«НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УНИКАЛЬНЫХ МОРСКИХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТАХ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НА ПРИМЕРЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ»

Том 2. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение к Тому 2 238

2.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного и техногенного характера (Г.Г. Гогоберидзе, Д.В. Рябчук, В.А. Жамойда) 240

2.1.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера 240

2.1.1.1 Положение рассматриваемого побережья 240

2.1.1.2 Общая характеристика акватории восточной части Финского залива 240

2.1.1.3 Общая характеристика берегов восточной части Финского залива 245

2.1.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья 270

2.1.1.5 Биологическая характеристика побережья 272

2.1.2 Оценка современного природного морского курортного потенциала кос, пляжей, дюнных комплексов восточной части Финского залива 276

2.1.2.1 Шхерный берег (от российско-финляндской границы до г. Выборга) 276

2.1.2.2 Восточный берег Выборгского залива - архипелаг Березовых островов, полуостров Киперорт – м. Стирсудден 279

2.1.2.3 Берег от м. Флотский до м. Песчаный 283

2.1.2.4 Песчаные пляжи с комплексом дюн и реликтовыми абразионными уступами Литориновой террасы (Курортный район Санкт-Петербурга от пос. Ушково до пос. Репино) 285

2.1.2.5 Песчаные пляжи с комплексом современных дюн и реликтовые дюны в районе пос. Солнечное – м. Дубовской 288

2.1.2.6 Северное побережье Невской губы (от м. Лисий Нос до Лахтинского разлива) 290

2.1.2.7 Южное побережье Невской губы от Стрельны до Петродворца (природно-техногенные ландшафты) 294

2.1.2.8 Песчаные косы различных генераций в районе пос. Большая Ижора 296

2.1.2.9 Кургальский полуостров и пляжи Нарвского залива 300

2.1.3 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера 302

2.1.3.1 Краткая история хозяйственного освоения территории 302

2.1.3.2 Характеристика существующего техногенного воздействия 312

2.1.3.3 Характеристика предполагаемого техногенного воздействия 320

2.1.3.4 Особо охраняемые природные территории побережий восточной части Финского залива 325

2.1.4 Оценка факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, накладываемые формирующими их природными процессами и воздействием планируемых видов хозяйственной деятельности 326
2.1.4.1 Оценка происходящих на побережье восточной части Финского залива природных процессов 326
2.1.4.2 Оценка техногенных факторов в современном и перспективном развитии побережья 344
2.1.5 Оценка емкости морского курортного потенциала берегов восточной части Финского залива 373
2.1.6 Ограничения, накладываемые на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям 383
2.1.6.1 Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов 383
2.1.6.2 Оценка ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива 387
2.1.7 Рекомендации по перспективному экономическому освоению уникальных береговых ландшафтов с определением допустимых видов хозяйственной деятельности 391
2.1.8 Предложения по механизмам урегулирования межотраслевых противоречий при использовании уникальных береговых ландшафтов 394
2.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного и техногенного характера (под ред. Б.В. Чубаренко) 403
2.2.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера 403
2.2.1.1 Положение побережья Калининградской области (Бобыкина В.П., Бабаков А.Н.) 403
2.2.1.2 Общая характеристика берега (Бобыкина В.П., Бабаков А.Н.) 413
2.2.1.3 Биологическая характеристика морского побережья Калининградской области (Ежова Е.Е., Володина А.А., Герб М.А., Гущин А.В.) 428
2.2.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера 439
2.2.2.1 Роль техногенных факторов в морфолитодинамических процессах береговой зоны Балтийского моря в пределах Калининградской области (Басс О.В.) 439
2.2.2.2 Характеристика деятельности в береговой зоне прямо или косвенно влияющая на состояние побережья (Домнин Д.А., Домнина А.Ю.) 448
2.2.2.3 Характеристика предполагаемого в перспективе антропогенного воздействия (Домнин Д.А., Домнина А.Ю.) 454
2.2.2.4 Особо охраняемые природные территории (Бобыкина В.П.) 457
2.2.3 Оценка факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, накладываемые формирующими их природными процессами и воздействием планируемых видов хозяйственной деятельности 459
2.2.3.1 Оценка происходящих на рассматриваемом побережье природных процессов с точки зрения развития тех или иных видов хозяйственного использования (Бобыкина В.П.) 459
2.2.3.2 Оценка техногенного фактора в современном и перспективном развитии побережья, влияние техногенного фактора на трансформацию побережья (Бобыкина В.П.) 466
2.2.4 Оценка емкости морского курортного потенциала кос, пляжей, дюнных комплексов, лиманов Калининградской области (Домнина А.Ю.) 470

2.2.5 Оценка ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов Калининградской области с точки зрения безопасности хозяйственной деятельности в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям 478
2.2.5.1 Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов (Стонт Ж.И., Навроцкая С.Е.) 478
2.2.5.2 Ограничения, накладываемые на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов с точки зрения безопасности хозяйственной деятельности в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям (Бобыкина В.П.) 481
Заключение к Тому 2 486

ВВЕДЕНИЕ к Тому 2

Цель работы – рассмотреть современные природные и техногенных процессы, протекающие на российском побережье Балтийского моря, оценить их взаимовлияние и взаимозависимость. Исходя из этого, определяются приоритетные направления хозяйственной деятельности, безопасные для весьма уязвимых береговых ландшафтов.

Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Балтийского моря была выполнена на основе анализа литературных, фондовых, архивных материалов, интернет-источников, а также данных, полученных авторами в ходе многолетних работ в береговой зоне российской Балтики в 2000-2012 гг. в рамках различных проектов. В 2004-2006 гг. авторами совместно с ВСЕГЕИ были организованы обзорные маршруты по берегам восточной части Финского залива. С 2006 г. мониторинговые обследования проводятся на берегах ключевых участков (Куршская и Балтийская косы, берега Самбийского п-ова, Выборгский залив, Курортный район, Невская губа, южный берег залива в районе пос. Большая Ижора). Особое внимание в рамках проводимых исследований уделялось воздействию на береговую зону опасной эндогенной и экзогенной геодинамики, а также различных техногенных процессов.

Два сегмента береговой линии Балтийского моря принадлежат Российской Федерации. Восточный сегмент – это восточная часть Финского залива и на юго-востоке моря – берег в пределах Калининградской области.

Длина российской береговой линии Финского залива (не считая островов) – около 520 км. Ее северо-западный сектор (к западу от Березовского архипелага, вокруг Выборга) относится к берегу шхерного типа. Наиболее распространенным в юго-восточном секторе (Луга и бухта Копорье) являются эрозионные берега. Самые восточные части залива, в основном, выходят на открытое море и подвергаются штормовому воздействию. Восточная часть Невской губы полностью трансформирована благодаря антропогенному воздействию, в результате развития города Санкт-Петербурга, одного из самых больших городов России. Традиционно, береговая зона восточной части Финского залива не рассматривалась, как зона активных лито и морфодинамических процессов, но недавние исследования показали, что на отдельных береговых сегментах отступание береговой линии достигает 2.0 – 2.5 метров в год. К природным эрозионным процессам добавляется антропогенное воздействие: неэффективные системы защиты берегов и развитие интенсивной рекреационной инфраструктуры.

Калининградская область, несмотря на ее, относительно небольшую площадь (15,1 тыс. км² вместе с заливами), имеет большую протяженность береговой линии – около 150 км, включая 48 км Куршской косы на севере и 35 км Балтийской косы на юге. Россия делит Куршскую косу с Литвой и Балтийскую косу с Польшей. Уникальность ландшафтов способствовала тому, что на территории Куршской косы был создан национальный парк «Куршская коса». Позже коса была включена в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО в номинации «Культурный ландшафт». На выступающем далеко в море Самбийском полуострове, протяженность берегов которого сравнима с косами, распространены высокие (до 50 м) абразионные обрывы. Материал абразии являлся одним из основных источником наносов для построения, расходящихся от него на северо-восток и юго-запад песчаных кос. С довоенных времен именно здесь, большей частью на северных берегах Самбии, были сосредоточены крупные морские курорты Германии: Раушен (Светлогорск) Кранц (Зеленоградск), Нойку́рен (Пионерский) и др. Уникальный дюнный ландшафт кос, холмистый ледниковый рельеф Самбийского п-ова, хвойные леса, обилие интересных редких растений все это создает неповторимый облик побережья области. Несмотря на привлекательность побережья, высокий курортный потенциал, степень использования, как зон рекреации, весьма слаба. Это или дикие места отдыха (все побережье Вислинской косы) или неравномерность сосредоточения рекреантов на пляжах в связи со слабо развитой инфраструктурой прибрежного отдыха. Рассчитанная рекреационная емкость пляжей Калининградского морского побережья определяет допустимую нагрузку в 280 тыс. рекреантов. Популярность отдыха на берегах кос возрастает.

Современная морфодинамика российских берегов Балтийского моря не всегда благоприятна или ставит ограничения для развития хозяйственной деятельности. Существующая хозяйственная деятельность сводится к гидротехническому строительству (транспортные объекты, берегозащитные сооружения) и добыче полезных ископаемых. В прибрежной зоне появились новые виды деятельности – нефтедобыча, планируется создание небольших марин, как на открытых берегах, так и на берегах заливов. В одних случаях хозяйственная деятельность оказывает негативное воздействие на берега, в других же способствует стабилизации берегов.

Работа состоит из нескольких разделов, посвященных характеристике природы побережья; роли антропогенного фактора; оценке факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов. Отдельный раздел посвящен анализу ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов в связи с особой уязвимостью этих объектов.

2.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

2.1.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера

2.1.1.1 Положение рассматриваемого побережья

Финский залив является одним из крупнейших заливов Балтийского моря. Он представляет собой сравнительно узкий (ширина у входа в залив 75 км, ширина по линии от вершины Выборгского залива до южного берега в районе Нарвского залива – 135 км) водный бассейн, вытянутый с запада на восток на 410 км. Площадь водного зеркала залива 29 600 км^2. Западная граница залива проходит по линии мыс Пыызаспеа – остров Осмусаар – мыс Ханкониэми [148]. Общая площадь водосбора залива – 420 000 км ^{2} (что в 14.3 раза превышает площадь залива). Значительная ее часть приходится на такие озера, как Ладожское, Онежское, Чудское, Сайма, обладающие собственной водосборной системой. Это снижает количество осадочного материала, поступающего непосредственно в котловину Финского залива. Финский залив омывает берега России, Эстонии и Финляндии. К Российской Федерации относится наиболее восточная часть залива, как показано на рисунке 2.1. Государственная граница с территориальными водами Эстонии проходит от устья р.Нарвы (южный берег) на северо-запад, до координаты 59° 59,7’ с.ш., 26°20,5’ в.д., и в северо-восточном направлении до координаты 60° 32,7’ с.ш., 27°47,8’ в.д. (государственная граница с Финляндией).

2.1.1.2 Общая характеристика акватории восточной части Финского

Акватория Финского залива в пределах Российской Федерации имеет общую площадь 11 тыс. км^2, протяженность около 140 км и наибольшую ширину (на меридиане о-ва Мощный) 130 км. Береговая линия образует пять крупных заливов (губ) второго порядка – Выборгский (северный берег) и Нарвский заливы, Лужская и Копорская губы (южный берег). На востоке Финский залив замыкается Невской губой, которая в результате строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнения («дамбы») превратилась в природно-техногенную лагуну. Площадь Невской губы достигает 320 км^2 при длине 25 и ширине 15 км [152].

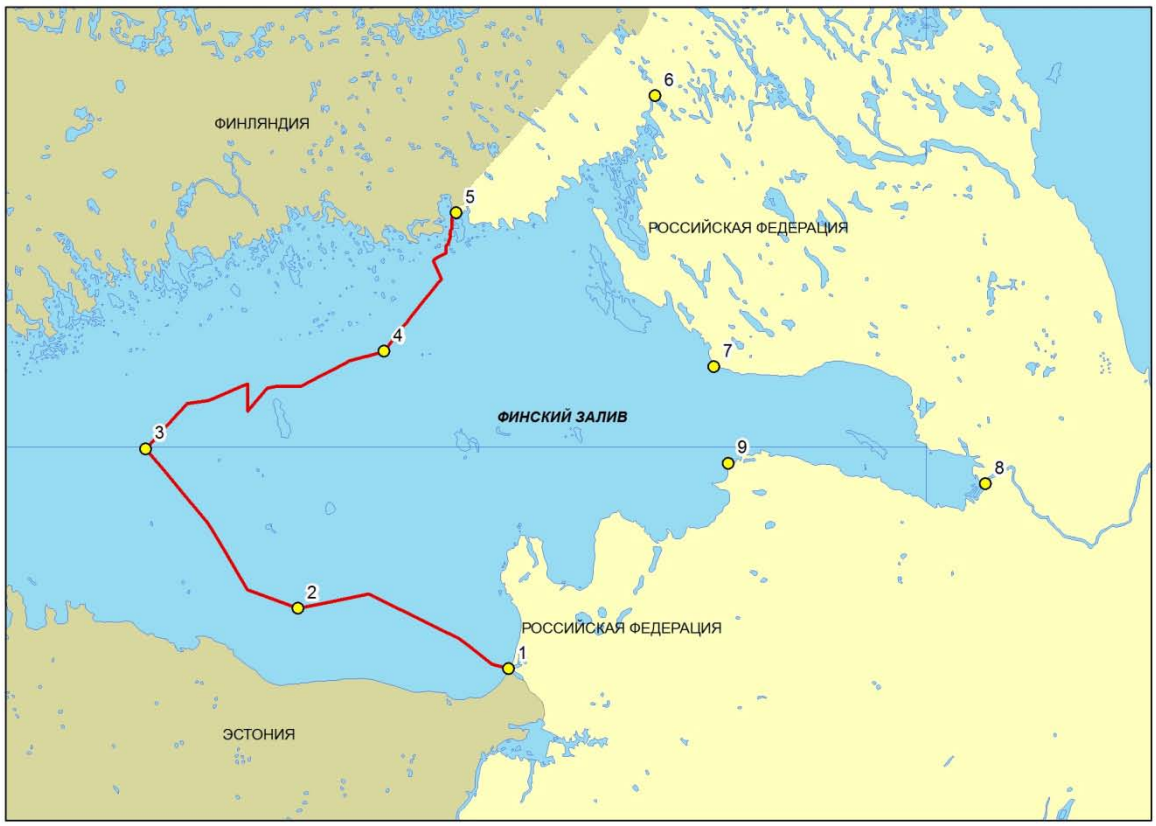


Рисунок 2.1 - Восточная часть Финского залива Балтийского моря

Восточная часть Финского залива в границах Российской Федерации изобилует островами, особенно в районе так называемых Выборгских шхер. Наиболее крупными островами являются Котлин, Березовые, Гогланд, Сескар, Мощный, Тютерс. Залив имеет крупные полуострова Киперорт, Кургальский, Сойкинский и Куровицкий. Береговая линия имеет также ряд выступов или изломов в виде мысов (например Крестовый мыс, Стирсуден, Кюриниями, мыс Лисий Нос и др.).

Самой крупной рекой, впадающей в Финский залив и определяющей его гидрологический режим, является Нева. Для восточной части Финского залива большое значение имеют реки Луга и Нарова, впадающие в залив с южного берега, а также Сайменская система каналов, расположенная на северном берегу. Общая площадь водосбора залива - 420 000 км^2 (что в 14.3 раза превышает площадь залива). Значительная ее часть приходится на такие озера, как Ладожское, Онежское, Чудское, Сайма, обладающие собственной водосборной системой. Это снижает количество осадочного материала, поступающего непосредственно в котловину Финского залива.

Общая гидрологическая характеристика восточной части Финского залива во многом сходна с прилежащими районами Балтийского моря и отличается от них, прежде всего, резкими изменениями водного режима по таким параметрам, как уровень воды,

температура и соленость. Циркуляция вод в этой части залива характеризуется наличием системы постоянных разнонаправленных течений в совокупности с временными волновыми, сгонно-нагонными, дрейфовыми и стоковыми явлениями. Постоянное (входящее) течение направлено с запада на восток вдоль его северного берега. Более мощное (выходное) течение идет в противоположном направлении от устья р.Невы вдоль южного берега. При изменении гидрометеорологических условий вся система течений претерпевает существенные изменения. При этом скорость придонных течений за исключением аномальных ситуаций не выходит за пределы 0,1-0,5 м/сек. Приливно-отливные колебания уровня воды в восточной части Финского залива ощущаются очень слабо, имея амплитуду 1-5 см.

Главный гидродинамический и лито-морфодинамический эффект в береговых зонах залива определяется волнением, дополняемым внутренними (длинными) волнами и нагонными колебаниями уровня, доводящими ситуацию до наводнения. Средняя высота волн в период март-август (39-45%) – 1-2 м, а в сентябре – феврале (34-39%) – 2-3 м. Число штормовых дней в году колеблется от 40 до 50 при скорости ветра от 15 м/сек до 30-40 м/сек. Высота волн тогда может достигать 6 м (западные и юго-западные ветра в осенний период). На побережье наибольшее число дней (3-8) со скоростью ветра 15 м/с и более отмечается с сентября по март, а с апреля по август оно не превышает 3 [149].

Наиболее значительные подъемы уровня в восточной части Финского залива обусловлены влиянием штормового нагона, происходящего в результате совместного эффекта дрейфового переноса и длинных волн. Максимальные наводнения связаны с прогрессивными вынужденными волнами, находящимися в резонансе с двигающимися над Балтийским морем и Финским заливом с запада на восток циклонами [150]. При входе в восточную часть залива длинная волна усиливается вследствие сужения поперечного сечения бассейна, уровень воды повышается также за счет резкого уменьшения глубин. В результате сейшевых колебаний, вызванных резким изменением уровня атмосферного давления, уровень воды может изменяться на 0.2-0.5 – 1.5 м. На колебания уровня воды в Финском заливе существенное влияние оказывает также речной сток (сток Невы составляет 80 км^3/год). Современное волновое поле в прибрежных частях залива активно воздействует на донные отложения на глубинах до 3 – 3.5 м [151], при экстремальных штормах, сопровождающихся нагонами, глубина воздействия возрастает до 8-9 м.

Для восточной части Финского залива характерен климат умеренных широт, находящихся под влиянием Атлантики. Здесь имеет место облачность, высокая влажность и частые осадки [149]. Наиболее холодными месяцами являются январь и февраль, когда средняя месячная температура воздуха составляет –5-9°С. В суровые зимы температура

воздуха на побережье понижается до –35-40°С, при оттепелях повышается до +5+10°С. Наиболее теплый месяц июль, когда средняя месячная температура воздуха составляет +16+18°С, в отдельные дни, повышаясь до +35°С. Суточные колебания температуры возрастают от зимы к лету и составляют соответственно 3-7°С и 6-12°С. По данным СПб ЦГМС-Р, с 1940-х годов наблюдается повышение средней температуры по десятилетиям. С 2000 по 2008 годы среднегодовые температуры превышали норму на 0,7–2,3°С.

Температура воды в заливе около 0°С удерживается в феврале-марте, а температурный максимум приходится на август. Летний слой температурного скачка располагается на глубине 15 м. В зимнее время конвекция достигает наибольших глубин в 70-80 м. Лед образуется практически ежегодно, но время его существования и площади распространения сильно меняются, вплоть до возникновения практически безледных периодов или наоборот повышенной ледовитости. Средние даты установления ледового покрова приходятся на ноябрь-декабрь, максимум ледовитости достигается в феврале – марте. Окончательное очищение ото льда в суровые зимы происходит во второй половине мая, в последние годы, как правило, в марте – апреле.

Соленость в Финском заливе низкая и колеблется в пределах 1-3‰, 3-4‰. В Невской губе вода опреснена за счет невского стока [149]. Практически постоянно сохраняется различие солености верхнего и придонного слоя воды [152].

Глубины в Финском заливе возрастают от вершины к устью. Большая часть залива мелководна (средняя глубина 38 м) с максимумом глубины 105 м к западу от о-ва Гогланд. Дно залива изобилует грядами, холмами и локальными депрессиями различной величины. Особенно расчлененное дно наблюдается вблизи северного берега залива в районе шхер Выборгского залива, где отмечается типичный холмисто-грядовый рельеф с ориентировкой гряд в северном направлении. У южного берега залива дно значительно ровнее, изобаты проходят в основном параллельно береговой линии. Подводный береговой склон в восточной части Финского залива, как правило, отмелый.

Характерной особенностью морфологии подводного берегового склона восточной части Финского залива является наличие подводных террас, окаймляющих северный и южный его берега, а также ряд островов, как на рисунках 2.2, 2.3, сформировавшихся в позднем голоцене [153; 154].

Современная морфо-литодинамика в пределах подводных террас, в значительной мере определяет направленность берегоформирующих процессов.

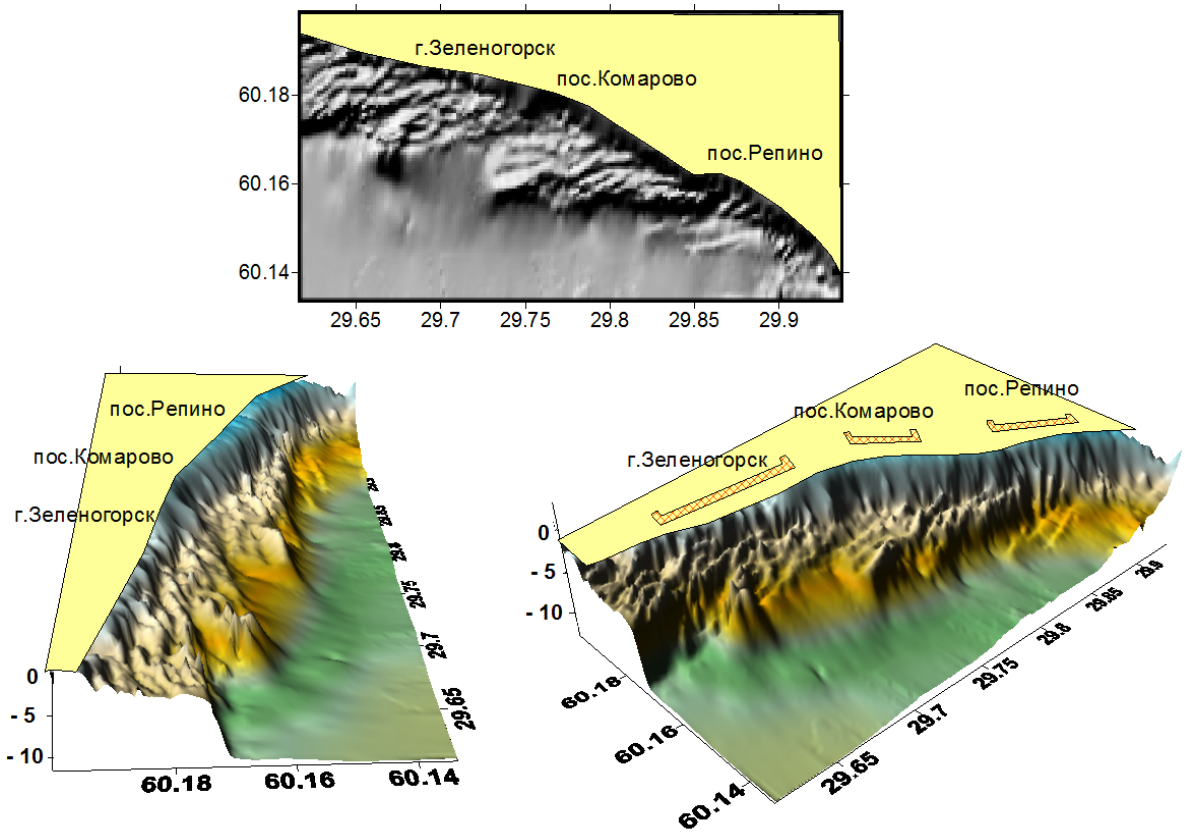
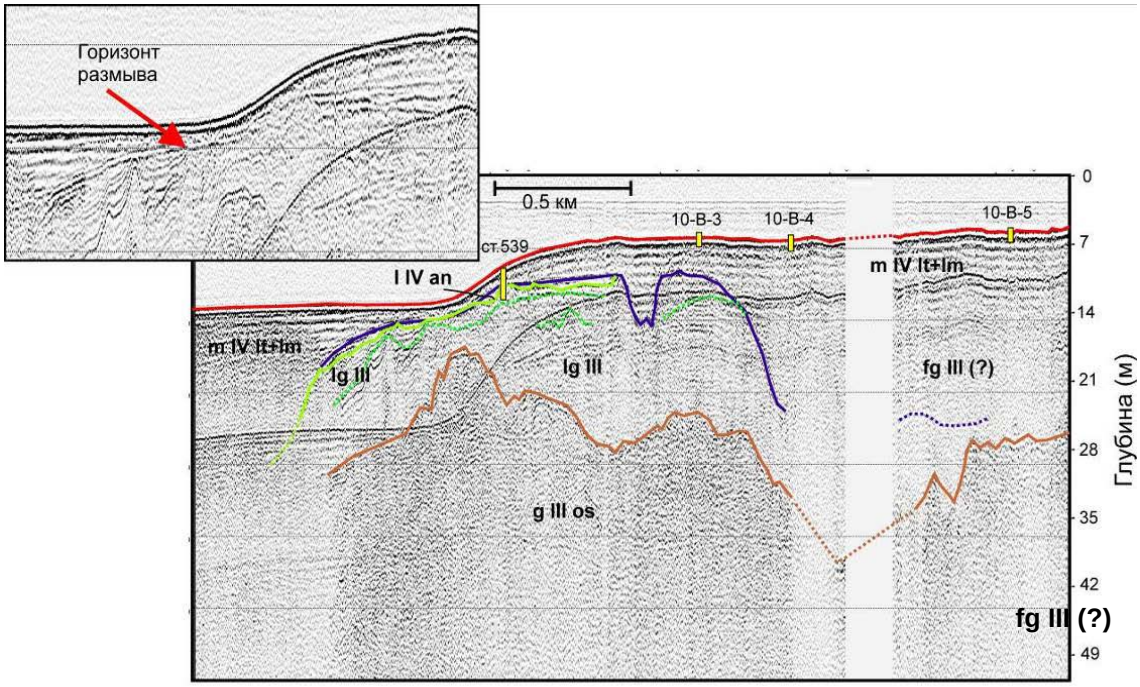


Рисунок 2.2 - Диаграмма рельефа поверхности подводной террасы, проходящей вдоль северного берега Финского залива



Условные обозначения: gIIIos – ледниковые отложения; lgIII – отложения местных приледниковых озер и Балтийского ледникового озера; fgIII (?) – предположительно флювиогляциальные отложения, lIVan - отложения Анцилового озера, mIVlt+lm – морские литориновые и постлиториновые отложения

Рисунок 2.3 - Профиль непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) в районе подводной террасы

2.1.1.3. Общая характеристика берегов восточной части Финского залива

Практически повсеместно в пределах восточной части Финского залива и его береговой зоны верхняя часть геологического разреза представлена поздне- и послеледниковыми четвертичными отложениями, что видно на рисунке 2.4. Обнажения коренных пород встречаются на отдельных участках берегов и подводного склона, а также на вершинах подводных поднятий лишь в западной части Выборгского залива.

На суше четвертичные отложения представлены верхненеоплейстоценовыми ледниковыми, озерно-ледниковыми и флювиогляциальными образованиями, а также голоценовыми морскими, озерными, эоловыми и аллювиальными отложениями и торфяниками. В субаквальной части береговой зоны на поверхности дна преобладают выходы морены и голоценовые песчаные осадки. По степени устойчивости к абразии [155] эти отложения относятся к IV (морена) и V классам (пески, глины), характеризующим неустойчивые и активно подвергающиеся абразии породы [156].

В основании разреза четвертичных отложений залегает комплекс моренных образований поздневалдайского возраста (осташковский горизонт), представленный плотными сухими глинистыми песками или песчаными глинами серого цвета, с включениями валунов и с примесью гравия и гальки. Мощность морены составляет преимущественно 5-10 м, редко достигая 20 м. Ледниковые отложения слагают участки берегов и прибрежных мелководий (Выборский залив, м. Дубовской, Кургальский п-в и др.), в также обнажаются в приурезовой зоне при размыве более молодых песчаных осадков, формируя обширные валунные бенчи (Курортный район, Невская губа периферия Сойкинского п-ва, м. Серая Лошадь и др.). Флювиогляциальные отложения в пределах береговой зоны занимают незначительные площади и распространены преимущественно в виде озоподобных гряд субмеридиональной - северо-западной ориентировки к западу от м.Флотский. Относительные превышения их колеблются от 5 до 40 м, а протяженность от 2 до 15 км. Сложены гряды песками с примесью грубообломочного материала. Разрез надстраивается ледниково-озерными ленточными и гомогенными глинами.

Выше по разрезу залегают осадки верхнего слоя, время формирования которых относится к голоцену и приходится на Анциловую (озерную), Литориновую и постлиториновую (морские) стадии развития Балтики. К этому времени относится формирование наиболее молодых песчаных террас, а также кос, дюн и лагун восточной части Финского залива [157].

