238. Симакова, У. В. Структура и распределение сообществ макрофитобентоса в зависимости от рельефа дна (Северокавказское побережье Чёрного моря): автореф. дисс. ... канд. биол. наук 03.02.10 / У. В. Симакова – Москва, 2011. – 27 с.
239. Скребец, Г. Н. Современные ландшафты территории Сакского административного района Республики Крым / Г. Н. Скребец, К. А. Цалко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – Том 3(69). № 2. – С. 117–129.
240. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / под ред. Е.А. Позаченюк. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
241. Солнцев, Н. А. Некоторые теоретические вопросы динамики ландшафта / Н. А. Солнцев // Вестник Московского университета. Серия географическая. – 1963. – № 2. – С. 50–55.

242. Солнцев, Н. А. О природных аквальных комплексах мирового океана / Н. А. Солнцев // Вестник Московского университета. Серия географическая. – 1969. – № 3. – С. 20–26.
243. Сорокин, А. Л. Донные ландшафты южного побережья Баренцева моря / А. Л. Сорокин, А. И. Дмитриенко // Вопросы географии океана. – Л. – 1983. – С. 73–74.
244. Сорокин, А. Л. Ландшафтные исследования как основа выявления промысловых ресурсов морских макрофитов Белого моря / А. Л. Сорокин, Р. В. Касабов // Вопросы географии океана. – Л. – 1983. – С. 71–72.
245. Сочава, В. Б. Динамика ландшафта и представление об эпифации / В. Б. Сочава, А. А. Крауклис, В. С. Михеев // VII Совещание по вопросам ландшафтоведения. – Пермь. – 1974. – С. 7–10.
246. Строгонов, А. А. Картографо-статистическое моделирование в биоокеанологии / А. А. Строгонов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1999. – 212 с.
247. Степаньян, О. В. Макроводоросли абхазского шельфа Чёрного моря / О. В. Степаньян // Научный альманах стран Причерноморья. – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 40–47.
248. Сукачев, В. Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли. Соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация» / В. Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии (под ред. В. Н. Сукачева, Н. В. Дылиса). – М.: Наука. – 1964. – С. 5–49.
249. Сукачев, В. Н. Идея развития в фитоценологии / В. Н. Сукачев // Современная ботаника. – 1942. – № 1–3. – С. 5–17.
250. Тамайчук, А. Н. Особенности пространственной структуры северо-западной части Чёрного моря / А. Н. Тамайчук // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2009. – Том 22(61), № 2. – С. 139–147.
251. Тамайчук, А. Н. Специфика региональной дифференциации глубоководной части Чёрного моря / А. Н. Тамайчук // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2010. – Том 23(62), № 1. – С. 84–90.
252. Теория и методология ландшафтного планирования / отв. ред. К. Н. Дьяконов, А. В. Хорошев. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2019. – 444 с.
253. Теюбова, В. Ф. Разнообразие и экологические особенности макрофитобентоса российского сектора Чёрного моря: автореф. дисс. ... канд. биол. наук 03.02.08 / В. Ф. Теюбова - Краснодар, 2012. – 23 с.
254. Теюбова, В. Ф. Флористическое разнообразие макрофитов российского шельфа Чёрного моря (от мыса Панагия до мыса Видный) / В. Ф. Теюбова, Н. А. Мильчакова // Состояние экосистемы шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного

воздействия. Сб. статей, посвященный 90-летию Новороссийской биологической станции им. проф. В. М. Арнольди. – Краснодар, 2011. – С. 152–165.

255. Теюбова, В. Ф. Эколого-фитоценотическая структура макрофитобентоса открытого побережья Чёрного моря (от мыса Панагия до мыса Видный) / В. Ф. Теюбова, Н. А. Мильчакова // Состояние экосистемы шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия. Сб. ст., посвященный 90-летию Новороссийской биологической станции им. проф. В. М. Арнольди. – Краснодар, 2011. – С. 165–178.

256. Ткаченко, Ф. П. Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Чёрного моря (Украина) / Ф. П. Ткаченко // Альгология. – 2004. – Т. 14, № 3 – С. 277–293.

257. Ткаченко, Ф. П. Макрофитобентос Малого филлофорного поля (Каркинитский залив, Чёрное море, Украина) / Ф. П. Ткаченко, Э. Ф. Костылев, И. П. Третьяк // Альгология. – 2012. – Т. 22, № 3. – С. 295–302.

258. Ткаченко, Ф. П. Макрофитобентос филлофорного поля Зернова в современных условиях (Чёрное море, Украина) / Ф. П. Ткаченко, Э. Ф. Костылев, И. П. Третьяк // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 4. – С. 423–431.

259. Фащук, Д. Я. Морское природопользование: концепция, современные проблемы и пути их решения / Д. Я. Фащук, И. В. Землянов, Ю. В. Кочемасов, С. Н. Зацепа // Известия РАН. Серия географическая. – 2015. – № 1. – С. 21–34.

260. Федоров, В. В. Донные ландшафты шельфа Юго-восточного Приморья (Японское море) / В. В. Федоров // Биологические ресурсы: Состояние, перспективы и проблемы их рационального использования. Биологические основы распределения промысловых и кормовых морских животных: Сб. науч. тр. – М.: ВНИРО. – 1991. – С. 70–82.

261. Федоров, В. В. Методика применения подводных обитаемых аппаратов в морских ландшафтных исследованиях / В. В. Федоров // Подводные методы исследований в рыбном хозяйстве. – Мурманск: ПИНРО. – 1991. – С. 161–177.

262. Федоров, В. В. Методические рекомендации по проведению морских ландшафтных исследований в рыбохозяйственных целях / В. В. Федоров. – М.: ВНИРО, 1982. – 56 с.

263. Фесюнов, О. Е. Геоморфологические и экологические особенности зоны гипоксии северо-западного шельфа Чёрного моря / О. Е. Фесюнов, М. Ф. Назаренко // Экология моря. – 1991. – Вып. 37. – С. 20–26.

264. Хромов, С. П. Есть ли ландшафтные зоны в океане? / С. П. Хромов // Известия ВГО. – 1949. – Т. 81. – Вып. 2. – С. 250–251.

265. Хромых, В. С. Некоторые теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов / В. С. Хромых // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 298. – С. 198–207.

266. Чернобровкина, Е. И. Опыт классификации морских ландшафтов / Е. И. Чернобровкина // Географические аспекты изучения Мирового океана. – 1985. – Л. – С. 5–7.
267. Чуприна, Е. В. Геоэкологическое обоснование размещения особо охраняемых природных акваторий Чёрного и Азовского море: автореф. дис. ... канд. географ. наук 25.00.36 / Е. В. Чуприна – Москва, 2010. – 22 с.
268. Шведе, Е. Е. Выступление на ландшафтном совещании / Е. Е. Шведе // Известия ВГО. – 1955. – Т. 87. – Вып. 5.
269. Экологический Атлас. Чёрное и Азовское моря / ПАО «НК Роснефть», ООО «Арктический Научный Центр», Фонд «НИР» – М.: Фонд «НИР», 2019. – 464 с.: ил. – (Экологические атласы морей России).
270. Alexandrov, V. V. The Condition of the Red Alga *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon and Proposals for MPA Optimization in Southwestern Crimea, Black Sea / V. V. Alexandrov, N. A. Milchakova // Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions. 2nd Edition: proceedings of 2nd Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration (EMCEI-2), Tunisia 2019. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG. – 2021. – P. 2179–2183.
271. Al-Hamdani, Z. K. Development of marine landscape maps for the Baltic Sea and the Kattegat using geophysical and hydrographical parameters / Z. K. Al-Hamdani, J. Reker, J. O. Leth, A. Reijonen, A. T. Kotilainen, G. E. Dinesen // Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin. – 2007. – № 13. – P. 61–64.
272. Bartlett, D. J. Marine and Coastal Geographical Information Systems / D. J. Bartlett, D. J. Wright Epilogue / London: Taylor & Francis. – 1999. – P. 295–315.
273. Black Sea Commission/EEA. Black Sea Marine Habitat Classification Workshop, May 2007. (BSCHC Workshop). Unpublished working document. <http://eunis.eea.europa.eu/references/2356> (последний доступ 23.01.2023)
274. Black Sea transboundary diagnostic analysis. May 2007. GEF/UNDP BSERP. – 2007. – iii+263 pp. Available online at: http://iwlearn.net/iw-projects/1580/2263/reports/black-sea-transboundary-diagnostic-analysis-2007/at_download/file (последний доступ 23.01.2023)
275. Bouma, H. Ecotope System for Coastal Waters (ZES.1) / H. Bouma, , D. J. de Jong, F. Twisk, K. Wolfstein A Dutch – Report RWS-RIKZ 2005.024. – Middelburg, 2005. – 135 p. – available online at: <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/126968.pdf>
276. Connor, D. W. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. / D. W. Connor, J. H. Allen, N. Golding, K. L. Howell, L. M. Lieberknecht, K. O. Northen, J. B. Reker – Peterborough: JNCC, 2004. – 49 p. – (internet version) www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification

277. Costello, M. J. Distinguishing marine habitat classification concepts for ecological data management / M. J. Costello // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* – 2009. – Vol. 397. – P. 253–268.
278. European Red List of Habitats, Part 1: Marine Habitats / S. Gubbay [et al.]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. – 52 p.
279. EUNIS Habitats Directive Classification. Copenhagen, European Environment Agency, 2007. Available at: <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/eunis/eunis-habitats-classification> [Accessed 15.05.2023].
280. Davies, C. E. EUNIS Habitat Classification Marine Habitat Types: Revised Classification and Criteria. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity / C. E. Davies, D. Moss / European Environment Agency. September 2004. – 2004. – 79+ii pp. http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS_2004_report.pdf
281. Dumont, H. J. (Ed.). Black Sea Red Data Book / H. J. Dumont NY: United Nations Office for Project Services, 1999. – 413 p.
282. Dorokov, D. Marine landscape mapping of the south-eastern part of the Baltic Sea (Russian sector) / D. Dorokov, E. Dorokova, V. Sivkov // *Baltica*. – 2017. – Vol.30. – No 1. – P. 15–22.
283. Dollo, L. “Les lois de l’évolution,”/ L. Dollo // *Bull. Soc. Belge Geol., Paleontol. Hydrol.* – 1893. – Vol. 7. – pp. 164–166.
284. Golding, N. Irish Sea Pilot – Report on the development of a Marine Landscape classification for the Irish Sea / N. Golding, M. A. Vincent, D. W. Connor– JNCC. – 2004. – 30 p.
285. Coastal marine habitats and marine protected areas in the New Zealand Territorial Sea: a broad scale gap analysis // Wellington: Department of Conservation and the Ministry of Fisheries. – 2011. – 54 p.
286. Costanza, R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital / R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot et al. // *Nature*. – 1997. – V. 387. – P. 150–156.
287. FGDC (Federal Geographic Data Committee). Coastal and Marine Ecological Classification Standard, June 2012. – Reston, VA: Federal Geographic Data Committee, 2012. – 343 pp. Available online at: http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/_pdf/CMECS_Version_4_final_for_FGDC.pdf
288. Frascchetti, S. Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes / S. Frascchetti, A. Terlizzi, S. Bussotti, G. Guarnieri, P. D’Ambrosio, F. Boero // *Marine Environmental Research*. – 2005. – Vol. 59. – P. 309–332.
289. Gubbay, S. European Red List of Habitats. Part 1. Marine Habitats / S. Gubbay, N. Sanders, T. Haynes, J. A. M. Janssen, J. R. Rodwell, A. Nieto, M. García Criado, S. Beal, J. Borg, M. Kennedy, D. Micu, M. Otero, G. Saunders, M. Calix. – Luxembourg, Publications Office of the European Union. – 2016. – 52 p.

290. Guiry, M. D. AlgaeBase. World-wide electronic publication / M. D. Guiry, G. M. Guiry // National University of Ireland. – Galway. – 2020. URL: <http://www.algaebase.org>. [Accessed 15.05.2022].
291. Greene, H. G. A Classification Scheme For Deep Seafloor Habitats / H. G. Greene, M. M. Yoklavich, R. M. Starr, V. M. O'Connell, W. W. Wakefield, D. E. Sullivan, Jr. J. E. McRea, G. M. Cailliet // *Oceanologica Acta*. – 1999. – Vol. 22, № 6. – P. 663–678.
292. Guillaumont, B. Typologie d'habitats marins benthiques: analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (Habitats côtiers de la région Bretagne) / B. Guillaumont, T. Bajjouk, C. Rollet, C. Hily, F. Gentil – Note de synthèse. – Projets REBENT-Bretagne et Natura-Bretagne, RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-06/REBENT. – 2008. – 16 p. + Annexes.
293. Heyman, W. D. Marine Geomorphology in the Design of Marine Reserve Networks / W. D. Heyman, D. J. Wright // *The Professional Geographer*. – 2011. – Vol. 63, № 4. – P. 429–442.
294. Helsinki Commission. Red List of Marine and Coastal Biotopes and Biotope Complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat. – Baltic Sea Environment Proceedings no. 75. – Baltic Marine Environment Protection Commission: Helsinki, 1998. – vi+126 p.
295. Ivanov, A. N. An approach to marine bioregionalization in the Russian Arctic for the purposes of planning marine protected areas and other areas in need of protection / A. N. Ivanov, V. A. Spiridonov // Paper presented for the CBD Expert Workshop on Ecological criteria and Biogeographic Classification Systems for marine areas in need of protection, 2 to 4 October 2007, Azores, Portugal. – 13 p.
296. Jordan, A. Seabed habitat mapping of the continental shelf of NSW / A. Jordan, P. Davies, T. Ingleton, E. Foulsham, J. Neilson, T. Pritchard – Department of Environment, Climate Change and Water NSW: Sydney –2010. – 206 p.
297. Kelleher, G. Marine Protected areas / G. Kelleher // *Parks*. 1998. – Vol. 8. – № 2. – P. 1–4.
298. Last, P. R. A hierarchical framework for classifying seabed biodiversity with application to planning and managing Australia's marine biological resources: Conservation planning within emerging global climate and economic realities / P. R. Last, V. D. Lyne, A. Williams, C. R. Davies, A. J. Butler, G. K. Yearsley // *Biological conservation*. – 2010. – Vol. 143, № 7. – P. 1675–1686.
299. Madden, C. Coastal and Marine Ecological Classification Standard / C. Madden, K. Goodin, B. Allee, M. Finkbeiner, D. Bamford – Version III. – NOAA and NatureServe, 2008. – 77 p.
300. Marine Strategy Framework Directive, MSFD, 2008/56/EC <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0056:en:NOT>
301. Milchakova, N. A. Marine plants of the Black Sea / N. A. Milchakova /An illustrated field guide. Sevastopol: Digit Print, 2011 – 144 pp.

302. Minicheva, G. Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos / G. Minicheva, D. Afanasyev, A. Kurakin. – Dnipro: Seredniak T.K., 2020 – 81 pp.
303. Mironova, N. V. Spatiotemporal Changes in the Macrophytobenthos in the Coastal Zone of Karanskii Nature and Landscape Reserve (Sevastopol, Black Sea) / N. V. Mironova, T. V. Pankeeva // *Biology Bulletin*. – 2021. – Vol. 48, no. 10. – P. 1941–1949. <https://doi.org/10.1134/S1062359021100320>
304. Moksness, E. Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management. Vol II. / E. Moksness, E. Dahl, J. Støttrup – John Wiley & Sons, Oxford, UK. – 2013. – 251 p.
305. McBreen, F. UKSeaMap 2010: Predictive mapping of seabed habitats in UK waters / F. McBreen, N. Askew, A. Cameron, D. Connor, H. Ellwood, A. Carter. – JNCC Report. – No. 446. – JNCC, Peterborough. – 2011. – 103 p.
306. Mortensen, P. B. Megafaunal diversity associated with marine landscapes of northern Norway: a preliminary assessment / P. B. Mortensen, L. Buhl-Mortensen, M. Dolan, J. Dannheim, K. Kröger // *Norwegian Journal of Geology*. – 2009. – Vol. 89. – P. 163–171.
307. Pankeeva, T. V. Spatiotemporal Changes in the Macrophytobenthos of Laspi Bay (Crimea, Black Sea) / T. V. Pankeeva, N. V. Mironova // *Oceanology*, 2019. – Vol. 59, iss. 1. – P. 86–98. doi:10.1134/S0001437019010168
308. Petrov, A. N. Assessment of long-term recreational and marifarming impact upon nearshore seascapes and benthic community (case study: Laspi bay, Crimea, the Black Sea) / A. N. Petrov // *Lagoons and Coastal Wetlands in the Global Change Context: Impacts and Management Issues*. Dordrecht: Springer Netherlands. – 2005. – P. 293–300.
309. Phillips, R. C., Milchakova N. A. Seagrass ecosystems / R. C. Phillips, N. A. Milchakova // *Morskoi ekologichesky zhurnal*. – 2003. – V. 2(2). – P. 29–39.
310. POWO. Plants of the World Online / Royal Botanic Gardens. – Kew, UK, 2017. – URL:<http://www.plantsoftheworldonline.org/>(date of access: 20.09.2022).
311. Roff, J. C. National frameworks for marine conservation – a hierarchical geophysical approach / J. C. Roff, M. E. Taylor // *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* – 2000. – Vol. 10, № 3. – P. 209–223.
312. Salm, R. V. Marine and Coastal Protected areas: A Guide for Planners and Managers. / R.V. Salm, J. Clark, E. Sirila. – Washington DC: IUCN. – 2000. – 371 p.
313. Snelder, T. The New Zealand Marine Environment Classification / T. Snelder, J. Leathwick, K. Dey, M. Weatherhead, G. Fenwick, M. Francis, R. Gorman, J. Grieve, M. Hadfield, J. Hewitt, T. Hume, K. Richardson, A. Rowden, M. Uddstrom, M. Wild, J. Zeldis – Wellington: Ministry for the Environment. – 2005. – 70 p.

314. Snelder, T. H. Development of an ecologic marine classification in the New Zealand region / T. Snelder, J. Leathwick, K. L. Dey, A. A. Rowden, M. Weatherhead, G. Fenwick, M. Francis, R. Gorman, J. Grieve, M. Hadfield, J. Hewitt, K. Richardson, K.M. Uddstrom, J. Zeldis // *Environmental Management*. – 2007. – Vol. 39, № 1. – P. 12–29.
315. Short, F. T. Extinction risk assessment of the world's seagrass species / F. T. Short, B. Polidoro, S. R. Livingstone et al. // *Biol. Conserv.* – 2011. – V. 144(7). – P. 961–971.
316. Valentine, O. C. Classification of marine sublittoral habitat with application to the Northeastern North America region / O. C. Valentine, B. J. Todd, V. E. Kostylev // *Benthic Habitats and the Effects of Fishing: American Fisheries Society Symposium 41* / P. W. Barnes and J. P. Thomas, eds. – Bethesda: American Fisheries Society. – 2005. – P. 183–200.
317. UNDP/GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project (Phase II). Final seminar draft report 14–15 february 2008. – Istanbul, 2008. – 77 p.
318. Wood, L. J. GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection / L. J. Wood, S. Dragicevic // *Biodivers. Conserv.* – 2007. – Vol. 16. – P. 2539–2558.
319. Zaitsev, Yu. P. The Black Sea – an oxygen-poor sea. Europe's biodiversity – biogeographical regions and seas. Seas around Europe / Yu. P. Zaitsev, B. G. Alexandrov, N. A. Berlinsky, A. Zenetos – European Environment Agency, 2004 http://www.eea.europa.eu/publications/report_2002_0524_154909/regional-seas-around-europe/BlackSea.pdf (Accessed 18/04/23).