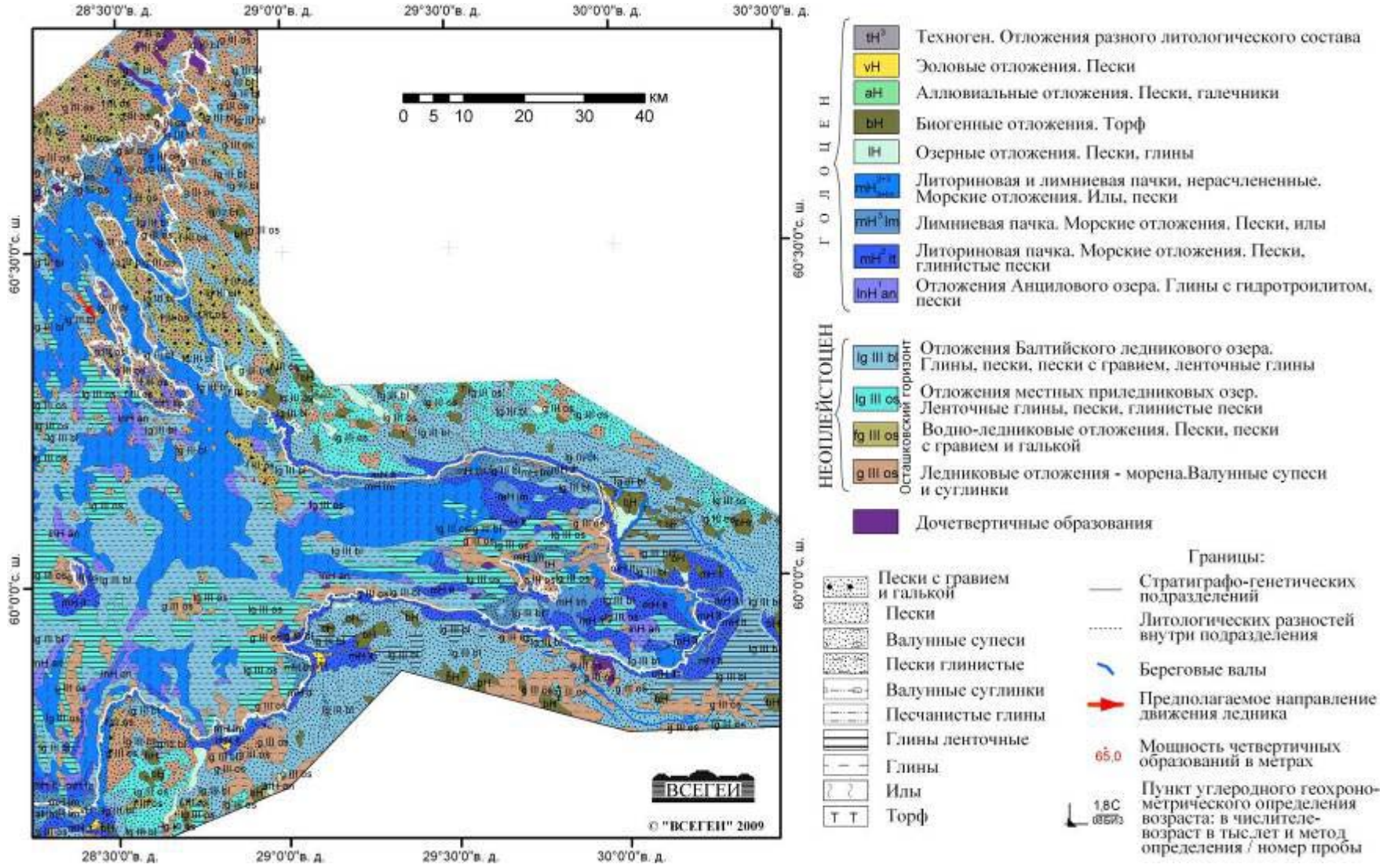


Рисунок 2.4 - Карта четвертичных отложений восточной части Финского залива и прилегающей части суши, включая береговую зону. Составлена П.Е. Москаленко, Е.Н. Нестеровой, М.А. Спиридоновым [157].

Согласно принятой классификации [158], в восточной части Финского залива к *группе берегов, сформированных субаэральными и тектоническими процессами и мало измененных морем*, относится берег Выборгского залива (от государственной границы до п-ва Киперорт), что показано на рисунке 2.5, и в таблице 2.1. К *группе берегов, формирующихся преимущественно под воздействием неволновых факторов* в рассматриваемом районе относятся берега устьевых участков крупных рек [159].

Берега на остальном протяжении Финского залива *сформированы преимущественно волновыми процессами*. Наиболее распространен тип *выравнивающихся абразионно-аккумулятивных бухтовых*, выделяются также небольшие по протяженности участки *выровненного абразионного* берега (м.Флотский – м.Песчаный), *выровненного аккумулятивного* берега (от пос.Солнечное до Сестрорецка и в восточной части Нарвского залива), *вторично расчлененного абразионно-аккумулятивного бухтового* берега (в районе пос.Б.Ижора). Берега восточной части Невской губы испытали настолько значительное антропогенное воздействие, что могут быть отнесены к *техногенному* типу. Для большинства берегов характерен невысокий (около 1 м) уступ размыва. Наибольшей высоты (до 30 м) активные абразионные уступы достигают в южной береговой зоне в районе форта Красная Горка [159; 157].

Таблица 2.1. Типы берегов восточной части Финского залива.

Группа, подгруппа	Тип	Подтип	
I. Берега, сформированные суб-аэральными и тектоническими процессами и мало измененные морем	Шхерный	-	1
II. Берега, формирующиеся преимущественно под воздействием неволновых факторов Потамогенные	Берега аллювиальных равнин	Аккумулятивный песчаный приустьевой	2
III. Берега, формирующиеся преимущественно волновыми процессами А. Выравнивающиеся	Абразионно-аккумулятивный бухтовый	Абразионный валунный (моренный) с локальными песчаными пляжами в бухтах	3
		Абразионно-аккумулятивный валунный (моренный) с песчаными пляжами в вогнутостях берега	4
Б. Выровненные	Абразионный	Абразионный валунный (моренный)	5
	Аккумулятивный	Аккумулятивный песчаный	6
В. Вторично-расчлененные	Абразионно-аккумулятивный бухтовый	Абразионно-аккумулятивный песчаный	7
IV. Техногенные	Техногенный	Набережные, насыпные территории, гидротехнические сооружения	8

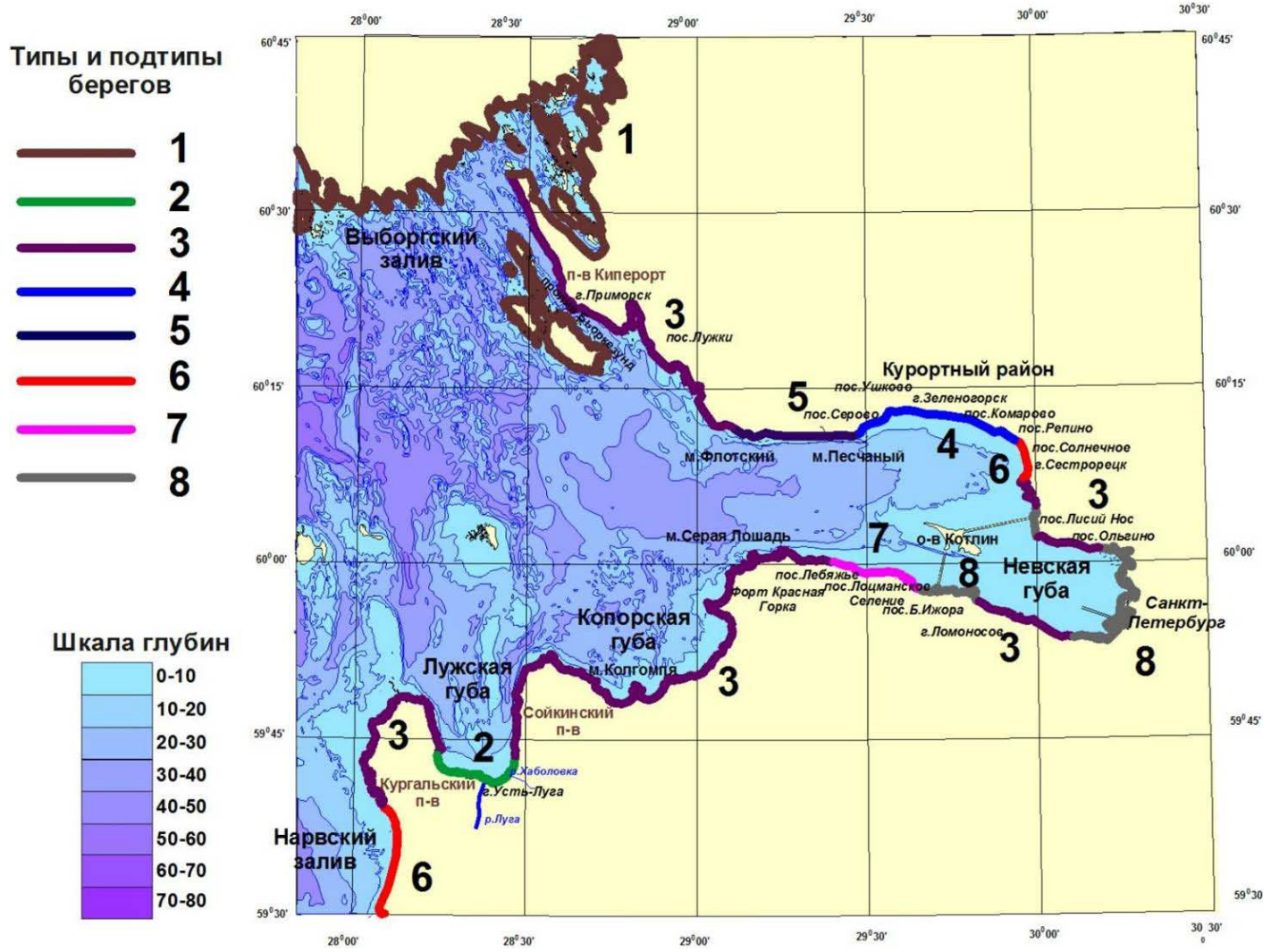


Рисунок 2.5 - Схема типов берегов восточной части Финского залива. Составлена Д.В.Рябчук, Е.Н.Нестеровой, А.Ю.Сергеевым [157]
Условные обозначения в таблице 2.1

Ниже приведено описание берегов восточной части Финского залива:

Выборгский район Ленинградской области:

Берег залива от государственной границы до западной оконечности п-ва Киперорт относятся к *шхерному типу*, который характеризуется изрезанной береговой линией, обилием островов и узких заливов. Северный берег Финского залива к западу от Выборга сложен коренными породами (граниты Выборгского массива), образующими так называемые «бараньи лбы», перекрытыми мореной. В бухтах, открытых в сторону моря формируются локальные песчаные пляжи. В Выборгском заливе в кутовых участках и в волновой тени островов создаются застойные условия, на подводном береговом склоне развивается водная растительность, что благоприятствует накоплению алевро-пелитового материала. Берега, показанные на рисунке 2.6, сложены валунно-галечными или песчаными отложениями, характеризуются крайне слабой динамикой [159].

А Б

Рисунок 2.6 - Шхерный тип береговой зоны. А – берег залива к западу от Выборга, В – бухта Медянка (фото Д.В.Рябчук)

Далее до м.Флотский берега относятся к подтипу *абразионных валунных (моренных) с локальными песчаными пляжами в бухтах* (подгруппа *выравнивающихся,* тип *абразионно-аккумулятивных бухтовых*). Северо-западная часть береговой зоны п-ва Киперорт, обращенной к открытой части залива, классифицируется как абразионная валунная (моренная). Берег здесь низкий, сложен ледниковыми отложениями, волновое воздействие достаточно активное. В результате на берегу и подводном береговом склоне сформировался покров валунно-галечных отложений с преобладанием мелких и средних валунов, как видно на рисунке 2.7А.

Далее к юго-востоку в волновой тени Березовых островов береговая линия более изрезана, участки абразионного валунного (моренного) берега чередуются с участками абразионного песчаного берега.

Рисунок 2.7 – А - Абразионная валунная (моренная) береговая зона северо-западной части полуострова Киперорт (фото Д.В.Рябчук); Б - Узкие песчаные пляжи на берегу пролива Бьоркезунд (фото [160])

Песчаные пляжи имеют ширину 20-30 м, сложены песками преимущественно крупно-среднезернистой - крупно-грубозернистой размерности. В приурезовой зоне характерны валы из гальки и гравия, склон берегового вала, как правило, крутой. На пляжах часто отмечаются скопления крупных валунов, образовавшихся при размыве ледниковых отложений, как видно на рисунке 2.7Б. На подводном береговом склоне сформировался валунный бенч. Береговая зона г.Приморска и нефтяного терминала относится к техногенному типу, как видно на рисунке 2.8А. Берег пролива Бъеркезунд на участке от пос.Карасевка до мыса Сигнальный относительно слабо изрезан. Береговая зона на описываемом участке (за исключением отдельных небольших бухт, в которых формируются аккумулятивные песчаные и гравийно-песчаные образования) характеризуется преобладанием абразионных процессов на берегу и подводном береговом склоне, как видно на рисунке 2.8Б.

Рисунок 2.8 - А - Абразионный валунный (моренный) участок береговой зоны пролива Бьеркезунд (фото Д.В.Рябчук); Б - Техногенный тип береговой зоны в районе нефтеналивного терминала (фото В.А.Шахвердова).

Береговая зона мыса Сигнальный относится к низменным абразионным валунным (моренным). На береговом склоне и в зоне осушки – крупные валуны, между которыми на донной поверхности галька, гравий, гравелистый песок. Валунная гряда выдается в сторону моря. К востоку от мыса Сигнальный береговая линия становится более изрезанной. В бухте расположен аккумулятивный песчаный пляж. Поверхностные осадки подводного берегового склона представлены хорошо сортированными преимущественно мелкозернистыми песками со следами ряби. Далее на восток зона аккумуляции сменяется зоной размыва. Между крупными эрратическими валунами поверхность подводного берегового склона и зоны осушки покрыта песчано-гравийной смесью.

Береговая зона Ермиловского залива классифицируется как аккумулятивная илистая. Вследствие активного развития водной растительности здесь формируются алевро-пелитовые осадки с высоким содержанием органического вещества. Далее расположен относительно слабо расчлененный участок береговой линии до м.Кюренниеми, где относительно выдвинутые в море участки относятся к абразионному валунному (моренному) подтипу, а в пологих вогнутостях береговой линии расположены песчаные пляжи. На подводном береговом склоне около пляжей развиты валунно-галечные отложения, таким образом, эти участки, в целом классифицируются как аккумулятивно-абразионные, как видно на рисунке 2.9.

А Б

Рисунок 2.9 - Абразионный валунный подтип береговой зоны (А) и песчаные пляжи в вогнутостях берега (Б) на участке между Ермиловским заливом и м.Кюренниеми (фото Д.В.Рябчук).

Данный участок береговой зоны является одним из наиболее активных в восточной части Финского залива в литодинамическом отношении. Экспозиция береговой линии, наибольшая длина разгона волны при ветрах западного и юго-западного направления, отсутствие достаточно глубоких бухт и выдвинутых мысов обуславливают формирование в ряде случаев не характерных, в целом, для восточной части Финского залива форм

динамической аккумуляции в виде галечных и мелковалунных валов, как видно на рисунке 2.10. Низменный берег с пологим валунным бенчем чередуется с участками берега, характеризующимися наличием активных абразионных уступов высотой до 10 м.

Рисунок 2.10. Формы динамической аккумуляции валунно-галечного материала (фото Е.Н.Нестеровой).

Следующий участок береговой зоны характеризуется мелкобухтовым расчленением. В вершинах бухт происходит аккумуляция песчаного материала, как на берегу, так и на подводном береговом склоне, как видно на рисунке 2.11А. В восточных частях Малоостровская и Дубковская наблюдается зарастание акватории водной растительностью. Береговая зона мысов Кюренниеми, Таммикониеми, п-ва Малый, а также выдающегося в море участка берега к юго-востоку от бухты Дубковская (до м.Стирсудден) относится к абразионному валунному (моренному) подтипу.

Рисунок 2.11 - А - Формы песчаной аккумуляции на подводном береговом склоне в зоне осушки (сгон воды) (фото Д.В.Рябчук); Б - Выровненный абразионный валунный (моренный) тип береговой зоны (фото Д.В.Рябчук).

Между мысами Стирсудден и Флотский наблюдается чередование валунного бенча на выдвинутых участках и песчаных пляжей аккумулятивно-абразионного типа. К востоку от м.Стирсудден в волновой тени расположенного в акватории бетонного сооружения сформировалась сложная система песчано-гравийных кос.

Береговая зона между мысами Флотский и Песчаный относится к типу подгруппе *выровненных*, типу *абразионных*, подтипу *валунных (моренных)*. От м.Флотский до пос.Пески на берегу наблюдается узкий (15-20 м) валунный бенч, продолжение которого образует подводный береговой склон. Характер берега не изменяется на протяжении более 15 км, как видно на рисунке 2.11Б. Абразионный уступ, в западной части описываемого участка выражен слабо. В восточном направлении высота абразионного уступа постепенно растет, достигая 5-7 м. В районе пос. Пески и западнее береговая линия образует плавные изгибы, в которых сформированы песчаные пляжи.

Курортный район Санкт-Петербурга:

Берега Курортного района Санкт-Петербурга от устья р.Приветная до восточной окраины пос.Репино относится к подруппе *выравнивающихся*, типу *абразионно-аккумулятивных бухтовых*, подтипу *абразионно-аккумулятивных валунных (моренных) с песчаными пляжами в вогнутостях берега.*

Непосредственно к востоку от устья р. Приветная расположен участок песчаной аккумуляции – вытянутая песчаная коса, сформировавшаяся в ходе миграции русла реки в результате его блокировки потоком наносов восточного направления, как видно на рисунке 2.12. Аналогичная картина повторяется в меньшем масштабе к востоку от устья ручья Смолячков. Однако в целом, от м.Песчаный до м.Лаутаранта преобладают процессы размыва, береговая зона классифицируется как аккумулятивно-абразионная песчаная и абразионная валунная (моренная). В первом случае в результате размыва древней авандюны на берегу сформировался песчаный пляж шириной 20-30 м, на поверхности подводного берегового склона наблюдается валунно-галечный бенч. В береговой зоне абразионного валунного (моренного) подтипа в результате размыва ледниковых отложений как на берегу, так и на подводном береговом склоне наблюдается валунно-галечная отмостка. Абразионный уступ, как правило, выражен слабо. В ряде случаев он достигает 1-1,5 м.

Рисунок 2.12 - Песчаная аккумулятивная коса к востоку от устья р. Приветная (фото Д.В.Рябчук)

К востоку от м.Лаутаранта, по обе стороны от устья р.Черная преобладают берега, характеризующиеся наличием размываемых песчаных пляжей. На берегу размыву подвергается древняя авандюна, являющаяся источником песчаного материала, формирующего пляж. Подводный береговой склон сложен грубообломочными отложениями. Непосредственно к западу от устья р.Рощинка (Черная), на территории кардиологического санатория «Черная речка» построена набережная и выдающийся в сторону моря бетонный мол на валунном основании, береговая зона здесь относится к техногенному типу. К востоку от устья р.Рощинка (Черная) наблюдается локальный участок аккумуляции алевро-пелитовых илов, обусловленный зарастанием акватории водными растениями.

Далее к востоку расположен вогнутый участок береговой линии, где преобладают песчаные пляжи (преимущественно аккумулятивно-абразионная береговая зона, с узким песчаным пляжем на берегу и преобладанием грубообломочных отложений на подводном береговом склоне). В центральной части вогнутости песчаный пляж расширяется до 40-50 м, сложен преимущественно средне-мелкозернистым песком, в тыловой части пляжа наблюдаются эоловые формы рельефа. Таким образом, береговая зона приобретает черты аккумулятивного песчаного подтипа, как видно на рисунке 2.13А.

Рисунок 2.13. А - Аккумулятивный песчаный подтип береговой зоны (фото Е.Н.Нестеровой); Б - Валунно-галечные отложения (абразионный валунный (моренный) подтип береговой зоны), г. Зеленогорск (фото Д.В.Рябчук).

Сегмент берега от пос.Ушково до восточной окраины г.Зеленогорска характеризуется преобладанием абразионных процессов. В результате устойчивого потока наносов в восточном направлении при дефиците осадочного материала, как на берегу, так и на подводном береговом склоне формируются валунно-галечные отложения, как видно на рисунке 2.13Б.

В случае строительства перпендикулярных береговой линии молов, дамб и других конструкций, зоны повышенной седиментации (углы заполнения) возникают к западу от них, с восточной стороны усиливаются процессы абразии. Такие участки локальной песчаной аккумуляции наблюдаются к западу от гидротехнических сооружений на территории санатория «Северная Ривьера» и бывшего порта г.Зеленогорска, как видно на рисунке 2.14.

А Б

Рисунок 2.14 – Локальные участки песчаной аккумуляции к западу от гидротехнических сооружений. А – Зеленогорский городской пляж; Б – санаторий «Северная Ривьера» (фото Д.В.Рябчук)

В районе поселка Комарово песчаные пляжи имеют ширину до 30-40 м, в тыловой части пляжей сформированы эоловые формы рельефа (дюны), на подводном береговом склоне наблюдается серия вдольбереговых подводных песчаных валов (до 4) на поверхности грубообломочных отложений или морены. Во время спокойных с гидродинамическом отношении летних месяцев здесь происходит образование временных песчаных аккумулятивных форм рельефа, однако в результате осенних штормов, особенно сопровождающихся подъемом уровня воды в заливе, происходит размыв песчаных отложений как на подводном береговом склоне, так и на всей ширине пляжа (вплоть до авандюны), как видно на рисунке 2.15.

Далее следует протяженный участок абразионного валунного подтипа) береговой зоны, как видно на рисунке 2.16, в районе пос.Репино.

А Б

Рисунок 2.15 - Аккумулятивно-абразионный подтип береговой зоны в районе пос.Комарово. А – вид на пляж с вершины авандюны; Б – вид на берег с вершины подводного вала (фото Д.В.Рябчук).

Рисунок 2.16 - Абразионный валунный (моренный) подтип береговой зоны на западной окраине пос.Репино (фото Д.В.Рябчук).

Около пос.Солнечное береговая линия поворачивает к югу, создавая условиях для аккумуляции песчаного материала как на берегу, так и на подводном береговом склоне. Пляж здесь имеет ширину более 100 метров, сложен хорошо сортированным мелкозернистым песком. Такой же тип осадков характеризует вдольбереговые подводные валы и межваловые ложбины приурезовой зоны. Данный сегмент береговой зоны может быть классифицирован как выровненный аккумулятивный тип, песчаный подтип, как видно на рисунке 2.17.

В районе мыса Дубовской вновь наблюдается размыв берега (рисунок 2.18). Построенные здесь в 1980-х годах берегозащитные сооружения к настоящему моменту в значительной степени разрушены. Между м.Дубовской и м.Таркала располагается зона развития водной растительности, с которой связано накопление тонких осадков. Далее до Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) вновь преобладают абразионные процессы. Непосредственно к КЗС примыкает участок берега, который может быть отнесен к техногенному типу.

Рисунок 2.17 - Аккумулятивный песчаный пляж пос.Солнечное (фото Д.В.Рябчук)

А Б

Рисунок 2.18 - Зона размыва на м.Дубовской. А – естественный берег; Б – берег, закрепленный бетонным сооружением, подвергающийся интенсивному разрушению (фото Д.В.Рябчук)

Берега Невской губы:

Северный берег Невской губы между КЗС и мысом Лисий Нос относится к техногенному типу, от Лисьего Носа на восток берег выравнивающийся, абразионный валунный (моренный) с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью, что обуславливает преобладание аккумулятивно-илистых процессов в летний период, как видно на рисунке 2.19. За береговым валом на суше отмечается заболачиваемое понижение.

К востоку от о-ва Верперлуда обширное пространство прибрежных мелководий зарастает водной растительностью. Береговую зону можно охарактеризовать здесь как аккумулятивную илистую с развитием гидрофитной растительности на подводном береговом склоне, как видно на рисунке 2.20. Сплошная полоса тростника в море постепенно сужается с запада на восток и практически исчезает к пос. Ольгино за просекой, идущей к морю от очистных сооружений. Дальше на восток от Ольгино и до Лахты берег приобретает черты аккумулятивно-абразионного песчаного, как видно на рисунке 2.21А.

Рисунок 2.19 - Берег Невской губы в районе м.Лисий Нос

Рисунок 2.20 - Зарастание подводного береговой склона гидрофитной растительностью в районе о-ва Верперлуда (фото Д.В.Рябчук)

Рисунок 2.21 - Аккумулятивно-абразионный песчаный подтип береговой зоны в районе пос.Ольгино (фото Н.Б.Малышевой).

Берега в пределах Санкт-Петербурга являются техногенными насыпными с вторичной переработкой искусственных террас, как видно на рисунке 2.22. В ряде случаев на подводном береговом склоне формируются песчаные аккумулятивные формы, обусловленными аккумуляцией наносов, поступающих с твердым стоком р.Невы и ее рукавов. Берег Елагина острова укреплен по всему периметру гранитным парапетом. Берег Крестовского острова насыпной, укреплен от размыва строительными блоками, на мелководье отмечается серия подводных вдольбереговых валов.

Морское побережье Васильевского острова представляет собой тип абразионно-аккумулятивного песчаного берега на техногенном насыпном основании. В южной части острова широко развиты берега, состоящие из свалок строительно-бытовых отходов, как видно на рисунке 2.23. С 2006 г. берега Васильевского острова активно изменяются в связи с выполнением проекта «Морской фасад», различные аспекты осуществления которого будут рассмотрены в разделе 2.3 настоящей публикации.

Рисунок 2.22 - Искусственный пляж 300-летия Санкт-Петербурга (фото Н.Б.Малышевой)

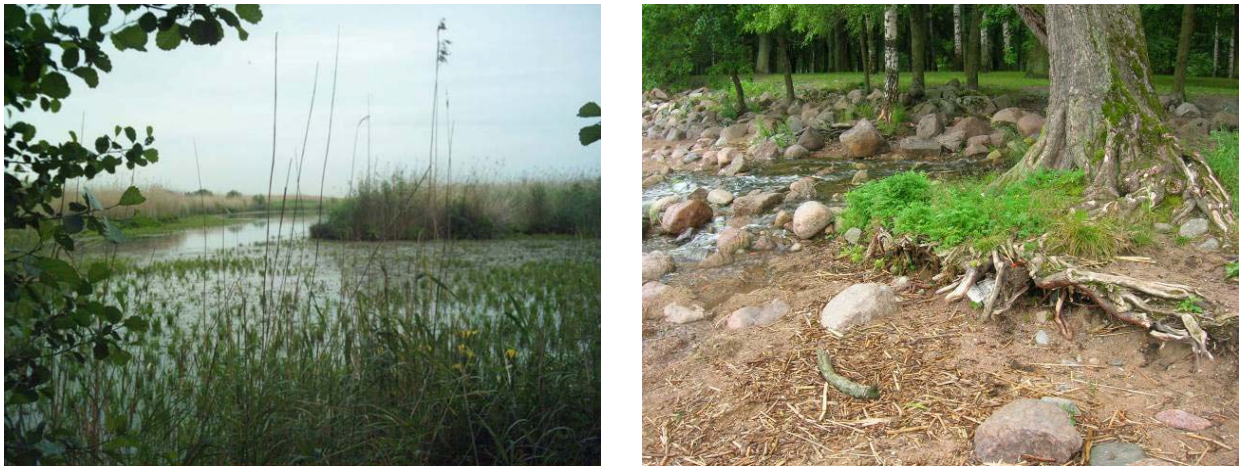
Рисунок 2.23 - Свалки строительно-бытовых отходов на берегу Васильевского о-ва (фото Н.Б. Малышевой)

Южнее Васильевского острова в Невскую губу выдается Канонерский остров, по естественным характеристикам низменный с отмелым подводным береговым склоном. В настоящее время берег острова поднят и укреплен за счет свалки промышленно-бытовых отходов. В южной части свалка не укреплена и подвержена абразии, что видно на рисунке 2.24.

Рисунок 2.24 - Сильно загрязненные берега Невской губы в пределах города (фото Н.Б.Малышевой)

Южный берег Невской губы от С.-Петербурга до южного створа КЗС имеет почти субширотное простирание. От устья реки Красненькой на запад до устья Дудергофского канала берег техногенный, насыпной (свалка строительно-бытовых отходов, золоотвалы, земля, синяя глина). От Дудергофского канала в сторону Угольной гавани на длину около 800 м берег укреплен каменной глыбовой отсыпкой. От Дудергофского канала на запад Стрельны на побережье расположена промышленная закрытая зона, в пределах которой наблюдается аккумулятивный илистый низменный берег с бухточками, прибрежные мелководья зарастают гидрофитной растительностью. Берег в районе Стрельны за последние годы испытал значительные техногенные преобразования в связи с реставрацией Константиновского дворца, системы каналов и восстановлением прибрежных территорий.

К западу от Константиновского дворца в Стрельне до восточной границы Нижнего парка Петергофа протягивается участок аккумулятивного илистого берега с зарастанием подводного берегового склона гидрофитами, как видно на рисунке 2.25А.



А Б

Рисунок 2.25 - А - Южный берег Невской губы к западу от Стрельны (фото Н.Б.Малышевой); Б – низкий абразионный уступ в парке Петродворца.

От восточной границы Нижнего парка Петродворца на запад берег абразионный моренный, как видно на рисунке 2.25Б, с отдельными участками техногенного берега у причала Нижнего парка, в районе дворцов Монплезир и Марли, а также в западной части Нижнего парка, где берег на некотором протяжении закреплен набережной. На берегу отмечается размыв корневых систем деревьев с образованием уступа высотой до 0,8 м; у уреза иногда обнажаются моренные глины, подводный береговой склон сложен валунно-галечной отмосткой и иногда зарастает гидрофитами.