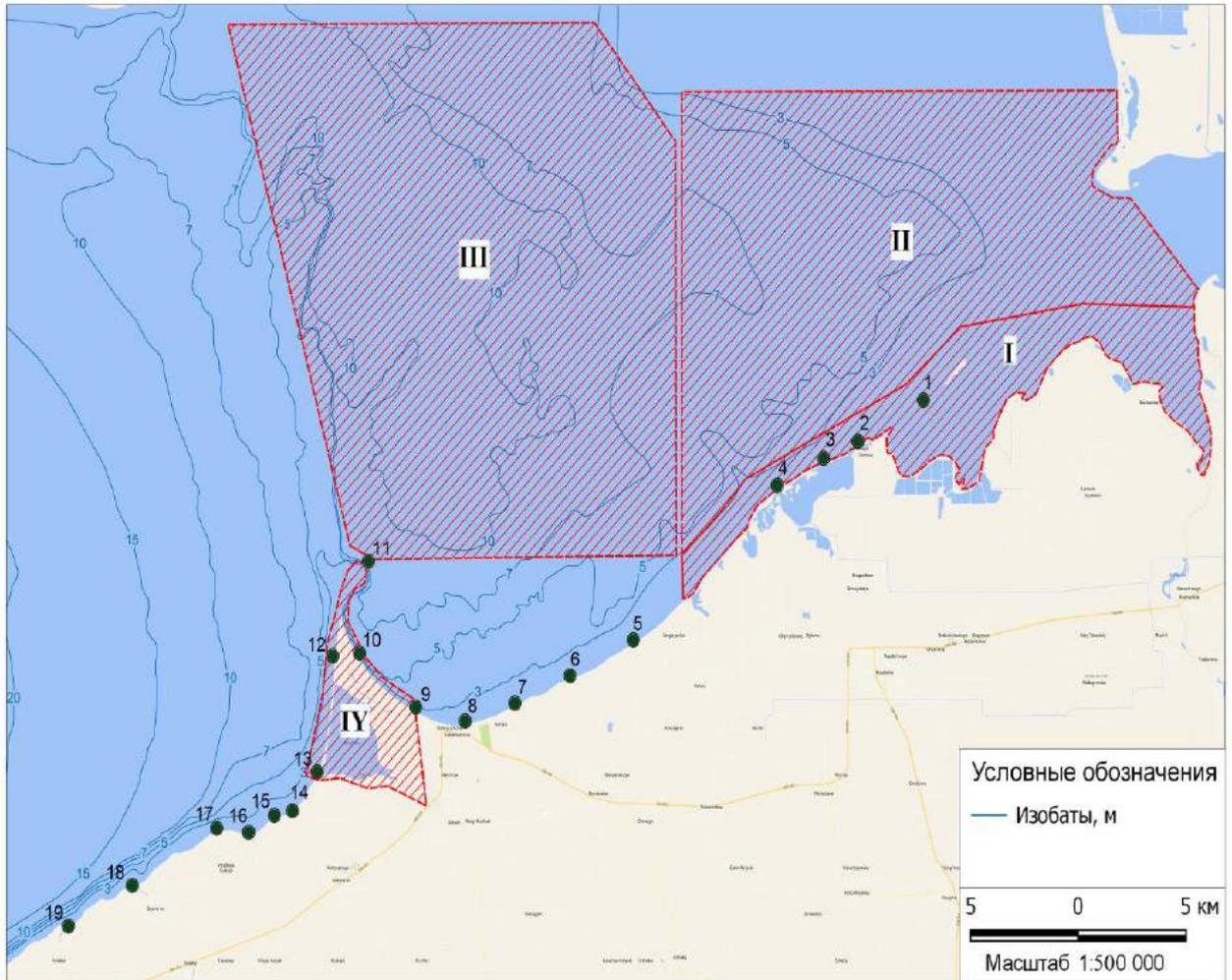


Рисунок А. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне Каркинитского залива (Северо-западный район) [185]

● - станции отбора качественных и количественных проб макрофитов (2019 г.)

ООПТ: I - государственный природный заповедник «Лебяжий остров»; II - государственный природный заказник федерального значения «Каркинитский»; III - государственный природный заказник федерального значения «Малое филлофорное поле»; IV - ландшафтно-рекреационный парк регионального значения «Бакальская коса».

Таблица А. 1 – Координаты станций, диапазон глубин, количество отобранных проб макрофитобентоса в прибрежной зоне Каркинитского залива

№/№ станций	Координаты		Количество проб				
	Северная широта	Восточная долгота	Урез воды	0,5 м	1,0 м	1,5 м	2,0 м
1	45°51.358′	033°29.595′	∞	*	*	*	*
2	45°51.195′	033°28.965′	Ω	Ω	*	*	*
3	45°50.949′	033°28.347′	∞	∞	∞	∞	4
4	45°48.909′	033°24.056′	∞	∞	4	4	●
5	45°47.109′	033°21.251′	*~	*~	*~	*~	*~
6	45°46.130′	033°18.790′	*~	*~	*~	*~	*~
7	45°45.778′	033°17.573′	*~	*~	*~	*~	*~
8	45°45.778′	033°17.573′	*~	*~	*~	*~	*~
9	45°45.010′	033°14.915′	∞	∞	∞	∞	∞
10	45°45.704′	033°11.445′	∞	∞	∞	∞	∞
11	45°48.184′	033°10.669′	∞	∞	∞	∞	∞
12	45°45.975′	033°09.757′	∞	∞	∞	∞	∞
13	45°43.182′	033°08.390′	∞	∞	∞	∞	∞
14	45°43.113′	033°07.923′	∞	Ω	~	~	●
15	45°43.111′	033°07.733′	∞	Ω	~	~	●
16	45°42.301′	033°04.320′	∞		~	~	●
17	45°41.323′	033°01.567′	∞	4	4	4	●
18	45°40.759′	033°00.645′	Ω	4	–	–	4
19	45°40.444′	032°59.405′	∞	4	4	●	●

Примечание: ∞ - донная растительность отсутствует, * - отмершие листья взморников, ~ - пласты неприкрепленной *Cladophora* spp., Ω - качественные пробы макрофитов, ● – пробы не отбирали, в связи с большой удаленностью от берега.

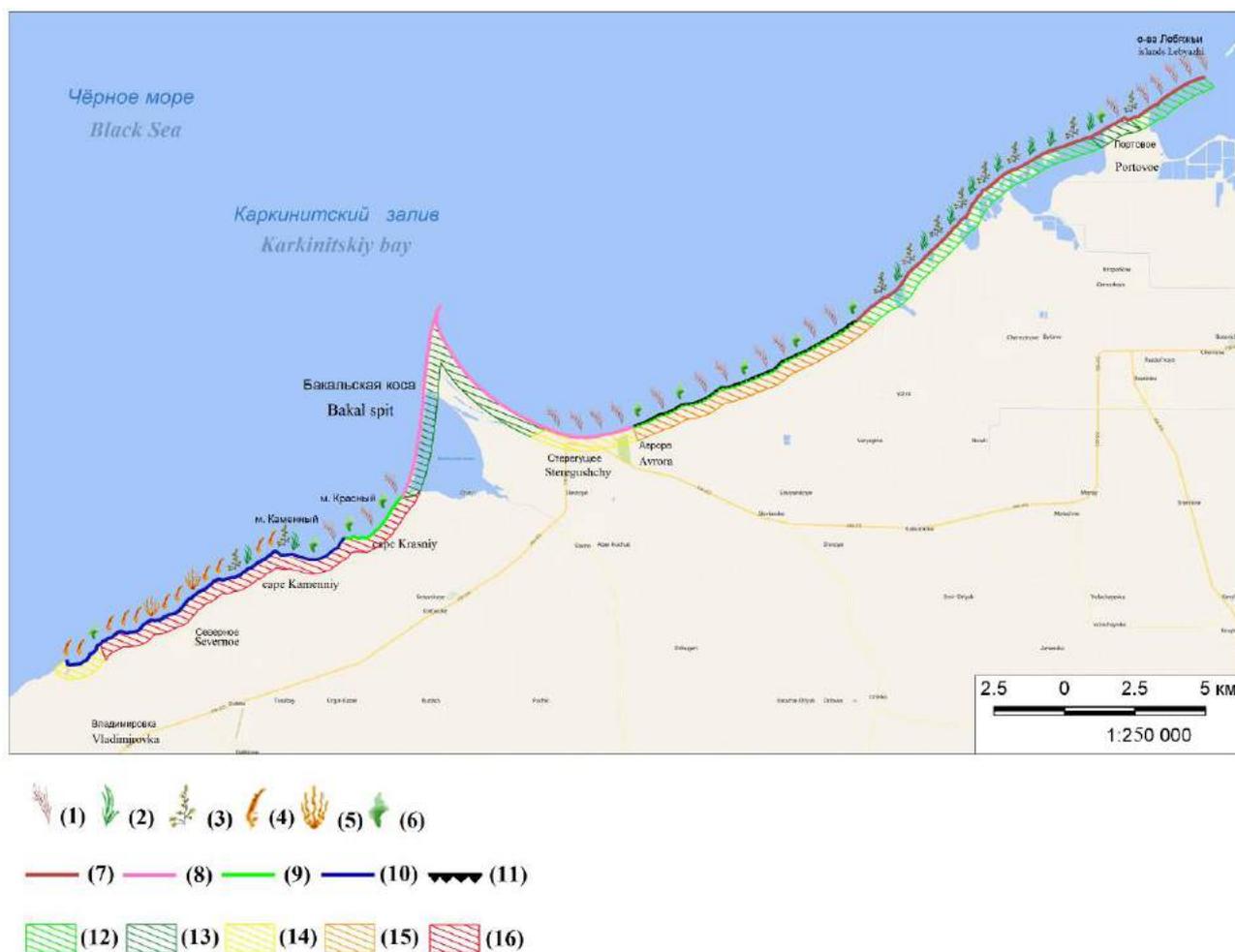


Рисунок А. 2 - Картосхема ландшафтной структуры прибрежной зоны Каркинитского залива

Условные обозначения: Подводные ландшафты слабонаклонной равнины, сложенной песчано-илистыми отложениями с:

1 – отмершими листьями *Zostera marina* и *Z. noltei*; **2** - *Zostera marina*; **3** - *Zostera noltei*; **4** - *Ericaria crinita*; **5** - *Gongolaria barbata*; **6** - *Cladophora albida*.

Тип берега: **7** – аккумулятивный с ветровой осушкой; **8** – причлененное аккумулятивное тело; **9** – абразионно-обвальный в глинистых берегах; **10** – абразионный в полускальных породах; **11** – фитогенные берега;

Тип природопользования: **12** - природоохранный; **13** – природоохранный с рекреацией; **14** – селитебный (сельский) с организованной рекреацией; **15** - сельскохозяйственный; **16** – сельскохозяйственный с неорганизованной рекреацией и специальное (военное)

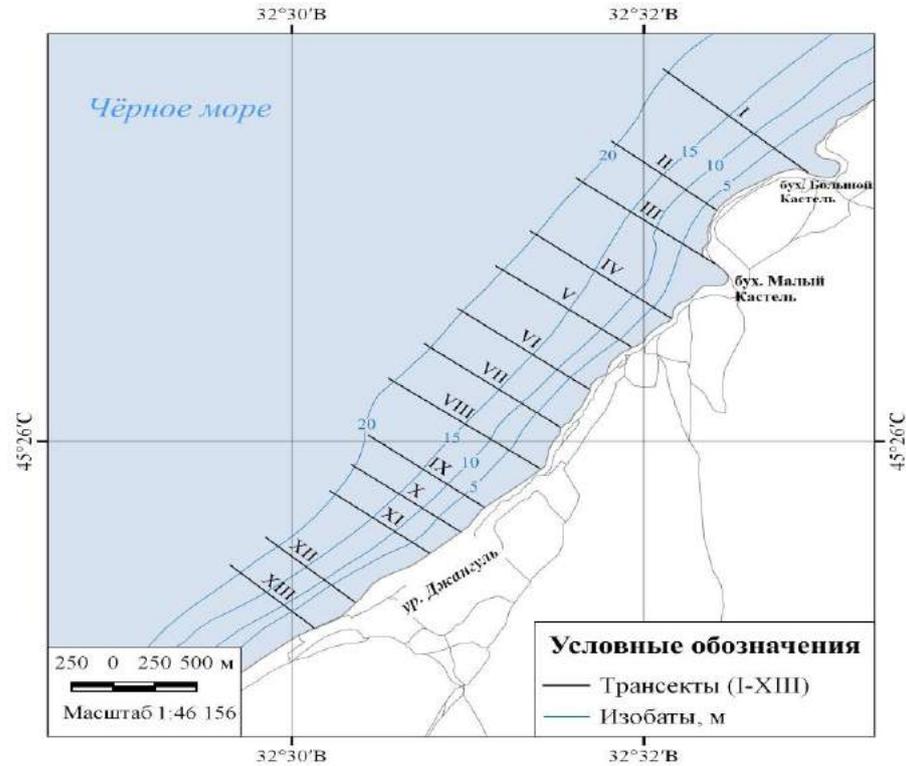
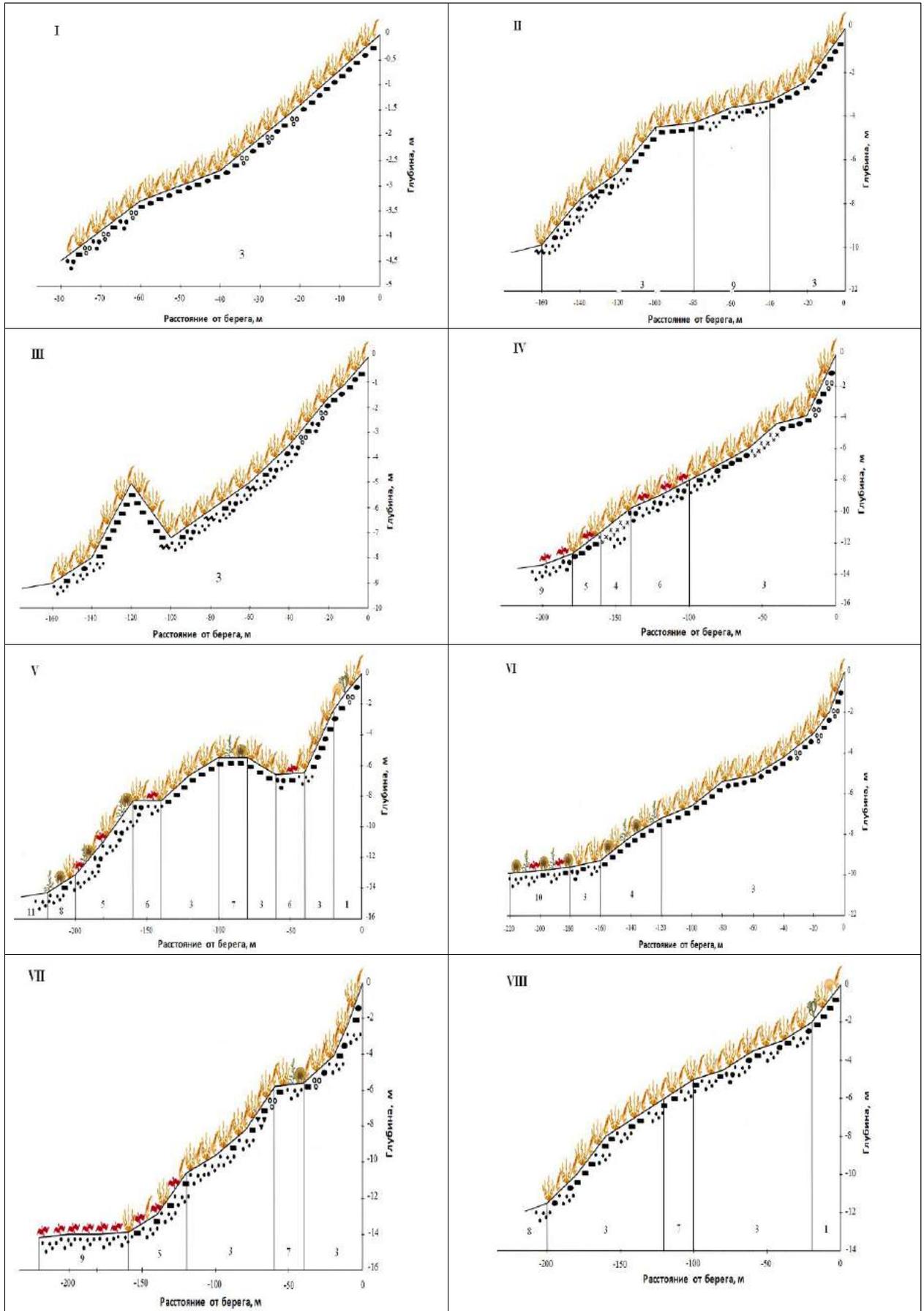


Рисунок Б. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» (2013 г.) (Тарханкутский район) [170]

Таблица Б. 1 – Координаты трансект, диапазон глубин и ширина фитали в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

№ разреза	Координаты		Нижняя граница фитали, м	Расстояние от береговой линии, м
	северная широта	восточная долгота		
I	45 ⁰ 45,654	32 ⁰ 54,620	0,5–9,0	160
II	45 ⁰ 45,533	32 ⁰ 54,111	0,5–9,9	160
III	45 ⁰ 45,678	32 ⁰ 54,498	0,5–3,3	60
IV	45 ⁰ 44,528	32 ⁰ 53,416	0,5–13,4	200
V	45 ⁰ 44,440	32 ⁰ 53,243	0,5–14,3	220
VI	45 ⁰ 44,256	32 ⁰ 53,109	0,5–13,1	200
VII	45 ⁰ 44,035	32 ⁰ 52,940	0,5–14,2	200
VIII	45 ⁰ 43,737	32 ⁰ 52,586	0,5–11,5	200
IX	45 ⁰ 43,616	32 ⁰ 52,355	0,5–12,5	200
X	45 ⁰ 43,472	32 ⁰ 52,003	0,5–8,0	120
XI	45 ⁰ 43,243	32 ⁰ 51,754	0,5–10,8	140
XII	45 ⁰ 41,449	32 ⁰ 49,436	0,5–16,7	180
XIII	45 ⁰ 40,845	32 ⁰ 49,034	0,5–14,1	220



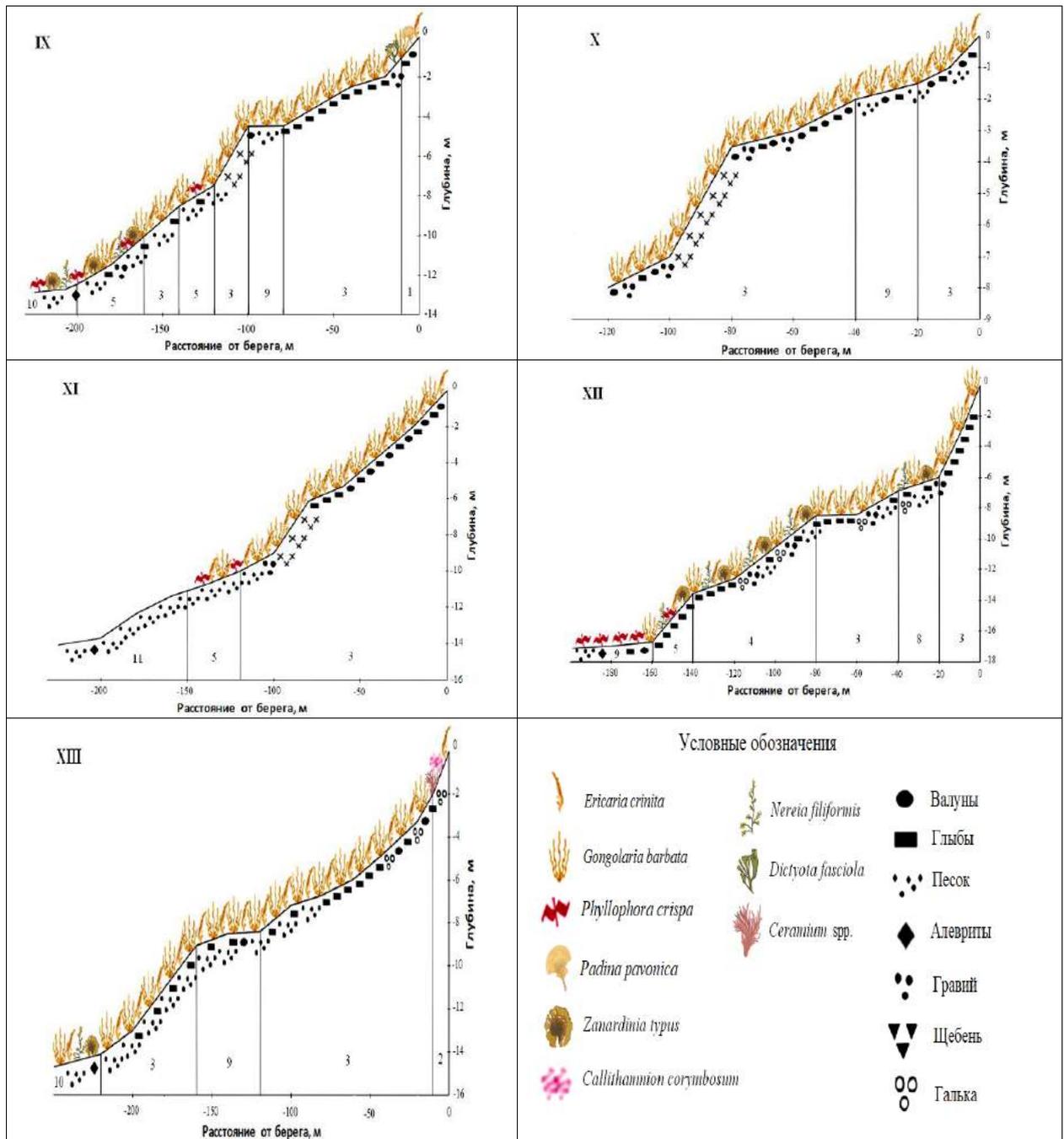


Рисунок Б. 2 – Ландшафтные профили в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице А. 1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

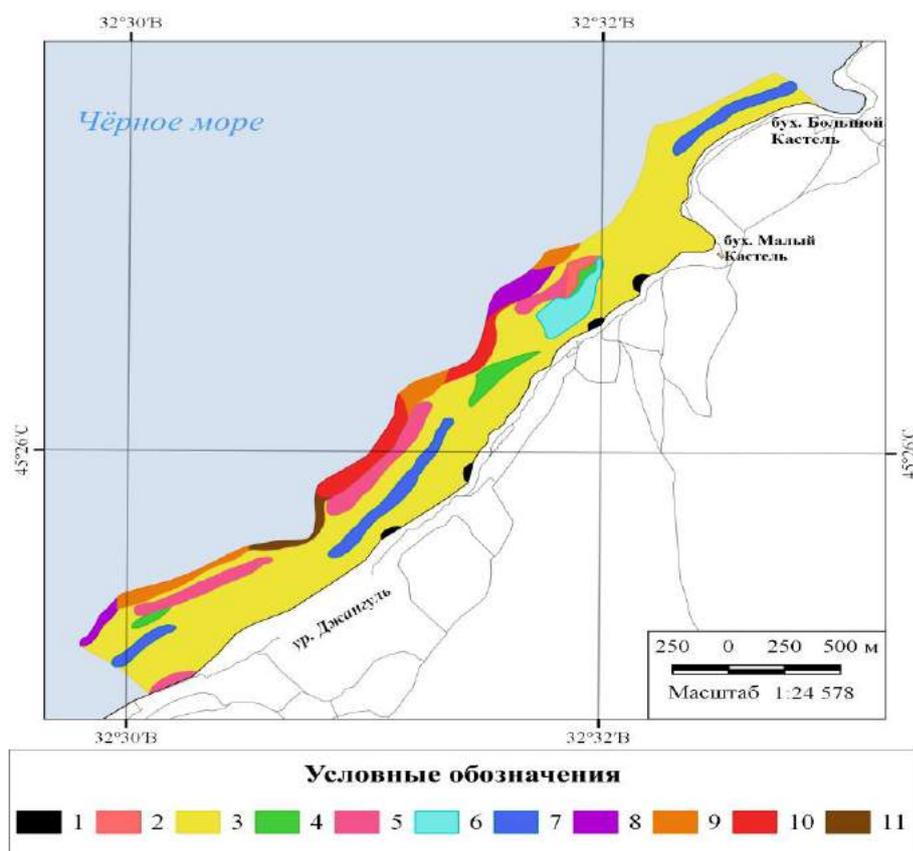


Рисунок Б. 3 - Картосхема ландшафтной структуры прибрежной зоны памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» [170]

Условные обозначения:

Валуново-глыбовый бенч: 1 – с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей; 2 – с мозаичным произрастанием видов церамиума и каллитамниума щитковидного.