От Мартышкино до Ломоносовской гавани берег аккумулятивный песчаный бухтовый с развитием гидрофитной растительности на подводном береговом склоне и на береговых валах. К востоку от КЗС ранее находился естественный аккумулятивный песчаный пляж. С 2010 г. здесь ведется строительство порта «Бронка».

Преобладающим типом берега в пределах острова Котлин является *техногенный*.

Ломоносовский район Ленинградской области:

Береговая зона к западу от южного створа Комплекса защитных сооружений С.-Петербурга от наводнений относится к техногенному типу. На берегу здесь произведена отсыпка неокатанных гранитных глыб. Далее расположен участок аккумулятивного илистого берега, на подводном береговом склоне здесь наблюдается интенсивное зарастание гидрофитной растительностью.

В районе пос.Большая Ижора береговая зона сформировалась в результате долговременных процессов песчаной аккумуляции, относится к подгруппе *вторично-расчлененных*, типу *абразионно-аккумулятивных бухтовых*, подтипу песчаных. Здесь наблюдаются сложно построенные песчаные косы, как видно на рисунке 2.26.

А Б

В Г

Рисунок 2.26 - Аккумулятивно-абразионный песчаный подтип береговой зоны. А – зона размыва за поворотом песчаного тела; Б – прямолинейный участок песчаного тела – зона транзита; В, Г – восточные края песчаных тел – зона аккумуляции (роста) (фото Е.Н.Нестеровой)

Следующий отрезок берега характеризуется наличием песчаного пляжа, который подвергается размыву. Ширина пляжа по маршруту варьирует от 9-10 до 18-20 метров. За пляжем расположен активный размывной уступ, высота которого также изменяется от десятков сантиметров до 5-7 м, как видно на рисунке 2.27.

Между пос.Лебяжье и м.Серая Лошадь береговая зона относится к абразионному валунному (моренному) подтипу. На подводном береговом склоне наблюдается скопление валунов, берег низкий, узкий пляж сложен крупно-грубозернистым песком или грубообломочными отложениями, как видно на рисунке 2.28А. Для ряда участков береговой зоны характерно интенсивное зарастание подводного берегового склона водной растительностью, как видно на рисунке 2.28Б.

Рисунок 2.27 - А – размыв песчаного пляжа и древнего берегового вала к востоку от пос.Лебяжье (фото Д.В.Рябчук)

А Б

Рисунок 2.28. А – абразионный валунный (моренный) участок береговой зоны; Б – абразионный валунный (моренный) участок береговой зоны с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью (фото Д.В.Рябчук)

В районе пос.Красная Горка наиболее характерной особенностью береговой зоны является расположенный на расстоянии 20-30 м от береговой линии абразионный уступ (обрыв) во флювиогляциальных отложениях высотой более 20 м, как видно на рисунке 2.29. Подводный береговой склон здесь сформирован валунно-галечными отложениями, узкий песчаный пляж также состоит преимущественно из валунов.

Между мысами Серая Лошадь и Устинский на выдвинутых в море участках наблюдается типичная абразионная валунная (моренная) береговая зона, в ряде случаев с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью. В бухтах расположены локальные пляжи, относящиеся к аккумулятивно-абразионному подтипу, как видно на рисунке 2.30. Аккумулятивно-абразионный песчаный пляж протяженностью более 5 км и шириной от 10 до 60 м сформирован в бухте, расположенной межу мысами Осиновый и Устинский. На подводном береговом склоне на поверхности грубообломочных отложений наблюдаются вдольбереговые подводные песчаные валы (от 2 до 3), как видно на рисунке 2.31.

А Б

Рисунок 2.29 - Абразионный уступ высотой более 20 м. А – западная окраина пос.Лебяжье; Б – около форта Красная Горка (фото Д.В.Рябчук)

А Б

Рисунок 2.30 - Аккумулятивно-абразионный подтип береговой зоны. Бухта Батарейная. А – абразионная валунная (моренная) береговая зона мыса, ограничивающего бухту с запада. Б – песчаный пляж центральной части бухты

Рисунок 2.31 - Размываемый песчаный пляж между мысами Устинский и Осиновый (фото Д.В.Рябчук).

К югу от м.Устинский наблюдается интенсивное зарастание водной растительностью валунно-галечных отложений бенча. Далее к югу от устья р.Коваши находится песчаный аккумулятивный пляж (городской пляж г.Сосновый Бор), как видно на рисунке 2.32. Пляж сложен хорошо сортированным мелкозернистым песком, имеет ширину до 70 м. В тыловой части пляжа сформирована хорошо развитая авандюна высотой до 3 м. На подводном береговом склоне наблюдается серия вдольбереговых подводных песчаных валов. Далее к юго-западу расположена территория Ленинградской Атомной электростанции (ЛАЭС), береговая зона которой, за исключением небольших участков естественного берега, может быть отнесена к типу техногенных.

Рисунок 2.32 - Участок песчаной аккумуляции. Городской пляж г.Сосновый Бор

Кингисеппский район Ленинградской области:

Западный берег Копорской губы относится к подтипу аккумулятивных песчаных с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью. Береговая зона м. Дубовский характеризуется наличием валунных отмосток на берегу и подводном береговом склоне, при этом с восточной стороны мыса также широко развита гидрофитная растительность, как видно на рисунке 2.33.

А

Б

Рисунок 2.33 - А – валунный бенч с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью; Б – аккумулятивный песчаный пляж к западу от м.Дубовский (фото Д.В.Рябчук)

В кутовой части бухты к западу от м.Дубовский происходит аккумуляция песчаного материала. Далее до мыса Колгомпя береговая зона носит черты абразионной валунной (моренной), в ряде случаев происходит зарастание подводного берегового склона тростником. В локальном изгибе берега находится песчаный пляж, подвергающийся периодическим процессам размыва. Ширина пляжа, сложенного средне-мелкозернистым песком, не превышает 25-30 м, на подводном береговом склоне наблюдаются гряды валунов, в том числе крупных. В приурезовой зоне отмечается скопление водорослей.

Типичная по облику абразионная валунная (моренная) береговая зона характерна для большей части восточного берега Лужской губы. На подводном береговом склоне и берегу, как правило, формируются валунно-галечные отложения, как видно на рисунке 2.34А. В ряде случаев отмечается активный абразионный уступ высотой до 7 м. В районе пос.Вистино и Ручьи на расстоянии 10-20 м от уреза воды вдоль берега тянутся полуразрушенные берегозащитные сооружения, как видно на рисунке 2.34Б. Береговая зона в районе порта Усть-Луга может быть классифицирована как техногенная.

В кутовой части губы к востоку от устья р.Луги до начала строительства порта была расположена зона песчаной аккумуляции и интенсивного зарастания подводного берегового склона водной растительностью, как видно на рисунке 2.35. В настоящее время в связи с расширением портовых площадей эта зона стремительно сокращается.

К западу от устья р.Луги расположен песчаный пляж, сложенный хорошо сортированным мелкозернистым песком, имеет ширину около 20 м. В тыловой части пляжа наблюдаются эоловые формы рельефа. На подводном береговом склоне – серия вдольбереговых подводных песчаных валов, также сложенных хорошо сортированным мелкозернистым песком.

А Б

Рисунок 2.34 - А – абразионная валунная (моренная) береговая зона восточного побережья Лужской губы; Б – полуразрушенные берегозащитные сооружения в районе пос.Вистино (фото Д.В.Рябчук)

Рисунок 2.35 - Заболоченный низкий берег (аккумулятивный песчаный подтип береговой зоны с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью). В устье р.Луги видны приустьевые бары. А – космоснимок (Google Earth); Б – фото Т.В.Бодрякова

Береговая зона западного берега Лужской губы классифицируется как абразионная валунная (моренная), северная окраина Кургальского полуострова характеризуется интенсивным зарастанием подводного берегового склона водной растительностью. Характер берегов сохраняется и на восточном побережье Кургальского полуострова. На берегу и подводном береговом слоне здесь наблюдается валунно-галечная отмостка с обилием крупных валунов, для прибрежных частей акватории характерны заросли водной растительности, как видно на рисунке 2.36А.

К югу от о-ва Кирьясари берег становится сильно изрезанным. В небольших, но достаточно глубоких бухтах отмечается аккумуляция песчаного материала с формированием аккумулятивных тел и илов в зарослях водной растительности, как видно на рисунке 2.36Б.

Рисунок 2.36. А - абразионный валунный (моренный) участок береговой зоны с зарастанием водной растительностью (западное побережье Кургальского п-ва); Б - аккумулятивные песчаные тела и заросли водной растительности в бухте около дер.Конново (фото Д.В.Рябчук)

Южнее (до устья р.Нарвы и государственной границы с Эстонией) расположен достаточно протяженный (около 20 км) сегмент береговой зоны, относящийся к подгруппе *выровненных*, типу *аккумулятивных*, подтипу *песчаных*. Здесь развит песчаный пляж (сложенный преимущественно хорошо сортированным мелкозернистым песком). Пляж имеет ширину от 50 до 80 м, в его тыловой части наблюдаются слабо развитые эоловые формы (эоловые подушки). На подводном береговом склоне наблюдается серия из вдольбереговых подводных песчаных валов (до 8 штук), сложенных хорошо сортированным мелкозернистым песком, как видно на рисунке 2.37. В северной части пляжа отмечается интенсивное заболачивание берега и прибрежной части подводного берегового склона водной растительностью.

Потоки наносов в крупных заливах-губах южного берега направлены к их вершинам. Так, в Лужской губе, наблюдается поток наносов к вершине залива, что способствует образованию обширной зоны аккумуляции. Зона транзита охватывает всю западную и юго-восточную части берегов Лужской губы. В южную часть губы ежегодно поступает и откладывается 110 000 м^3 наносов, причем 100 000 м^3 поступает с западного берега и только 10 000 м^3 – с восточного.

К востоку от меридиана м.Шепелев – пос.Озерки вдоль обоих побережий наблюдаются отдельные литодинамические ячейки, где поток наносов направлен с запада на восток. По расчетам И.О.Леонтьева [161] в береговой зоне Курортного района выделяются два потока наносов, действующих навстречу друг другу. На западном участке (г. Зеленогорск – пос.Репино) поток направлен на восток (около 3 тыс. м^3/год), а на восточном участке (пос.Солнечное – г.Сестрорецк) поток имеет северное направление (4-5 тыс. м^3/год). Между пос.Репино и Солнечное расположена зона конвергенции, где потоки разгружаются, наращивая берег.

Б

В

Г

Д

Рисунок 2.37 – Аккумулятивный песчаный пляж в Нарвском заливе. Фото Д.В.Рябчук

В районе южного берега (пос.Большая Ижора) значения локальных расходов наносов в несколько раз меньше, однако активный профиль здесь длиннее. Поток в западном направлении составляет 1.4 тыс. куб. м в год, а в восточном – 5.7 тыс. куб. м в год. Соответственно результирующий поток, направленный на восток, равен 4.3 тыс. куб. м в год [161].

2.1.1.4. Краткая характеристика прилегающего побережья

Побережье восточной части Финского залива представляет собой классический пример террасированной равнины, как видно на рисунке 2.38. Наиболее высокие террасы, расположенные на абсолютных высотах от 45-50 до 100 м и выработанные в морене, реже – в водно-ледниковых отложениях, являются свидетельством быстрого изменения уровня приледникового бассейна [162]. В послеледниковое время сформировались нижние, как правило, аккумулятивные террасы. В Приневской низменности они располагаются на высоте до + 8 м, в районе г.Приморска максимум Анциловой трансгрессии отмечен на уровне + 26,6 м [163]. В районе пос.Лужки уровень анциловой трансгрессии +30 м. Береговая линия Литоринового моря выражена в рельефе абразионными уступами и береговыми валами. Максимальные абсолютные высоты поверхности морской литориновой террасированной равнины составляют от +8 м (в районе С.-Петербурга) до +15 м (в районе пос.Лужки) [164]. Четким ярусным строением характеризуется южное побережье залива (Кургальский и Сойкинский п-ва).

Ярусность здесь обусловлена особенностями дочетвертичного рельефа, переработанного плейстоценовыми оледенениями и окончательно «отшлифованного» послеледниковыми водоемами.

Верхний «ярус» - это Сойкинская возвышенность, а также Кургаловское и Куровицкое плато. Они окружены низменными равнинами, открытыми в сторону залива. В ходе литориновой трансгрессии был сформирован нижний ярус рельефа - нижняя терраса. На западном берегу Сойкинского полуострова терраса окаймлена литориновым абразионным уступом. На юге Лужской губы - литориновая терраса осложнена вытянутыми параллельно берегу древними береговыми валами. Наибольшее развитие они получили на участке между р. Лугой и р. Хаболовкой [165].

На берегах имеют распространение ландшафты южной таежной зоны с сосново-еловыми и березо-ольховыми лесами с кустарником и лугами, а также болотными массивами.

На приморских территориях Выборгского района Ленинградской области преобладают еловые зеленомошные леса, сосновые зеленомошные и лишайниковые леса (частично на месте еловых). В Ломоносовском районе (южный берег залива от КЗС до центральной части Копорского залива) преобладающим типом растительности в береговой зоне являются сосновые заленомошные и лишайниковые леса (частично на месте еловых), значительную площадь занимают сельскохозяйственные земли [166].

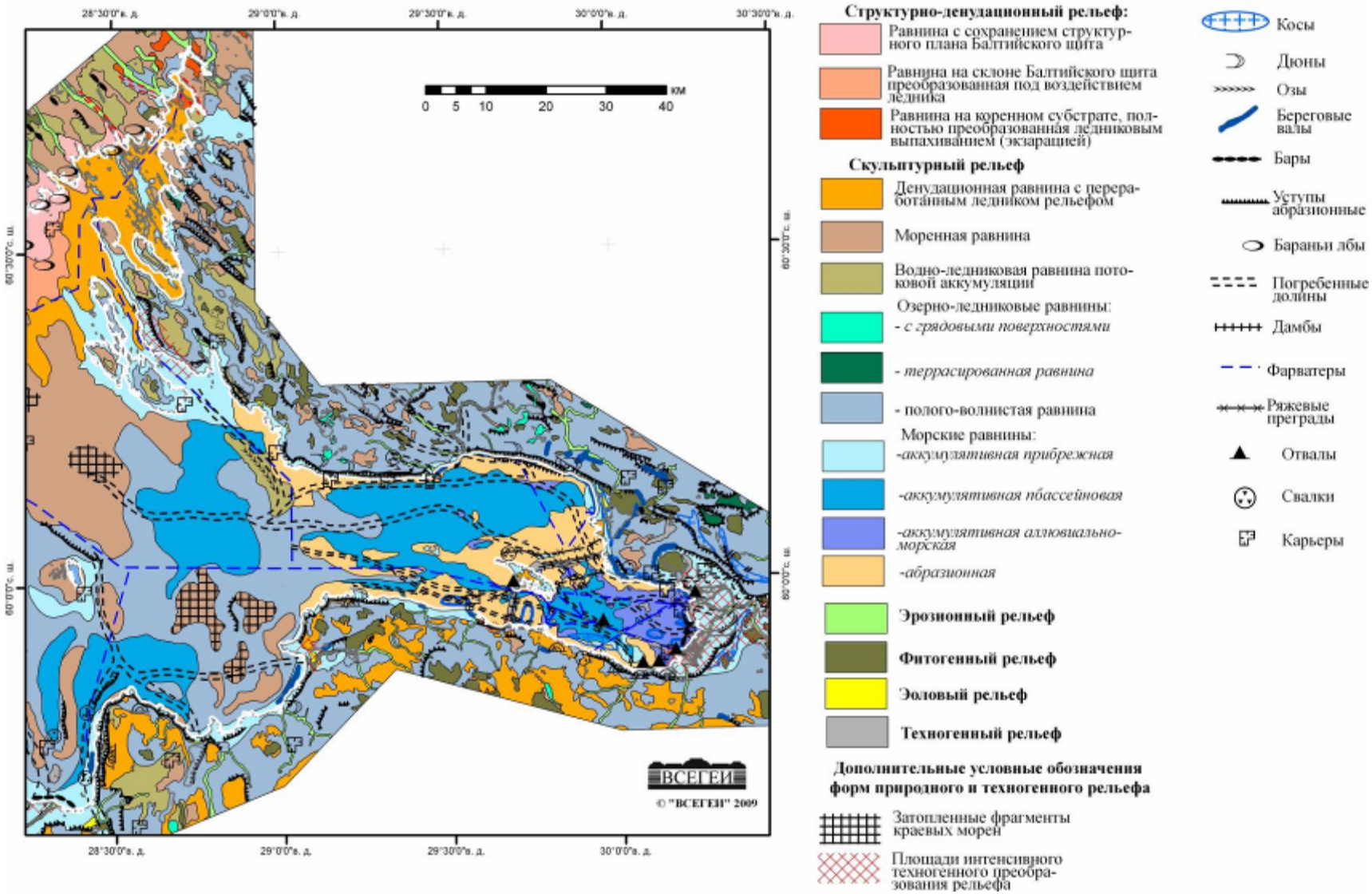


Рисунок 2.38 - Геоморфологическая карта восточной части Финского залива и его береговой зоны [157]

2.1.1.5. Биологическая характеристика побережья

Выборгский район Ленинградской области:

Устье р.Серьга и Выборгский залив относятся к нерестовым районам речной (невской) миноги (Lampetra fluviatilis), здесь распространена находящаяся под угрозой исчезновения сельдь-финта (Alosa fallax fallax). Через бухту Кировская проходят пути нерестовых миграций атлантического (балтийского) лосося (Salmo salar). Реки Полевая, Черкасовка и Гороховка являются нерестовыми для кумжи (Salmo trutta), в вершине Выборгского залива наблюдается концентрация молоди этой рыбы. Вся описываемая береговая зона относится к районам размножения в прибрежных водах корюшки (Osmerus eperlanus), плотвы (Rutilus rutilus), окуня (Perca fluviatilis) и девятииглой колюшки (Pingitius pingitius) [167].

К ключевым орнитологическим территориям (IBAs) относятся острова Большой Фискар и Долгий Риф, Березовые острова и Выборгский залив. Здесь пролегают пути весенних и осенних миграций и расположены места стоянок лебедей, морских и речных уток, чернетей, лысух, куликов. На островах и в Выборгском заливе находятся также места гнездования представителей морской (гага, турпан, лебедь-шипун, гагарка и чистики, серый гусь, белощекая казарка, пеганка, кулик-сорока, камнешарка, чернозобик, большой баклан, морская чайка и клуши, чеграва, поляная крачка) и околоводной орнитофауны. Вдоль всего берега кадастрового района проходят пути осенней миграции околоводных птиц. Около Березовых островов и в Выборгском заливе встречается балтийский подвид кольчатой нерпы (Phoca hispida botnica). На побережье Березовых островов, в Выборгском заливе и западнее распространены виды водорослей, лишайников и сосудистых растений, занесенных в Красные книги, в том числе находящиеся под угрозой исчезновения. На Березовых островах, полуострове Киперорт и островах Выборгского залива встречаются также амфибии, рептилии и млекопитающие, занесенные в Красные книги, среди которых обыкновенный уж (Natrix natrix), летяга (Pteromys volans), европейская норка (Mustela lutreola), гребенчатый тритон (Triturus cristatus) [167].

Курортный район Санкт-Петербурга:

Устье р.Рощинки и Сестрорецкий разлив относятся к нерестовым районам речной (невской) миноги (Lampetra fluviatilis), в акватории распространена находящаяся под угрозой исчезновения сельдь-финта (Alosa fallax fallax). В рассматриваемой части акватории залива проходят пути нерестовых миграций атлантического (балтийского)

лосося (Salmo salar), мигранционные пути невского сига (Coregonus lavaretus), балтийской ряпушки (Coregonis albula). Река Рощинка является нерестовой для кумжи (Salmo trutta), в прибрежных водах около устья р.Рощинка и в районе Сестрорецка наблюдается концентрация молоди этой рыбы. Вся описываемая береговая зона относится к районам размножения в прибрежных водах корюшки (Osmerus eperlanus), плотвы (Rutilus rutilus), окуня (Perca fluviatilis), трехиглой колюшки (Gasterosteus aculeatus) и девятииглой колюшки (Pingitius pingitius).

В непосредственной близости от побережья располагается ключевая орнитологическая территория (IBAs) всемирного и общеевропейского значения Сестрорецкий разлив. Здесь пролегают пути весенних и осенних миграций и расположены места стоянок лебедей, морских и речных уток, чернетей, лысух, куликов. Вдоль берега проходят пути осенней миграции околоводных птиц. Здесь распространены виды водорослей, лишайников и сосудистых растений, занесенных в Красные книги, в том числе находящиеся под угрозой исчезновения. В Курортном районе встречаются также амфибии, рептилии и млекопитающие, занесенные в Красные книги, среди которых гребенчатый тритон (Triturus cristatus), садовая соня (Eliomys quercinus) и рыжая вечерница (Nyctalus noctula) [167].

Побережья Невской губы (Приморский, Василеостровский, Петроградский, Кировский, Петродворцовый районы Санкт-Петербурга):

Устье р.Невы относится к нерестовым районам речной (невской) миноги (Lampetra fluviatilis). В рассматриваемой части акватории залива проходят пути нерестовых миграций атлантического (балтийского) лосося (Salmo salar), мигранционные пути невского сига (Coregonus lavaretus), балтийской ряпушки (Coregonis albula). Река Нева является нерестовой для кумжи (Salmo trutta). Вся описываемая береговая зона относится к районам размножения в прибрежных водах корюшки (Osmerus eperlanus), плотвы (Rutilus rutilus), окуня (Perca fluviatilis), трехиглой колюшки (Gasterosteus aculeatus) и девятииглой колюшки (Pingitius pingitius) [167].

Несмотря на высокий уровень урбанизации, на побережьях Невской губы располагается ряд ключевых орнитологических территорий (IBAs) всемирного и общеевропейского значения. К ним относятся Северо-Западные пригороды С.-Петербурга и южное побережье Невской губы. Здесь пролегают пути весенних и осенних миграций и расположены места стоянок лебедей, морских и речных уток, чернетей, лысух, куликов. В районе о-ва Верперлуда, Васильевского острова и вдоль южного побережья Невской губы расположены места стоянок лебедей весной и осенью. Вдоль обоих берегов Невской губы

расположены районы гнездования околоводной орнитофауны (больших бакланов, лебедей-шипунов, серых гусей, речных и нырковых уток, серебристых чаек, речных, полярных и черных крачек, чеграв, куликов-сорок, травников, гагарок, чистиков). Вдоль северного берега кадастрового района проходят пути осенней миграции околоводных птиц, вдоль южного берега – весенней миграции. Здесь распространены виды водорослей, лишайников и сосудистых растений, занесенных в Красные книги, в том числе находящиеся под угрозой исчезновения [167].

Ломоносовский район Ленинградской области:

Устье р.Черная (пос.Большая Ижора) относится к нерестовым районам речной (невской) миноги (Lampetra fluviatilis) и кумжи (Salmo trutta), здесь распространена находящаяся под угрозой исчезновения сельдь-финта (Alosa fallax fallax). На всей площади прибрежной акватории проходят пути нерестовых миграций атлантического (балтийского) лосося (Salmo salar). Вся описываемая береговая зона относится к районам размножения в прибрежных водах корюшки (Osmerus eperlanus), которая нерестится в устье р.Систы, плотвы (Rutilus rutilus), окуня (Perca fluviatilis), трехиглой колюшки (Gasterosteus aculeatus) и девятииглой колюшки (Pingitius pingitius) [167].

На берегах залива в Ломоносовском районе располагается ключевая орнитологическая территория (IBAs) всемирного значения - Лебяжье. Здесь пролегают пути весенних и осенних миграций лебедей и располагаются места стоянок морских и речных уток, чернетей, лысух, куликов, а также располагаются районы гнездования околоводной орнитофауны в весенне-летний период (больших бакланов, лебедей-шипунов, серых гусей, речных и нырковых уток, серебристых чаек, речных, полярных и черных крачек, чеграв, куликов-сорок, травников, гагарок, чистиков), проходят пути весенней миграции околоводных птиц. В прибрежных водах встречается балтийский подвид кольчатой нерпы (Phoca hispida botnica). На побережье распространены виды лишайников и сосудистых растений, занесенных в Красные книги, в том числе находящиеся под угрозой исчезновения, встречаются также амфибии, рептилии и млекопитающие, занесенные в Красные книги, среди которых обыкновенный уж (Natrix natrix), летяга (Pteromys volans), рыжая вечерница (Nyctalus noctula) и обыкновенная чесночница (Pelobates fuscus) [167].

Кингисеппский район Ленинградской области:

Устья рек Нарва и Луга относятся к нерестовым районам речной (невской) миноги (Lampetra fluviatilis) и кумжи (Salmo trutta), а также атлантического (балтийского) лосося (Salmo salar). Кумжа нерестится также в устье р.Хаболовка. В прибрежных водах распространена, находящаяся под угрозой исчезновения, сельдь-финта (Alosa fallax fallax). Луга относится к нерестовым рекам невского сига (Coregonus lvaretus). Вся описываемая береговая зона относится к районам размножения в прибрежных водах корюшки (Osmerus eperlanus), плотвы (Rutilus rutilus), окуня (Perca fluviatilis), которые нерестятся в Луге и Нарве, трехиглой колюшки (Gasterosteus aculeatus) и девятииглой колюшки (Pingitius pingitius) [167].

На побережье располагаются ключевые орнитологические территории (IBAs) всемирного и общеевропейского значения Копорская губа и Кургальский полуостров. Здесь пролегают пути весенних и осенних миграций и расположены места стоянок лебедей, морских и речных уток, чернетей, лысух, куликов, расположены районы гнездования представителей морской (гага, турпан, лебедь-шипун, гагарка и чистики, серый гусь, белощекая казарка, пеганка, кулик-сорока, камнешарка, чернозобик, большой баклан, морская чайка и клуши, чеграва, поляная крачка) и околоводной орнитофауны (больших бакланов, лебедей-шипунов, серых гусей, речных и нырковых уток, серебристых чаек, речных, полярных и черных крачек, чеграв, куликов-сорок, травников, гагарок, чистиков). Здесь находятся места миграционных стоянок куликов в весенний, летний и осенний периоды года и места зимовок водоплавающих птиц. Через кадастровый район проходят пути весенней миграции околоводных птиц. В прибрежных водах Кургальского полуострова встречается балтийский подвид кольчатой нерпы (Phoca hispida botnica), на Кургальском рифе находятся ее залежки. Здесь же располагаются залежки серого тюленя (Halichoerus grypus) и проходят пути его миграций. На побережье распространены виды лишайников и сосудистых растений, занесенных в Красные книги, в том числе находящиеся под угрозой исчезновения. Встречаются также амфибии, рептилии и млекопитающие, занесенные в Красные книги, среди которых обыкновенный уж (Natrix natrix), рыжая вечерница (Nyctalus noctula), обыкновенная чесночница (Pelobates fuscus) и садовая соня (Eliomys quercinus) [167].

2.1.2 Оценка современного природного морского курортного потенциала кос, пляжей, дюнных комплексов восточной части Финского залива

Побережья восточной части Финского залива обладают высоким рекреационным потенциалом, возможности использования которого далеко не исчерпаны. Климатические условия региона ограничивают время «пляжного» отдыха, однако живописные ландшафты, наличие уникальных и разнообразных геологических памятников, возможность сочетания познавательного туризма с различными видами активного отдыха, а также посещением объектов историко-культурного наследия открывают широчайшие перспективы для развития внутреннего и международного туризма эколого-географического, научного и познавательного направлений.

Среди наиболее перспективных участков берегов восточной части Финского залива следует выделить:

- шхерный берег от российско-финляндской границы до г.Выборга;
- район архипелага Березовых островов и полуострова Киперорт;
- берег от м.Стирсудден до м.Песчаный и прилегающий участок побережья с формами водно-ледниковой аккумуляции;
- песчаные пляжи с комплексом дюн и реликтовыми абразионными уступами Литориновой террасы (Курортный район Санкт-Петербурга от пос.Ушково до пос.Репино);
- песчаные пляжи с комплексом современных дюн и реликтовые дюны в районе пос.Солнечное – м.Дубовской;
- северное побережье Невской губы (от м.Лисий Нос до Лахтинского разлива);
- южное побережье Невской губы от Стрельны до Петродворца (природно-техногенные ландшафты);
- песчаные косы различных генераций в районе пос.Большая Ижора;
- Кургальский полуостров.

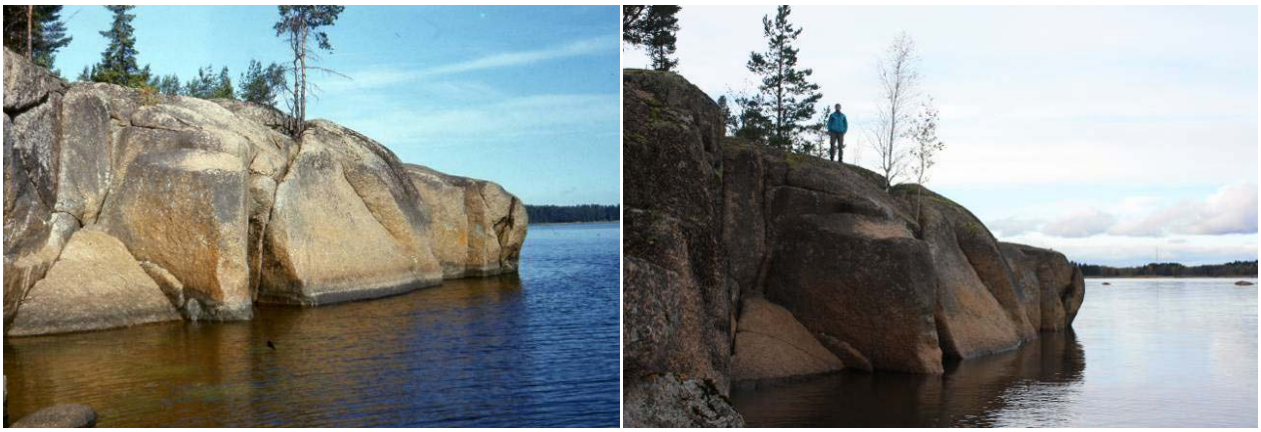
2.1.2.1 Шхерный берег (от российско-финляндской границы до г.Выборга)

Берега Выборгского залива относятся к типу шхерных. Уникальные для российской части залива ландшафты сформировались при трансгрессии моря в область ледниковой экзарации и аккумуляции. Ледниковые отложения имеют здесь небольшую мощность, на дневную поверхность на ряде участков выходят породы кристаллического фундамента – нижнерифейские граниты-рапакиви – габброанортозиты Выборгского комплекса. Породы

Выборгского комплекса относятся к древнейшим геологическим образованиям - согласно изотопным датировкам, полученным изохроным уран-свинцовым методом, возраст гранитов-рапакиви составляет 1500-1600 млн. лет.

В рассматриваемом районе широко представлены различные ледниковые формы рельефа «бараньи лбы» – в геологии выходы плотных горных пород, сглаженные и отполированные ледником, «курчавые скалы» (группы «бараньих лбов»). Склоны бараньих лбов, обращенные в сторону ледника (проксимальные), – пологие, противоположные (дистальные) – обычно крутые, так как ледник при своем движении выламывал куски пород, из которых формировались ледниковые валуны. На поверхности бараньих лбов наблюдаются ледниковые царапины, шрамы. Борозды достигают нескольких метров в длину, обычно 2-5 см в ширину и нескольких мм в глубину. Часто наблюдаются две системы пересекающихся борозд, реже более. Пересекающиеся борозды возникают при местном изменении направления движения льдов или при движении ледников двух оледенений в различных направлениях. Ориентировка борозд часто совпадает с направлением длинных осей ледниковых озер, бараньих лбов и озов.

Береговая линия залива сильно изрезана, образует длинные, узкие заливы, глубоко вдающиеся в сушу, и множество островов – от крупных до совсем небольших. Все это придает прибрежным ландшафтам и прилегающей акватории неповторимый живописный облик. «Обычные» для соседней Финляндии береговые ландшафты в восточной части Финского залива встречаются только в районе г.Выборга и к западу (до российско-финляндской границы). Этот ландшафт, являющийся эталоном природных комплексов северного берега Финского залива, по номенклатуре HELCOM отнесен к так называемому «Красному списку» биотопов Балтики, подлежащих особой охране [168]. Выходы гранитов в береговой зоне достаточно редки, как видно на рисунках 2.39, 2.40.



А Б

Рисунок 2.39 - Выходы гранитов вблизи бухты Портовая. А – фото К.Орвику, Б – фото Д.В.Рябчук

В акватории залива расположен Ингерманладский государственный природный заповедник, включающие в себя острова архипелага Большой Фискар, о-ва Долгий Риф и Копытин Зубец. Планируется создание регионального комплексного заказника Приграничный в окрестностях острова Большой Пограничный.

Рисунок 2.40 - «Бараньи лбы» вблизи бухты «Портовая». Фото Д.В.Рябчук

В Выборге, на острове Твердыш (ранее Замковый остров (швед.Stottsholmen, фин. Linnansaari)) расположен государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник «Парк Монрепо», включающий в себя участок шхерного берега с выходами скальных пород и целый объектов культурного наследия.

Геологическим памятником природы является остров Густой. Он организован в 1976 г. на площадь 54 га для сохранения уникальных выходов гранитов [168] - возвышающейся над водой Выборгского залива скалы, высотой до 50 м, и красивейшей бухты, вдающейся в остров. В состав памятника природы входят острова Густой, Котельный и 2 небольших безымянных островка в 50-100 м к югу и юго-востоку от них. Остров Густой в плане имеет подковообразную форму благодаря вдающемуся с северо-запада заливу шириной 120-150 м. Западная часть острова, или западный полуостров, более низкий с пологими покатыми склонами. Вся его поверхность представляет собой «бараний лоб». Относительное превышение вершины над урезом воды 7-8 м [168].

Рассматриваемая территория весьма перспективна с точки зрения развития различных видов туризма – познавательного, спортивного, экологического. Здесь целесообразна организация водных маршрутов, мест стоянок на островах, небольших турбаз при строгом соблюдении режима существующих ООПТ. Среди негативных факторов техногенного воздействия – порты г.Выборга и Высоцка.

2.1.2.2 Восточный берег Выборгского залива – архипелаг Березовых островов, полуостров Киперорт – м.Стирсудден

Восточный берег Выборгского залива – полуостров Киперорт:

Острова восточного побережья Выборгского залива представляют собой классический пример форм рельефа ледниковой аккумуляции – здесь широко представлены *зандры,* сложенные разнозернистыми косослоистыми песками, с включением гальки и валунов кристаллических пород и *озы,* вершины и склоны которых усеяны крупными валунами. Впервые ландшафты района были описаны еще П.А.Кропоткиным в его труде «Исследования о ледниковом периоде» (1876), показаны на рисунке 2.41. Подобные формы ледниковой аккумуляции характерны для побережий Финляндии и Швеции.

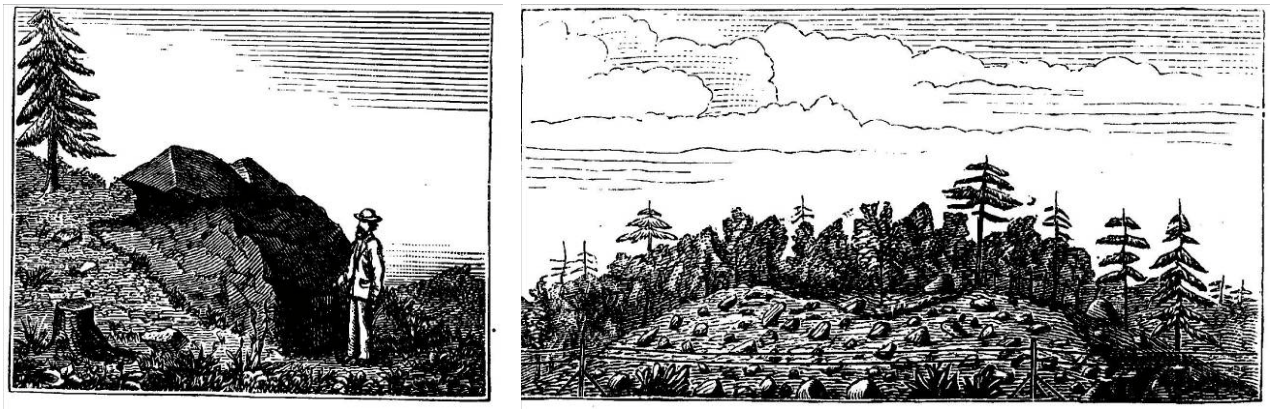


Рисунок 2.41 - Рисунки из книги П.А.Кропоткина [169]

Поверхность зандров слабохолмистая и волнистая, реже плоская, с относительынми высотами до 10 м. Озы широко развиты на моренной равнине и зандрах, прослеживаясь на протяжении десятков километров с северо-запада на юго-восток. Озы выражены отчетливо, имеют характерный продольный и поперечный профиль, волнистые гребни шириной от 10 до 50 м, крутые (от 5-10^0 до 15-25^0) склоны.

Остров Лисий в плане имеет каплевидную форму и сужается с севера на юг. В северной части его ширина 0,6 км, затем идет относительно резкое расширение надводной части острова до 3,0 км и далее остров плавно сужается до 0,5 км. Острова Вихревой и Маячный являются продолжением к северу полуострова Киперорт. Относительные превышения небольших островов над урезом воды в заливе не более 6 – 8 м. Наивысшая точка острова Лисий – 29,8 м – находится в центральной возвышенной части острова. Большая часть острова не превышает абсолютных отметок 20 м.

Полуостров Киперорт:

Практически не затронуты техногенным воздействием уникальные природные ландшафты северо-западной оконечности п-ва Киперорт и архипелага Березовых островов (острова Большой, Западный, Северный Березовые). Березовые острова входят в состав одноименного государственного природного комплексного заказника, полуостров Киперорт наряду островами Лисий, Заовражеский, Школьный является частью регионального комплексного заказника Выборгский.

Полуостров Киперорт имеет в плане клинообразную форму. Его ширина в самой северной части 1,4 км. В 400 м южнее ширина резко увеличивается до 2,2-2,6 км и далее полуостров плавно расширяется на юг, достигая у поселка Прибылово 5,8-6,0 км. Длина всего полуострова 18-19 км. Поверхность полуострова Киперорт, как и острова Лисий, плавными террасами повышается с севера на юг от береговой линии к центральной части, где максимальная абсолютная высота достигает 49 м [168].

Архипелаг Березовых островов. Остров Северный Березовый отличается наиболее извилистой береговой линией. Его длина около 12 км, ширина в северной части 2 км, в центральной – около 800 м, в южной – не превышает 400 м. Остров Большой Березовый имеет овальную форму. Его длина с севера на юг достигает 14 км, включая песчаные мысы на севере и юге острова, а ширина от 4 до 5 км. Это наиболее высокий остров архипелага с абсолютными отметками до 45 м. Длина острова Западный Березовый 7-7,5 км, но за счет мыса Пустынного, вдающегося в залив на 2 км к югу, увеличивается до 9-9,5 км. Ширина острова от 2 до 3 км, мыса Пустынный – около 400 м. Мелкие острова, входящие в архипелаг, преимущественно вытянутой формы. Длина их – от нескольких сот метров до 1 км, реже 2 км, ширина до 200 м. Относительные превышения над урезом воды от 2-3 до 8-10 м. На поверхности всех островов находится много валунного материала, представленного преимущественно гранитами рапакиви. Диаметры большинства валунов около 1 м, встречаются глыбы до 2-5 м в диаметре [168].

На островах и п-ве Киперорт развиты разнообразные формы ледникового и послеледникового рельефа, отражающие различные стадии Балтийского моря. Рельеф имеет ярусное строение, обусловленное характером напластования четвертичных отложений и послеледниковой историей региона. Наиболее крупные формы рельефа как на суше, так и под водой имеют характерное для Карельского перешейка северо-западное - юго-восточное простирание, обусловленное основным направлением движения ледника и особенностями дочетвертичного рельефа. Интервал абсолютных высот составляет около 40 м [168]

Нижний ярус рельефа образует терраса Литоринового моря. На участках выхода моренных гряд, образующих глубоко вдающиеся в акваторию мысы, литориновая терраса фактически не выражена. Вдоль уреза воды здесь протягивается узкая (10-20 м) полоса валунно-галечных пляжей (валунный бенч), как видно на рисунке 2.42.

Наиболее широкая литориновая терраса расположена на севере Большого Березового острова с абсолютными отметками до 5 м. Следующий гипсометрический уровень рельефа образует серия озерно-ледниковых абразионно-аккумулятивных террас, нижняя из которых называется обычно анциловой (высота до 40-45 м над ур. м.). С поверхности террасы сложены в основном песчаной мореной, абрадированной водами послеледниковых озер. Имеются также обширные участки крупнозернистых мелковалунно-галечных (водноледниковых) песков, озерно-ледниковых и озерных безвалунных песков. На поверхности анциловой террасы имеются субширотно ориентированные древние береговые валы и небольшие массивы древних дюн.

Наиболее контрастные и высокие формы рельефа представлены пологосклонными грядами, ориентированными обычно с северо-запада на юго-восток и сложенными песчано-валунной мореной. Это мелкозернистые однородных пески, частично закрепленные на древних дюнах, частично подвергающиеся раздуванию. Наиболее яркие дюны представлены на острове Большой Березовый [168]

Уникален растительный мир островов – здесь произрастает 91 вид высших сосудистых растений (включены в Красные книги различных рангов) [168] как видно на рисунке 2.43).

Зоны прибрежных мелководий Березового архипелага представляют собой места массовых стоянок водоплавающих птиц во время миграций и гнездовых колоний (малый лебедь, гусь-пискулька, черная казарка, белощекая казарка, гага, скопа, чеграва), балтийская кольчатая нерпа, серый тюлень, зоны размножения балтийской кольчатой нерпы и серого тюленя (в 6-10 км к югу от острова Бол. Березовый). В прибрежных водах залива расположены нерестилища рыб. Берег от пос.Ермилово до м.Кюриниемми характеризуется серией высокий крутых террас, как видно на рисунке 2.44, выработанных в ледниково-озерных и флювиогляциальных отложениях. Вдоль берега залива протягивается крупный оз, отделяющий от Финского залива котловину Высокинского озера.

На берегах часто встречаются отдельные крупные эрратические валуны, как видно на рисунке 2.45.

В данном районе перспективно развитие различных видов туризма – познавательного (геологические и геоморфологические достопримечательности, военно-исторические маршруты), спортивного, экологического. При организация водных маршрутов на острова

необходимо строгое соблюдение режима существующих ООПТ. Среди негативных факторов техногенного воздействия – нефтеналивной терминал в районе г.Приморска.

А

Б

Рисунок 2.42 - Береговые ландшафты Березовых островов. А – низкая абразионная терраса; Б – вид с литориновой террасы (остров Северный Березовый). Фото Д.В.Рябчук

Рисунок 2.43 - Растительный мир Березовых островов. Фото А.Ю.Сергеева

Рисунок 2.44 - Восточный берег Ермиловского залива - террасы в ледниково-озерных и флювиогляциальных отложениях

Рисунок 2.45 - Крупные эрратические валуны в районе мыса Стирсудден (фото Д.В.Рябчук)

2.1.2.3 Берег от м.Флотский до м.Песчаный

Берег между м.Флотский и Песчаный представляет собой единственный пример выровненного абразионного моренного подтипа, береговая линия практически прямая на протяжении 15 км. В результате интенсивного размыва на берегу сформировались узкие валунные пляжи, как видно на рисунке 2.46.

В западной части описываемый берег преимущественно низменный, к востоку в тыловой части пляжей наблюдаются абразионные уступы в песчаных ледниково-озерных отложениях. В районе пос.Пески на прибрежных террасах, имеющих высоту около 20 м, располагаются песчаные дюны, как видно на рисунке 2.47.

На данном участке берега проектируется создание памятника природы «Приморский берег». Флора сосудистых растений насчитывает здесь 273 вида. К числу редких охраняемых относятся тринадцать: вайда красильная, незабудка ветвистая, петров крест, шлемник копьелистный, герань Роберта, пролесник многолетний и другие, как видно на рисунке 2.48.

Рисунок 2.46 - Валунные пляжи между м.Флотский и Песчаный.

Рисунок 2.47 - Абразионный уступ и дюны на поверхности литориновой террасы (фото Д.В.Рябчук)

Рисунок 2.48 - Весенние первоцветы

На песчаной террасе вдоль шоссе произрастают типичные для Карельского перешейка и бедные по видовому составу сосняки чернично-зеленомошные. Местами встречаются пятна сосняков. Склон террасы на большей своей части покрыт сосновыми лесами, но местами они нарушены и в древостое преобладают береза или осина. В районе поселка Пески отмечены единичные дубы.

Прибрежная полоса между склоном и берегом залива покрыта лесами, большую часть площади занимают березняки и своеобразные черноольшаники, встречающиеся, кроме берега Финского залива, в пределах Северо-Запада России только на самом юге Псковской области. Прибрежная полоса леса выполняет функцию экологического русла для весенней и осенней миграции сухопутных птиц – дневных хищников, голубеобразных и воробьиных. Участки черноольхового леса используются как кормовые стации для ряда видов воробьиных птиц. Во время летних миграций (в июне – июле) на акватории залива постоянно встречаются стаи селезней крякв, гоголей и средних крохалей, свиязей, одиночные самцы шилохвостей. На прибрежных отмелях все лето кормятся кулики, не

принимающие участия в размножении: травники, кроншнепы, кулики-сороки, тулесы, чернозобики [168].

Береговые ландшафты данного участка могут быть составной частью экскурсионных маршрутов различного направления. Основным негативным фактором в настоящее время является активное освоение береговой зоны под коттеджное строительство.

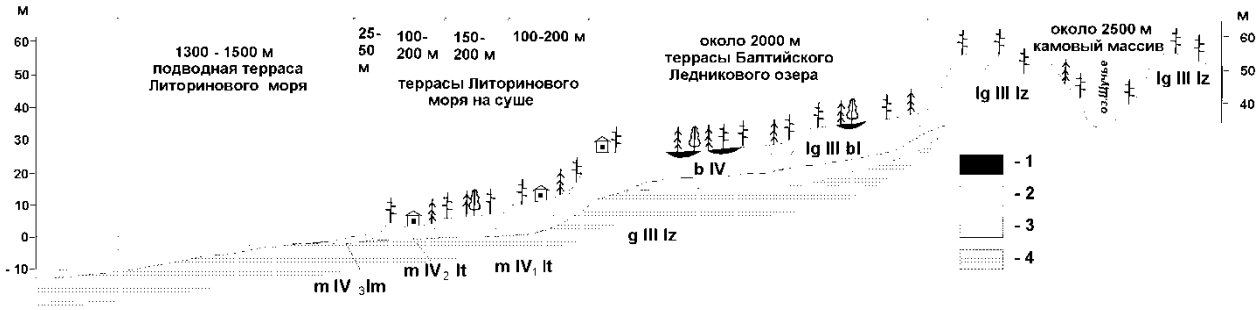
2.1.2.4 Песчаные пляжи с комплексом дюн и реликтовыми абразионными уступами Литориновой террасы (Курортный район Санкт-Петербурга от пос. Ушково до пос. Репино)

В соответствии с Законом «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия» в Курортном районе Санкт-Петербурга запланировано создание высокорентабельной прибрежной зоны Федерального значения, отвечающей международным стандартам. Экологическая и экономическая ценность этой береговой зоны обуславливает концентрацию в ней населения со всей соответствующей береговой инфраструктуры. При постоянной численности населения в 350-400 тыс. человек, в летнее время она возрастает до 1-1.5 млн. Здесь находятся 14 санаториев, домов отдыха и пансионатов, расположен ряд особо охраняемых территорий, в том числе комплексный памятник природы Комаровский берег.

Песчаные пляжи, дюны, поросшие соснами поверхности террас, благоприятный климат, развитая транспортная инфраструктура, обеспечивающая доступность побережья, делают Курортный район одним самых привлекательных и популярных мест отдыха петербуржцев.

Четвертичные отложения на побережье имеют мощность порядка 30-50 м. Толща имеет сложный состав и в нижней части представлена неоплейстоценовыми ледниковыми, озерно-ледниковыми и флювиогляциальными отложениями, а в верхней части голоценовыми морскими, озерными, эоловыми и аллювиальными отложениями. По вещественному составу это валунные глины и суглинки, глины, пески, гравийно-галечные отложения.

В толщу четвертичных отложений врезаны озерно-ледниковые, озерные и морские террасы, выработанные в ходе трансгрессий и регрессий послеледниковых водоемов, как видно на рисунке 2.49.



Условные обозначения: 1 – торф; 2 – пески; 3 – ленточные глины; 4 – валунные суглинки (морена)

Рисунок 2.49 - Схематический геолого-геоморфологический профиль берега в районе г. Зеленогорска (с использованием материалов В.Г.Ауслендера) [154]

Нижняя литориновая терраса сложена морскими отложениями (мелко- и среднезернистые пески, местами супеси мощностью до 5 м). Границей литориновой трансгрессии является отмерший уступ высокой озерно-ледниковой террасы, бровка которой находится на высоте около 30 м. Крутизна уступа 10-25°. В районе пос.Серово уступ литориновой террасы наиболее выразителен, как видно на рисунке 2.50, его высота достигает 35 м, ему предполагается придать статус геологического памятника природы [168].

Рисунок 2.50 - Уступ литориновой террасы (предполагаемый памятник природы «Береговой уступ Серово»). Фото А.Ю.Сергеева

Ширина низкой террасы в районе Зеленогорск-Комарово 500-600 м. К востоку четко выраженный уступ верхней террасы сглаживается.

Абсолютные отметки тыловой части низкой (литориновой) террасы находится на высоте порядка 10 м. На поверхности низкой террасы прослеживаются серии размытых древних береговых валов с относительной высотой 1-5 м и шириной до 50 м. Песчаные пляжи имеют здесь ширину 30-35 м, в тыловой части пляжей развиты современные дюны, как видно на рисунке 2.51.

Рисунок 2.51 - Песчаный пляж и древний береговой вал, поросший соснами. Фото Д.В.Рябчук

В районе пос.Комарово находится комплексный памятник природы «Комаровский берег», созданный в 1992 г. по инициативе Зоологического института РАН с целью сохранения участка «спелого типичного елового леса» в густонаселенной пригородной зоне [170].

Большую часть территории памятника природы занимают еловые леса. Они представлены по склону литоринового уступа и на примыкающем к нему участке нижней террасы. Черноольшаники приурочены к нижней морской террасе. Они произрастают как в основании литоринового уступа севернее шоссе, так и в виде полос между дюнами и береговым валом к югу от него. Список флоры сосудистых растений включает 407 видов. Из них 34 вида заслуживают охраны: дремлик темно-красный, зубянка клубненосная, копытень европейский, осока песчаная и другие. Обнаружено 75 видов листостебельных мхов, из них редкие – *Campylium chrysophyllum, Fissidens fontanus* и другие. Лишайников – 74 вида. Список видов наземных позвоночных, зарегистрированных в памятнике природы, включает 4 вида амфибий, 2 – рептилий, 139 – птиц и 20 – млекопитающих. В фаунистическом отношении территория памятника природы интересна прежде всего как резерват, где можно встретить довольно много видов животных, связанных своей экологией с темнохвойной тайгой и, в частности, с ельниками. Другая особенность

территории памятника природы – регулярный и массовый пролет через нее сухопутных мигрантов: вяхирей, дятлов, ласточек, трясогузковых, славковых, синиц, мухоловок, вьюрковых, как в сезон весенних, так и осенних миграций. Находясь на трассе массового пролета, памятник природы привлекает мигрантов своими кормовыми запасами и защитными условиями [168].

Береговые ландшафты Курортного района достаточно широко используются в различных видах рекреационной деятельности. Основной природной проблемой здесь является интенсивная абразия берегов, в качестве негативных техногенных факторов может рассматриваться отсутствие научно-обоснованной системы берегозащиты, активная застройка приморских территорий (в том числе частное строительство), уничтожение растительности, стихийные меры по берегоукреплению, а также превышение рекреационной емкости побережий в летний период.

2.1.2.5 Песчаные пляжи с комплексом современных дюн и реликтовые дюны в районе пос. Солнечное – м. Дубовской

К востоку от пос.Солнечное береговая линия меняет свое направление с субширотной на субмеридиональное. Ширина песчаных пляжей достигает 100 м и более метров в тыловой части развиты современные дюны, как видно на рисунке 2.52. По существующим представлениям [171; 172] современные очертания берега начали формироваться в ходе регрессивного этапа развития Литоринового моря (около 7000 л.н.), когда Сестрорецкий залив был отделен от моря песчаным баром. При дальнейшем понижении уровня моря и продолжении песчаной аккумуляции начались эоловые процессы, постепенно на месте бара сформировались знаменитые Сестрорецкие дюны, как видно на рисунке 2.53.

Вот как описывает дюны Сестрорецка их первый исследователь, проф. А.Н.Соколов [173] «Издали песчаные холмы, то белеющие обнаженным песком, то одетые синеватою зеленью соснового леса, представляются соединенными и как бы беспрерывною цепью тянущимися на несколько верст с севера на юг; но вблизи, при основательном ознакомлении с их формою и взаимным расположением, мы находим столько же чрезвычайного разнообразия в их расположении, как и в форме. Большая часть холмов возвышается отдельно, изредка сливаясь своими основаниями. Преобладающими являются продолговатые холмы и направление длинной оси их весьма разнообразное, чаще идет с запада на восток. За ними, по числу, следуют холмы в виде неправильной подковы, вогнутостью всегда обращенные к западу, т.е. к морю. Реже встречаются

кругловатые холмы и неправильно изогнутые. Величина холмов тоже колеблется в значительных пределах» [173, с.175].

Рисунок 2.52 - Песчаный пляж и дюны в районе пос.Солнечное

Рисунок 2.53 - Дюны Сестрорецка. Фото Д.В.Рябчук

В настоящее время в пределах Сестрорецких дюн расположен ряд санаториев и частных построек. С сожалением приходится констатировать, что застройка дюн, сопровождающая уничтожением растительности, а в ряде случаев и изъятием песка, продолжается. Инициативы о придании Сестрорецким дюнам статуса памятника природы путем расширения ООПТ «Сестрорецкое болото», созданного в 2011 г., к сожалению, не получила пока поддержки городских властей Санкт-Петербурга.

2.1.2.6 Северное побережье Невской губы (от м. Лисий Нос до Лахтинского разлива)

С завершением строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений Невская губа превратилась в своеобразную «техногенную лагуну» - внутренний морской залив мегаполиса. Побережья Невской губы лежат в пределах так называемой Приневской низины. Вдоль северного берега пространство нижней литориновой террасы значительно расширяется.

Приморская терраса Финского залива на участке Ольгино – Лисий Нос в настоящее время представляет лесопарковую зону города (Северо-Приморский парк). Здесь доминируют хвойные породы, особенно ель, реже – сосна, встречаются береза, рябина, в понижениях между валами – черная ольха. На первом береговом валу произрастают дубы [168].

Все рассматриваемое побережье входит в состав государственного заказника «Северное побережье Невской губы». На неширокой полосе вдоль берега залива между Ольгино и Лисьим Носом, сохранился необычный для окрестностей Санкт-Петербурга лесной массив, значительную роль в котором играют широколиственные древесные породы. На самом побережье, ближе к Лисьему Носу, в начале XVIII века располагался один из путевых дворцов Петра I по дороге из Петербурга в Кронштадт – так называемые «Ближние Дубки». Планировка парка, устроенного одновременно со строительством дворца, просматривается по сей день, сохранилось и несколько старых дубов, посаженных в то время.

В акватории широко развита водная растительность, на прилегающей к заказнику акватории, мелководной и зарастающей тростниковыми и камышовыми сообществами, формируются сезонные стоянки водоплавающих и околоводных пернатых на Беломоро-Балтийском миграционном пути. Несмотря на свои небольшие размеры, к настоящему времени это самое значительное место регулярных скоплений птиц, существующее в Невской губе. В заказник также входит остров Верперлуда – небольшой живописный островок на акватории Невской губы, как видно на рисунке 2.54, интересный большим разнообразием флоры и почти не затронутый деятельностью человека.

В результате полевых исследований специалистами ЗИН РАН в Невской губе в период с 2000 по 2006 гг. было зарегистрировано 135 видов макрофитов, среди которых наблюдались высшие сосудистые растения, макроводоросли, водные мхи – сообщества воздушно-водной растительности, погруженной растительности, сообщества растений с плавающими листьями. Развитие растительных ассоциаций в прибрежной зоне Невской

губы создает благоприятные условия для формирования в течение вегетационного периода (с конца мая по октябрь) сообществ беспозвоночных (среди которых доминируют рачки-бокоплавы *Gmelinoides fasciatus, Pontogammarus robustoides*), а также формирует важный биотоп с источниками питания, наличием убежищ, условиями воспроизводства для рыб и околоводных птиц, как видно на рисунке 2.55.