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями: 3 – где доминируют ерикария косматой и гонголария бородатой; 4 – с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием занардинии типичной и нерейи нитевидной; 5 – с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием занардинии типичной, нерейи нитевидной и с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая (прикрепленная форма).

Подводная абразионно-оползневая терраса, сложенная песчано-гравийными отложениями: 6 – с выраженными рифелями с доминированием филлофоры курчавой (прикрепленная форма), и с отдельно стоящими глыбами, где преобладают ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 7 - с глыбовым навалом, где доминируют ерикарии косматой и гонголарии бородатой и мозаичным произрастанием занардинии типичной и нерейи нитевидной.

Слабонаклонной равнины, сложенной псаммитовыми отложениями: 8 – с отдельными глыбами, на которых преобладают ерикария косматая и гонголария бородатая и мозаично произрастают занардиния типичная и нерейя нитевидная; 9 - с гравийно-песчаными отложениями с рифелями, где доминирует филлофора курчавая (неприкрепленная форма); 10 – с незначительной долей битой ракуши и гальки с рифелями с преобладанием филлофоры курчавой (неприкрепленная форма), и отдельно расположенными глыбами, где доминируют занардиния типичная и нерейя нитевидная; 11 - с ярко выраженными рифелями, где донная растительность отсутствует.

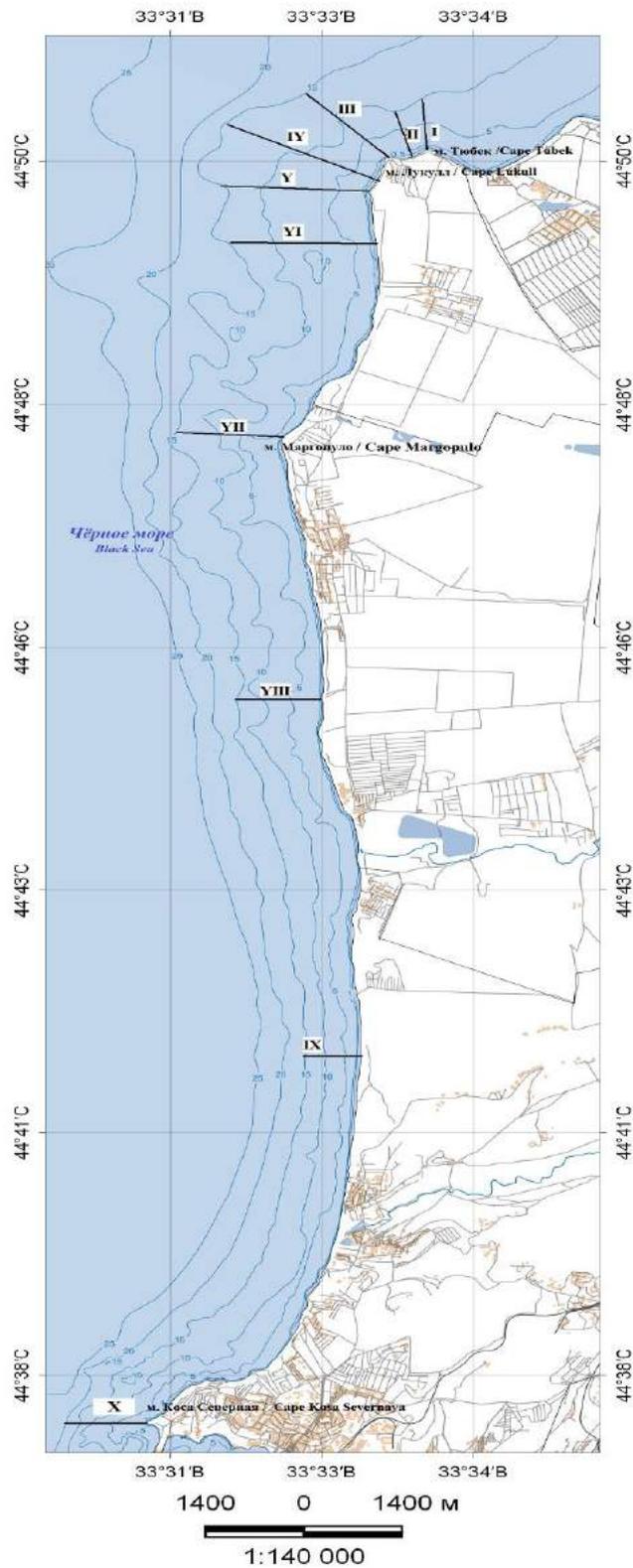
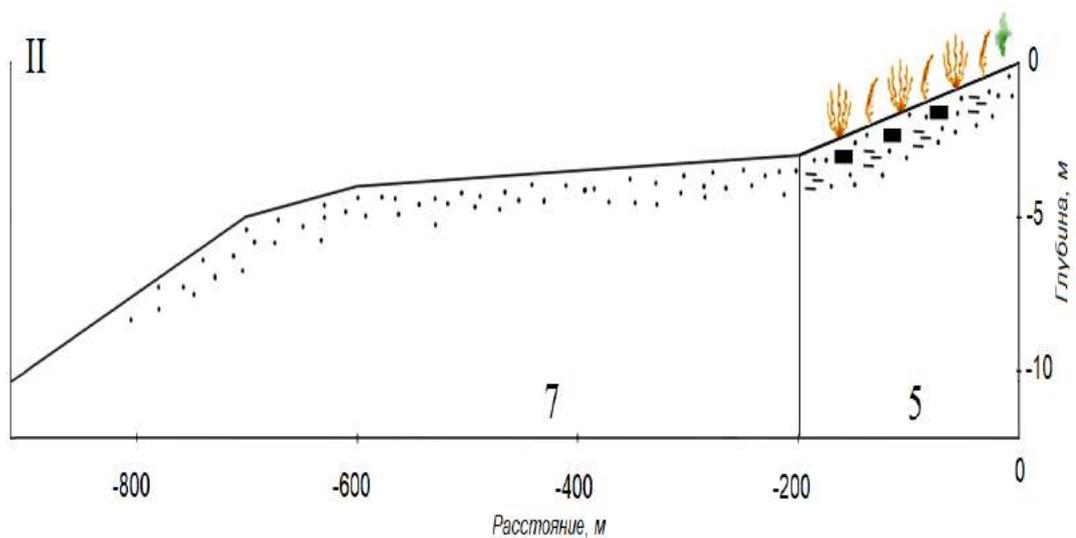
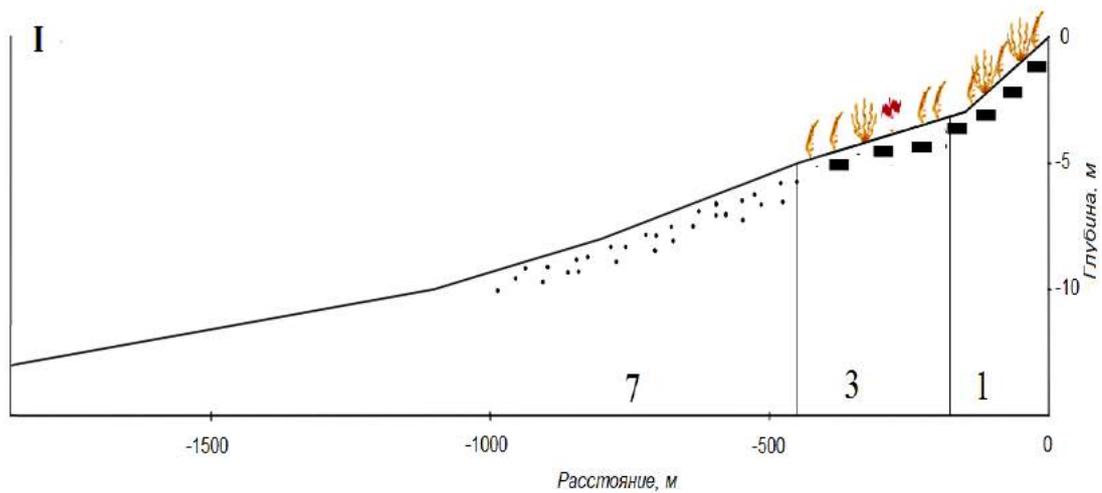
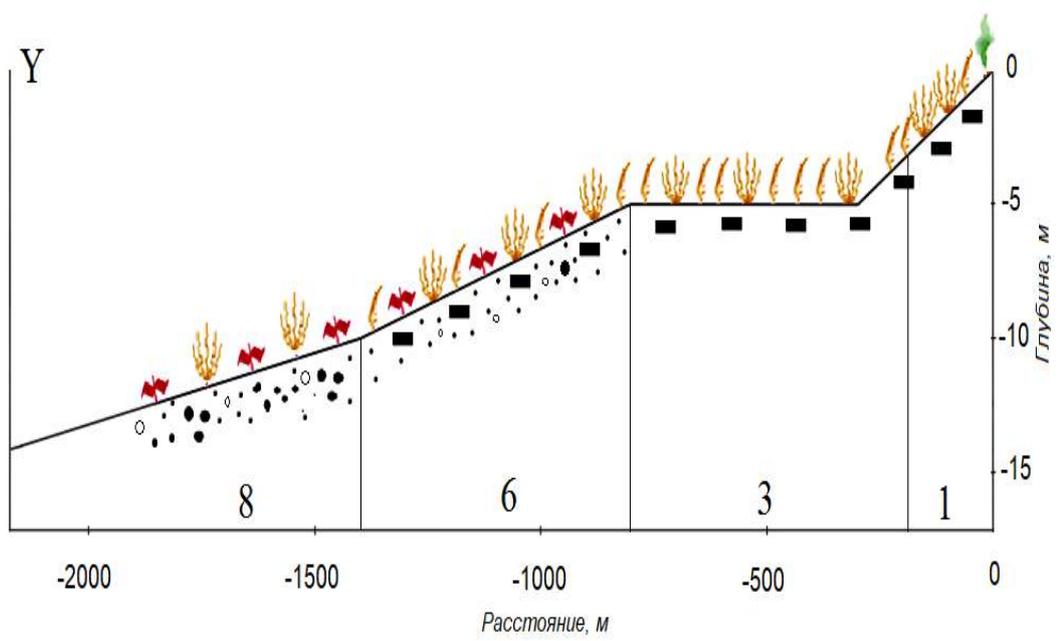
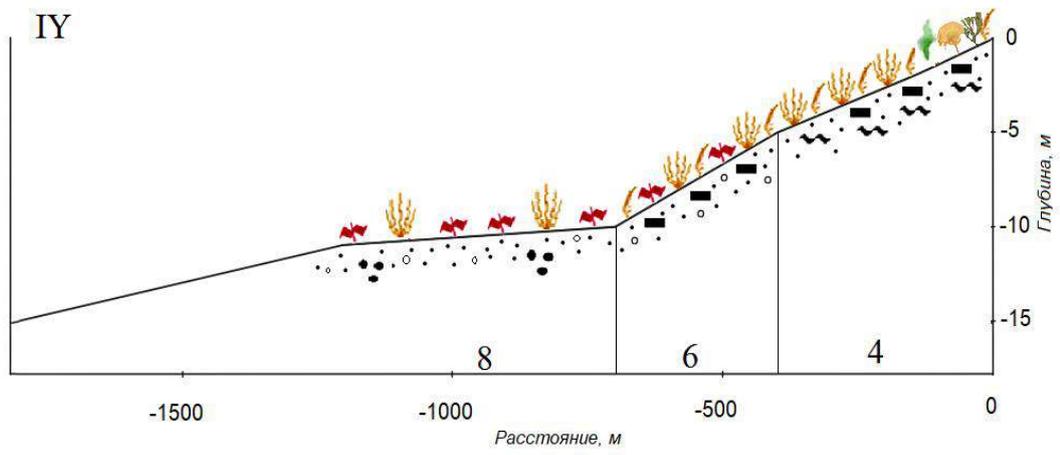
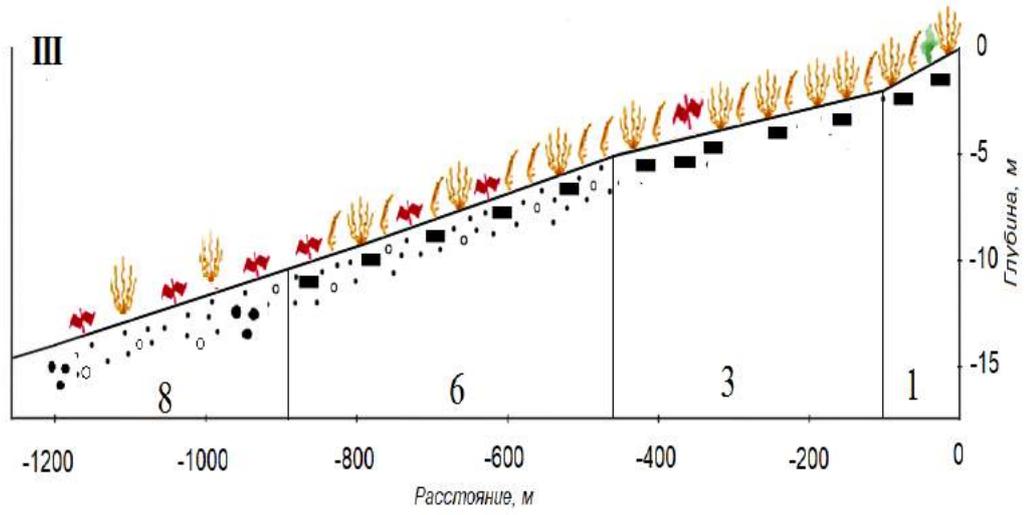


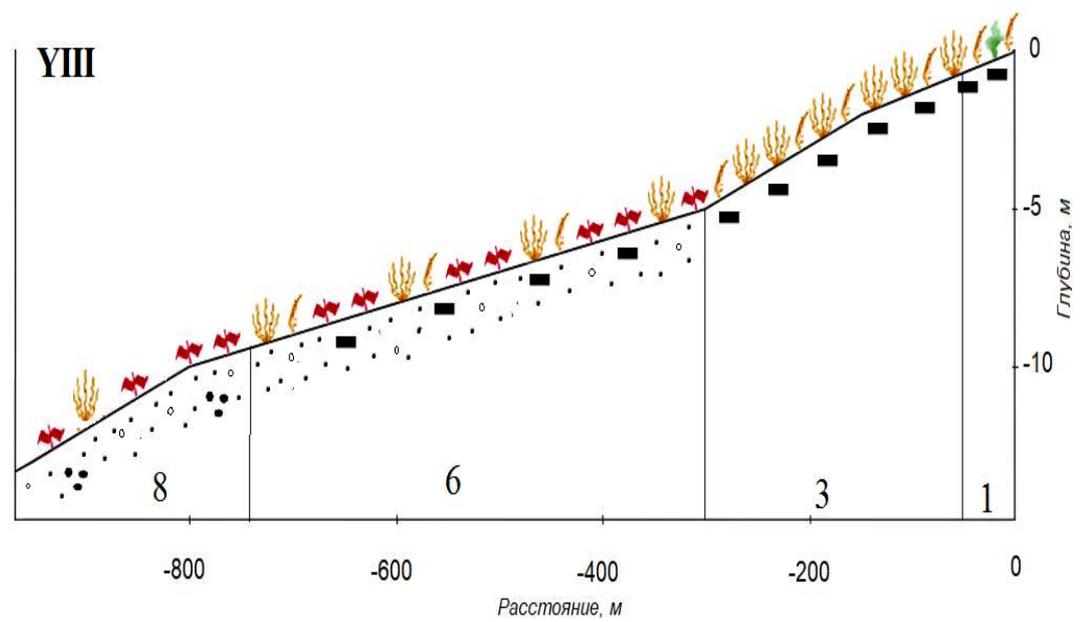
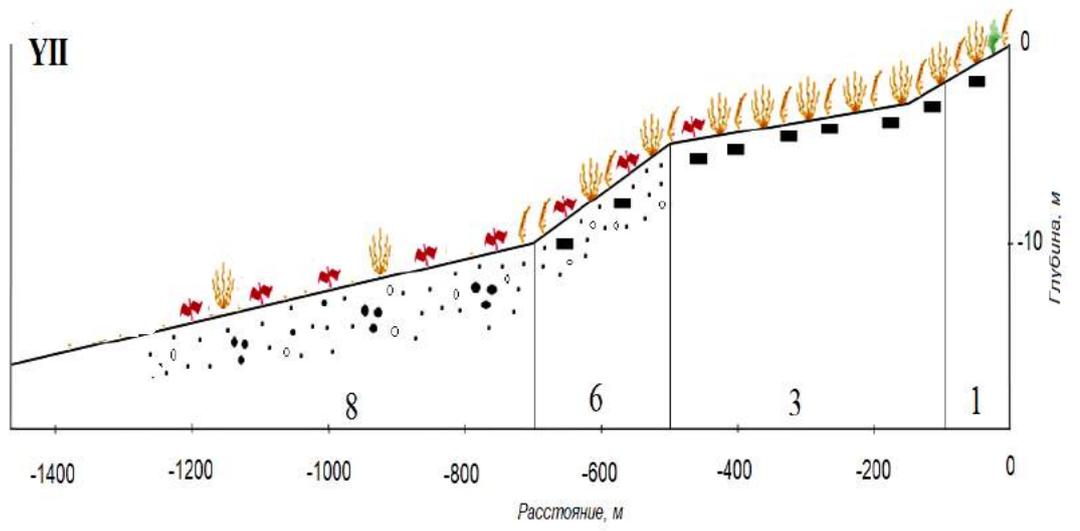
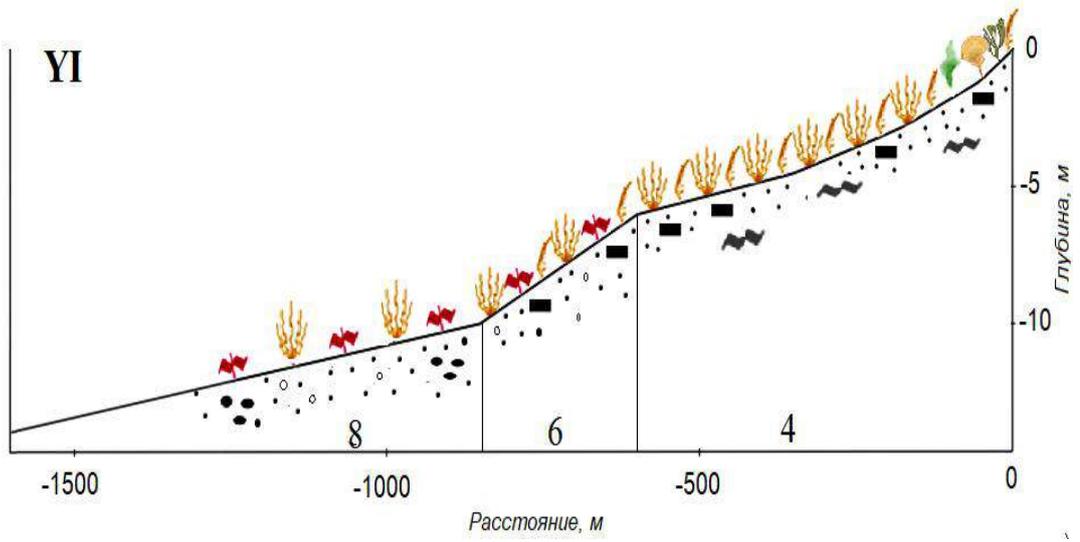
Рисунок В. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей м. Тюбек - м. Коса Северная (Западный район) (2020 г.) [174]

Таблица В. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на профилях западного района (м. Тюбек - м. Коса Северная)