А Б

Рисунок 2.54 - Зарастание подводного берегового склона гидрофитами. А – техногенная протока в зарослях водной растительности; Б – вид на о-в Верперлуда. Фото Д.В.Рябчук

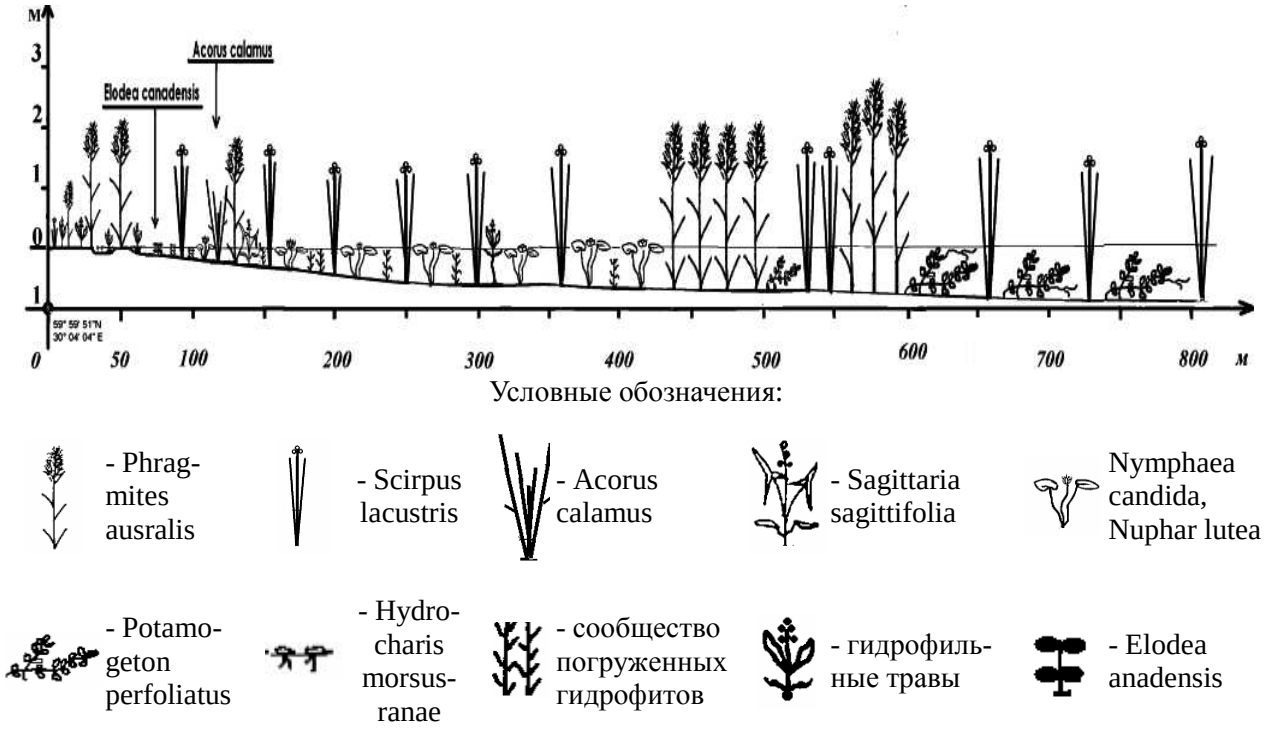


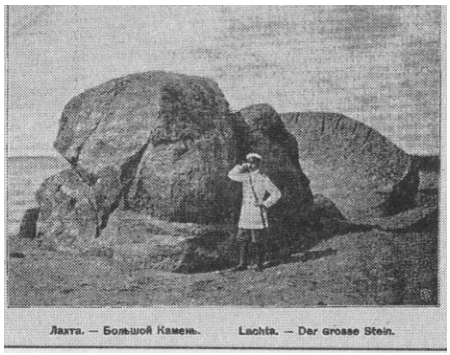
Рисунок 2.55 - Геоботанический профиль через заросли макрофитов в районе станции Морская

Большой интерес с ботанической точки зрения представляют участки широколиственного леса. На побережье встречаются в большом количестве старовозрастные экземпляры дуба, липы, клена, вяза, ясеня, а также интродуцированного конского каштана, который местами самовозобновляется. Также активно возобновляются дуб, клен, ясень. В подлеске таких лесов встречается смородина альпийская. Для заболоченных участков побережья характерны черноольшаники, травяной ярус которых образуют влаголюбивые виды [168].

Список сосудистых растений заказника включает 432 вида. Среди них заслуживают специальной охраны 47: восковник болотный, дерен шведский, частуха Валенберга, каулиния тончайшая – виды, связанные с Финским заливом, фиалка топяная, тиллея водная и другие. Частуха Валенберга и каулиния тончайшая в Ленинградской области встречаются лишь на Карельском перешейке (причем частуха Валенберга больше в России нигде не произрастает). Эти виды включены в “Красную книгу РФ” (находятся под угрозой исчезновения). Главным лимитирующим фактором является загрязнение водоемов [168].

На территории заказника обнаружено 2 вида земноводных (травяная лягушка и тритон) и 3 вида пресмыкающихся, а также 30 видов млекопитающих. Разнообразие и мозаичность представленных биотопов способствуют большому разнообразию видового состава птиц. Всего здесь зарегистрировано 184 вида. Ядро гнездовой орнитофауны составляют водно-болотные и лесные виды. Особую ценность данная территория представляет как место массового размножения водоплавающих и околоводных птиц, регулярного гнездования большой выпи и белоспинного дятла. Над территорией заказника проходит массовый пролет многих видов. Благодаря обилию мест, благоприятных для кормежки и отдыха, тысячи водоплавающих птиц используют мелководья в качестве мест стоянок во время весенних миграций. Значительные концентрации отдельных видов отмечаются также в период летних и осенних перемещений. Особенно крупные стоянки образуются в период весенних миграций, когда можно одновременно наблюдать до 500 лебедей (кликунов и тундряных) и около 2000 уток. За весь период весенних миграций на стоянках регистрируется несколько десятков тысяч уток (7 видов речных уток и 10 видов нырковых уток). Встречаются и многие виды, включенные в Красные книги разного ранга, в том числе, кроме лебедей, серощекая поганка, серый гусь, пискулька, шилохвость, серая утка и луток. Территория заказника играет важную роль в период сезонных миграций и для многих сухопутных видов птиц. Благодаря обилию плодоносящих деревьев и кустарников здесь концентрируются во время пролета многие виды воробьиных [168].

В поселке Лахта у береговой линии Финского залива вырисовываются силуэты нескольких крупных каменных глыб. Это расколотый на несколько частей ледниковый валун «Ольгинский», как видно на рисунке 2.56.



1901 г.

1903 г.

2002 г.

2007 г.

2008 г.

Фото 2010 г.

Рисунок 2.56 - Размыв песчаного пляжа около «Петровского камня» (фото Д.В.Рябчук)

Валун известен с XVIII века как первый претендент для постамента памятнику Петру I «Медный всадник», но вскоре для этих целей в Лахтинском болоте был найден другой валун, получивший название «Гром-камня». В настоящее время Ольгинский валун гранита рапакиви расколот на 4 части. Наиболее крупная его часть представляет собой примерно половину некогда единой глыбы. Ее длина 6 м, ширина 2 м, видимая высота 3 м. Вторая половина расколота на три примерно равные по параметрам части. Наличие на глыбах старых следов шпурового бурения свидетельствует о том, что валун некогда был взорван [168].

В 1978 г. при первичном изучении валуна с целью придания ему статуса памятника природы геологом В.С. Будриным был проведен опрос местных жителей. Но никто из старожилов в поселках Лахта и Ольгино не мог сказать, когда был взорван валун. Некоторые из них утверждали, что еще в начале XX века валун был расколот только на две примерно одинаковые по размерам части. Большая же часть опрошенных говорила, что помнят валун расколотым именно на несколько частей [168].

На побережье в районе Лахты (не примыкая непосредственно к береговой линии) находится также чрезвычайно важный точки зрения охраны природы заказник «Юнтоловский».

Вследствие близости к районам городской застройки рассматриваемые береговые ландшафты испытывают высокий техногенный прессинг. В настоящее время начата реализация проекта ООО «Газпром» «Лахта-центр». Планирующееся высотное строительство вызывает определенные опасения как со стороны геологов (инженерно-геологические условия, наличие тектонических разломов, радоновая опасность), так и со стороны орнитологов (400-метровое «зеркальное» здание может привести к массовой гибели перелетных птиц).

2.1.2.7 Южное побережье Невской губы от Стрельны до Петродворца (природно-техногенные ландшафты)

Южное побережье Невской губы с его жемчужинами садово-паркового и дворцового строительства (Петергоф, Ораниенбаум (Ломоносов), Стрельна, Екатерингоф, Михайловка) не нуждается в подробном описании. Созданные здесь уникальные природно-техногенные ландшафты являются одним из архитектурно-исторических брендов Санкт-Петербурга. Следует отметить, что при создании дворцово-парковых ансамблей были использованы природные ландшафтные и геологические особенности местности. Литориновая терраса идет параллельно южному берегу залива, ее уступ

разделяет «нижние» и «верхние» парки Стрельны и Петродворца, особенности гидрогеологии района блестяще использованы при создании системы фонтанов, как видно на рисунке 2.57.

На южном побережье Невской губы также расположены памятники природы «Стрельнинский берег» и «Парк Сергиевка». «Стрельнинский берег» - участок приморских черноольховых лесных сообществ, практически исчезнувших в результате деятельности человека в юго-восточной части Финского залива. Помимо черноольшатников большие площади на территории памятника природы занимают ивняки и тростниковые заросли. Прибрежные мелководья служат местами стоянок и гнездования для многих околоводных и водоплавающих видов; в зарослях ивняков гнездится большое число воробьиных птиц. Территория памятника природы примыкает к государственному комплексу «Дворец конгрессов» – знаменитому Константиновскому дворцу. Земельный участок памятника природы предоставлен в постоянное пользование соответствующему учреждению Управления делами Президента РФ, с 2007 года свободный доступ на территорию закрыт.

Рисунок 2.57 - Фонтаны «Шахматная горка» и «Большой Каскад» на литориновой террасе. Петродворец

Основной задачей создания памятника природы «Парк Сергиевка» является сохранение характерных для южного побережья Финского залива уникальных природных комплексов, ценных в природном и культурном отношениях, для научных, учебных, просветительских и рекреационных целей, а также для охраны редких видов растений и животных. Сергиевка представляет собой ландшафтный парк, созданный в первой половине XIX века на месте естественного лесного массива на террасах и на склоне того

же литоринового уступа, но уже на южном берегу Невской губы. «Жемчужина» дворцово-паркового ансамбля – летний дворец в стиле «неогрек», возведенный на бровке уступа по проекту выдающегося архитектора А. И. Штакеншнейдера.

В настоящее время «Парк Сергиевка» представляет собой типичный в прошлом для южного побережья Финского залива биотоп, состоящий из массивов широколиственного, смешанного и елового леса с примыкающими к ним луговыми сообществами и участками черноольховых топей и низинного болота. Природные комплексы относительно хорошо сохранились. В них встречаются редкие виды флоры и фауны.

На территории парка сохранились эталонные участки природных комплексов, прежде широко распространенных по южному берегу Финского залива. К ним относятся мелководная акватория залива, тростниковые заросли, фрагменты низинного болота, черноольшатники, участки смешанных лесов с широколиственными породами. Существенный элемент современного ландшафта памятника природы – водные объекты, представленные системой прудов и ручьем Кристателька, а также прибрежной мелководной акваторией Невской губы Финского залива. В 1920 году в «Сергиевке» была организована естественнонаучная станция Петроградского университета, впоследствии – Биологический научно-исследовательского институт. В настоящее время земельные участки памятника природы предоставлены в постоянное пользование Санкт-Петербургскому государственному университету.

2.1.2.8 Песчаные косы различных генераций в районе пос. Большая Ижора

Участок южной береговой зоны Финского залива в районе пос.Б.Ижора является во многом уникальным для восточной части Финского залива. Это единственное место, где на протяжении позднего голоцена происходило образование сложных песчаных кос, напоминающих по строению косы азовского типа, как видно на рисунке 2.58.

Между косами и берегом расположены постепенно отчленяемые от акватории и зарастающие лагуны. В строении песчаных кос выделяются как современные, так и реликтовые песчаные тела (древние косы), сформировавшиеся, по данным изотопного анализа (С14), на протяжении позднего голоцена. Датировка образцов древних лагунных илов, отобранных в приурезовой зоне восточной косы, соответствует интервалу от 1800 $\pm$ 170 ВР до 2500±150 ВР [174].

Древние косы и береговые валы, поросшие соснами, местами с открытыми участками песков, представляющих собой древние дюны, разделены заболоченными межваловыми ложбинами.

Рисунок 2.58 - Песчаные косы в районе пос.Большая Ижора. Фото Д.В.Рябчук и А.Ю.Сергеева

Береговая линия кос представляет собой волнообразные структуры длиной несколько сотен метров и амплитудой несколько десятков метров. Движение таких возмущений вызывает колебания положения береговой линии, т.е. чередование фаз отступления и выдвижения берега и попутно сопровождается формированием и деградацией песчаных кос.

На субширотном участке берег в настоящее время активно размывается, с формированием в толще голоценовых морских песков абразионного уступа высотой от 1 до 3-5 м (рисунок 2.59).

На участке в районе пос. Большая Ижора наблюдается значительно более сложная картина с чередованием зон активного размыва, транзита и аккумуляции наносов. К западу от устья р. Черная за последние 30 лет сформировался крупный аккумулятивный выступ. На протяжении последних 20 лет в результате процессов размыва, транзита и аккумуляции песчаных наносов, контур береговой линии приобрел сложные волнообразные очертания. Особенностью волнообразных структур является увеличение их размеров в направлении с запада на восток. На протяжении четырех лет наблюдений аккумулятивные выступы демонстрируют тенденцию к перемещению в направлении потока наносов со скоростью от 2-3 до 9-10 м в год.

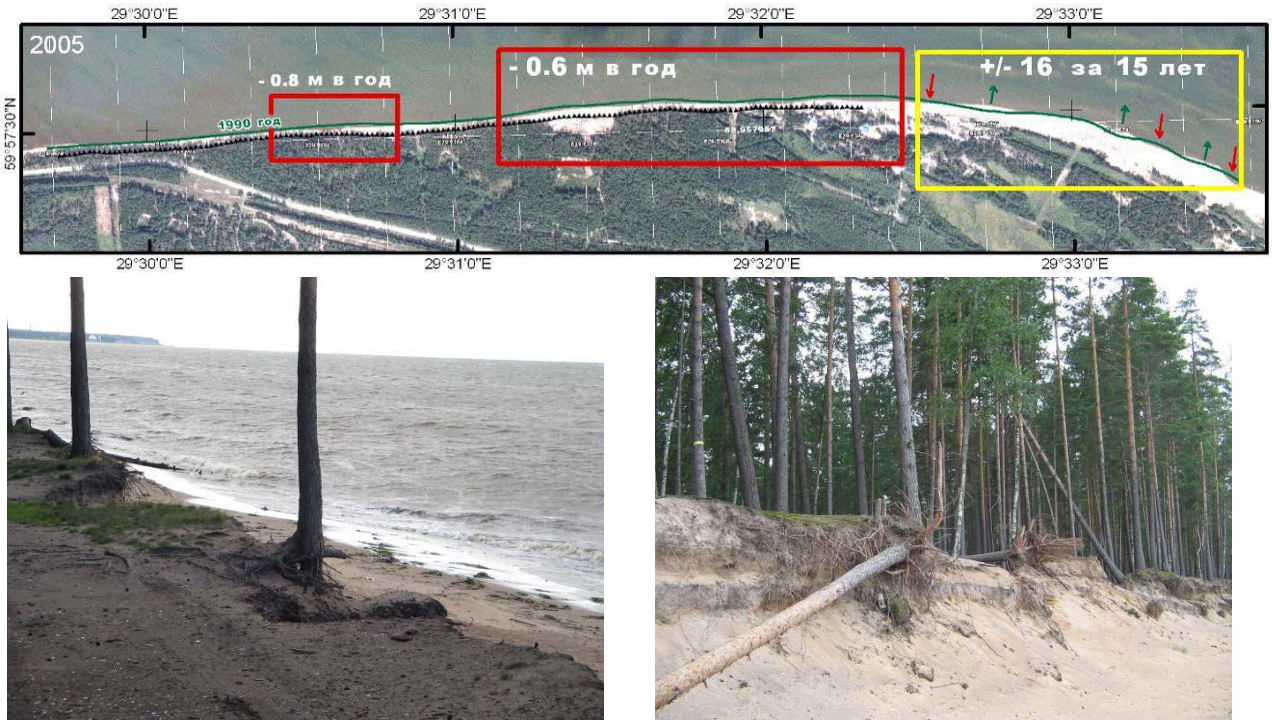


Рисунок 2.59 - А - отступание берега и абразионного уступа к западу от пос.Б.Ижора по данным ретроспективного анализа аэро-фото и космоснимков; Б – следы активного размыва на берегу (фото 2007 г.)

К востоку от устья расположена сложная петлевидная коса, как видно на рисунке 2.60, на дистальном конце которой в настоящее время продолжается рост, в то время как в прикорневой части наблюдается интенсивный размыв, в результате которого на урезе обнажаются голоценовые лагунные илы.

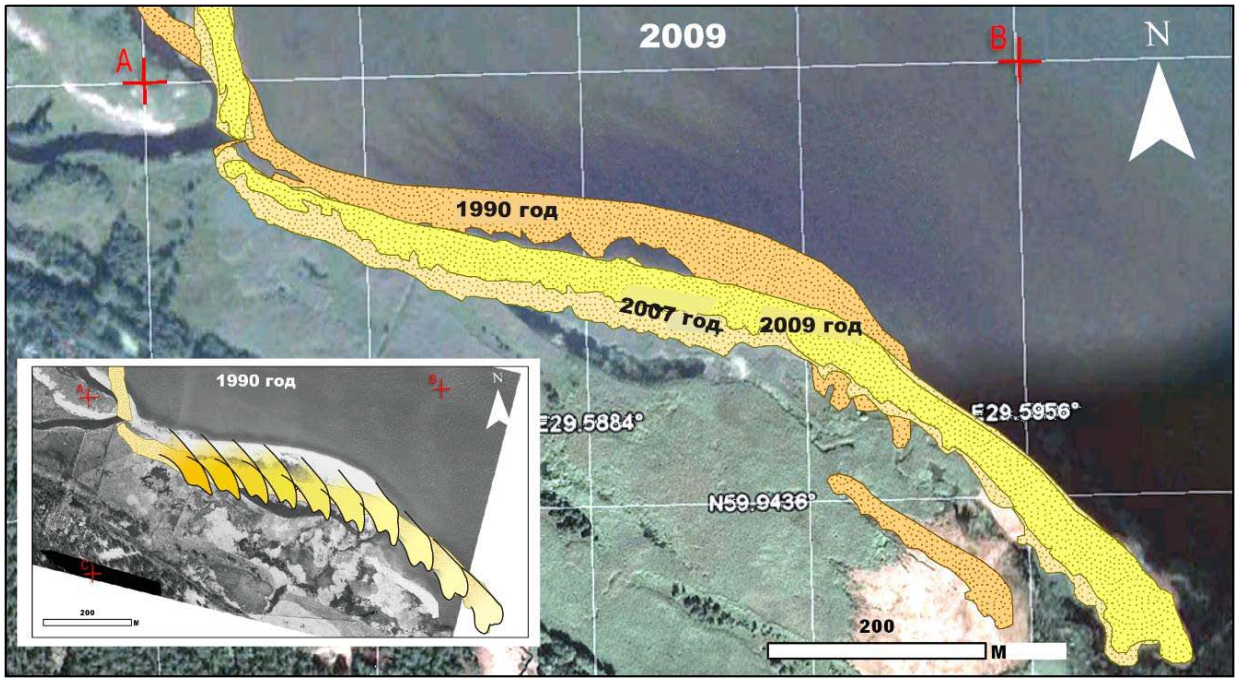


Рисунок 2.60 - Эволюция песчаной косы к востоку от устья р.Черная по данным анализа материалов аэрофото и космосъемки.

Песчаные косы района Большой Ижоры находятся на территории комплексного природного заказника «Лебяжий», созданного с целью сохранения приморского ландшафта, мест стоянок во время миграций и размножения водоплавающих и околоводных птиц, редких видов растений и животных. Заказник включает прибрежную полосу Финского залива и мелководную часть акватории. В прибрежной зоне произрастает целый комплекс редких видов растений: лядвенец Рупрехта, ситник балтийский, млечник приморский и др. [168].

Вдоль берега тянутся песчаные гряды, чередующиеся с межгрядовыми понижениями. Гряды поросли вересковыми, зеленомошными, зеленомошно-ягельными сосновыми лесами, межгрядовые понижения заболочены. На границе болот и лесов расположены узкие полоски черноольшаников. В них встречается редкий вид - дерен шведский. Для болот характерен восковник болотный, популяция которого в данном месте является одной из самых больших по площади в области. Особую ценность территория представляет как место стоянок на весеннем пролете водоплавающих птиц. Среди них наиболее многочисленны лебеди - кликун и тундряной, численность которых на стоянке иногда достигает 10-20 тысяч. Наибольшие скопления лебедей и других водоплавающих птиц наблюдаются в районе поселков Черная Лахта, Лебяжье, Большая Ижора. Всего на пролете отмечалось появление 120 видов. На гнездовании здесь зарегистрированы кряква, чироки трескунок и свистунок, широконоска, хохлатая чернять и красноголовый нырок, травник, большой веретенник, лысуха, камышница, водяной пастушок, коростель, погоныш и другие водоплавающие птицы [168].

Рассматриваемый участок береговой зоны имеет огромный нереализованный рекреационный потенциал. Развитие сети автомобильных дорог, в том числе строительство кольцевой автодороги, сделало район более доступным для петербуржцев. Ограничения на перспективы развития накладывает наличие на западной границе рассматриваемой площади закрытого военного объекта. В 2007 г. на песчаных дюнах в восточной части рассматриваемого участка береговой зоны было начато строительство многофункционального рекреационного центра. От идеи возведения здесь небоскребов и искусственных островов в настоящее время отказались, однако на дюнах ведется активное строительство.

2.1.2.9 Кургальский полуостров и пляжи Нарвского залива

Кургальский полуостров разделяет Лужскую губу и Нарвский залив. В 2000 г. здесь организован государственный природный комплексный заказник регионального значения «Кургальский», как видно на рисунке 2.61.Территория заказника является водно-болотным угодьем международного значения Кургальский полуостров, включенного в список водно-болотных угодий Российской Федерации, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц [168].

Рисунок 2.61 - Береговые ландшафты Кургальского полуострова

Северный берег полуострова окаймлен широким валунным мелководьем, подводным продолжением которого является так называемый Кургальский риф. В Нарвском заливе расположены самые протяженные песчаные пляжи российской части Финского залива, сложенные хорошо сортированным мелкозернистым песком, как видно на рисунке 2.62. В тыловой части пляжей сформированы авандюны, переходящие в широкую полосу древних береговых валов и дюн, образовавшихся при регрессии Литоринового моря. Прибрежные мелководья также сложены мелкозернистыми песками, представляя собой идеальное место для организации пляжного отдыха.

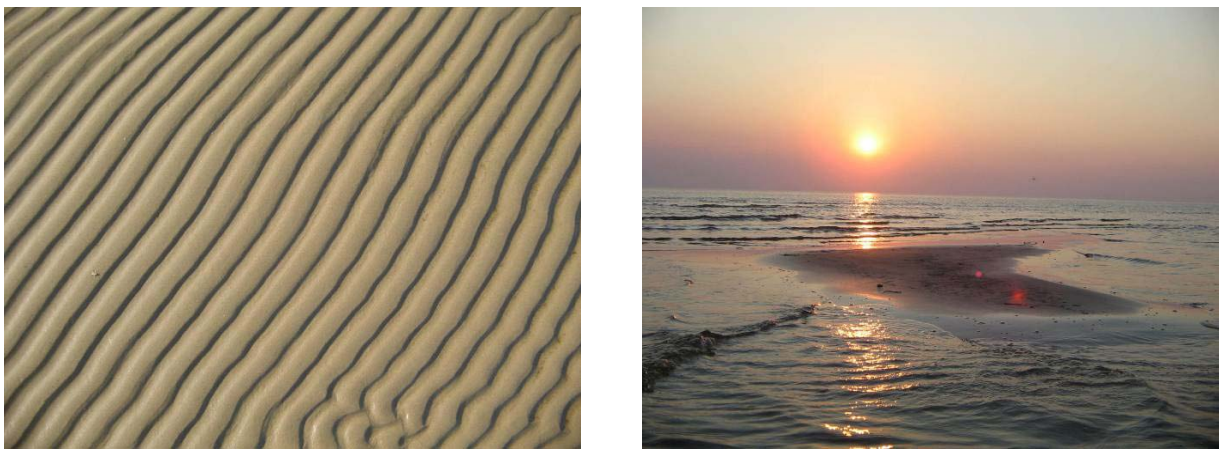


Рисунок 2.62 - Песчаный пляж Нарвского залива. Фото Д.В.Рябчук

На территории Кургальского заказника имеются два крупных озера - Белое и солоноватое озеро Липовское, связанное протокой с Финским заливом. Эти озера представляют собой фрагменты древней долины реки Нарвы, существовавшей в начала послеледникового времени. Лесные массивы, занимающие основную площадь полуострова, типичны для подзоны южной тайги. Они содержат в древостое значительный процент дуба, липы, ясеня, клена, вяза, а в подлеске обычны лещина, калина, жимолость. На приморской террасе развиты черноольховые топи, заболоченные осинники и березняки. Широко распространены боры-зеленомошники и елово-сосновые леса с примесью липы, клена, дуба, с печеночницей, чиной весенней, медуницей лекарственной в травяном ярусе [168].

Примыкающие острова архипелага «Кургальский риф» состоят из гряд валунов, с песчаными и галечными косами. Вокруг них разбросаны пятна тростника, на песчаных косах обычны заросли волоснеца песчаного, куртины фиалки трехцветной, обычны растения приморских пляжей и литорали - гонкения бутерлаковидная, ситник балтийский, овсяница песчаная, лядвенец Рупрехта. Из числа редких видов в заказнике отмечены армерия обыкновенная, зубянка клубеньконосная, дерен шведский, черемша, овсяница высокая, осока галечная, восковник болотный, лобелия Дортманна и др. Фауна чрезвычайно разнообразна. Из беспозвоночных животных следует упомянуть жемчужницу европейскую, сохранившуюся в небольшом числе в реке Россонь. Из амфибий здесь найдены травяная, остромордая и озерная лягушки, обыкновенный и гребенчатый тритоны, серая жаба, а из рептилий - гадюка, уж, живородящая ящерица и веретеница. Из 208 зарегистрированных видов птиц более 30 должны быть отнесены к числу редких. Здесь известно гнездование лебедя-шипуна, серого гуся, турпана, пеганки, чернозобика, камнешарки, кулика-сороки, чегравы, орлана-белохвоста, скопы, речного сверчка. На островах имеются колонии чайковых и других околоводных птиц. Прибрежная акватория имеет огромное значение для отдыха и кормежки пролетных водоплавающих птиц. Среди 40 видов млекопитающих специального упоминания заслуживают кольчатая нерпа и серый тюлень, лежки которых расположены на камнях Кургальского рифа, а также встречи бурого медведя, садовой сони, косули. В 1975 г. на полуостров были завезены пятнистые и благородные олени [168].

Побережье Кургальского полуострова со стороны Лужской губы и открытой части залива представляет огромный интерес с точки зрения развития экологического и научно-познавательного туризма. Берега Нарвского залива представляют огромные возможности для развития туризма, препятствием в настоящее время являются ограничения, связанные с пограничным режимом. Мощным негативным фактором воздействия на природную среду является расширяющийся и наращивающий мощности Усть-Лужский порт.

2.1.3 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера

2.1.3.1 Краткая история хозяйственного освоения территории

Освоение человеком побережий восточной части Финского залива началось более 9000 лет назад (в эпоху мезолита) – в VII–V тыс. до н.э. [180]. Первые археологические памятники каменного века были найдены и обследованы еще в первой половине XX в. В 1907-1908 гг. в ходе раскопок предположительно средневековых курганов на Сосновой горе у озера Сестрорецкий Разлив, близь устья р. Черной материалы неолитической стоянки были выявлены С.А. Гамченко. Систематическое изучение археологических памятников каменного века проводилось совместно известными археологами и геологами, среди которых были, в частности, Б.Ф. Земляков, С.А. Яковлев, И.И. Краснов, Г.П.Сосновский, М.Я. Рудинский, Л.А. Динцес [175]. В ходе археологических исследований побережий Финского залива последних лет было выявлено большое число новых памятников [175; 176; 177; 178]. Интересно отметить, что со времени существования Анцилового озера, поселения и стоянки людей располагались, как правило, в непосредственной близости от побережий послеледниковых водоемов, как видно на рисунке 2.63.

Рисунок 2.63 - Расположение археологических памятников мезолита-неолита на побережьях восточной части Финского залива (составлена Д.В.Герасимовым)

Памятников позднего мезолита, предшествующих максимуму Литориновой трансгрессии, на рассматриваемом участке побережья к настоящему времени известно крайне мало. Культурные слои этих памятников на данной территории перекрыты наносами литоринового максимума, свидетельством чему являются геоморфологические стратиграфические условия нахождения позднемезолитического комплекса памятника Нарва Йоару в черте г. Нарва и памятника Сюр 1 на Сюрьевском болоте вблизи г. Сосновый Бор [177; 179].

Получившие широкую известность находки скульптуры змеи из рога в Тырвала (правый берег р. Нарва ниже г. Ивангород) и остатков рыболовной сети в Сийвертси (левый берег р. Нарва выше г. Нарва) происходят не из слоев стоянок, а из контекстов, соответствующих мелководным частям водоёмов соответствующего времени. По-видимому, большинство позднемезолитических поселений в литоральной зоне было расположено ниже современных высотных отметок 11-12 м над уровнем моря [177].

Во время литориновой трансгрессии они оказались погребены водными наносами или уничтожены абразией. В литориновое время в юго-восточной части Финского залива наиболее благоприятными зонами промысловой деятельности людей (прежде всего, охота на ластоногих, позднее - рыбная ловля) были лагунные системы, такие, как Рийгикюльская и Кудрукюльская в междуречье рек Нарвы и Луги (южный берег залива), Сестрорецкая, Лахтинская (северный берег залива), и, вероятно, Охтинская в Приневье (территория современного Санкт-Петербурга) [177]. Каждая из этих систем имела собственную историю формирования песчаных баров, кос и террас, многие из которых настоящее время представляет собой комплексы уникальных прибрежных ландшафтов.

Как известно, начиная с VIII–X вв. по Неве проходил международный водный путь, по которым осуществлялись разносторонние контакты народов Восточной и Северной Европы, а позднее Руси со странами Балтийского региона. К этому периоду относятся монетные клады (VIII–XI вв.), найденные на побережье Финского залива у устья Невы (Галерная гавань, Мартышкино, Петергоф), как видно на рисунке 2.64 [180]. По мнению специалистов, клады, обнаруженные на побережье Финского залива у устья Невы, могли быть связаны с местами транзитных стоянок судов, определявшихся сменой условий плаваний. Вероятно, что уже в этот период на побережье имелись временные поселения, жители которых занимались рыбной ловлей и обслуживанием международных торговых перевозок, а также места проведения международных торгов, куда в определенное время стекалось окрестное население [181]. Однако на побережье Финского залива практически не известны следы оседлости этого времени. Не выявлены здесь и археологические памятники более позднего времени – вплоть до XIV столетия.