№	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	восточная долгота		
I	44°50.483'	033°33.642'	0,5–5	450
II	44°50.381'	033°33.460'	0,5–5	700
III	44°50.411'	033°33.274'	0,5–10	850
IV	44°50.268'	033°33.412'	0,5–10	700
V	44°50.061'	033°32.996'	0,5–15	1400
VI	44°49.972'	033°33.043'	0,5–15	1600
VII	44°47.383'	033°32.115'	0,5–15	1450
VIII	44°45.225'	033°32.758'	0,5–15	950
IX	44°42.878'	033°32.665'	0,5–10	550
X	44°38.305'	033°31.440'	0,5–15	160







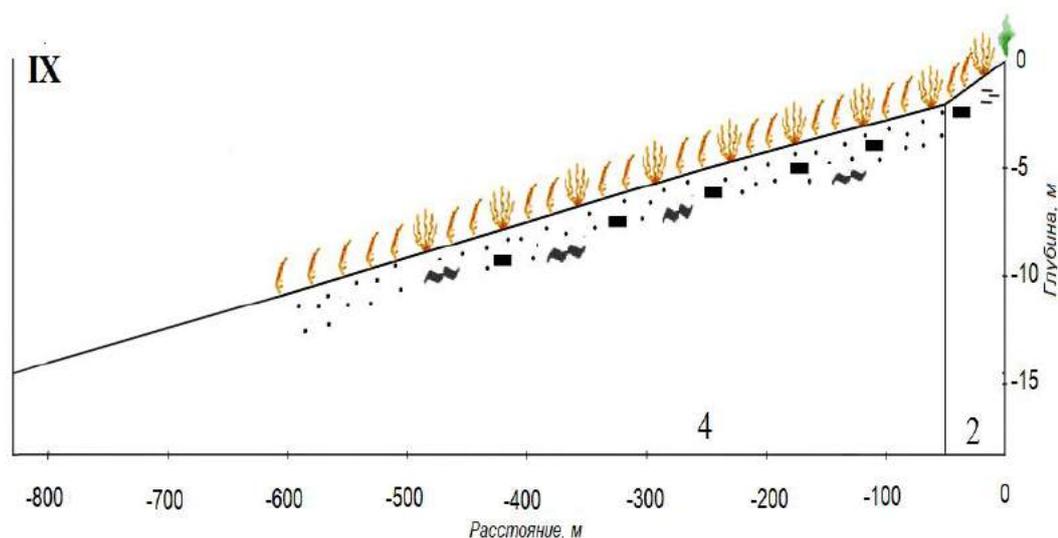


Рисунок В. 2 – Ландшафтные профили западного района (м. Тюбек – м. Коса Северная)

Условные обозначения: – *Ulva intestinalis*, – *Ericaria crinita*, – *Gongolaria barbata*, – *Padina pavonica*, – *Dictyota fasciola*, – *Phyllophora crispa* ■ – глыбы и валуны, – песок, – битая ракуша, – глины, – гравий, – мелкие знаки ряби (рифели)

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице А. 1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – глинисто-песчаный бенч с навалом валунов и глыб, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями, лишенный донной растительности с мелкими знаками ряби (рифели) (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая или падины павлинья и диктиоты ленточной); 5 – подводный склон, сложенный илесто-песчаными отложениями, лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая); 6 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 7 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 8 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая

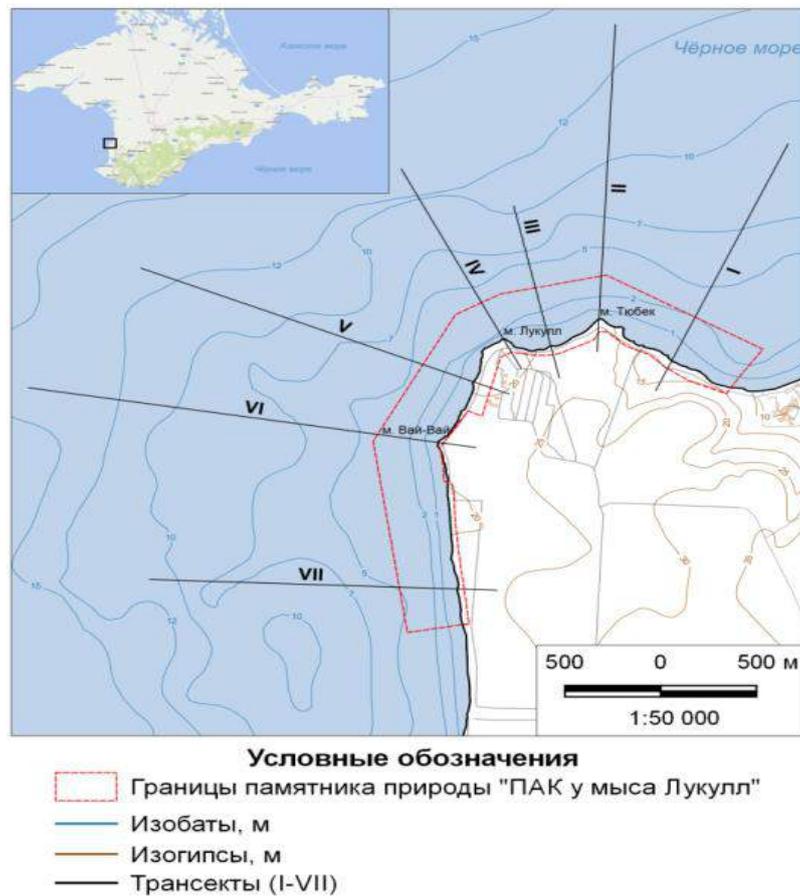
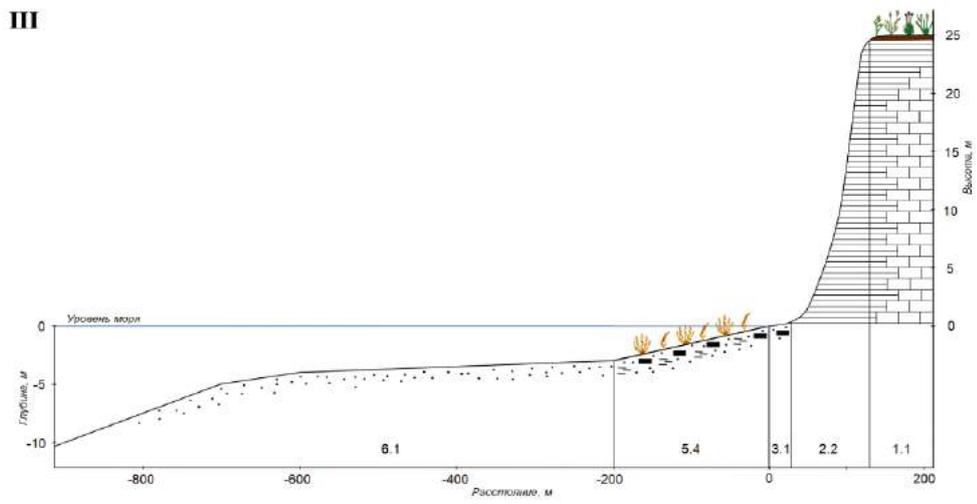
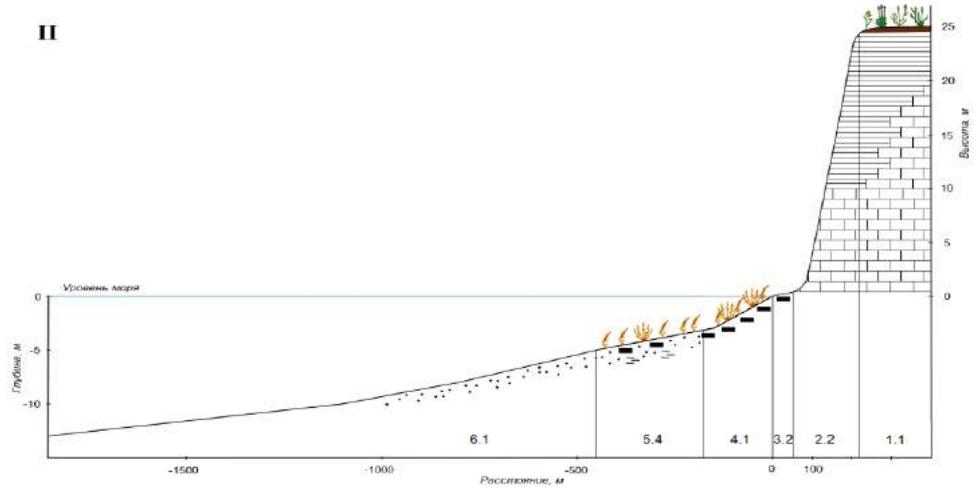
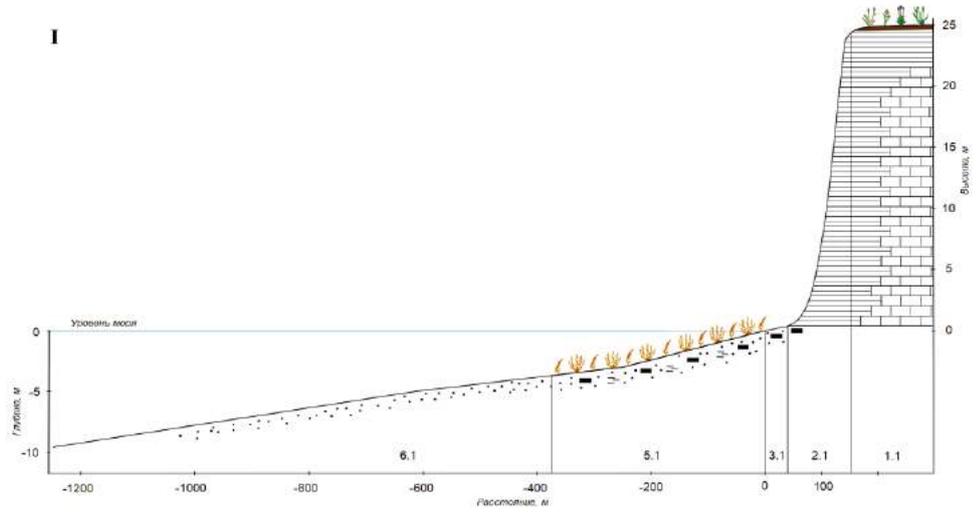


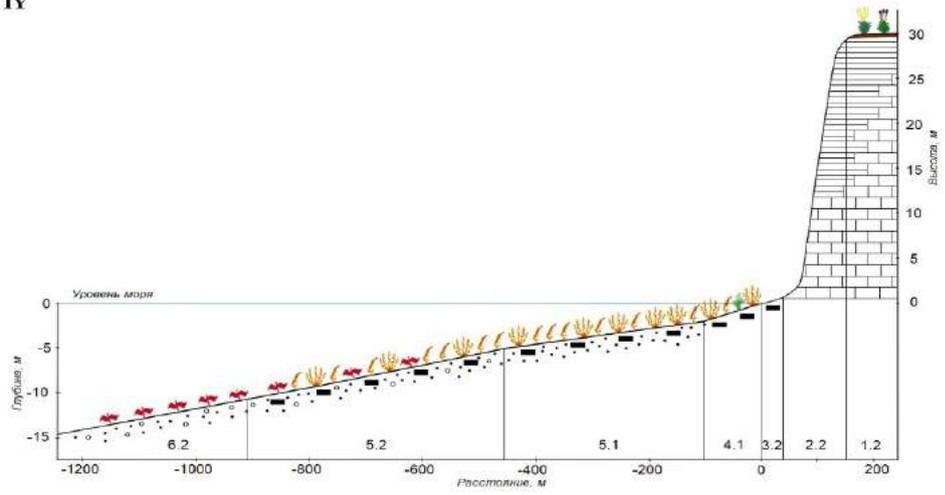
Рисунок Г. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» (Западный район) [168]

Таблица Г. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях памятника природы «ПАК у мыса Лукулл»

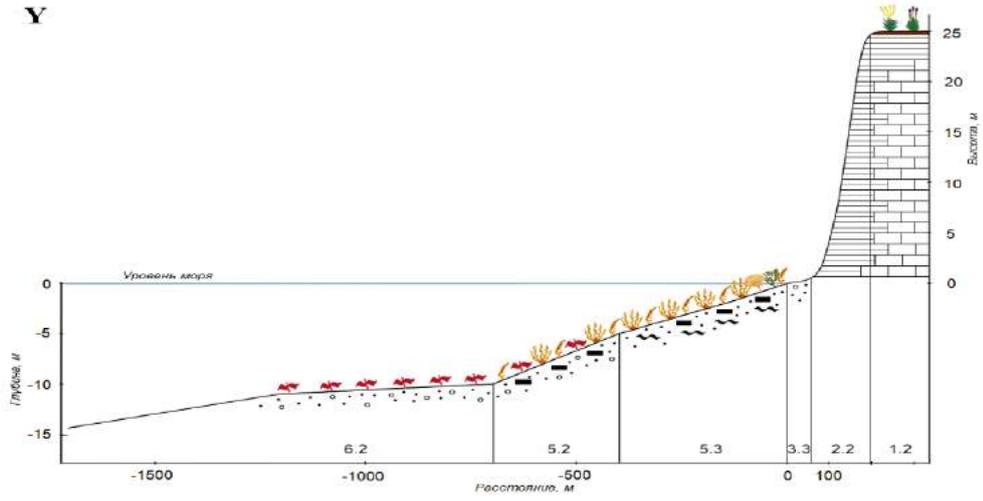
№	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	Восточная долгота		
I	44°50.265'	033°33.938'	0,5–5	400
II	44°50.483'	033°33.642'	0,5–5	450
III	44°50.381'	033°33.460'	0,5–5	700
IV	44°50.411'	033°33.274'	0,5–10	850
V	44°50.268'	033°33.412'	0,5–10	700
VI	44°50.061'	033°32.996'	0,5–15	1400
VII	44°49.972'	033°33.043'	0,5–15	1600



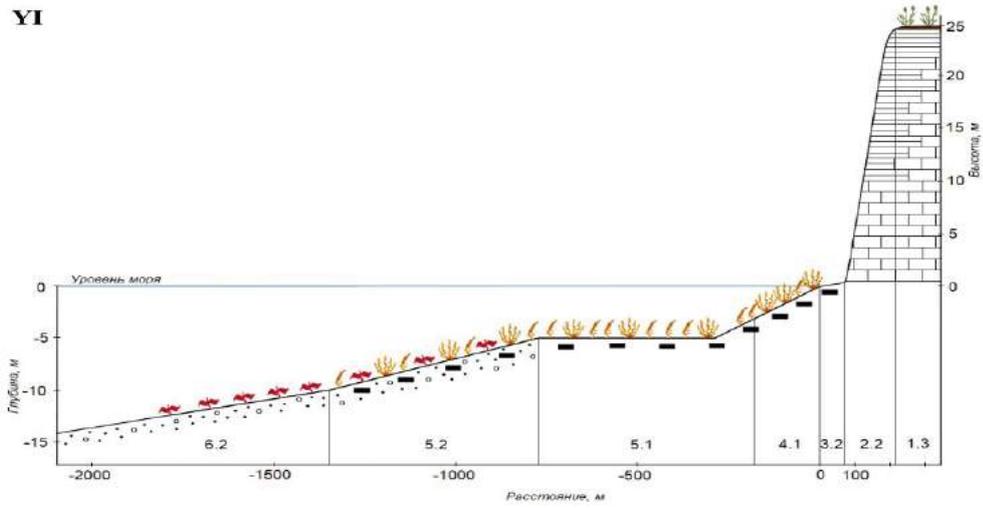
IV



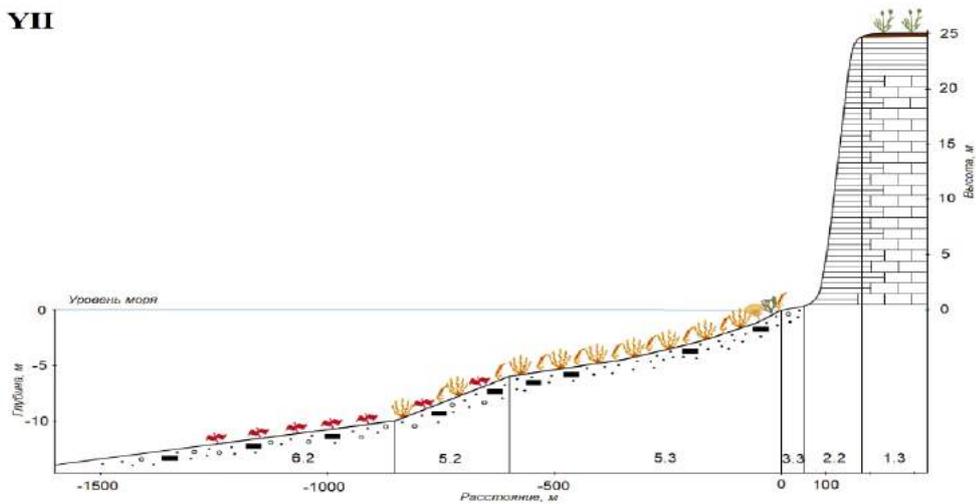
V



VI



VII



Условные обозначения

Донные отложения	Горные породы	Почвы	Наземная растительность	Донная растительность
■ Глыбы	▬ Глины	■ Коричневые	<i>Bromopsis cappadocica</i>	<i>Carpodesmia crinita</i>
● Пески	▬ Известняки		<i>Apropyrum pectiniforme</i>	<i>Treptacantha barbata</i>
▬ Глины			<i>Stipa spp.</i>	<i>Ulva intestinalis</i>
○ Галечник			<i>Festuca valesiaca</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
⚡ Знаки ряби (рифели)			<i>Elytrigia repens</i>	<i>Dictyota fasciola</i>
				<i>Padina pavonica</i>

Рисунок Г.2 – Ландшафтные профили памятника природы «ПАК у мыса Лукулл»

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице Г.1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

Условные обозначения:

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – денудационно-эрозионных равнин, сложенных четвертичными и глинисто-четвертичными отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями на коричневых почвах.

Урочища: 1.1 – водораздельно-останцовых равнин с эгилопсово-типчачковыми и кострово-пырейными степями; 1.2 – водораздельно-склоновых равнин с житняковой и ковыльно-типчачковой степью; 1.3 – водораздельно-склоновых равнин с житняковыми степями.

Местность: 2 – активных клифов, выработанных в нижнечетвертичных песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях.

Урочища: 2.1 – активных клифов с интенсивным развитием абразионно-гравитационных и оползневых процессов; 2.2 – активных клифов с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов.

Местность: 3 – естественных пляжей, сложенных песчано-галечными отложениями.

Урочища: 3.1 – песчано-галечниковых пляжей с отдельными глыбами песчаника; 3.2 – глыбового навала; 3.3 – прислоненных песчано-галечниковых пляжей.

Подводные ландшафты:

4.1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой;

5 – подводный склон: 5.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 5.2 – сложенный грубообломочными отложениями где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 5.3 – сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности. На отдельных глыбах доминируют ерикарии косматой и гонголарии бородатой или падина павлинья и диктиота ленточная; 5.4 – сложенный илисто-песчаными отложениями, лишенный донной растительности. На отдельных глыбах доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая.

6 – слабонаклонная равнина: 6.1 – сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 6.2 – сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая.

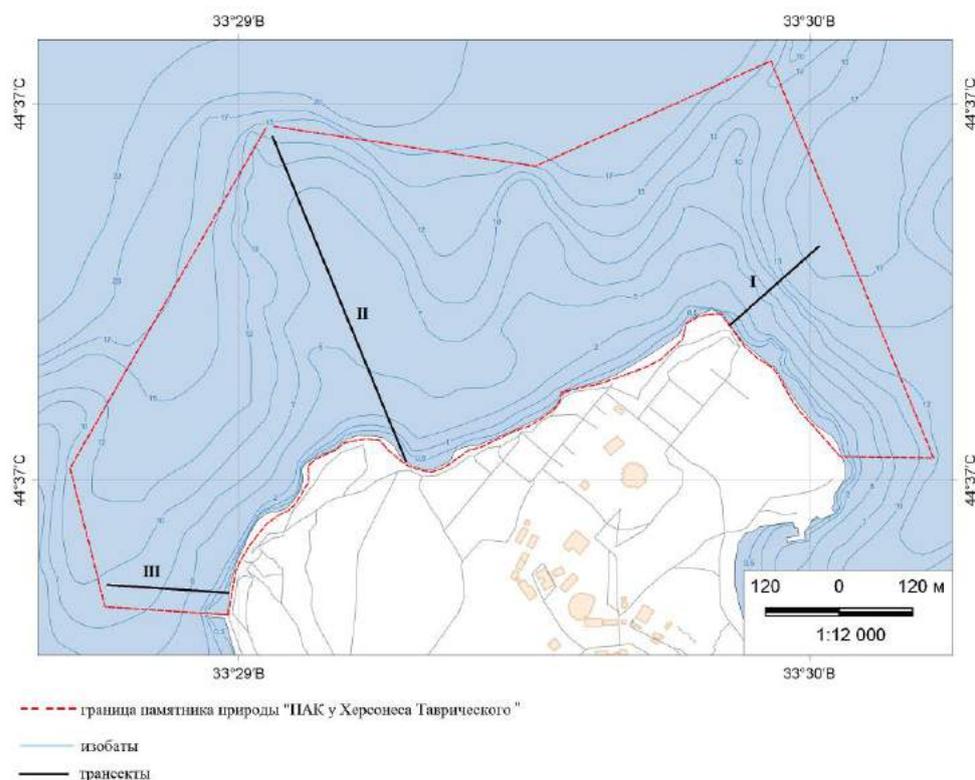
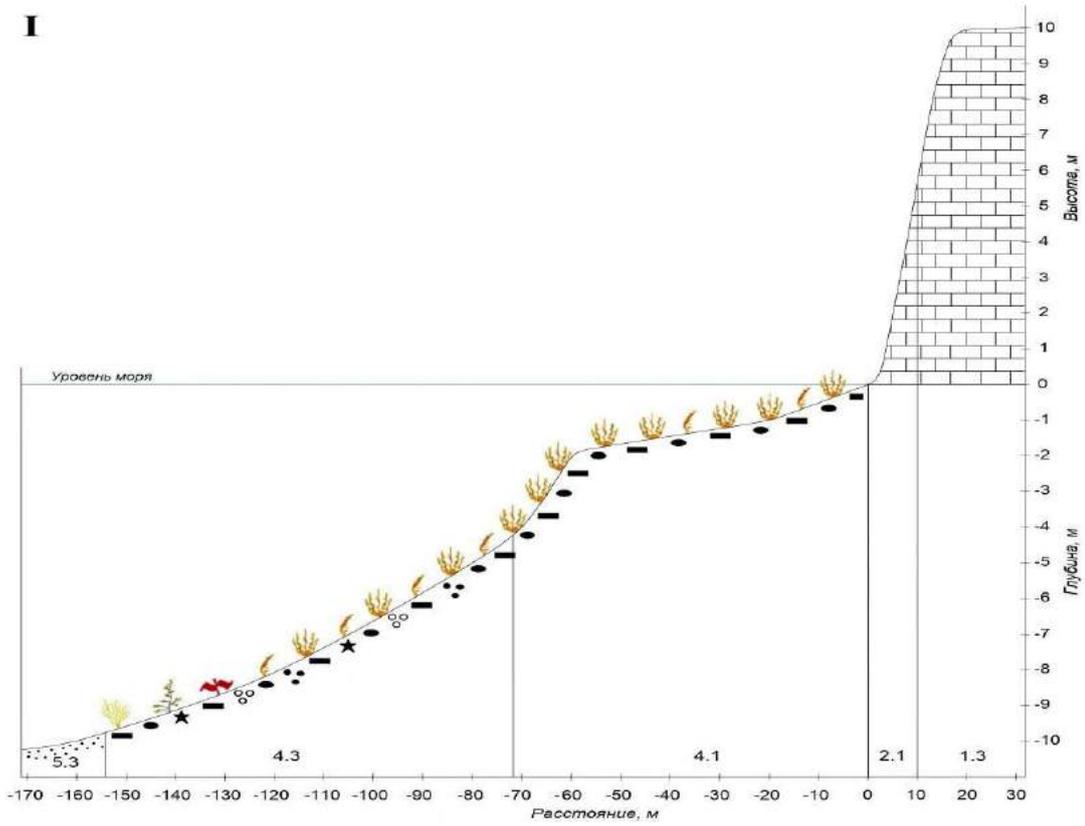


Рисунок Д. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей памятника природы «ПАК у Херсонеса Таврического» (Герacleйский район) (2020 г.) [169]

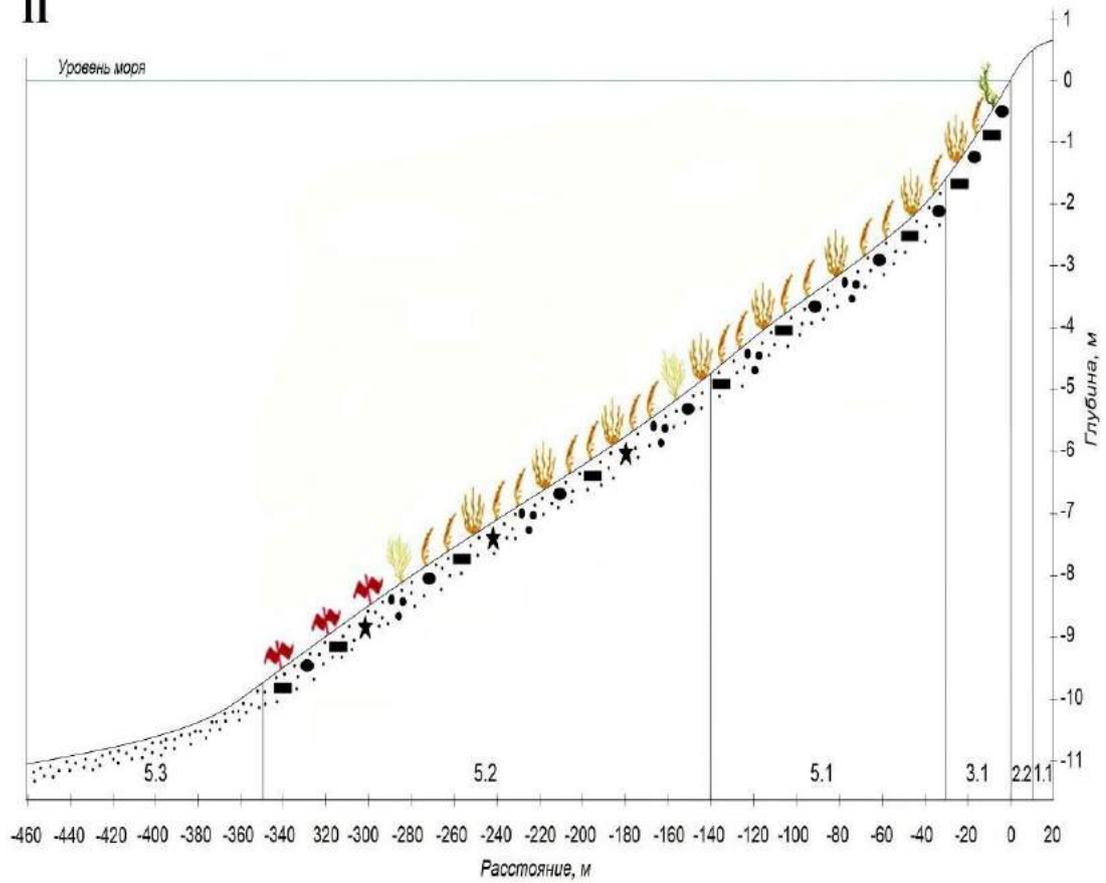
Таблица Д. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на трансектах памятника природы «ПАК у Херсонеса Таврического»

№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	Восточная долгота		
I	44°36.731'	033°29.860'	0,5-10	160
II	44°36.739'	033°29.319'	0,5-10	360
III	44°36.642'	033°29.114'	0,5-10	200

I



II



III

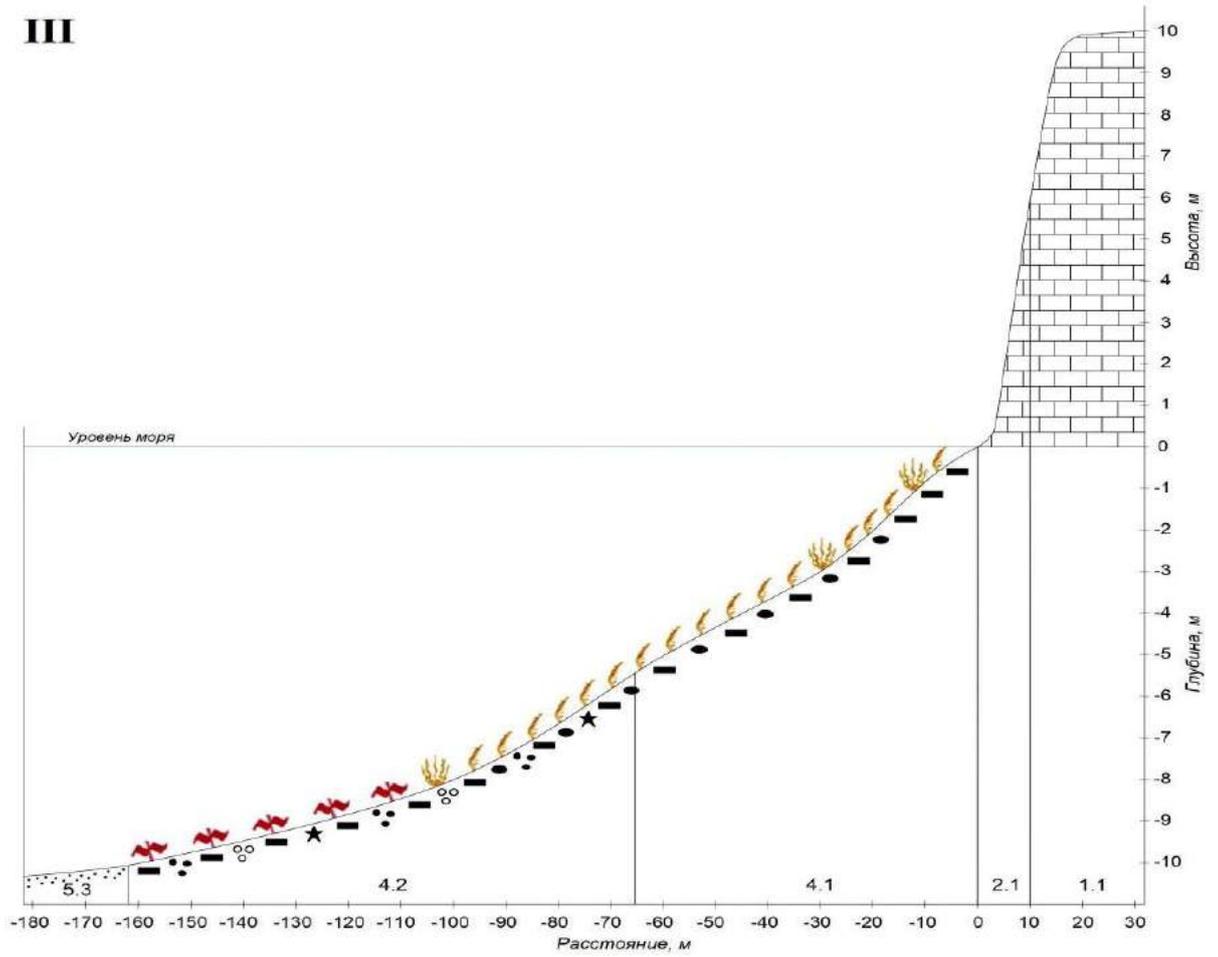


Рисунок Д. 2 – Ландшафтные профили памятника природы «ПАК у Херсонеса Таврического»

Условные обозначения:  – виды рода *Cladophora*,  – *Ericaria crinita*,  – *Gongolaria barbata*,  – *Nereia filiformis*,  – *Stilophora tenella*,  – *Phyllophora crista*,  – глыбы,  – валуны,  – песок,  – битая ракуша,  – галечник,  – гравий,  – известняк

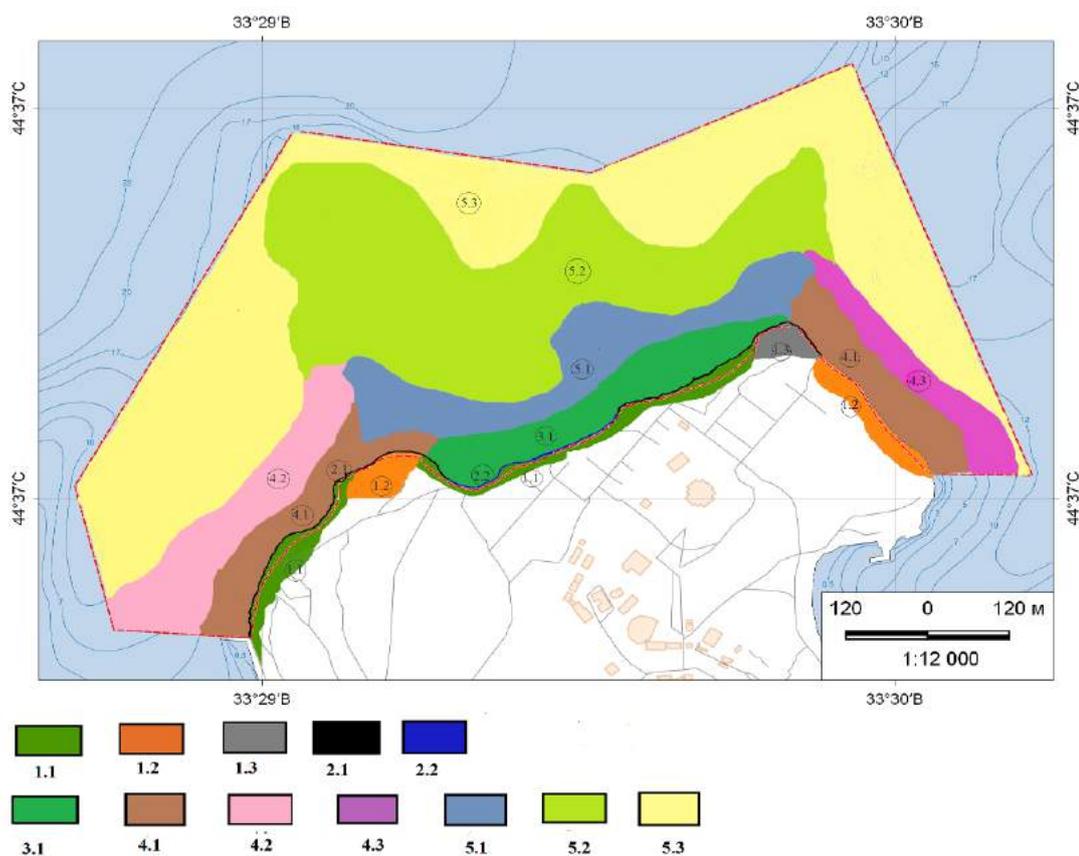


Рисунок Д. 3 – Картосхема ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у Херсонеса Таврического» и прилегающей к нему территории и акватории [169]

Условные обозначения:

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – останцово-денудационные структурные равнины, сложенные известняками меотиса и сармата с сильно преобразованными пырейными, свинойными и костровыми степями на сильно эродированных коричневых почвах.

Урочища: 1 – приморских равнин со свинойно-пырейно-костровыми степями и участием кохии и полыни на сильноэродированных коричневых почвах.

1.1 – приморских широкообразных понижений с пырейной ассоциацией с пятнами свинойра и единичными видами древесной растительности; 1.2 – денудационно-останцовых водоразделов с костровой степью и пятнами кохии; 1.3 – пологих приморских равнин с кострцово-пырейной степью.

Местность: 2 –Клифово-пляжная.

Урочища: 2.1 – склонов с волноприбойными нишами, единичными гротами, пещерами, карнизами; 2.2 – галечниковых пляжей с глыбово-валунными отложениями.

Подводные ландшафты:

3 – глыбово-валунный бенч. 3.1 – с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородастой.

4 – подводный склон. 4.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая; 4.2 – сложенный грубообломочными отложениями где доминируют ерикария косматая и гонголария бородастая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушкой на которых преобладает филлофора

курчавая; 4.3 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая.

5– подводная абразионная терраса. 5.1 – сложенная песчано-гравийными отложениями с глыбовым навалом и выходами коренных пород, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 5.2 – сложенная песчано-гравийными с битой ракушей отложениями, где доминирует филофора курчавая, и с отдельно стоящими глыбами, где преобладают ерикария косматая и гонголария бородатая; 5.3 – сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.

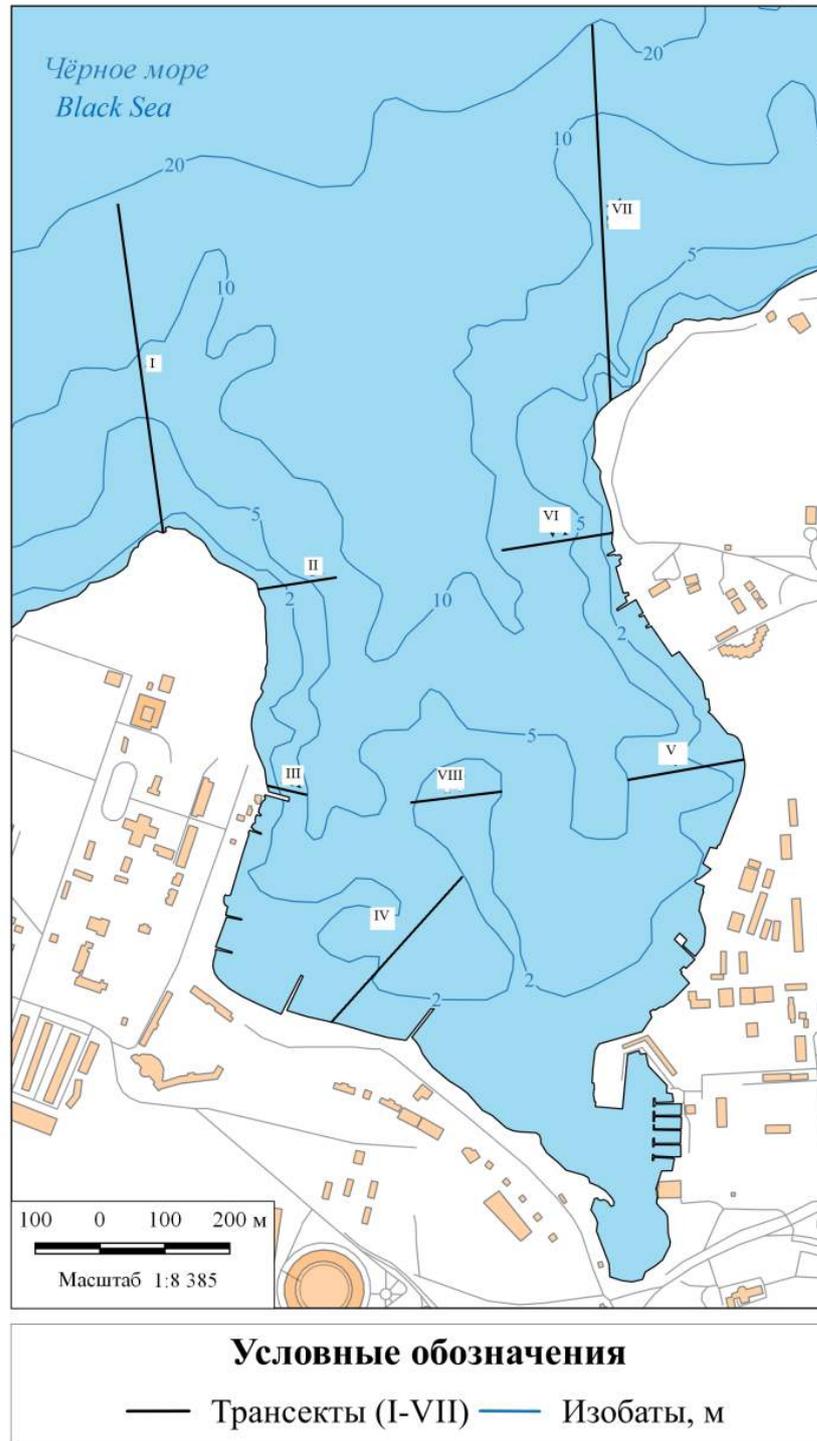
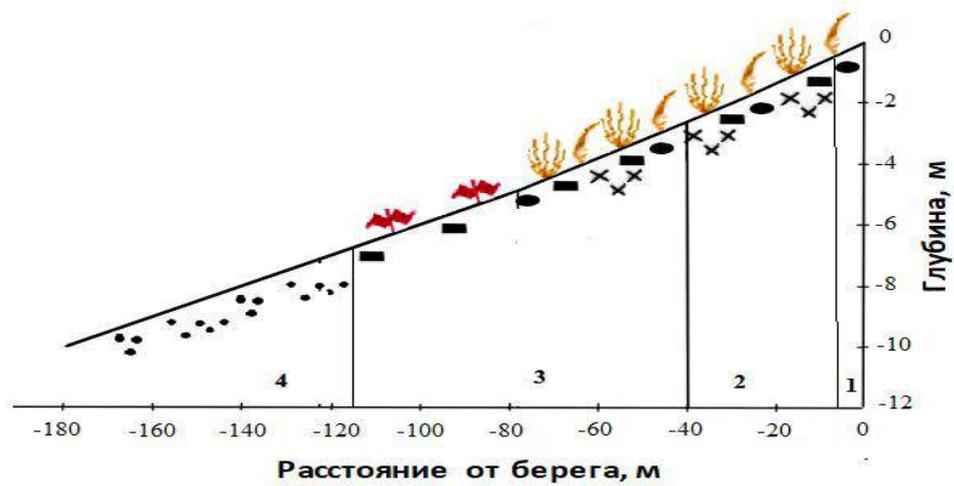


Рисунок Е. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей в б. Круглая (2018 г.) (Герacleйский район) [126]