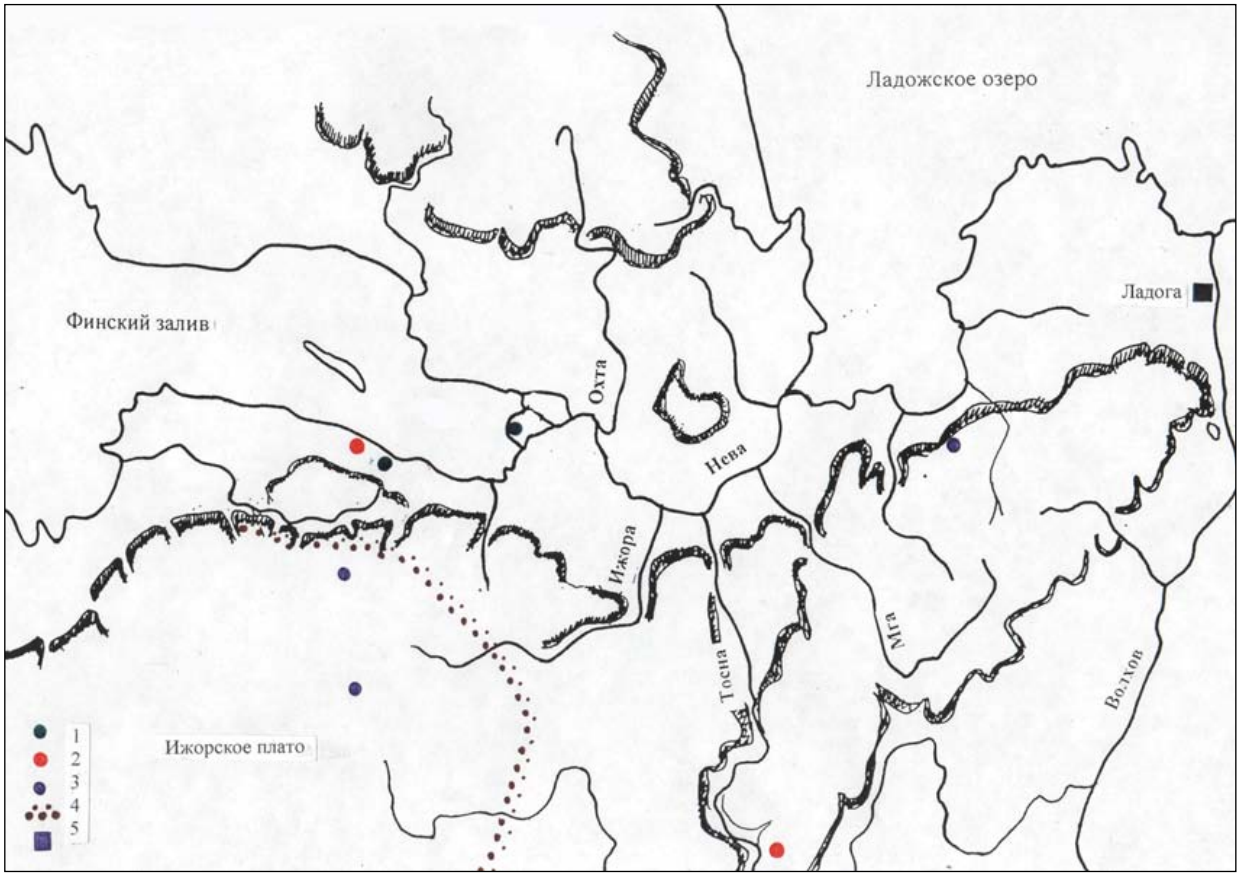


Рисунок 2.64 - Карта археологических находок VIII–XII вв. в Приневье: а – монетные клады VIII-X вв., б – XI вв. в – монетно-вещевые и вещевые клады XI-XII вв., г – граница древнерусского расселения на Ижорском плато, д – городские центры [180]

Только на рубеже XV–XVI вв. Писцовая книга Водской пятины 1500 г. фиксирует здесь развитую поселенческую структуру [180].

Археологические памятники средневекового времени на территории Приневья, в отличие от соседних Ижорского плато, Нижнего Поволховья и Карельского перешейка, почти не известны. Ареал распространения курганов и жальников на севере Ижорского плато совпадает с его географическими границами – Балтийско-Ладожским уступом (глинтом), удаленным на 20–50 км от берега Финского залива [181]. В 1990-2005 гг. в процессе работ Санкт-Петербургской археологической экспедиции было выявлено и частично исследовано несколько новых грунтовых могильников на территории Санкт-Петербурга и его окрестностей. В бассейне реки Мга у деревни Кирсино был исследован могильник ижоры XII – сер. XIII вв. с поверхностными погребениями в соединенных между собой каменных оградках округлой формы. Костные материалы за редким исключением не сохранились. Захоронения, в том числе парные, сопровождались богатым погребальным инвентарем [180].

Шведские карты XVII века показывают, что вся территория Приневья была населена очень неравномерно. Районы с наиболее плотным заселением были расположены, преимущественно, на некотором удалении от берегов Невы и Финского залива – в среднем течении притоков Невы и рек, впадавших в залив. Обращают на себя внимание значительные поселенческие массивы в междуречье рек Стрелки и Лиги в их среднем течении (район от Дудергофа до Ропши). Меньшие по размерам и плотности поселенческие массивы прослеживаются, в частности, вдоль южного побережья Финского залива – в районе высот, примыкающих с юга к Стрельне, Петергофу и Ломоносову.

Дельта Невы к этому времени, была достаточно хорошо обжита. Одним из наиболее освоенных островов был современный Петроградский остров (старое название – Березовый, Койвосаари). Небольшие деревеньки, состоявшие из одного – двух дворов были разбросаны по южным и западным берегам острова. Крупнейший на территории современного Петербурга массив освоенных земель занимал побережье Большой Невки, Кронверкского протока и район современной Троицкой площади. На Васильевском острове, входившем в состав Никольского Ижорского погоста, освоенными были земли на Стрелке и побережье Малой Невы (современный район между Биржевым и Тучковым мостами). В XVII столетии достаточно хорошо был освоен и Адмиралтейский остров – в его центральной и восточной части располагались деревни Усадище и Первушино. По левому берегу Невы от современного моста Александра Невского до истоков Фонтанки и далее до самого устья также тянулись небольшие возвышенности. Около половины их было занято деревнями и сельскохозяйственными угодьями: пашнями и лугами, другая часть была покрыта сосновым лесом. В районе современного Смольного монастыря, где дорога со стороны Ижорского плато подходила к Неве, располагалось село Спасское [180].

По южному и северному побережьям Финского залива населенные пункты располагались на некотором удалении от его береговой линии. На севере в районе Лахты и Лисьего носа окультуренные территории, окружавшие населенные пункты, представляли собой отдельные островки в окружении лесов [180].

Таким образом, можно заключить, что уже в XV–XVI столетиях на территории центра современного Петербурга имелась сложившаяся поселенческая структура и достаточно развитая сеть водных и сухопутных коммуникаций, замыкавшихся на магистральные пути, водный, проходивший по Неве и сухопутный из Карелии в Ингерманландию. Именно на их пересечении – в районе устья реки Охты и возникает впоследствии городской центр, оказывавший существенное влияние на формирование культурного ландшафта в устье Невы в допетровское время. Однако, из-за частых войн и опричного разорения во второй половине XVI столетия, дальнейшее развитие этого

поселения и всей агломерации Нижнего Приневья затормозилось. Только после присоединения этой территории к Швеции и заключения Столбовского мира в начале XVII в. в устье реки Охты были основаны крепость Ниеншанц и город Ниен [180].

Активное освоение островов Невской дельты, начавшееся с момента основания Санкт-Петербурга, широко представлено в литературе. Петровские преобразования затронули также и ряд других участков береговой зоны. На южном берегу Невской губы начали возводиться усадьбы Екатерингоф, Стрельна, Петергоф. Работы сопровождались берегоукреплением. В 1714 г., после разгрома шведов у Гангута, Петр I побывал на реке Сестре, и распорядился основать еще одну летнюю резиденцию (дворец «Дубки»), окруженную дубовым парком, в посадке которого сам принял участие.

В 1721 г. по указанию Петра I началось строительство Сестрорецкого оружейного завода. Для обеспечения действия машин примерно в 2 км ниже впадения р.Черной в р.Сестру русло последней было преграждено запрудой, выше которого образовалось водохранилища (Сестрорецкий разлив), уровень которого был установлен на высота 8.5 м. Образование водохранилища, в процессе эксплуатации которого впоследствии еще несколько раз изменялась конфигурация русел рек Черной и Сестры, полностью изменило прибрежные ландшафты.

Сестрорецкие заводы (для обеспечения нужд оружейного завода к началу XIX в. было сооружено 4 завода: чугунный, железный, медный и оловянный; на водохранилищах по Пасторскому ручью (дер. Александровка), было построено несколько бумажных фабрик, на восточном берегу Сестрорецкого Разлива стояли кирпичные заводы) долгое время оставались крупнейшими промышленными предприятиями района [182].

Ко времени Северной войны относится и начало преобразований прибрежных мелководий Невской губы. 1701 годом датируются шведские рукописные планы устья Невы и Невского фарватера с указанием глубин. В октябре 1703 г. Петр I лично осуществлял промер глубин к югу от о-ва Котлин. Точные данные об этих работах до нас не дошли, однако об их тщательности свидетельствует удачно выбранное для крепости Кронштлот место [183]. В связи с мелководностью Невской губы с начала XVIII в. постоянно велись работы по сооружению и углублению фарватеров.

В 1721 г. был заложен форт «Петр I», в 1800 г. – форт «Павел I», в 1808 г. – форт «Константин». В 1836 г. началось строительство форта «Император Александр I». Комитет по сооружению форта «Александр I» принял решение об изучении геологического строения дна в месте строительства. «С этой целью копром были забиты обсадные трубы из высверленных в середине деревянных свай. Вынутый из них грунт показал, что сверху дно покрыто на 2.1 м чистым песком, под ним находится слой иловатой разжиженной

глины, а ниже – на отметках 9-10 м от ординара – твердая материковая глина» [183].

В XIX вв. крупнейшими проектами, осуществленными в Невской губе, было сооружение Петербургского порта и Морского канала [184], углубление фарватеров.

В XVIII-XIX вв. темпы промышленного и рекреационного освоения берегов восточной части Финского залива (за исключением Невской губы) были не слишком значительными. Относительно крупным городом северного побережья был Выборг, ведущий историю с XII в., после Северной войны, ставший военно-морской крепостью. К 1912 году население Выборга составляло 32000 человек. За начало отсчета истории г.Высоцка принято считать 1640 год, в то время Тронгзунд, который при Петре I также стал форпостом русского военно-морского флота в Финском заливе Балтийского моря. Здесь же находился порт по перегрузке древесины. Поселение Березовское (позже пос. Койвисто, ныне г.Приморск) впервые упоминается в летописях в 1268 г., также до конца XX в. оставалось небольшим населенным пунктом.

Ситуация на северном побережье стала быстро меняться после строительства в 1871 г. железной дороги на Санкт-Петербург – Выборг, что способствовало началу развития курортов в пос.Терийоки (г. Зеленогорск), пос.Куоккала (Репино), Келомяки (Комарово), Олила (Солнечное). В 1894 г. была построена железнодорожная ветка до Сестрорецка, к 1903 г. с постройкой частной железной дороги Новая Деревня – Сестрорецк, далее дорога была продолжена до станций Курорт и Дюны (последняя не сохранилась). В 1915 г. Сестрорецкая и Выборгская линии были соединены железнодорожной веткой по левому берегу Сестры. Практически вся трасса железной дороги начала застраиваться дачами, окрестности Сестрорецка быстро стали популярной дачной местностью, как видно на рисунке 2.65. В 1900 г. завершено строительство Сестрорецкого курорта на 1500 мест – был построен роскошный курзал, жилые корпуса, водолечебница, разбит парк, устроены пляжи [182].

На месте большинства крупных современных прибрежных поселений южного берега Финского залива (пос.Большая Ижора, Лебяжье, г.Сосновый Бор, пос.Усть-Луга) в XIX в. располагались небольшие деревни. Крупным городом-крепостью был Ивангород, основанный в 1492 г. по личному указанию Ивана III и долгое время (до конца Северной войны) бывший ареной военных конфликтов России и Швеции. В 1851-1857 гг. на водопадах р.Нарвы были построены суконная и льнопрядильная мануфактуры. В 1871 г. через Иваногород прошла железная дорога Санкт-Петербург – Таллинн.

Рисунок 2.65 - Железнодорожная насыпь на пляже пос.Солнечное. Фото начала XX века с сайта www.aroundspb.ru

С момента основания Санкт-Петербурга остро встала проблема защиты города от наводнений. После катастрофического наводнения 1924 г. был объявлен конкурс проектов защитных сооружений. Э.И.Тилло в докладе Комиссии для обсуждения мер ограждения столицы от наводнения представил на обсуждение Императорского Русского географического общества (ИРГО) восемь проектов защитных сооружений, опубликованных инженер-полковником Киприяновым, в журнале Министерства путей сообщения за 1858 год (Киприянов, «Критический обзор проектов для предохранения С.-Петербурга от наводнения»). Один из них, составленный генерал-майором Базеном, близок к осуществляемому в настоящее время. Базен предложил защитить Санкт-Петербург от наводнений «посредством каменной плотины, простирающейся от Лисьего Носа через западную сторону Кронштадта по острову Котлину, в обход крепости на расстоянии 700 сажень и до Ораниенбаума, по направлению пересыпи. Всего в длину на 21 версту», как видно на рисунке 2.66 [185].

После следующего катастрофического наводнения (1924 г.) идея проекта постройки «заградительных дамб, которые защищали бы Ленинград от затопления» (Розен, 1930) была возобновлена. Между Ораниенбаумом и Кронштадтом было пробурено 13 инженерно-геологических скважин, между Кронштадтом и Лисьим Носом – 10. Решение о строительстве Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений было принято в 1979 г., в 1981 г. начались работы по возведению основных объектов КЗС. В 1984 г.

был построен сухопутный проезд на о-в Котлин со стороны стройплощадки «Горская», начались работы по перекрытию Южных ворот отсыпкой дамбы Д1 и перемычки В1. В 1988 г. с Северном створе был введен в эксплуатацию комплекс сооружений, обеспечивающих возможность регулирования проточности воды через водопропускные сооружения В3, В4, В5 и В6 (www.dambaspb.ru) (рисунок 2.67).

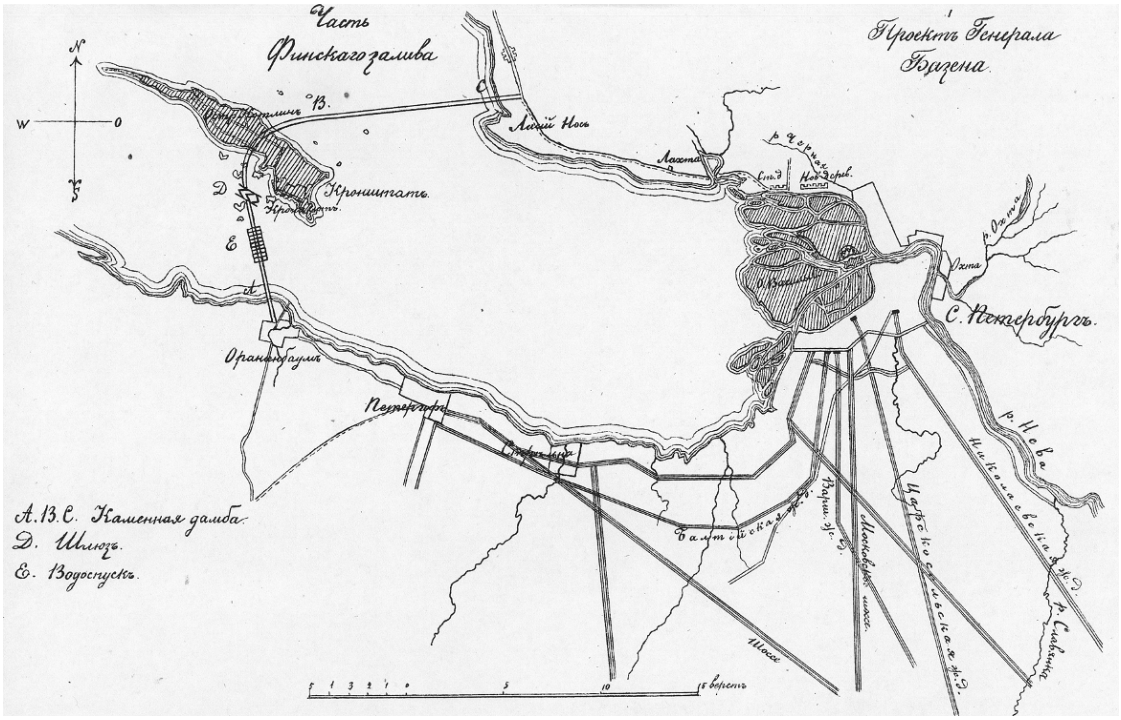


Рисунок 2.66 - Проект защиты Санкт-Петербурга от наводнений, составленный генералом Базеном (вторая четверть XIX в.) [185].

Рисунок 2.67 - Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. С1,С2 – судопропускные сооружения; В1-В6 – водопропускные сооружения; Д1-Д11 – дамбы

В 1990 г. в связи с экологическими проблемами в Невской губе было принято решение о нецелесообразности продолжения строительства комплекса защитных сооружений в рамках существующего проекта.

Новый этап строительства начался в 2001 г. и завершился в 2011 г. Комплекс защитных сооружений является крупнейшим гидротехническим сооружением в восточной части Финского залива, как будет показано в разделе 2.1.4.2, оказавшим существенное влияние на интенсивность переработки берегов восточной части Финского залива.

Санкт-Петербург с момента своего основания быстро развивался как крупный промышленный и транспортный центр, что не могло не оказывать воздействия на прибрежную зону. Своеобразной «экологической летописью» являются донные отложения мелководных седиментационных бассейнов.

В 2004-2005 гг. ВСЕГЕИ в Невской губе с помощью герметичной грунтовой трубки конструкции Лаури-Ниемисто были отобраны 10 кернов осадков зоны современной алевро-пелитовой аккумуляции, как видно на рисунке 2.68. Максимальная мощность слоя илов составила 44 см, как видно на рисунке 2.69.

Рисунок 2.68 - Отбор колонок донных отложений Невской губы (2005 год)

Рисунок 2.69 - Современные алевро-пелитовые отложения Невской губы (фото Д.В.Рябчук)

Выполненные специалистами Геологической Службы Финляндии послойные анализы образцов кернов методами ICP-AES и ICP-MS показали, что отобранные осадки сформировались в ходе приблизительно 100 лет. Содержание тяжелых металлов по разрезу достаточно высокие. Кривые изменения концентрации металлов схожи во всех кернах. На глубине 25-26 см концентрации резко снижаются, таким образом, нижняя часть колонок соответствует «доиндустриальной» эре, как видно на рисунке 2.70.

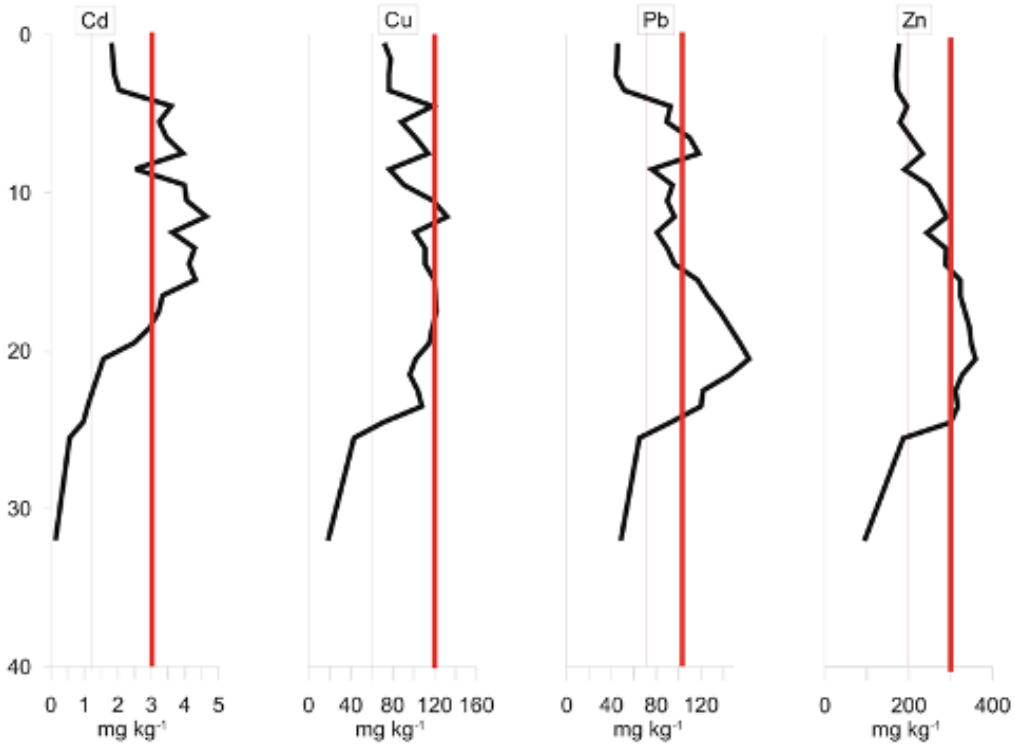


Рисунок 2.70 - Кривые изменения концентраций тяжелых металлов в илах Невской губы. По вертикали – интервал опробования, см. Красные линии соответствуют уровню «очень высокого загрязнения» (Шведский стандарт (Swedish EPA)[186].

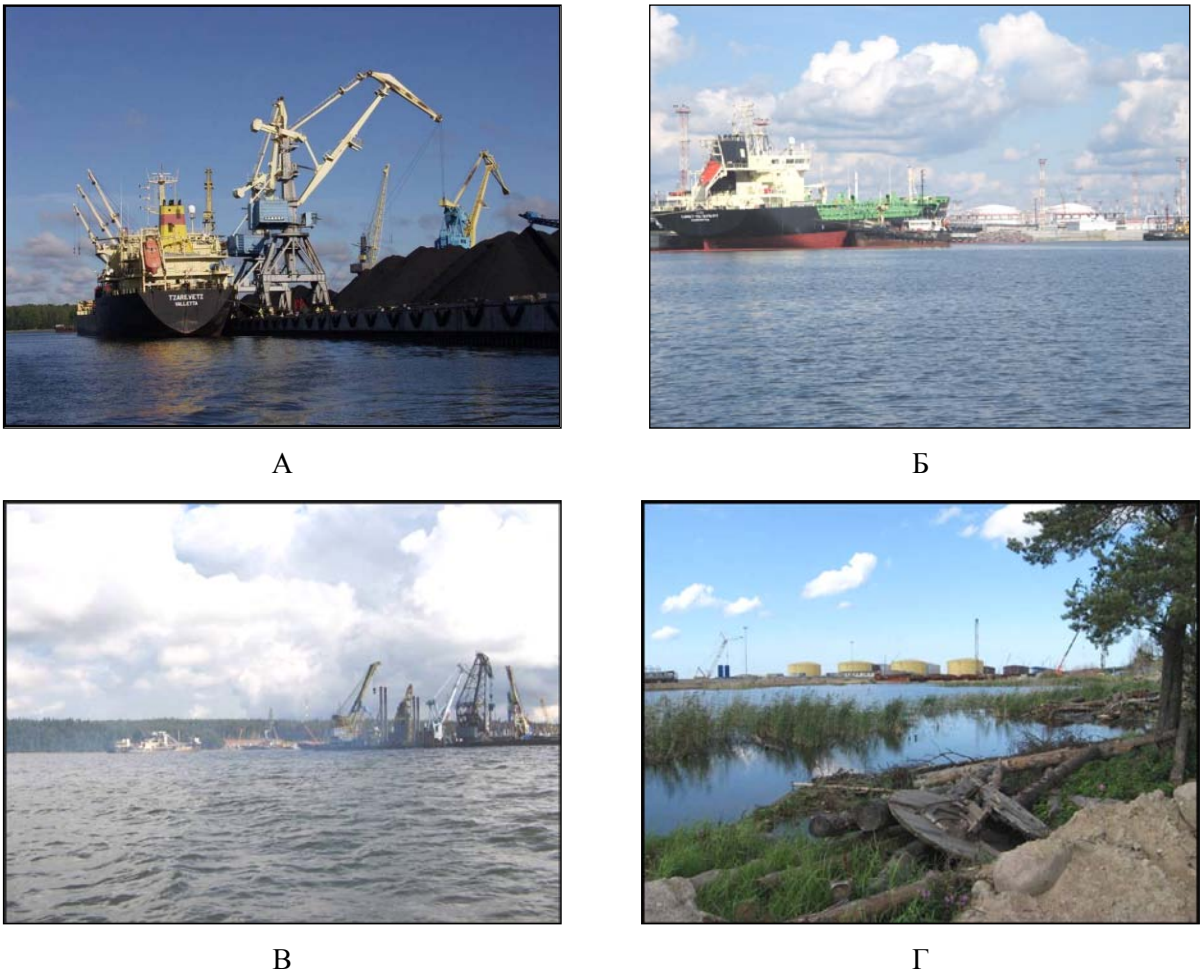
Наиболее высокие концентрации Zn, Pb, Cd и Cu соответствуют периоду с 1950-х по 1990-ее гг. В последние десятилетия уровень загрязнения снизился, что на первом этапе было связано с экономическим кризисом 1990-х годов [186], а в настоящее время – с вводом в строй новых очистных сооружений Санкт-Петербурга и снижением уровня промышленного загрязнения воды и воздуха.

2.1.3.2. Характеристика существующего техногенного воздействия

Российская часть Финского залива испытывает весьма значительную антропогенную нагрузку, постоянно возрастающую на протяжении последнего десятилетия. В 2010 г. ВСЕГЕИ была составлена карта техногенной нагрузки на геологическую среду восточной части Финского залива [152] (рисунок 2.71). Объектами картирования являются: промышленные объекты, объекты инфраструктуры, а также другие объекты, сопровождающие деятельность человека. Населенные пункты ранжированы по численности населения, что позволяет определить участки береговой зоны с высокой плотностью населения. Населенные пункты сопровождаются нарушением естественных ландшафтов, свалками бытовых отходов разной интенсивности, очагами лесных пожаров и др. Выделены антропогенные и природно-антропогенные ландшафты. Показаны полигоны бытовых отходов и места их переработки. Кроме того, на акватории обозначены затопленные потенциально опасные объекты, свалки грунта (дампинга). Вынесены отдельные (вне пределов городов), преимущественно крупные, техногенные объекты: очистные сооружения, промышленные предприятия, ЛАЭС, порты и нефтяные терминалы, разрабатываемые и предполагаемые к разработке месторождения полезных ископаемых, положение трассы газопровода «Нордстрим». Также показаны основные фарватеры и рейдовые стоянки, области техногенного осадкообразования и выпадения техногенных радионуклидов (^{137}Cs).

Определение уровня антропогенной нагрузки на различные части акватории и прилегающей к ней суши, выявление участков наибольшего техногенного воздействия определено по степени концентрации промышленных объектов и негативных нарушений окружающей среды, связанных с деятельностью человека. Прямыми признаками (критериями) являются: деградация природных ландшафтов, концентрированные скопления бытового и строительного мусора, несанкционированные свалки и полигоны отходов, свалки грунта (дампинга), участки выгоревшего леса, промышленные предприятия вне пределов городов.

Основным районом с чрезвычайно высокой степенью антропогенной нагрузки является территория г. Санкт-Петербурга. Здесь сосредоточено промышленное производство разной направленности, объекты инфраструктуры, свалки промышленно-бытовых отходов, порт. Менее крупные узлы антропогенной напряженности связаны с портовыми комплексами «Высоцк», «Приморск», «Усть-Луга», городами и поселками городского типа – Сосновый бор, Выборг, Советский, Усть-Луга, показанные на рисунке 2.72.



А Б

В Г

Рисунок 2.72 - А – порт «Высоцк»; нефтяные терминалы: Б – «Лукойл-2», В – «Приморск», фото Ушкова В.И.; Г – порт «Усть-Луга»

Порт Санкт-Петербург - крупнейший транспортный узел на Северо-Западе России. Он расположен на островах дельты реки Нева, в Невской губе в восточной части Финского залива Балтийского моря. Большой порт Санкт-Петербург включает причалы морского торгового, лесного, рыбного и речного портов, нефтяного терминала, судостроительных, судоремонтных и других заводов, морского пассажирского вокзала, речного пассажирского порта, а также причалы Кронштадта, Ломоносова, портовых пунктов Горская, Бронка. К ним ведет разветвленная система каналов и фарватеров. Самым протяженным и глубоководным из них является Санкт-Петербургский морской канал. Он начинается во

внутренней акватории морского торгового порта и заканчивается за островом Котлин, на котором расположен Кронштадт. Его длина 27 миль. По нему могут пройти суда с осадкой до 11,0 м, длиной до 260 м и шириной до 40 м. Суда больших размеров (прежде всего нефтеналивные) обрабатываются на внешнем рейде.

Рыбный порт имеет 6 причалов общей длиной более 660 м. На них установлено 10 портальных кранов грузоподъемностью до 6 тонн, с помощью которых осуществляется перегрузка рефрижераторных и других грузов. Для хранения рефрижераторных грузов имеется склад-холодильник емкостью 3000 тонн. Погрузочно-разгрузочные операции в порту производит ООО «Морской рыбный порт». На причалах порта Санкт-Петербург расположены ОАО «Балтийский судомеханический завод», ОАО «Завод ЖБИ и КМГС», ОАО «Канонерский судоремонтный завод», судостроительных заводов ОАО «Северная верфь» и ОАО «Балтийский завод», ОАО «Кировский завод» перегружаются рефрижераторные, лесные, различные тарно-штучные грузы, контейнеры, металлолом. Грузовые работы выполняют более 10 различных компаний. Портовый пункт Горская находится на северо-западном побережье Невской губы в районе поселка Лисий Нос. Здесь у основания Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербург (КЗС) расположены пять причалов. Вдоль КЗС к ним ведет подходной канал шириной 80 м. Глубины на канале позволяют принимать к обработке в портовом пункте суда типа «река-море» с осадкой до 4,0 м. На причалах установлены портальные краны, с помощью которых осуществляется погрузка на суда круглого леса. Портовый пункт Бронка расположен на юго-западном берегу Невской губы у основания КЗС. Здесь находится нефтеналивной терминал компании «Несте». Пропускная способность терминала - 500 тысяч тонн. Обслуживает терминал железнодорожная станция Бронка Октябрьской железной дороги.

Крупнейшим гидротехническим сооружением региона является Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). В 2011 г. он был введен в строй и впервые приведен в действие в ходе двух наводнений осени – начала зимы. Неоднозначные последствия воздействия КЗС на берега Финского залива будут рассмотрены в разделе 2.1.4.2.

Значительную антропогенную нагрузку Финский залив в последние годы испытывает в связи с выполнением работ строительству гидротехнических сооружений и намыву территорий Морского фасада Санкт-Петербурга (Невская губа) и строительством порта «Усть-Луга» (Лужская губа). Эти работы сопровождаются значительным увеличением в воде тонкодисперсных взвешенных веществ. Оценка их распространения выполнена на основе регулярных спутниковых наблюдений. При выполнении работ по проекту «Морской фасад» шлейф вод с низкой интегральной прозрачностью по данным

космической съемки в 2005-2008 гг. прослеживался более 80 км к западу от места намыва. Следует отметить, что инженерные сооружения системы защиты города от наводнений существенным препятствием для распространения взвешенного материала не являлись, как видно на рисунке 2.73. Более подробно воздействие дноуглубительных работ на береговые ландшафты и биоту восточной части Финского залива будет рассмотрено в разделе 2.1.4.2.

Рисунок 2.73 - Космическая съемка в день торжественного открытия нового пассажирского терминала – 10.09.2008 г. (КС MODIS и Quick Bird) – данные Л.Л.Сухачевой (НИИКАМ)

На дне Финского залива расположен целый ряд месторождений строительных материалов (пески, песчано-гравийные смеси, валунно-галечный материал), как видно на рисунке 2.74. Часть из этих месторождений (например, месторождение «Пески» на подводной террасе между м.Флотский и Песчаный; месторождение «Лондонская отмель»; месторождение в районе Лахты) активно эксплуатировались в 1970-1990-е гг. Месторождение «Сестрорецкое» было выведено за баланс, т.к. было доказано, что его разработка могла оказать крайне негативное воздействие на прилегающие песчаные пляжи.

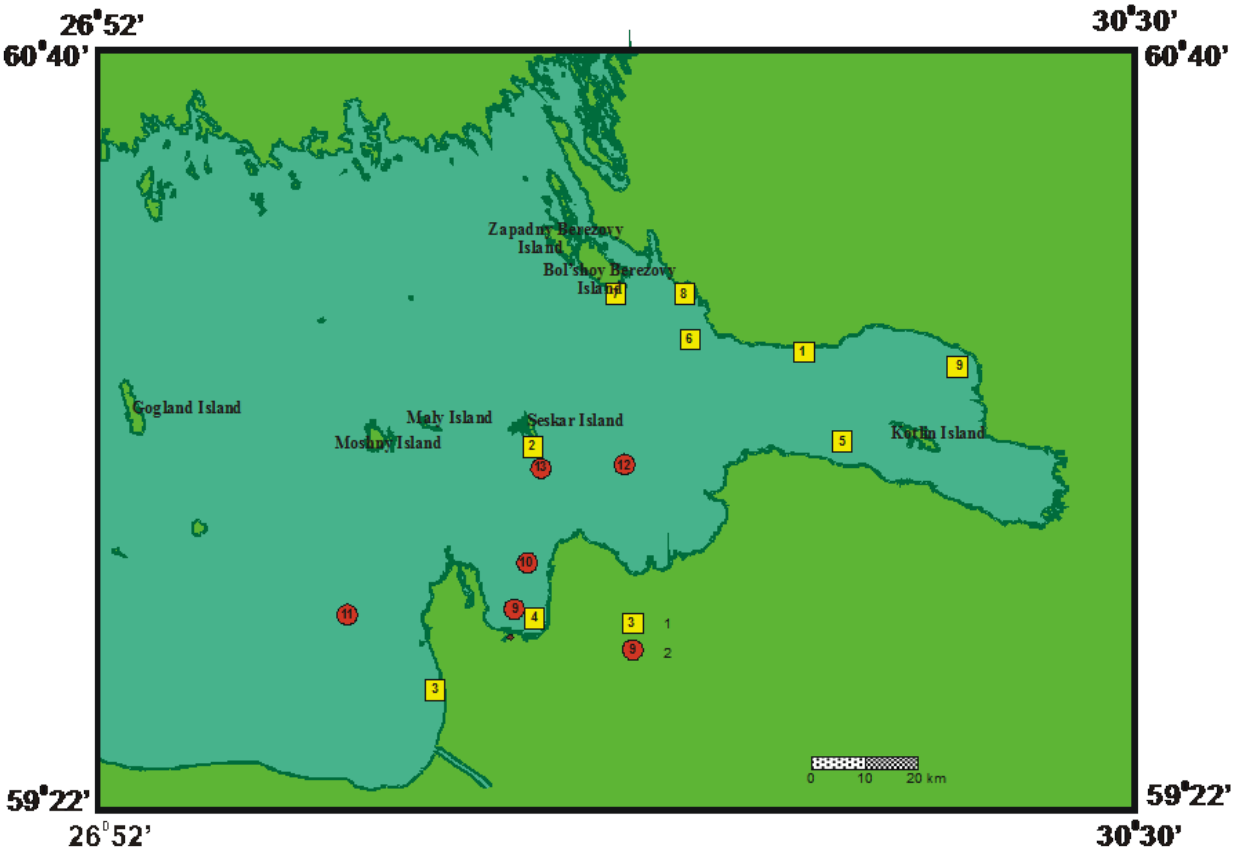


Рисунок 2.74 - Месторождения строительных материалов: месторождения песков (1 – «Пески», 2 – «Южный Сескар», 3 – Нарвский залив, 4 – Лужский залив, 5 – Лондонская отмель, 6 – «Стирсуденские банки», 7 – «Березовые острова», 8 – «мыс Кюриниеми); месторождения валунно-галечного материала (9 –банка Мерилода, 10 – банка Темная Лода, 11 – банка Вигрунд, 12 – Деманстейнские банки, 13 – банка Велиматала)

При эксплуатации месторождений возникал весьма своеобразный сильно расчлененный техногенный рельеф, представленный подводными карьерами и останцами песчаной толщи, с относительными превышениями в пределах 10-15 м, как видно на рисунках 2.75-2.77). При этом, как показали мониторинговые исследования, восстановления песчаной толщи за счет потока наносов не происходило, т.к. описываемые подводные террасы являются реликтовыми формами рельефа. Подводные карьеры превращались в своеобразные «седиментационные ловушки», где начиналось накопление алевро-пелитовых илов. В Невской губе (карьеры в районе Лахты) скорости осадконакопления были аномально высокими (более 5 см/год), накапливающиеся осадка характеризовались высоким уровнем загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами [186].

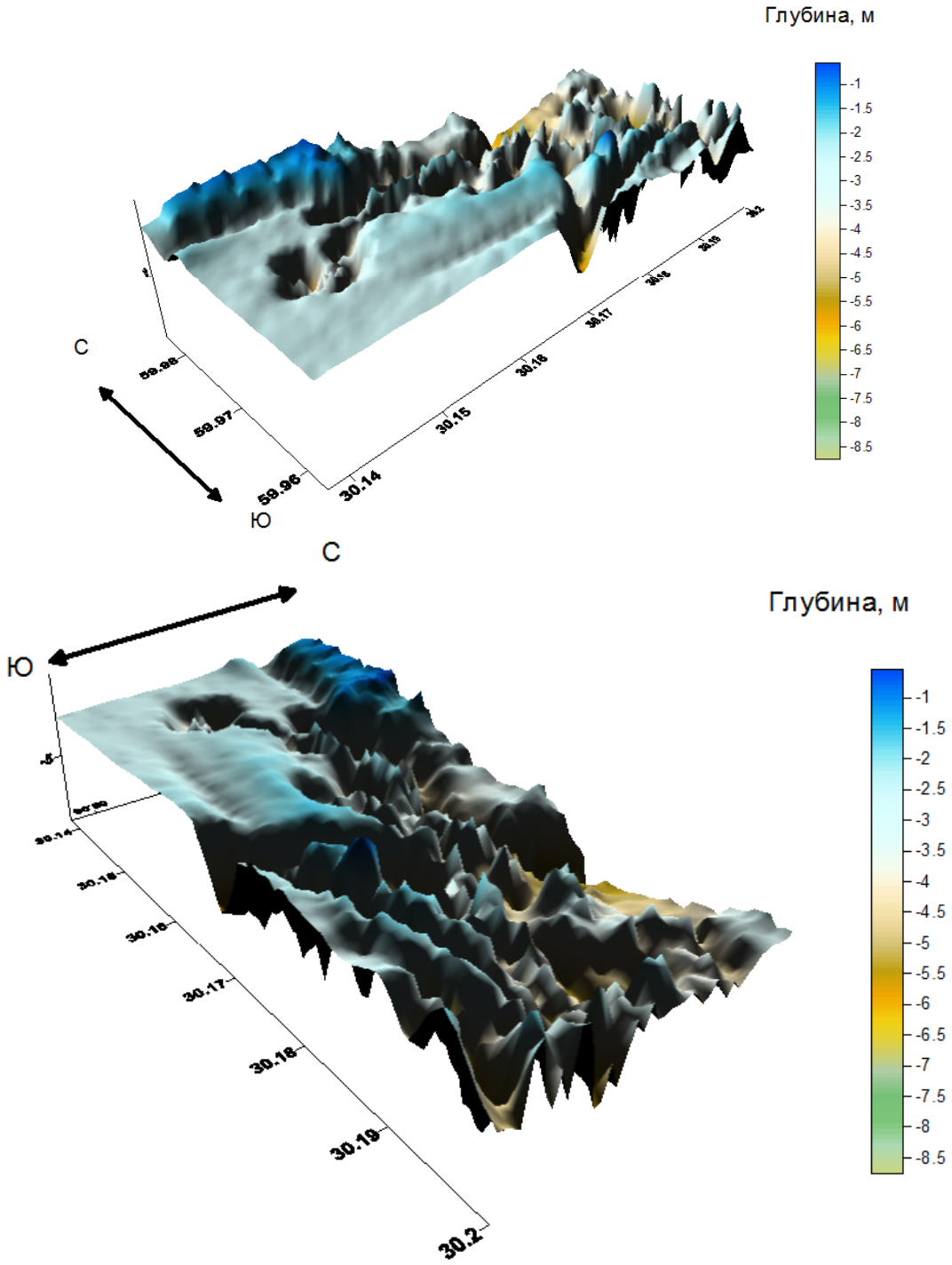


Рисунок 2.75 - Схема рельефа поверхности дна полигона «Лахта» - бывшие подводные карьеры по добыче песка, 2008 год

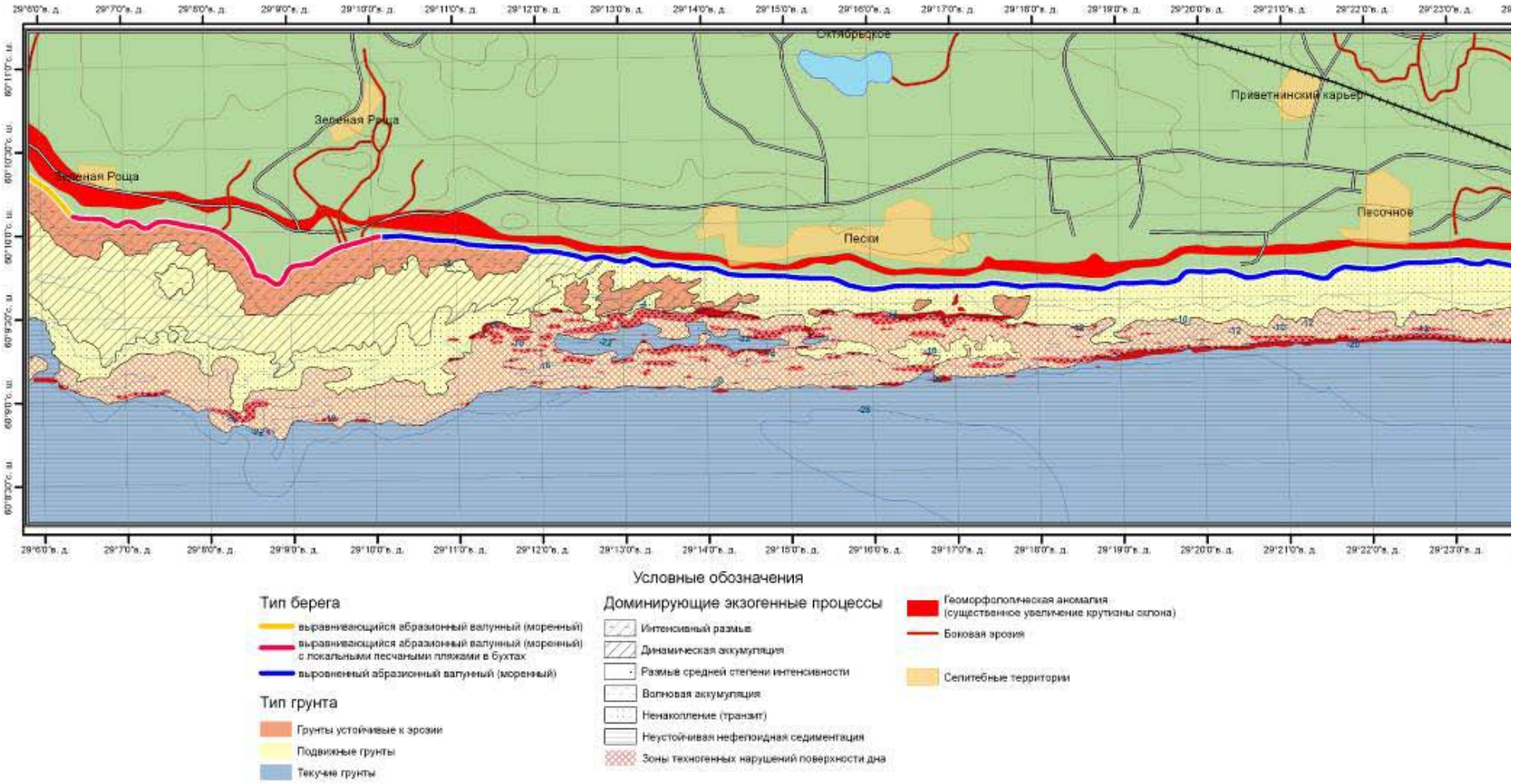


Рисунок 2.76 - Карта-схема опасных геологических процессов на ключевом участке «Северная береговая зона между м.Флотский и м.Песчаный» с изображением бывших подводных карьеров по добыче песка

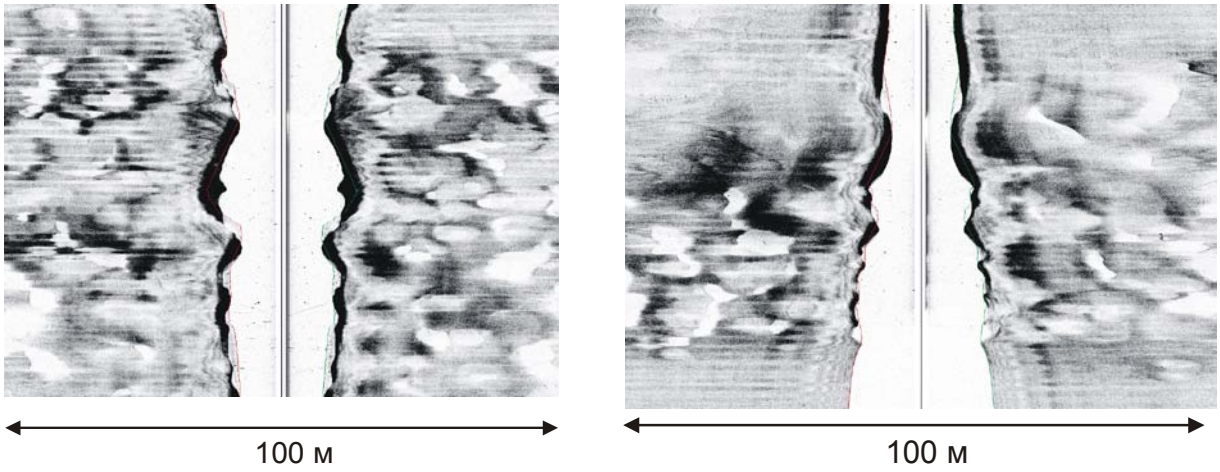


Рисунок 2.77 - Техногенно-измененный рельеф (подводные карьеры, образовавшиеся в результате добычи песка) подводной террасы м.Флотский – м.Песчаный (сонограмма гидролокации бокового обзора)

Как будет показано в разделе 2.1.4.2, в случае, если при подводной добыче песков затрагивался современный подводный береговой склон, это, как правило, приводило к деградации расположенных выше по направлению потока наносов песчаных пляжей.

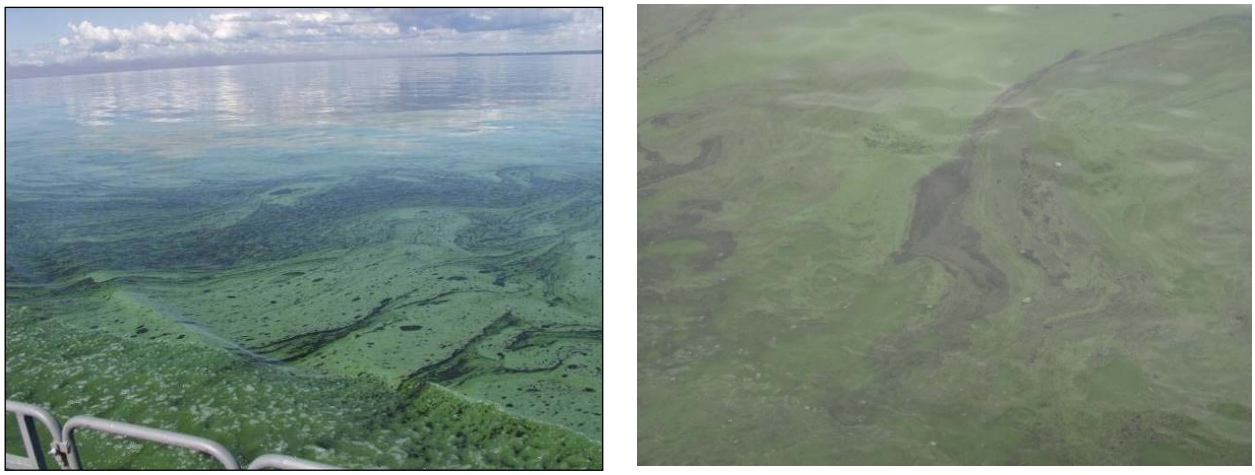
Серьезной проблемой сохранности уникальных береговых ландшафтов является негативное воздействие морально и физически устаревшей системы берегозащиты, представленной бунами и валунными отсыпками, перпендикулярными береговой линии, а также частично или полностью разрушенными вертикальными волноотбойными стенками.

В последние годы резко возросло негативное воздействие на береговые системы непродуманного строительства объектов рекреационной инфраструктуры, ведущееся при отсутствии законодательно предусмотренной экспертизы без учета закономерностей развития береговых процессов. В ряде случаев здания строятся непосредственно на пляже, разрушается авандюна.

В ходе мониторинговых береговых маршрутов 2011 г. в пос. Репино и Солнечное (Курортный район) было зафиксировано изъятие песка с внешней стороны авандюны для строительных целей, что совершенно недопустимо с точки зрения баланса наносов в береговой зоне, как видно на рисунке 2.78.

Существенные экологические проблемы связаны с процессами эвтрофирования, которые напрямую зависят от уровня поступления в акваторию фосфора. Это приводит к аномальному развитию сине-зеленых водорослей и существенному уменьшению содержания в воде растворенного кислорода, как видно на рисунке 2.79.

Рисунок 2.78 - Добыча песка и разрушение дюн в ходе строительства объектов рекреационной инфраструктуры в пос. Репино. Фото 2011 г.



А Б

Рисунок 2.79 - Сине-зеленые водоросли на поверхности воды. А – 2008 г., открытая часть Финского залива, фото Ушкова В.И.; Б – 2011 г., прибрежные воды в пос.Солнечное, фото Д.В.Рябчук

Таким образом, берега восточной части Финского залива подвергаются комплексному техногенному воздействию. Для обеспечения рационального природопользования и устойчивого развития региона, в том числе сохранения уникальных береговых ландшафтов и использования туристического рекреационного потенциала необходима разработка системы стратегического планирования с учетом природных и техногенных процессов.

2.1.3.3 Характеристика предполагаемого техногенного воздействия

Основные факторы антропогенного воздействия на берега и акваторию восточной части Финского залива, описанные в разделе 2.1.3.2 будут, вероятно, нарастать в ближайшие десятилетия. В настоящее время восточной части Финского залива планируется реализация целого ряда крупных проектов.

Продолжается начатое в 2010 г. строительство порта «Бронка» (внутренняя часть Невской губы, к востоку от южного створа КЗС). Проект строительства аванпорта Бронка реализуется в рамках Концепции развития перспективных районов (аванпортов) Большого порта Санкт-Петербург. Порт Бронка будет включать в себя три специализированных комплекса: контейнерный терминал, терминал накатных грузов, логистический центр. Сейчас идут работы по строительству контура будущего порта. Впоследствии туда будет отсыпаться грунт, который вынут во время углубления морского подходного канала по дну залива. Эту работу будет выполнять «Росморпорт», и работы планируется начать в 2012-2013 годах. Проект реализуется в формате государственно-частного партнерства. Первая очередь комплекса должна быть запущена в 2015 году, вторая и третья - в 2017 году, а в 2020-м завершится четвертый этап, как видно на рисунке 2.80.

Рисунок 2.80 - Схема порта «Бронка» (с сайта http://www.port-bronka.ru)

Идет расширение порта Усть-Луга. Введены в эксплуатацию комплекс по перегрузке угля, многопрофильный перегрузочный комплекс «Юг-2», автомобильно-железнодорожный паромный комплекс, комплекс по перегрузке технической серы, контейнерный комплекс, терминалы по перевалке нефти и нефтепродуктов.

Комплексное социально-экономическое развитие территории, прилегающей к Морскому торговому порту Усть-Луга, включает в себя:

- дальнейшее развитие Морского торгового порта Усть-Луга;
- формирование и развитие припортовой промышленно-производственной зоны;
- строительство нового поселения на 34,5 тысячи жителей;

- создание зон для отдыха и туризма;
- развитие внешних и внутренних инженерных и транспортных коммуникаций;
- обеспечение необходимых социальных условий для работы, проживания и отдыха.

Многопрофильный перегрузочный комплекс (МПК) «Юг-2» предназначен для перевалки накатных грузов, в том числе – новых импортных автомобилей, контейнерных и генеральных грузов. При выходе на полную мощность МПК «Юг-2» обеспечит прием, хранение и перевалку 4,6 млн. т в год. Проектная мощность автомобильного терминала МПК – 450 тыс. машин в год. Первый пусковой комплекс автомобильного терминала рассчитан на 100 тыс. автомобилей. На территории, граничащей с МПК «Юг-2», Усть-Лужским контейнерным терминалом и автомобильной составляющей автомобильно-железнодорожного паромного комплекса, планируется построить логистический центр. Этот комплекс предназначен для вспомогательных операций. Это будет и тыловой склад для автомобильного терминала, и площадка для хранения, затарки и растарки контейнеров. Так как предполагается оказывать услуги по предпродажной подготовке автомобилей, то на этой территории будут построены соответствующие центры.

Продолжается строительство Усть-Лужского Контейнерного терминала. Первая очередь введена в эксплуатацию в декабре 2011 года. Развитие терминала позволит удовлетворить растущий спрос на перевалку контейнерных грузов, а также снизить зависимость российских грузополучателей от портов Финляндии и стран Балтии.

В настоящее время активно обсуждается возможность реализации проекта «Новый берег», предполагающего создание новых территорий на площади более 400 га к западу от северного створа КЗС (между КЗС и м.Таркала). Проект предусматривает намыв двух островов в акватории Финского залива на участке, расположенном севернее пос. Лисий Нос от комплекса защитных сооружений и до г. Сестрорецка. На новых территориях планируется построить малоэтажный жилой район, коммерческие и социальные объекты, как видно на рисунке 2.81. До конца этого года инвестор проекта создания намывных территорий под Сестрорецком рассчитывает получить заключение Главгосэкспертизы и приступить к подготовке участков для будущего намыва. К настоящему моменту инвестор получил заключение государственной экологической экспертизы по проекту намывных территорий «Новый берег». В рамках подготовки к началу намыва планируется провести расчистку территории, берегоукрепление, устройство защитных дамб. Компания может приступить к намыву территорий летом будущего года, когда пройдут сроки запрета для проведения работ в акватории. Компания-инвестор ООО «Северо-Запад Инвест», согласно договору с городом, намерена создать новые территории и инженерную инфраструктуру в течение 2015-2018 годов, после чего должно начаться строительство на новых землях.

Рисунок 2.81 - Проект «Новый берег» (http://www.gazeta.spb.ru).

В северо-восточной части Невской губы начата реализация проекта «Лахта-Центр», как видно на рисунке 2.82. Проект реализует ЗАО «Общественно-деловой центр «Охта»», за которым стоит Газпром. Участок под строительство выходит на Финский залив. Проектирование ведет ЗАО «Горпроект». Концепция проекта предусматривает строительство офисного центра и научно-образовательного комплекса. Высота доминанты составит около 500 метров. В небоскребе, помимо офисов, будут спорткомплекс, медцентр, детский технопарк, смотровая площадка, выставочные пространства и многофункциональный зал-трансформер. Рядом возведут амфитеатр, обращенный к воде. Треть территории будет занимать парк, который посредством пешеходного моста будет связан в единый променад с существующим парком 300-летия Санкт-Петербурга. В начале августа 2012 г. было получено положительное заключение государственной экспертизы. Сейчас расчищена строительная площадка. По словам очевидцев, активных работ не ведется. Строительство планируется начать в 2012 г., завершить - до конца 2017 года.

В 2007 г. был анонсирован проект строительства многофункционального рекреационного комплекса «Жар-Птица» в районе пос. Бол. Ижора. Общая площадь застройки составляла около 300 га, при этом часть комплекса должна была сооружаться на свайных платформах в Финском заливе. На 18 искусственных островах должны были разместиться океанариум, международный бизнес-центр, гостиницы, стадионы и концертные комплексы, а также яхт-клуб. В центре «Жар-Птицы» планировалось возведение небоскреба высотой 220 м, как видно на рисунке 2.83. На крыше «самого длинного российского здания» (более 2 км) «Гуси-лебеди» архитектор спроектировал горнолыжную трассу, которая летом должна была превращаться в водяную горку.

Рисунок 2.82 - Проект небоскреба «Лахта-центр» (http://karpovka.net).

Рисунок 2.83 - Проект многофункционального рекреационного комплекса «Жар-Птица» (с сайта http://expert.ru/northwest)

Следует отметить, что разработка проекта была проведена без учета геологического строения прибрежных площадей и литодинамики береговой зоны. Специалистам было достаточно очевидно, что осуществление высотного строительства в зоне роста, размыва и трансформации песчаных кос при существующих инженерно-геологических условиях нереализуемо. К 2009 г. ООО «Оранж» отказалось от выполнения проекта, однако участок под застройку уже выделен, в настоящее время там ведется коттеджное строительство.

2.1.3.4 Особо охраняемые природные территории побережий восточной части Финского залива

На побережье Финского залива в пределах Выборгского района Ленинградской области создан ряд особо охраняемых природных территорий: Ингерманладский государственный природный заповедник (архипелаг Б.Фискар, о-ва Долгий Риф и Копытин Зубец); региональный комплексный заказник Березовые острова; региональный комплексный заказник Выборгский (п-в Киперорт, о-ва Лисий, Заовражеский, Школьный и др.); геологический памятник природы остров Густой. Планируется создание регионального комплексного заказника Приграничный в окрестностях острова Большой Пограничный [167].

В Курортном районе Санкт-Петербурга расположены следующие ООПТ: региональный комплексный заказник Гладышевский; комплексный памятник природы Комаровский берег; региональный ботанический заказник Линдуловская роща; региональный гидрологический заказник болото Ламмин-Суо; региональный комплексный заказник Сестрорецкий разлив. В 2011 г. на берегах Сестрорецкого разлива создана ООПТ «Сестрорецкое болото» [167].