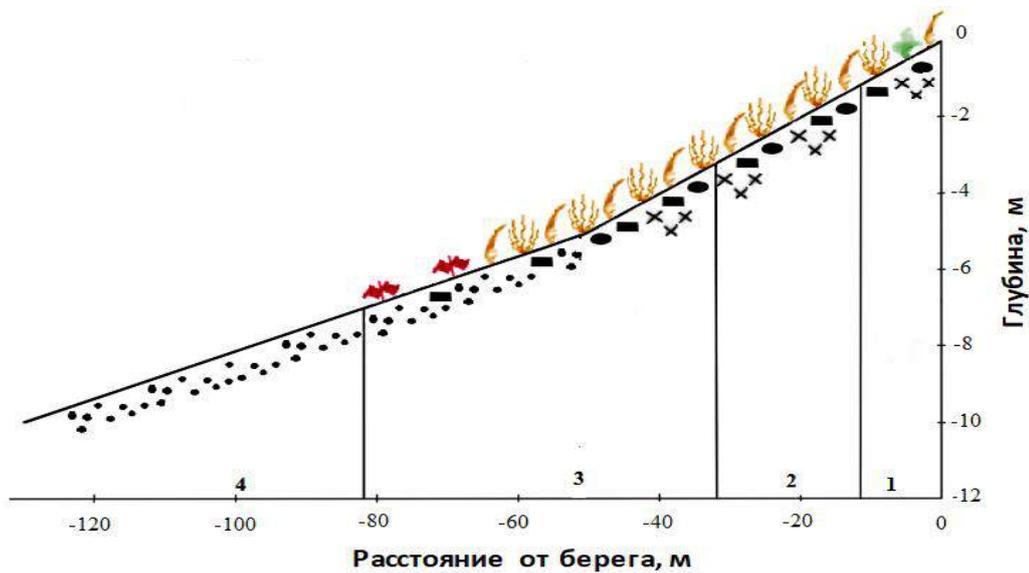
Таблица Е. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях в б. Круглая

№	Координаты		Диапазон глубин, м	
	Северная широта	Восточная долгота	2017–2018 гг.	1977 г.
I	44°36'08"	33°26'13'	0,5–15	0,5–20
II	44°36'16"	33°26'26"	0,5–7(10)	0,5–5
III	44°36'06"	33°26'27"	0,5–5	0,5–5
IV	44°36'54"	33°26'31"	0,5–2,5(3)	–
V	44°36'01"	33°26'57"	0,5–5	0,5–5
VI	44°36'22"	33°26'51"	0,5–7(10)	0,5–10
VII	44°36'25"	33°27'02"	0,5–10	0,5–20
VIII	44°36'06"	33°26'41"	0,5–1	0,5–1

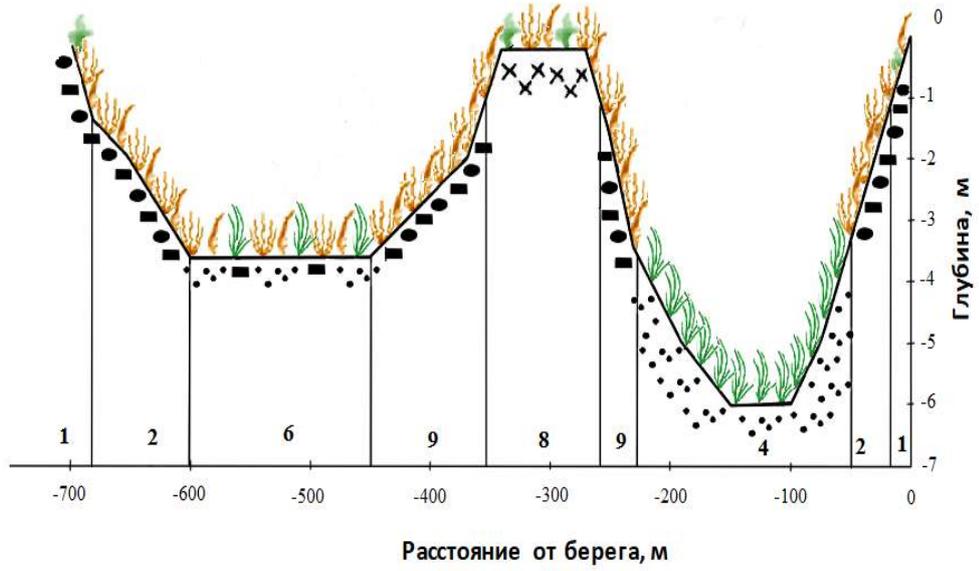
I



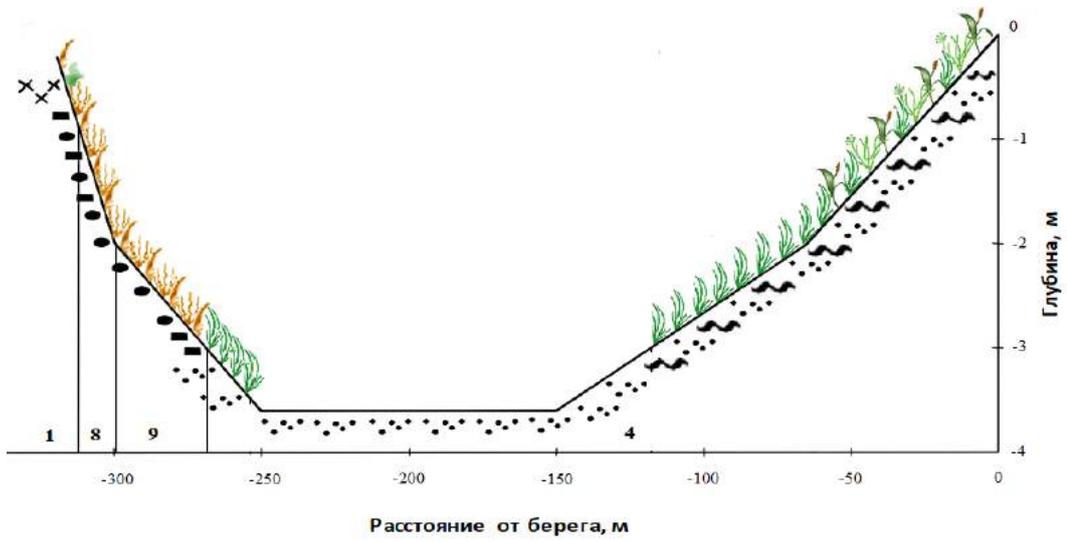
II



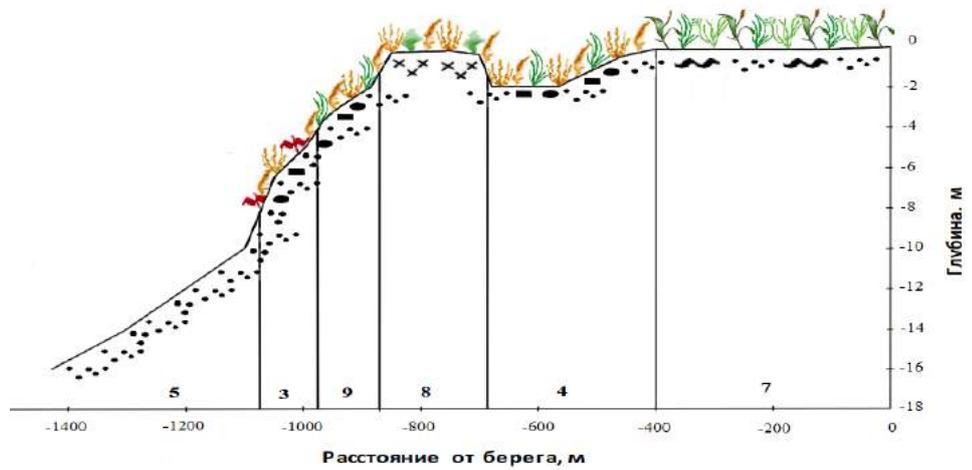
III



IV



V



Условные обозначения:

	<i>Ericaria crinita</i>		Валуны
	<i>Gongolaria barbata</i>		Глыбы
	<i>Phyllophora crispa</i>		Гравий
	<i>Ulva rigida</i>		Песок
	<i>Ruppia cirrhosa</i>		Ил
	<i>Zostera noltii</i>		Выходы коренных пород
	<i>Zostera marina</i>		

Рисунок Е. 2 – Ландшафтные профили б. Круглая

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице Е. 1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунная отмостка и выходы коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 4 – слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными донными осадками, где доминирует взморник Нольта; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная песчано-глинистыми отложениями с господством сообщества морских трав (взморника Нольта и рдеста гребенчатого); 6 – слабонаклонная равнина, сложенная песчано-гравийными отложениями, лишенная донной растительности; 7 – слабонаклонная равнина с выходами коренных пород, где разреженно встречаются ерикария косматая и гонголария бородатая, а на песчано-илистом субстрате единично произрастает взморник Нольта; 8 – слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями с деградированным сообществом макрофитов; 9 – вершина подводной гряды с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 10 – подводные склоны гряды, сложенные грубообломочными отложениями с выходами коренных пород с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой.

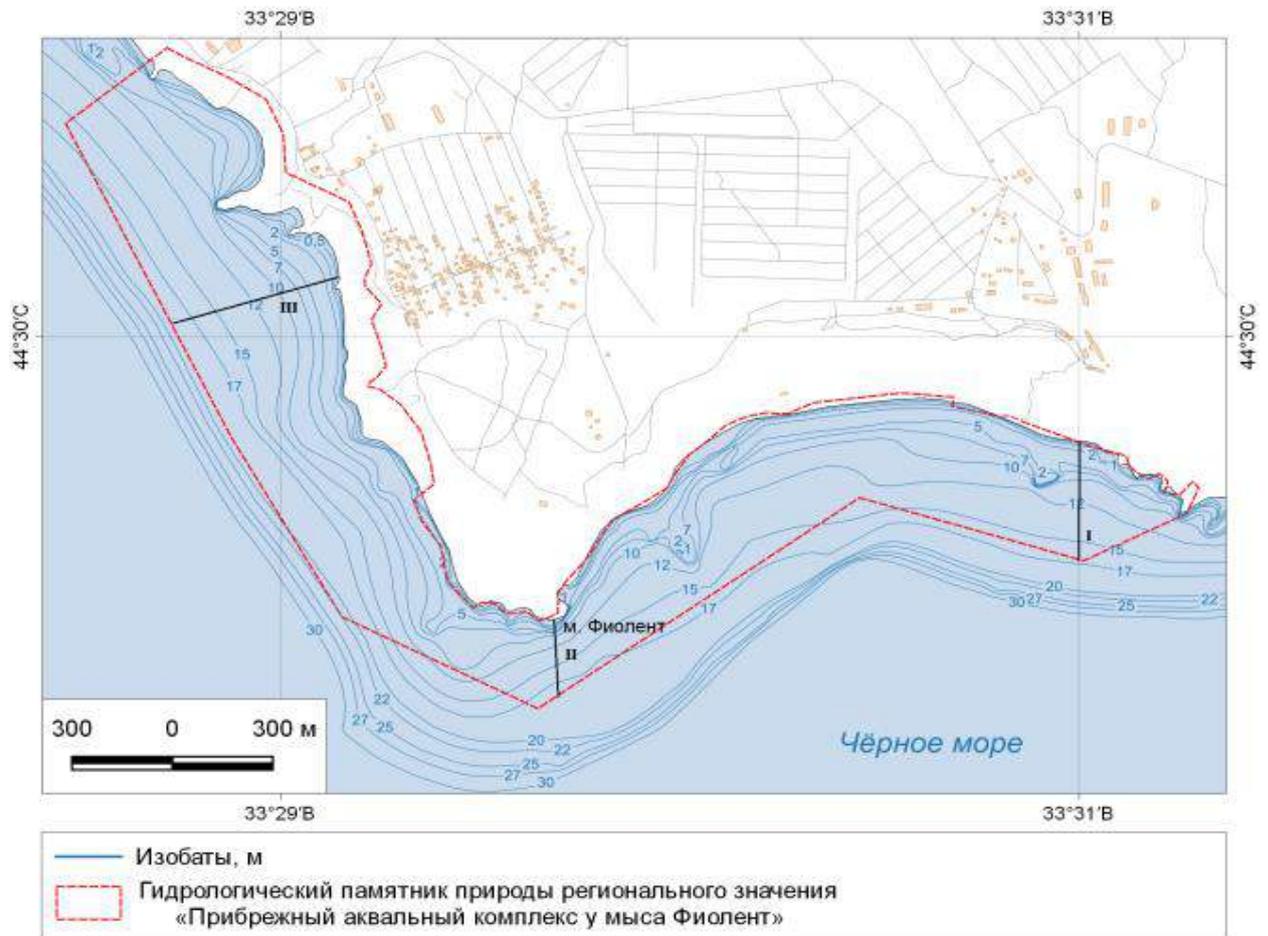
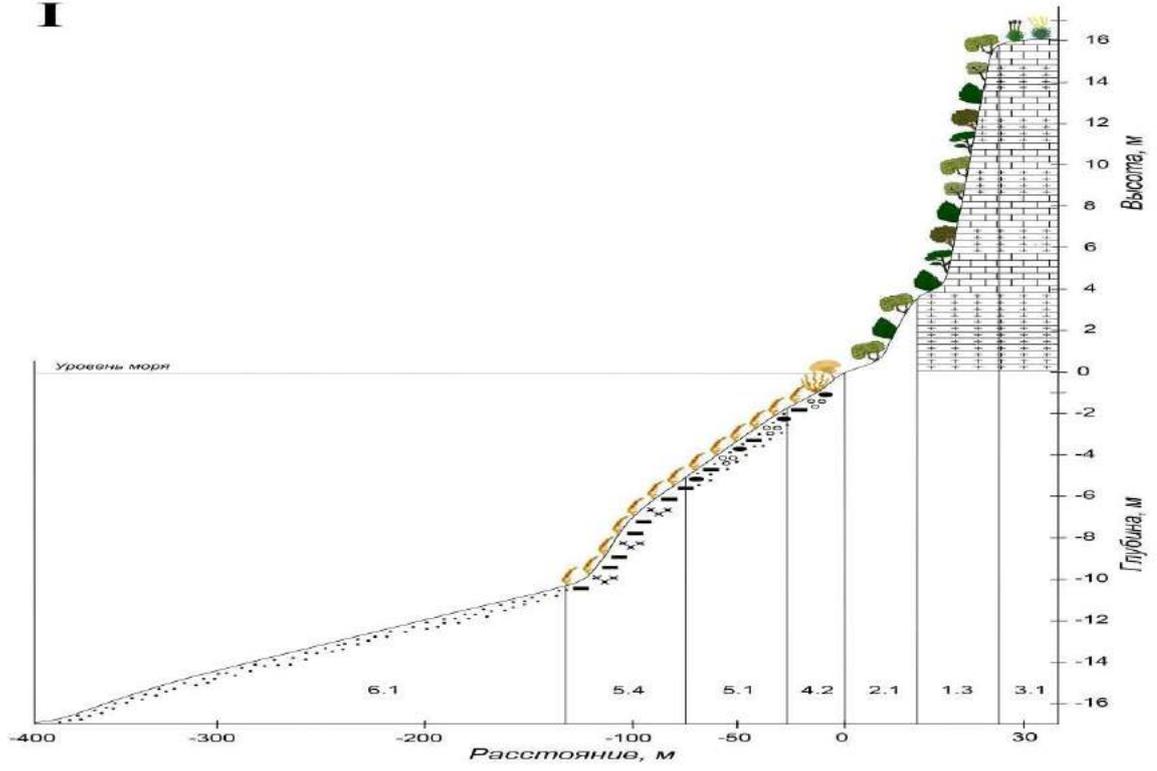


Рисунок Ё. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» (2021 г.) (Герacleйский район) [173]

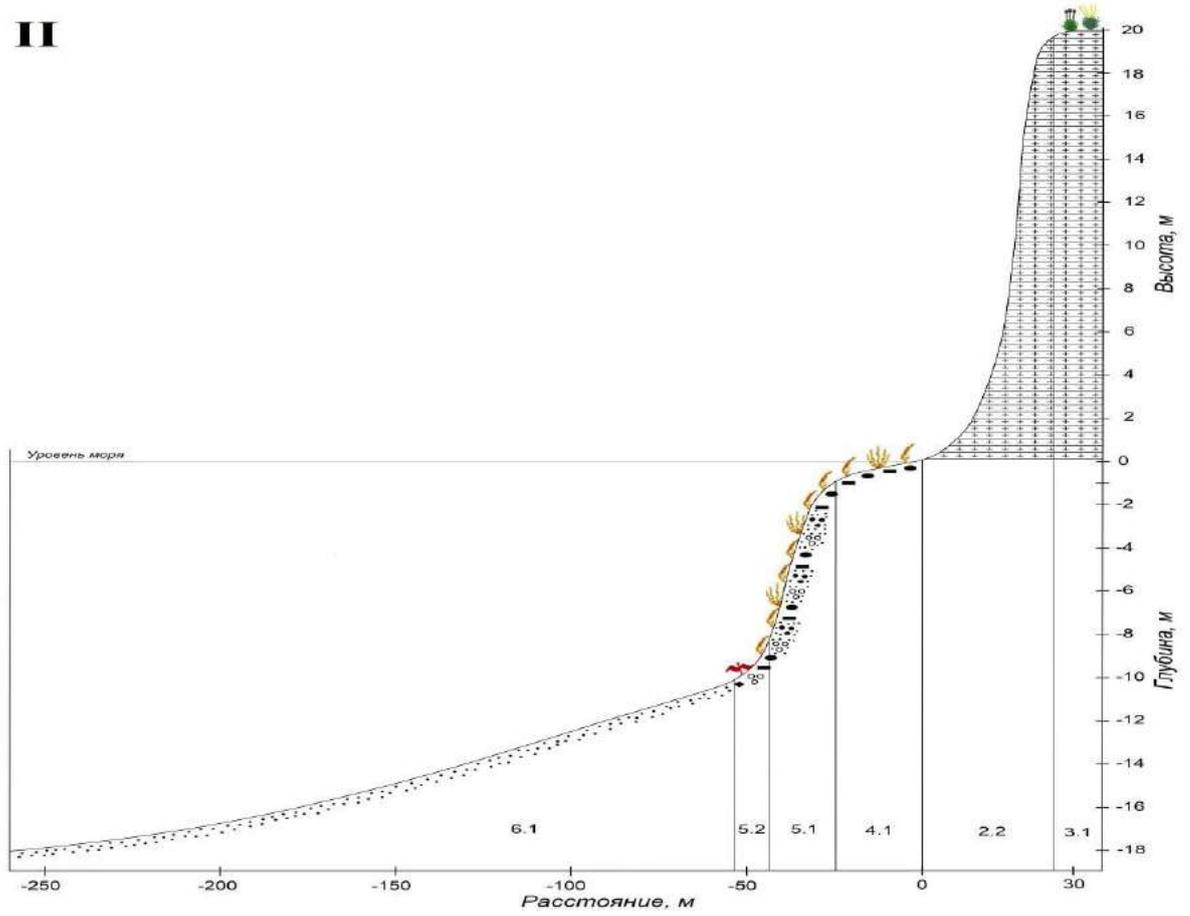
Таблица Ё. 1- Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях памятника природы «ПАК у мыса Фиолент»

№	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	Северная широта	Восточная долгота		
I	44°30.244'	033°30.225'	0,5–10	150
II	44°29.875'	033°29.278'	0,5-10	80
III	44°30.461'	033°28.921'	0,5-15	450

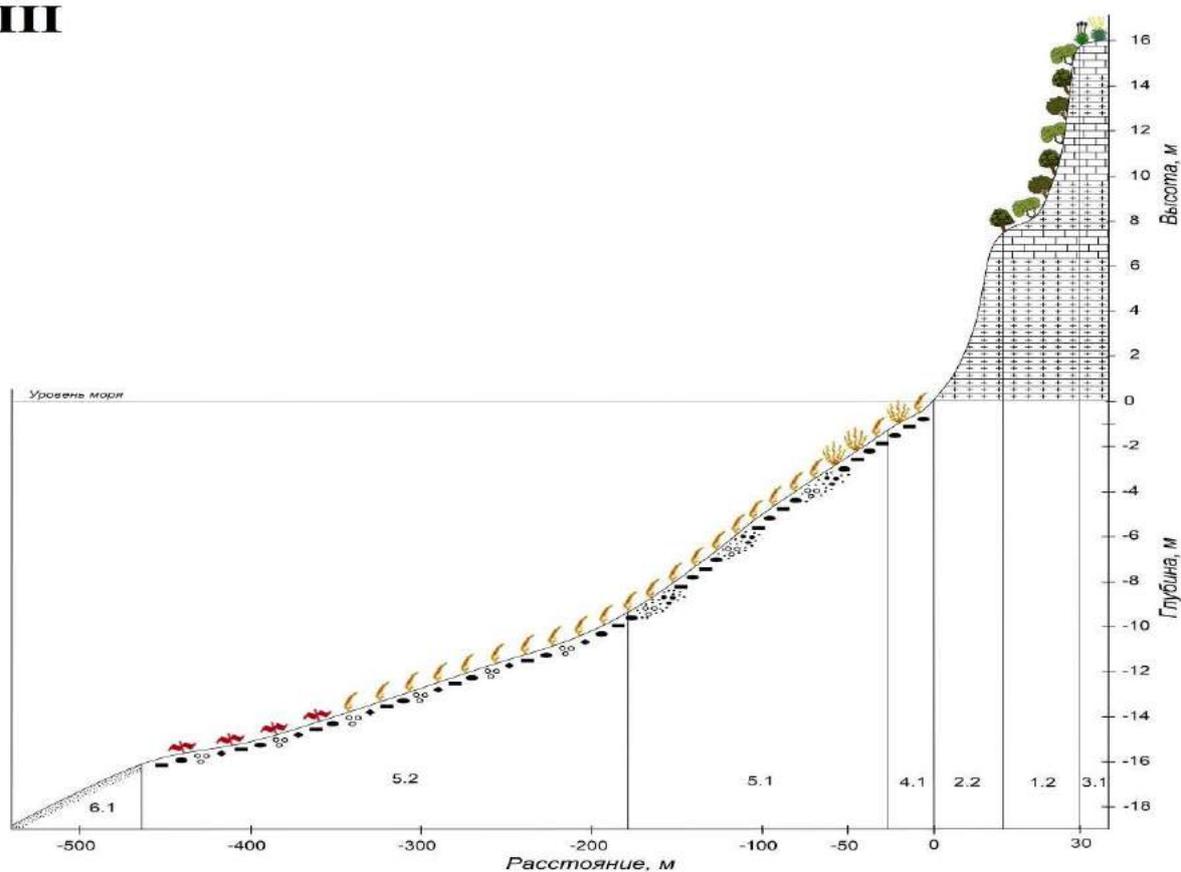
I



II



III



Условные обозначения

Донные отложения	Горные породы	Наземная растительность	Донная растительность
■ Глыбы	▬ Осадочные	Древесный ярус	👉 <i>Ericaria crinita</i>
••• Пески	▬ Магматические	🌳 <i>Pinus pallasiana</i>	👉 <i>Gongolaria barbata</i>
● Валуны		🌳 <i>Quercus pubescens</i>	👉 <i>Phyllophora crispata</i>
••• Песок мелкозернистый		🌳 <i>Pistacia mutica</i>	👉 <i>Padina pavonica</i>
○•○ Галечник		🌳 <i>Juniperus oxycedrus</i>	
◆ Битая ракуша		🌳 <i>Juniperus excelsa</i>	
✕ Отдельные подводные скалы		🌳 <i>Juniperus deltoides</i>	
●• Гравий		Кустарниково-травянистый ярус	
		👉 <i>Stipa bromoides</i>	

Рисунок Ё. 2 – Ландшафтные профили памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» [173]

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице Ё.1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

Условные обозначения:

Наземные ландшафты:

Местность: 1 – крутых и обрывистых склонов, сложенных магматическими и осадочными известняковыми породами с фисташково-можжевельным редколесьем в комплексе с лесом из фисташки туполистной и дуба пушистого на коричневых почвах;

Урочища: 1.1 – крутых гравитационно-осыпными и оползневых слабоступенчатых склонов с фисташковым и можжевельным редколесьем;

1.2 – скально-магматических обрывистых склонов с единичными экземплярами можжевельников и фисташки туполистной;

1.3 – крутых гравитационно-осыпных и оползневых слабоступенчатых склонов с фисташково-можжевельным редколесьем и участием дуба пушистого и сосны Палласовой;

1.4 – обрывистых известняковых склонов.

Местность: 2 – пляжево-клифовая

Урочища: 2.1 – обрывистых склонов активного клифа, сложенных рыхлыми гравитационно-оползневыми глыбово-щебнисто-суглинистыми отложениями с редкими низкорослыми особями фисташки туполистной, можжевельника колючего и разнотравно-злаковыми ассоциациями;

2.2 – обрывистых скально-магматических склоны активного клифа

2.3 – галечниково-гравийных пляж с единичными глыбами известняка и вулканических пород.

Местность: 3 – эрозионно-денудационных равнин, сложенных аллювиально-пролювиальными отложениями известняков с разнотравно-типчачково-ковыльной степью на коричневых эродированных почвах

Урочища: 3.1 – денудационных равнин, сильно преобразованных, занятых дачными участками и другими селитебными комплексами.

Подводные ландшафты:

4. бенч: 4.1 – бенч, сложенный глыбово-валунными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4.2 – бенч, сложенный галечниково-валунно-глыбовыми отложениями, где преобладают ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньи.

5 – подводный склон: 5.1 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с мозаично чередующихся песчано-галечно-гравийных отложений, где растительность отсутствует; 5.2 – сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филофора курчавая; 5.3 – сложенный песчаными отложениями с отдельно стоящими глыбами, на которых господствует ерикария косматая; 5.4 – сложенный грубообломочными отложениями с отдельно стоящими подводными скалами, где преобладает ерикария косматая;

6 – слабонаклонная равнина: 6.1 – сложенная песчаными отложениями с выраженными мелкими знаками ряби (рифели), где донная растительность отсутствует; 6.2 – сложенная псаммитовыми отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности.

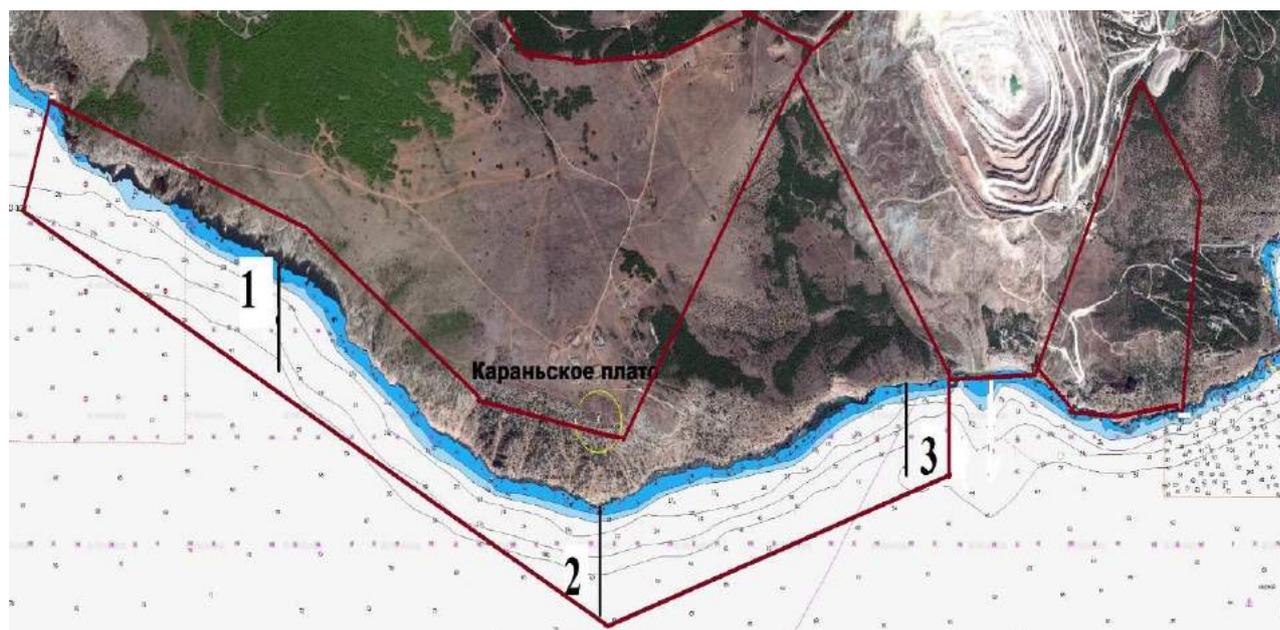


Рисунок Ж. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне у Караньского плато (2016 г.) (Гераклейский район) [303]

Таблица Ж. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях в прибрежной зоне у Караньского плато

№	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	Восточная долгота		
I	44°30.244'	033°30.225'	0,5–10	120
II	44°31.875'	033°30.278'	0,5-10	70
III	44°32.461'	033°31.921'	0,5-15	150

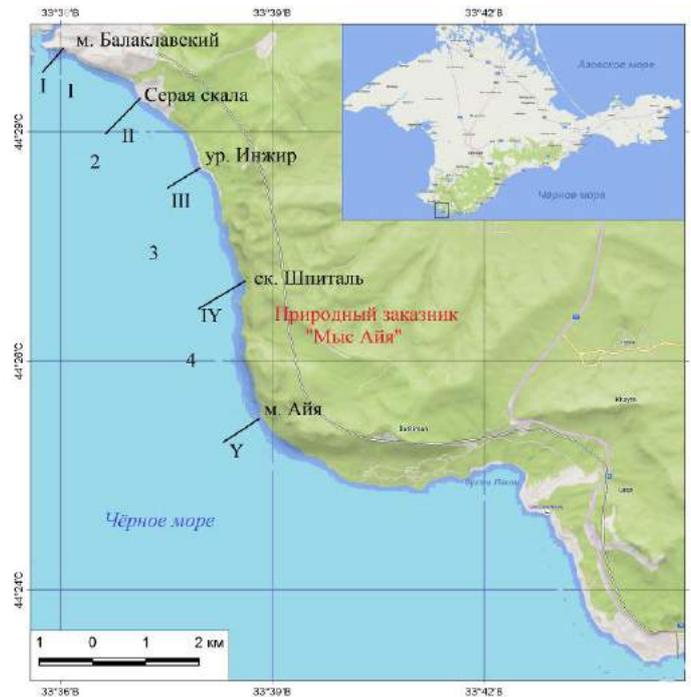


Рисунок 3. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне м. Балаклавский – м. Айя (2015 г). Примечание: 1-4 – номера участков, I–V – номера ландшафтных профилей (Южнобережный район) [127]

Таблица 3. 1 – Координаты профилей-трансект, диапазон глубин и ширина фитали района исследования в прибрежной зоне м. Балаклавский – м. Айя

Профили-трансекты	Координаты	Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
гидрботанические и ландшафтные профили			
м. Балаклавский	44°29.610' N 033°36.069' E	0,5–20	278
Серая скала	44°29.025' N 033°37.293' E	0,5–15	295
ур. Инжир	44°28.205' N 033°38.228' E	0,5–15	117
ск. Шпиталь	44°26.947' N 033°38.543' E	0,5–15	103
м. Айя	44°25.635' N 033°38.963 E	0,5–15	26
ландшафтные профили			
Дальний Инжир (ск. Калафатла)	44°27.799' N 033°38.353' E	0,5–15	–
ур. Казан-Дере	44°26.732' N 033°38.575' E	0,5–30	–
ск. Носорог	44°26.581' N 033°38.557' E	10–45	–
ур. Затерянный мир	44°25.592' N 033°39.043 E	0,5–18	–

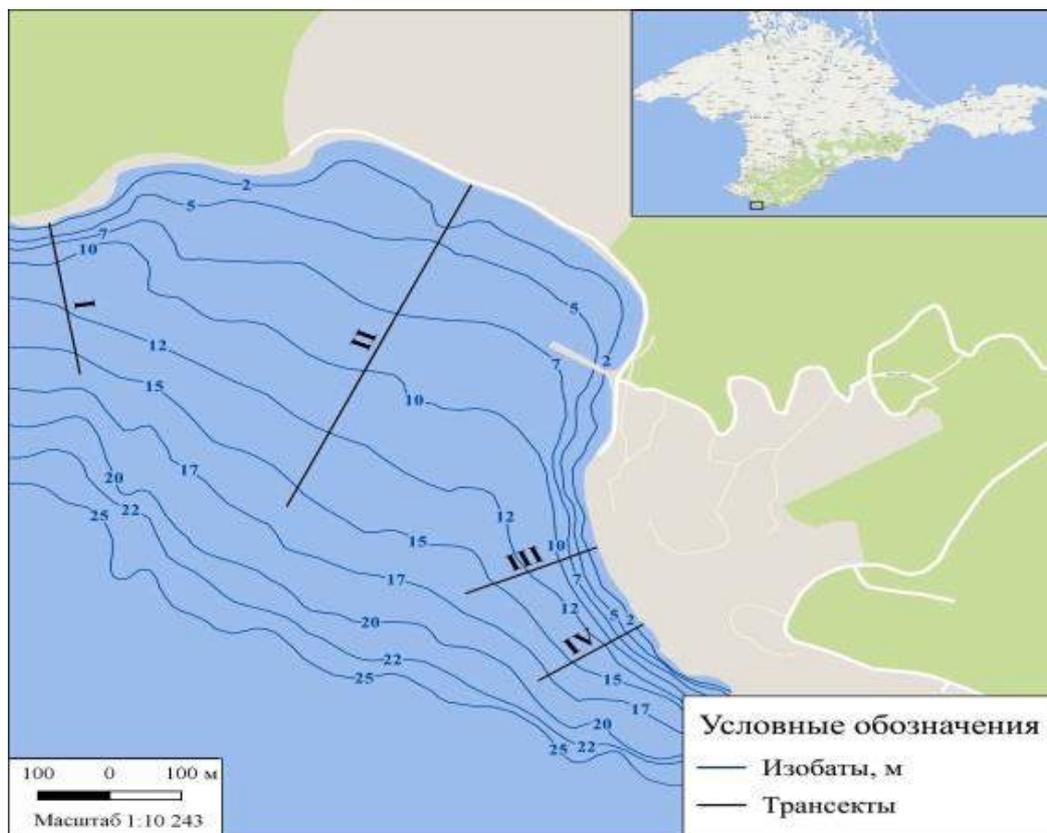
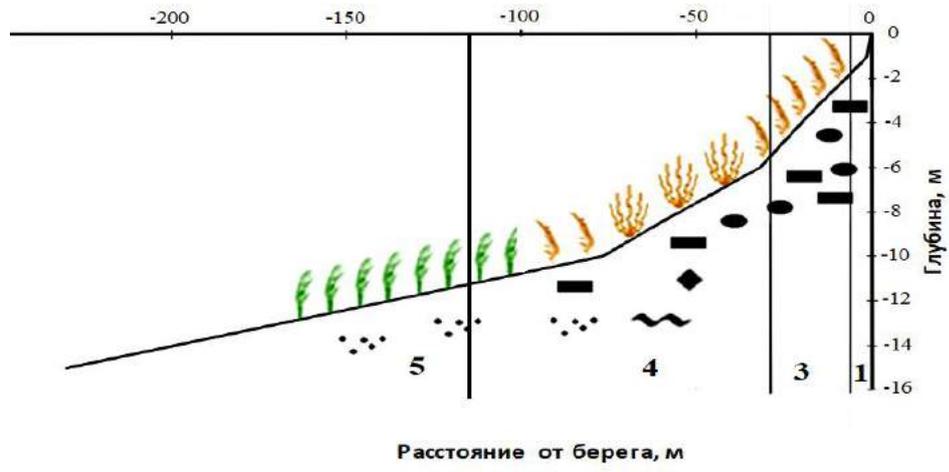


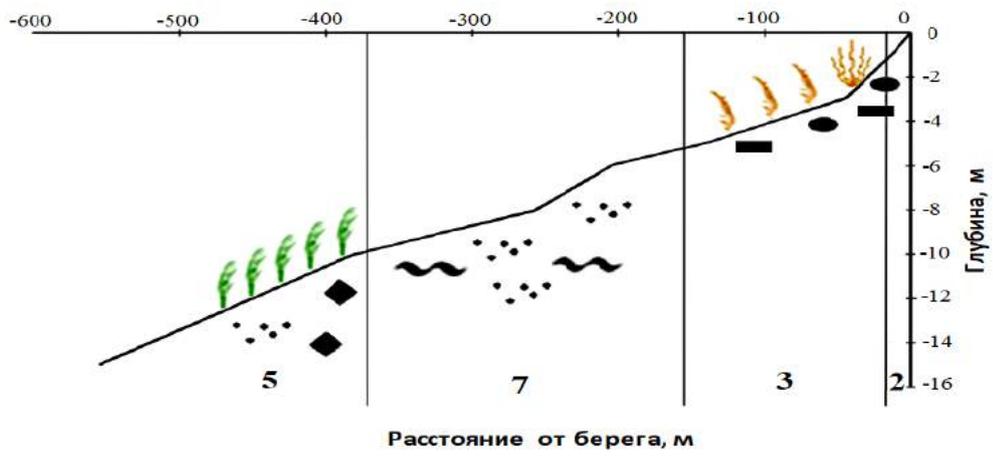
Рисунок И. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей в б. Ласпи (Южнобережный район) [160]

Таблица И. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях в б. Ласпи

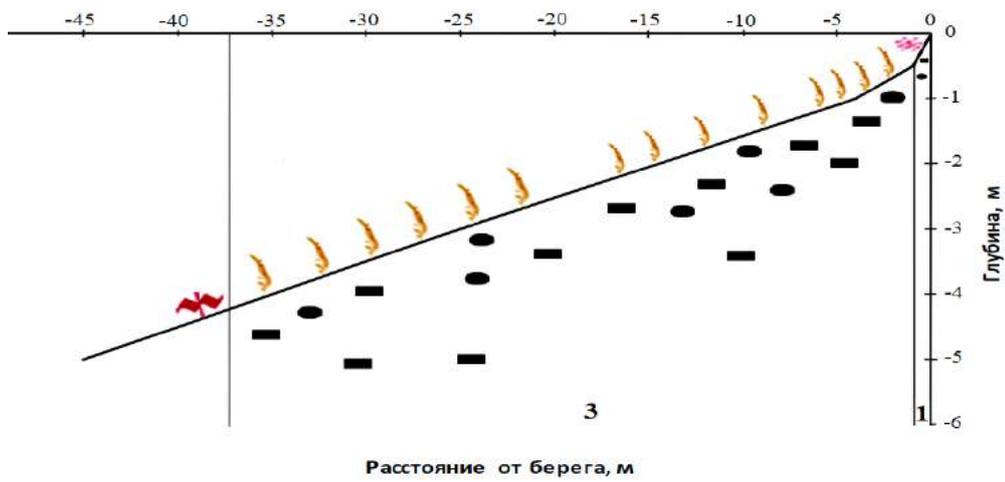
№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	восточная долгота		
I	44°25'07"	33°41'44"	0,5–15	138
II	44°24'49"	33°42'37"	0,5–10	125
III	44°24'31"	33°43'02"	0,5–5	80
IV	44°24'28"	33°43'09"	0,5–10	105



I



II



III

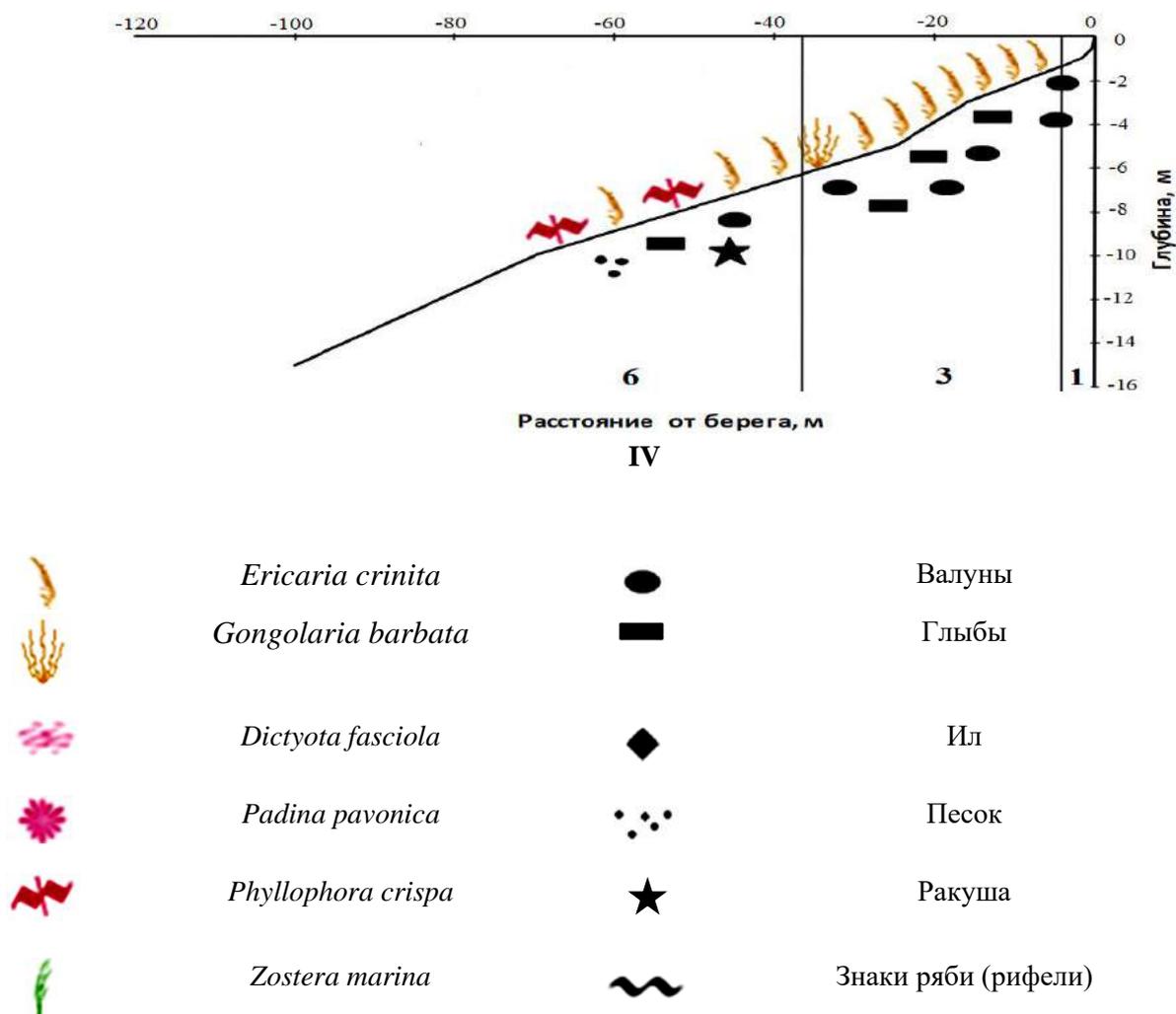


Рисунок И. 2 – Ландшафтные профили прибрежной зоны б. Ласпи

Примечание: нумерация ландшафтных профилей (римские цифры) соответствует сведениям, представленным в таблице 3.1. Арабские цифры – номера ландшафтных контуров.

Условные обозначения: 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – валунно-глыбовый бенч с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой с мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей; 3 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с преобладанием ерикарии косматой и гонголарии бородатой, а на илисто-песчаном субстрате доминирует взморник морской; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная илисто-песчаными отложениями, с преобладанием видов взморников; 6 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонглария бородатая с мозаично чередующимися галечно-гравийными отложениями с битой ракушей на которых преобладает филлофора курчавая; 7 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишенная донной растительности.

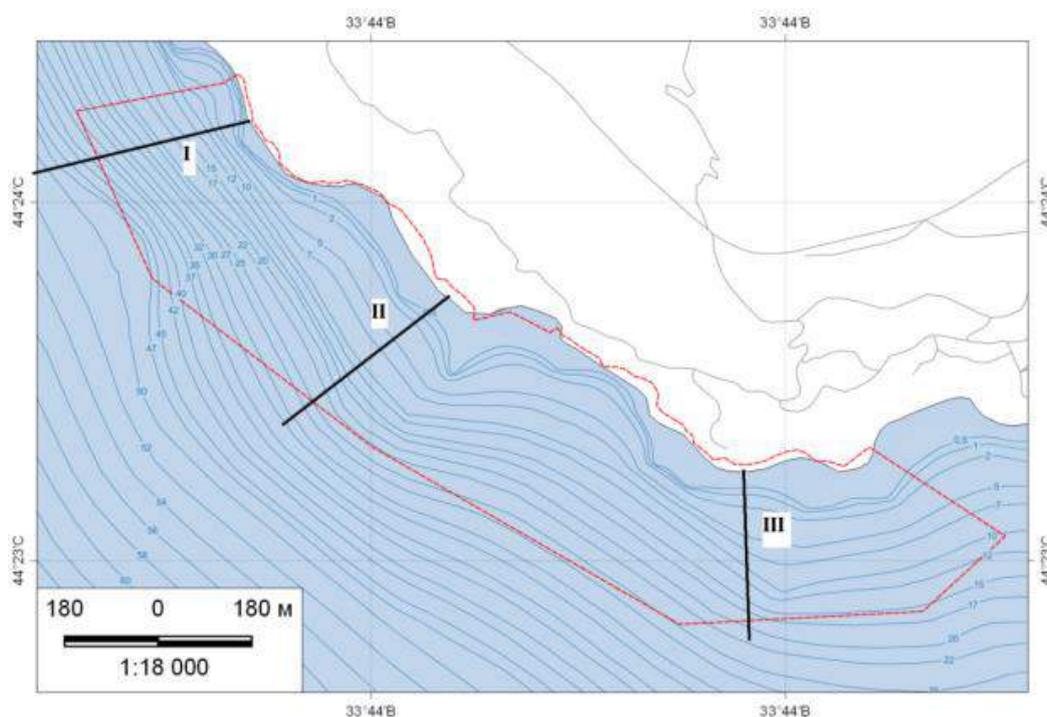


Рисунок К. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у мыса Сарыч» (2021 г.) (Южнобережный район) [172]

Таблица К. 1 – Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на ландшафтных профилях в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у мыса Сарыч»

№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	Северная широта	Восточная долгота		
I	44°23.569'	033°43.616'	0,5–15	100
II	44°23.475'	033°43.839'	0,5–15	220
III	44°23.243'	033°44.267'	0,5–15	90

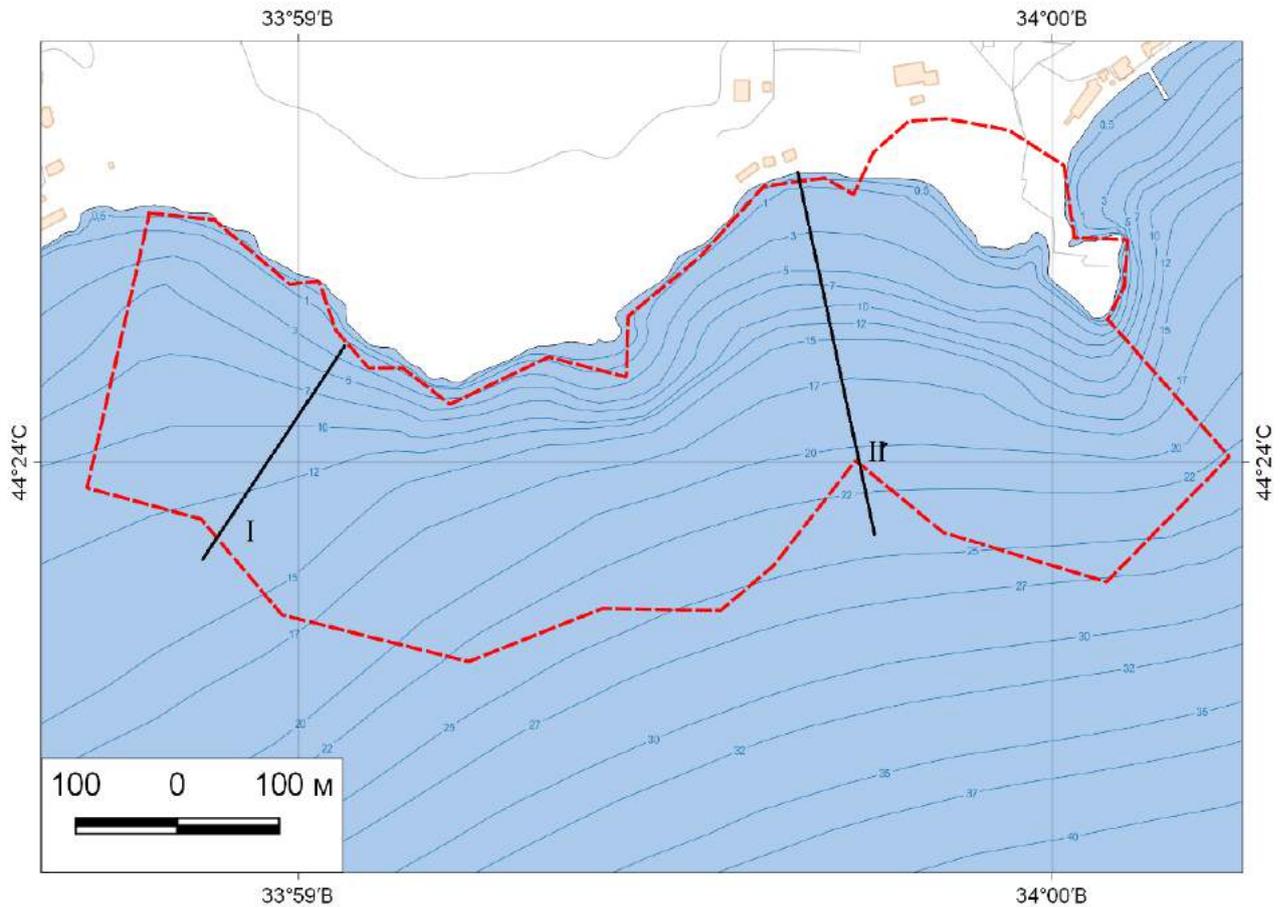


Рисунок Л. 1 – Картограмма расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у скалы Дива и горы Кошка» (2022 г.) (Южнобережный район)

Таблица Л. 1 – Координаты трансект, диапазон глубин и ширина фитали в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у скалы Дива и горы Кошка»

№ разреза	Координаты		Нижняя граница фитали, м	Расстояние от береговой линии, м
	северная широта	восточная долгота		
I	44°24'13"	33°59'36"	0,5–15,0	100
II	44°24'04"	33°59'51"	0,5–15,0	150

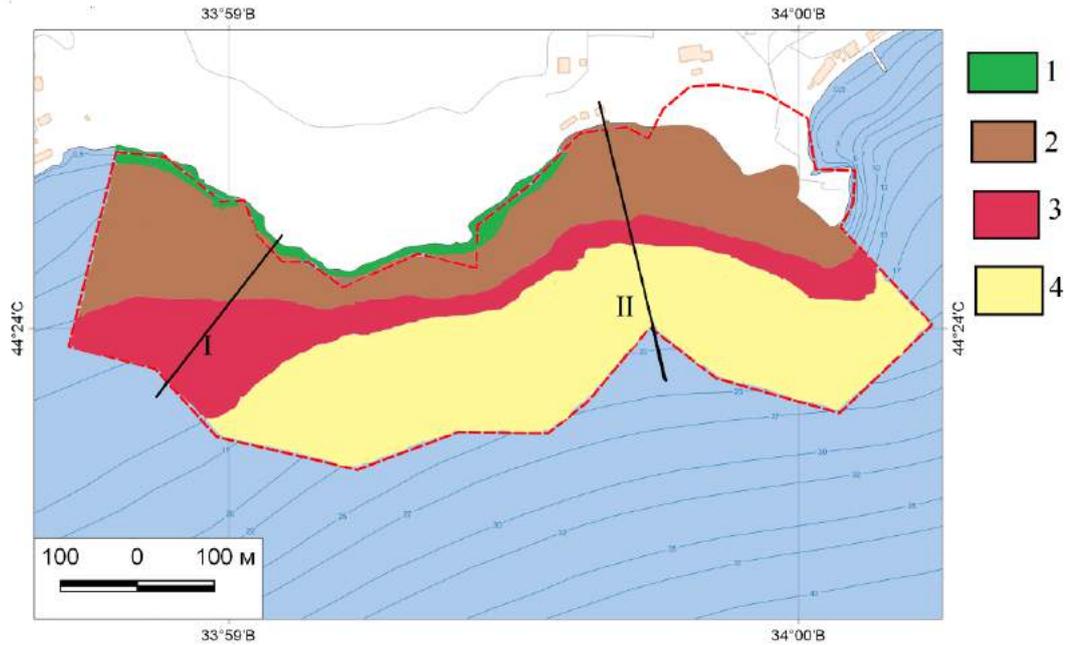


Рисунок Л. 3 – Картосхема ландшафтной структуры акватории памятника природы «ПАК у скалы Дива и горы Кошка»

Условные обозначения: 1 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая с высокой долей участия джании рубенс; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 3 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая; 4 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует.



Рисунок М. 1 – Картосхема расположения ландшафтных профилей в прибрежной зоне природного заповедника «Карадагский» (2023 г.) (Юго-восточный район)

Таблица М. 1 – Координаты трансект, диапазон глубин и ширина фитали в прибрежной зоне природного заповедника «Карадагский»

№ разреза	Координаты		Нижняя граница фитали, м
	северная широта	восточная долгота	
I	44°54'43"	35°13'06"	0,5–5,0
II	44°54'43"	35°13'01"	0,5–10,0
III	44°54'43"	35°14'04"	0,5–10,0
IV	44°54'42"	35°14'01"	0,5–10,0
V	44°54'56"	35°13'26"	0,5–10,0
VI	44°54'33"	35°14'51"	0,5–10,0

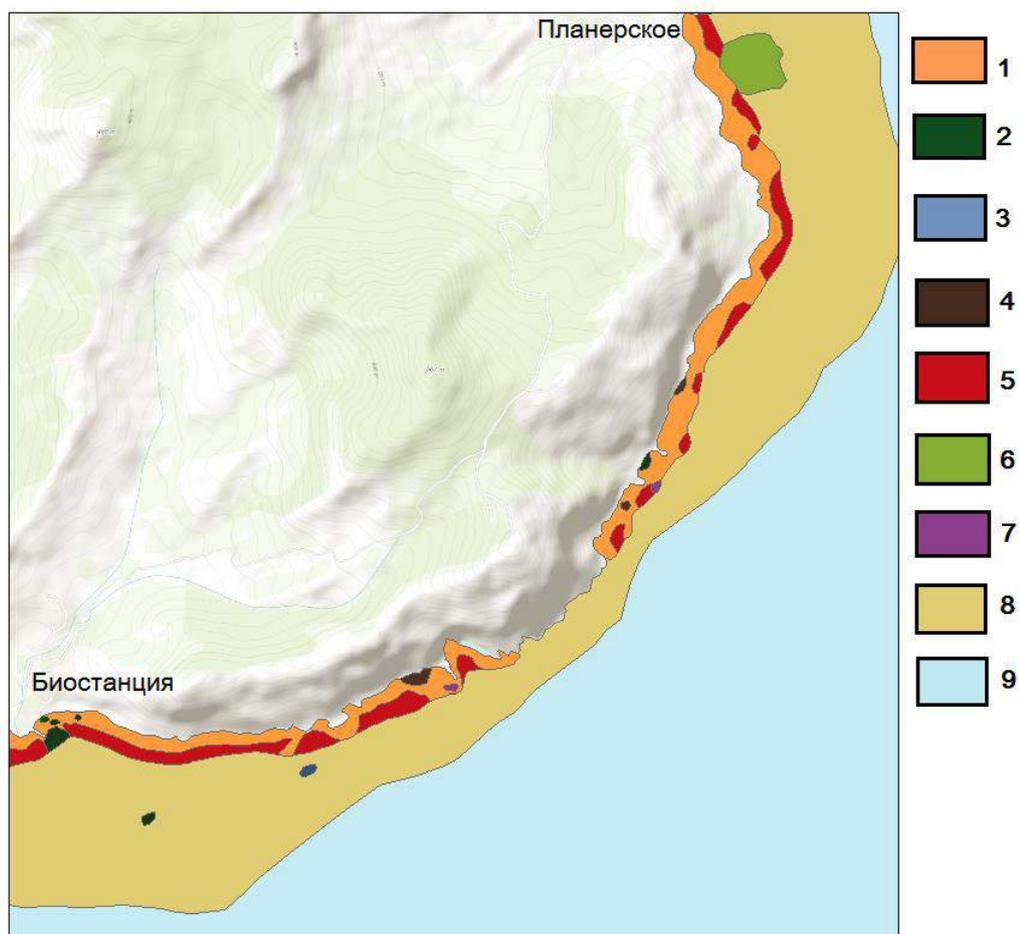


Рисунок М. 2 - Картосхема ландшафтной структуры прибрежной зоны природного заповедника «Карадагский»

Условные обозначения: **1** - подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматой и гонголария бородатой; **2** - подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ульва линза, ульва жесткая и ульва кишечница; **3** - подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ульва жесткая и апоглоссумом рускусolistный; **4** - глыбово-валунный бенч с доминированием диктиоты ленточной и падины павлиньей; **5** - подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, с доминированием ерикарии косматой и гонголарии бородатой; с мозаичным чередованием галечно-гравийных с битой ракушей отложений, где преобладает филлофора курчавая; **6** - слабонаклонная равнина, сложенная псаммитовыми отложениями, где произрастают морские травы; **7** - подводный склон, сложенный грубообломочными равнина, сложенная псаммитовыми отложениями, где преобладают каррадориелла (полисифония) удлиненная и занардиния типичная; **8** - подводный склон, где преобладают каррадориелла (полисифония) удлиненная и занардиния типичная **9** - слабонаклонная равнина, сложенная илистыми отложениями лишенная донной растительности

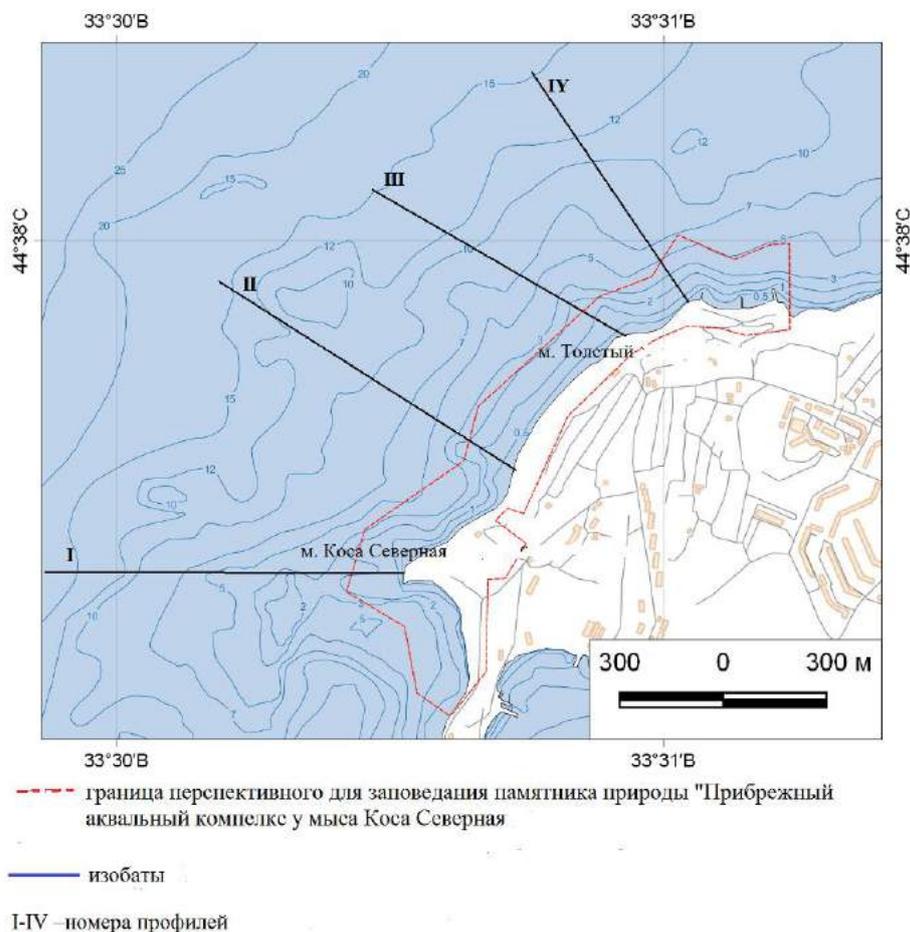
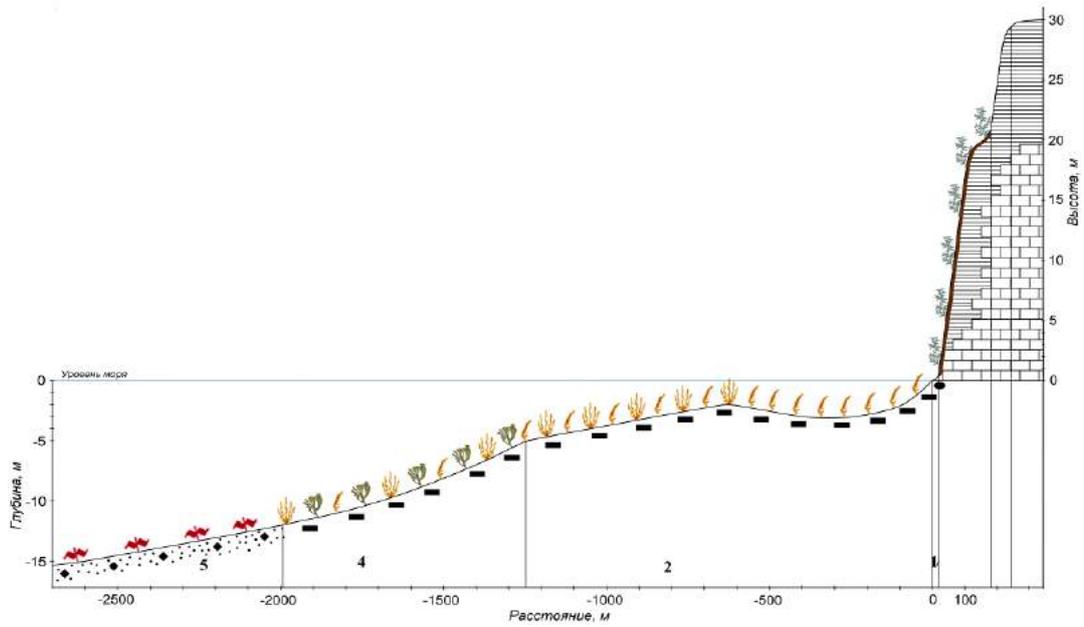


Рисунок Н.1 – Картосхема расположения ландшафтных и гидрботанического профилей в прибрежной зоне м. Коса Северная – м. Толстый (2017 г.)

Таблица Н.1 – Координаты и диапазон глубин ландшафтных гидрботанических профилей в прибрежной зоне м. Коса Северная – м. Толстый

№	Координаты		Диапазон глубин, м
	северная широта	восточная долгота	
I	44°37.887'	033°30.653'	0,5–15
II	44°37.984'	033°30.811'	0,5–15
III	44°38.306'	033°31.254'	0,5–15
IV	44°38.305'	033°31.440'	0,5–15



Донные отложения	Коренные породы	Почвы	Наземная растительность	Донная растительность
<ul style="list-style-type: none"> ■ Глыбы ● Пески ● Валуны ◆ Ракуша 	<ul style="list-style-type: none"> ▬ Глины ▬ Известняки 	<ul style="list-style-type: none"> ▬ Коричневые 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Elaeagnus commutata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Ericaria crinita</i> <i>Gongolaria barbata</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Dictyota fasciola</i>

Рисунок Н.2 – Ландшафтные профили прибрежной зоны м. Коса Северная (2017 г)

Условные обозначения: 1. Глыбово-валунный бенч с преобладанием ерикарии косматой; 2. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют ерикария косматая и гонголария бородатая; 4. Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствует вид рода диктиота; 5. Слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными с битой ракушей отложениями, где доминирует филлофора курчавая.