На побережьях Невской губы (Приморский, Василеостровский, Петроградский, Кировский, Петродворцовый районы Санкт-Петербурга) расположены региональный комплексный заказник Юнтоловский; комплексные памятники природы Стрельнинский берег и парк «Сергиевка». В 2010 г. создана новая ООПТ «Северный берег Невской губы» [167].

Береговая зона Ломоносовского района Ленинградской области является весьма важной с точки зрения охраны природы. Здесь расположены водно-болотные угодья международного значения «Лебяжье», место гнездования и стоянок более 120 видов птиц, протягивающиеся вдоль всего южного берега залива от пос.Большая Ижора до м.Шепелевский [167]. На побережьях Лужского и Нарвского заливов (Кингисеппский район Ленинградской области) расположены заказники Котельский и Кургальский. Кургальский заказник, включающий береговую зону Кургальского полуострова, является самым большим по площади заказником восточной части Финского залива. Здесь можно наблюдать более 200 видов птиц, 7 из которых занесены в Красную книгу России. На полуострове произрастает 96 видов растений, обитает 38 видов млекопитающих, в том числе такие малочисленные виды как медведь, бобр, летяга, выдра, серый тюлень, кольчатая нерпа.

2.1.4 Оценка факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, накладываемые формирующими их природными процессами и воздействием планируемых видов хозяйственной деятельности

2.1.4.1 Оценка происходящих на побережье восточной части Финского залива природных процессов

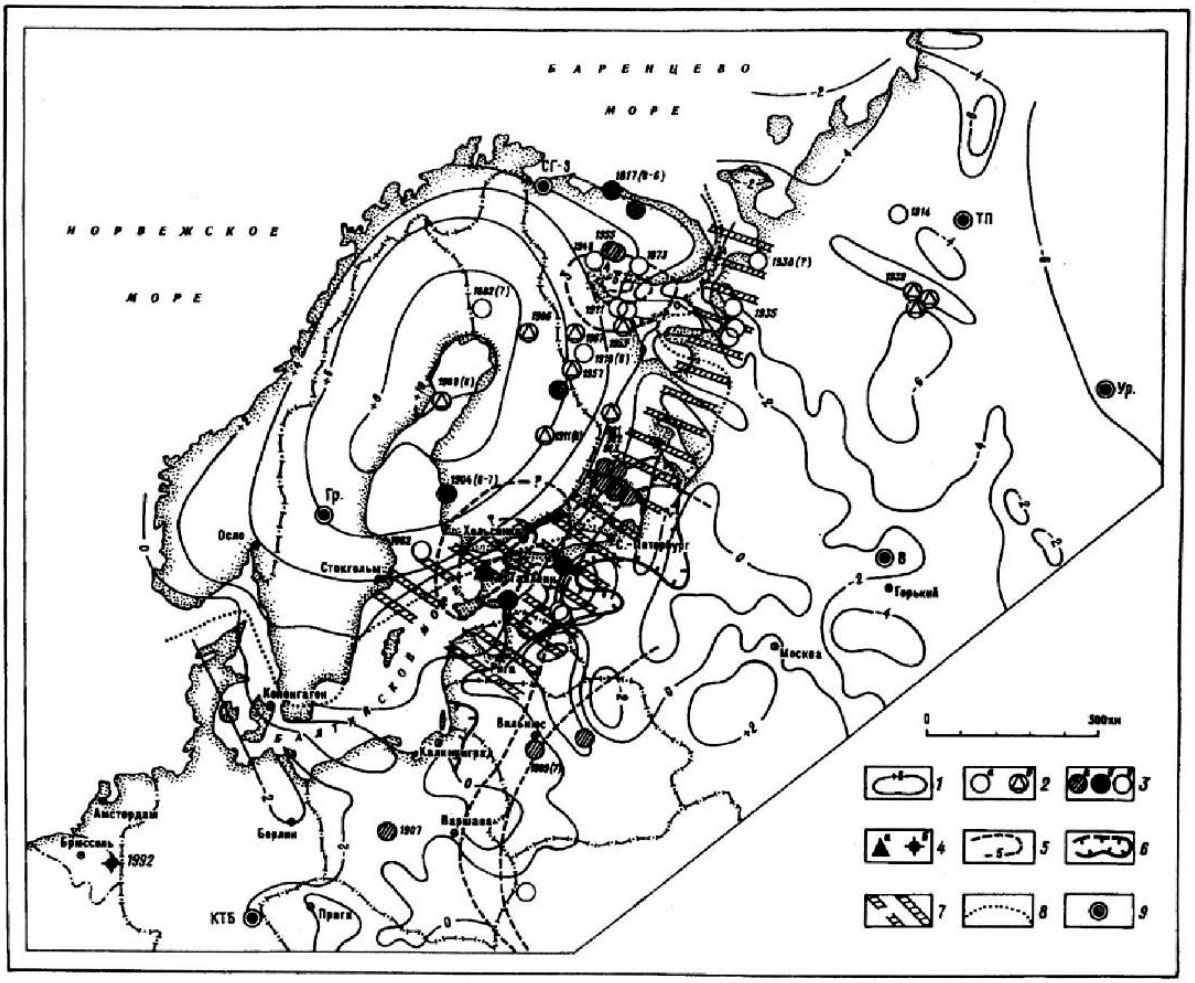
Основными природными факторами, лимитирующими развитие рекреационного потенциала уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, являются *экзогенные геологические процессы*. Эндогенные геологические процессы играют в данном контексте меньшую роль и должны учитываться при реализации крупных проектов (таких, как создание новых территорий, высотное строительство в непосредственной близости от береговой зоны, создание потенциально опасных производств и т.д.). Определенные ограничения на развитие туризма оказывает также *климат* (короткий летний сезон, неустойчивость погоды).

Эндогенные геологические процессы:

Сведения о направленности и интенсивности *современных тектонических движений* достаточно разноречивы. Роль неотектонических процессов заключается, прежде всего, в сводовом поднятии Балтийского щита. В региональном плане имела и имеет место сейсмическая трещиноватость, но говорить о конкретных ее проявлениях не представляется возможным в силу малой масштабности таких процессов и их затруднительной фиксации. Наибольшая скорость поднятия центра Балтийского щита (северо-восточная оконечность Ботнического залива) превышает 10 мм в год, как видно на рисунке 2.85. Дифференциальные блоковые движения земной коры проявляются в современное время, что подтверждается работами [187].

По имеющимся данным [188] среднее значение оседания земной поверхности на территории Петербурга за период с 1911 по 1980 гг. составляет 0,5 мм/год. При этом С.Н.Шабаров [189] отмечает, что быстрое опускание земной поверхности здесь связано, прежде всего, с нарастающим антропогенным воздействием, вызванным строительством. И это может повлиять на изменение гидрологических характеристик системы Нева - Финский залив. Современные исследования позволили уточнить характер вертикальных движений территории Санкт-Петербурга. К примеру, на схеме, составленной В.А.Ядутой [190], представленной на рисунке 2.86) западная часть Курортного района отнесена к зоне

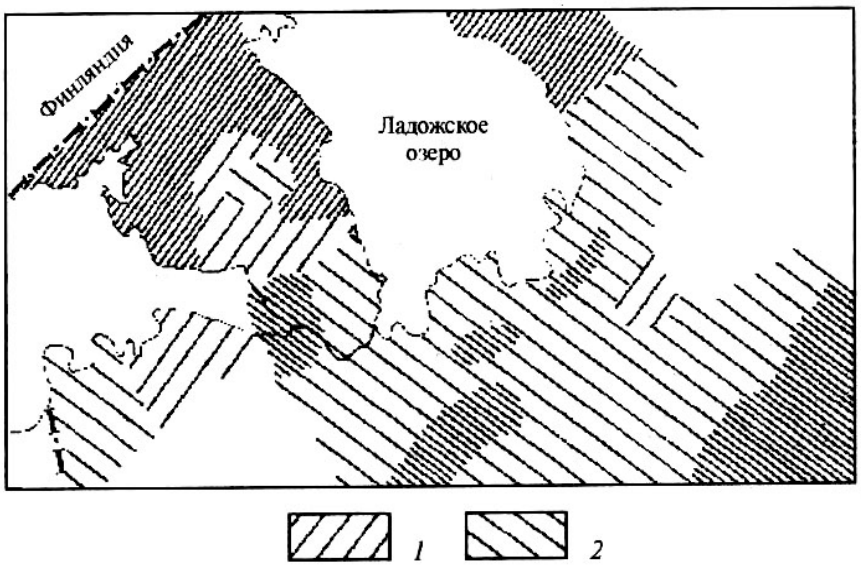
восходящих движений.



1 – изолинии вертикального поднятия (мм/год); 2– положение эпицентров по макросейсмическим (а) и инструментальным (б) данным; 3– ошибка в определении положения эпицентра (класс точности), км: а – <25, 6– <50, в – >50; 4 – эпицентры землетрясений: а – Осмуссарского, 1977 г.; б– Брюссельского, 1992 г.; 5 – изосейсты 5–6-6альных землетрясений; 6 – геотермическая аномалия (геотерм, градиент 30°С/1000 м); 7-линия Брёгера-Полканова; 8-границы осадочной толщи; 9 - сверхглубокие скважины: СГ-3 - Кольская, Гр-Гравберг, КТБ - Оберпфальц, ТП -Тимано-Печорская, Ур - Уральская, В - Воротиловская.

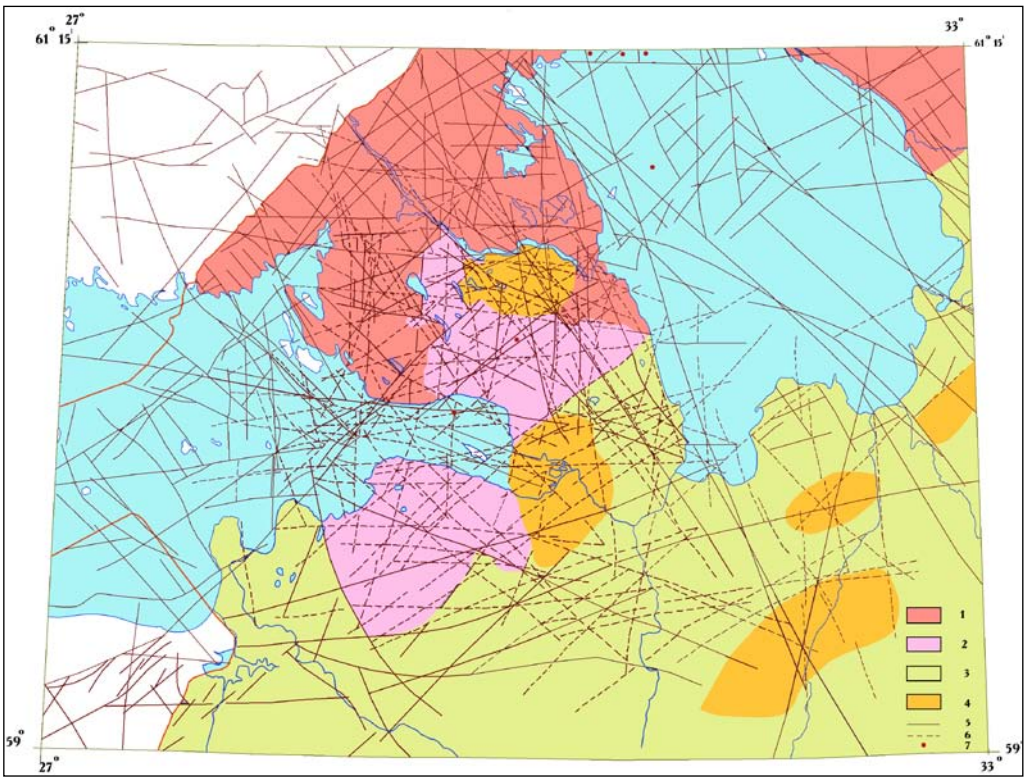
Рисунок 2.85 - Карта неотектонических движений Балтийского щита.

Выделенные на опубликованных геологических картах на территории восточной части Финского залива разломы показаны на составленной Л.Л.Сухачевой схеме [191], представленной на рисунке 2.87. Здесь же нанесены наиболее крупные из выделенных по космическим снимкам линеаментов. Анализ этой схемы показывает, что и разломы и линеаменты по своему простиранию относятся к одним и тем же системам, а иногда и непосредственно совпадают или служат продолжением друг друга.



1 – районы восходящих движений; 2 - районы опускания; сгущение штриховки - участки с повышенными скоростями тектонических движений

Рисунок 2.86 - Размещение участков с дифференцированным знаком современных вертикальных движений земной коры на территории Ленинградской области [190]



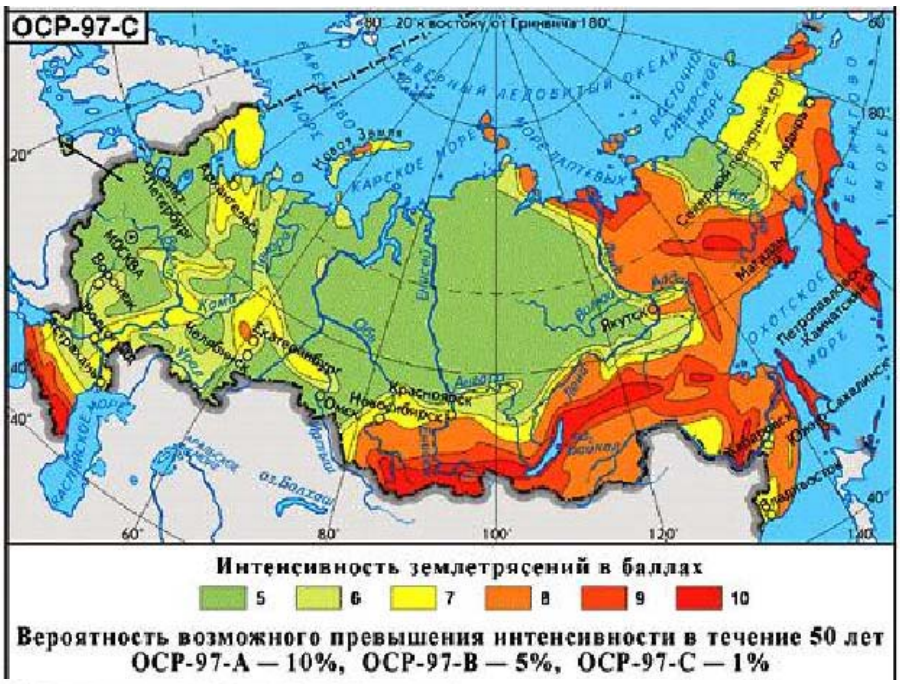
Условные обозначения: 1 - районы с повышенной скоростью восходящих движений, 2 -районы восходящих движений, 3 - районы опускания; 4 - районы с повышенной скоростью опускания; 5 - разломы; 6 - линеаменты; 7 - эпицентры землетрясений.

Рисунок 2.87 - Схема разломов с опубликованных геологических карт района и основных линеаментов, отдешифрированных по космическим снимкам в районе восточной части Финского залива [190, 191]

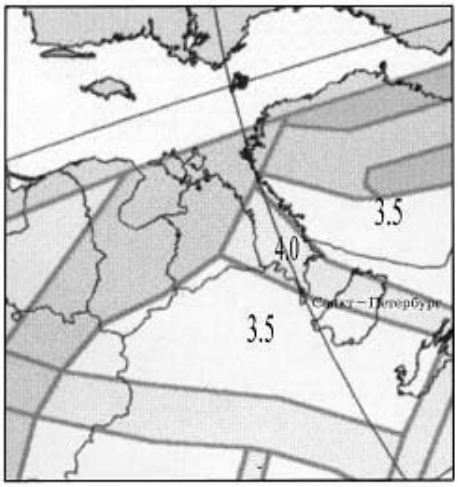
В результате выполнения ВНИИОкеангеология в 2000-2004 г.г. комплексных геофизических исследований на территориях Сосновоборского района и на акватории Копорской губы выделены слабые тектонические нарушения, контролируемые несколькими преобладающими направлениями [192]. Часть выделенных направлений совпадает с простиранием Псковско-Палдисской зоны глубинного разлома, с которой связано Осмуссаарское землетрясение с магнитудой 4,7 и интенсивностью в эпицентре 7 баллов 25 октября 1976 года. Во время этих же исследований в пределах Сосновоборского района выявлены грязевые вулканы, выходы газа, провалы в рельефе дна и подстилающих толщ, которые свидетельствуют о наличии «живущих» разломов, которые коррелируются в районы Ленинградской АЭС. Выделенные тектонические нарушения напрямую связаны с напряженным состоянием среды и могут быть использованы для оценки ее потенциальной сейсмичности. В связи с наличием на рассматриваемой территории атомной электростанции тектонически ослабленных зон, вопросы изучения сейсмичности прилегающей площади становятся весьма актуальными [193].

В дневном рельефе на побережье Копорской губы повсеместно наблюдаются протяженные малоамплитудные сбросы, либо взбросы, образовавшиеся, по-видимому, в результате облекания смещений тектонического характера в рельефе фундамента. Как уже было сказано выше, наибольшую сейсмическую опасность несут в себе тектонические структуры северо-западного направления. При этом не следует забывать о структурах северо-восточного простирания, с которыми связаны многочисленные провалы, вспучивания и другие проявления геодинамических процессов на акватории Копорской губы. Следует отметить, что интерпретация результатов сейсмоакустических исследований района Копорского залива, проведенных ВНИИОкеангеологией, весьма неоднозначна и носит дискуссионный характер [193].

В историческом аспекте площадь береговой зоны Финского залива традиционно *считалась асейсмичной* в силу различных как объективных, так и субъективных причин [194]. К объективным причинам следует отнести периферийное географическое и тектоническое положение региона относительно сейсмогенерирующих зон Балтийского щита, практически полное отсутствие российской высокочастотной сейсморегистрирующей сети, способной идентифицировать сейсмические события на уровне M <3. Сейсмическая опасность вокруг города Санкт-Петербурга отражена на карте общего сейсмического районирования ОСР-97 [195], как видно на рисунке 2.88А.



А



Б

Рисунок 2.88 - Карта сейсмического районирования ОСР-97-С (А) и зоны возникновения очагов землетрясений ОСР-97 (Б) [194; 195]

Карта констатирует весьма низкий уровень опасности: в районе возможны лишь 5-балльные и меньшие по силе сотрясения при среднем периоде повторяемости 500-5000 лет. Такие же оценки получены для южной Финляндии в результате исследований по программе GSHAP [196]. Схема зон возникновения очагов землетрясений, которая входит в комплект карт [195], и на основе которых проводились расчеты сотрясаемости, приводится в работе [194].

Согласно схеме на территории Санкт-Петербургского региона методом экспертной оценки [194] выделено три крупных домена, как видно на рисунке 2.89. Центральный, вытянутый в северо-восточном направлении домен с Ммах, равной 4, приурочен к Финскому заливу и соседним приладожским структурам [195]. В двух других, изометричной формы, расположенных к северо-востоку и юго-западу от Финского залива,

Ммах определена как 3.5. Повторяемость сейсмических событий во всех случаях неизвестна или составляет более 5000 лет. Санкт-Петербург находится в самой северной части южного домена, на границе с Финским, то есть в этой области, в том числе и в Санкт-Петербурге, судя по карте, могут случаться землетрясения с магнитудой 3.5. Вблизи города отсутствуют домены северо-западного направления, ближайший подобный домен – это район Осмуссаарского землетрясения 1976 года с Ммах 5 [195]. Сравнение данных о сейсмичности региона вокруг Санкт-Петербурга с картой доменов (рисунок 2.90) и анализ сейсмотектонической обстановки позволяют предположить, что доменное поле имеет более сложное строение [194]. Увеличенное количество сведений о землетрясениях объясняется, главным образом, учетом абсолютно всех данных с минимально возможного уровня $M \leq 1.5\text{-}2$, а не только с $M \geq 3.5$ [195]. Слабые землетрясения с $M \cong 1.5\text{-}2$ не являются представительными для оценки повторяемости событий, однако представляют ценность при сейсмотектонических построениях.

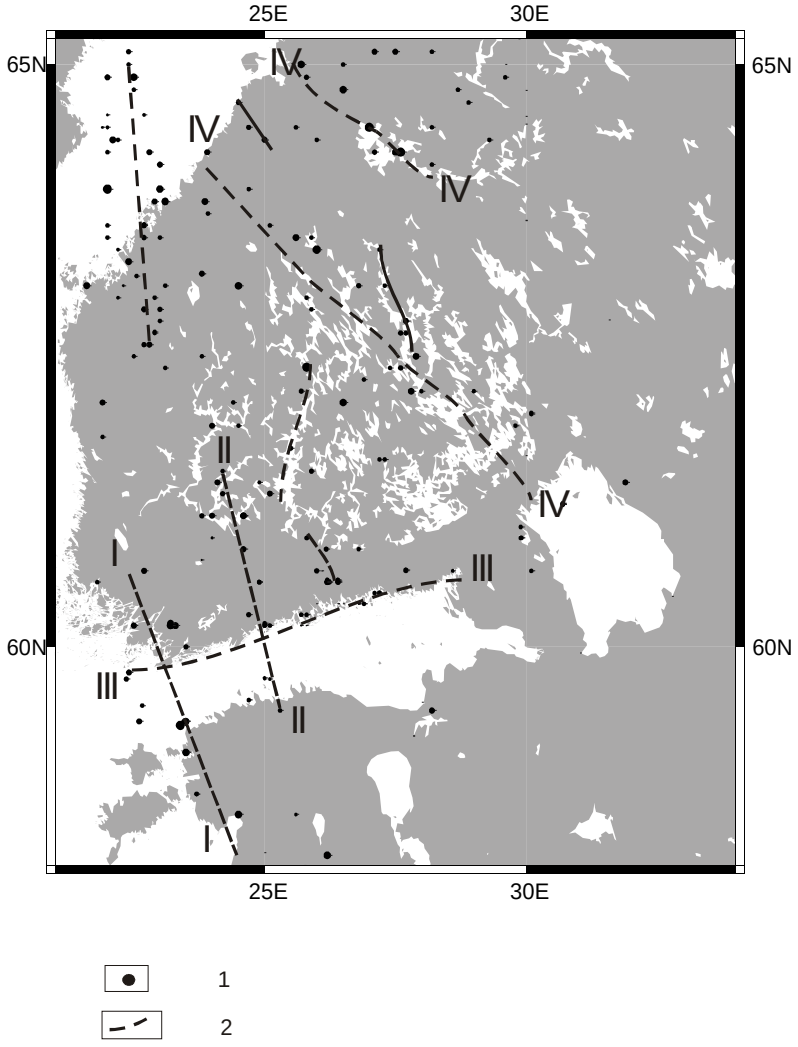
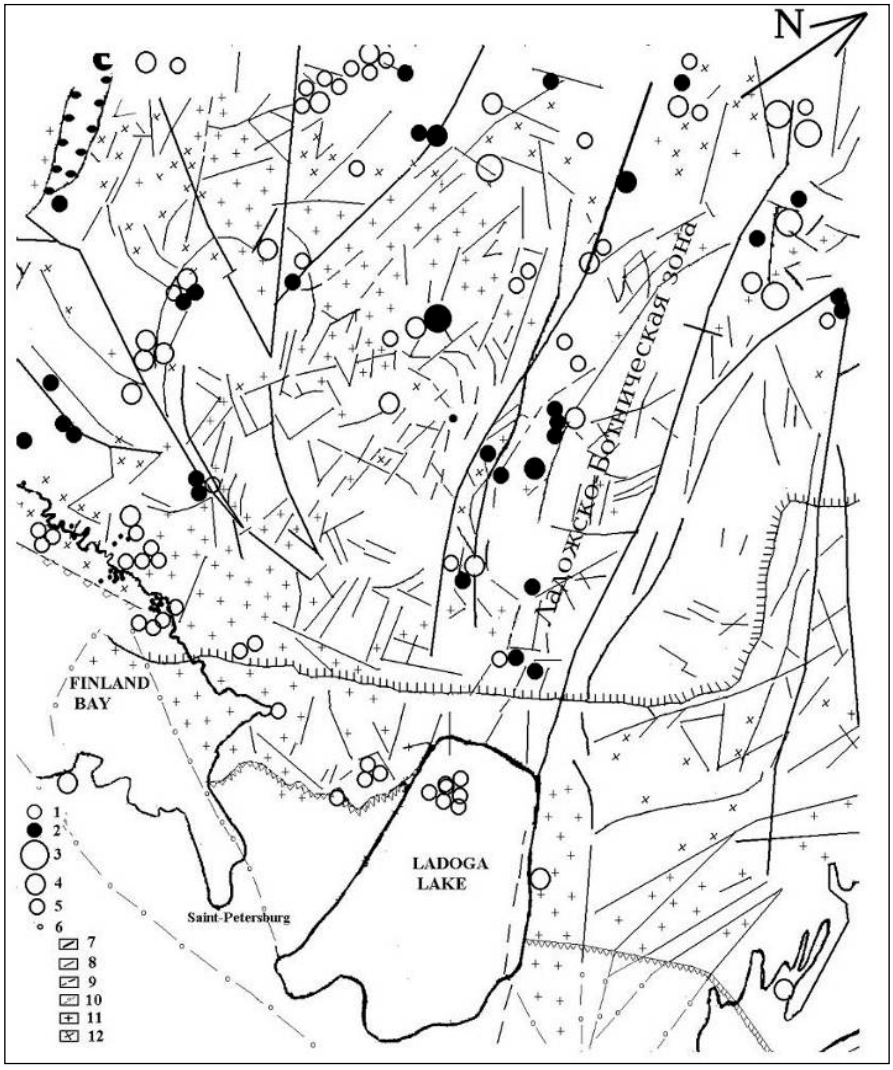


Рисунок 2.89 - Землетрясения по периферии Финского залива по данным [197]. 1 – эпицентры землетрясений, размер символа равен величине магнитуды M/60, 2 – сейсмически активные зоны [194].

Однако следует отметить, что в регионе отмечаются сейсмические события различной силы. В Петербурге и близлежащих районах отмечались сейсмотолчки: в Петербурге – легкое колебание почвы 17 февраля 1804г.; в Ивангороде и Нарве подземные толчки 16 февраля 1881г. и в Лужском районе в 1904 г. Многочисленные подземные толчки зафиксированы в северной частях Ладожского и Онежского озер. Для южной части Ладожского озера также характерно опускание с различной скоростью от 1,4 мм/год (п. Сясьский) до 2,5 мм/год (ст. Волховстрой). Силой до 6 баллов, было зафиксировано землетрясение сейсмостанциями в Пулково и Апатитах, в котловине Ладожского озера 29 сентября 1987 г. Землетрясения до 7 баллов отмечались восточнее Ленинградской области. В летописях также сохранились данные о землетрясениях на северо-западе европейской части России; в Новгородской области в 1088 г.; 5 февраля 1107 г.; 2 февраля 1109 г.; в 1328 г. А в Финляндии отмечены землетрясения в 1626, 1750 г., 1751 г., 1819 г., 1882 г. Согласно информации [194] наиболее полно сейсмические события региона описаны в каталоге землетрясений Фенноскандии [197], где собраны данные о 5500 землетрясениях с магнитудой М 2-6, имевших место в последние 400 лет. С конца позапрошлого века в скандинавских странах проводится систематический сбор макросейсмических свидетельств землетрясений, так что для периода 1375 - 1964 годов (до организации полномасштабных инструментальных наблюдений) собран материал о более чем 2000 сейсмических событиях [197]. На основе указанного каталога, а также по данным зарубежных и отечественных публикаций с дополнениями и исправлениями автора составлен каталог землетрясений Санкт–Петербургского региона в границах, указанных выше (удаление от Санкт-Петербурга 300-400 км) для временного интервала 1626-1999 гг. Сводка землетрясений насчитывает более 250 событий в магнитудном интервале 2-5 ед., из них около 150 событий отмечены макросейсмически. Часть событий показана на рисунке 2.90 в сопоставлении с тектоникой [198].

Для акватории и береговой зоны Финского залива специалистами ВНИИОкеангеологии [192] был составлен каталог сейсмичности по данным, приведенным в каталогах NORSAR, USGS, Ганноверской обсерватории и Центра по изучению физики твердой Земли (http://wwwneic.cr.usgs.gov/, http://www.norsar.no/, http://zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/hp/, http://sdac.hannover.bgr.de/). Всего зарегистрировано 943 землетрясения, многие из которых являются взрывами в шахтах и рудниках. Первые сведения о землетрясениях относятся к 17 веку. Каталог составлен на регион с координатами 26^0 –31^0 в.д. и 59^0- 61^0 с.ш.



Условные обозначения: 1 - землетрясения исторического периода; 2 - инструментально наблюденные, 3 - землетрясения с M = 4 –5, 4 - с M= 3 -3.9, 5 - с M =2 -2.9, 6 - с M < 2; Элементы тектоники: 7 - разломы первого порядка, 8 - разломы более низких порядков, 9 - то же в осадочном чехле, 10 - то же предполагаемые, 11 - гранитные интрузии, 12 – гранитоиды

Рисунок 2.90 - Землетрясения Санкт-Петербургского региона и элементы тектоники [194,198]

Для акватории и береговой зоны Финского залива характерна слабая сейсмичность, с магнитудами не превышающими 3. На площади исследований выделяются три участка с повышенной сейсмической активностью [192]. Первый - район Выборгского залива. На этом участке производится большой объём взрывных работ, поэтому трудно отделить естественную сейсмичность от искусственной. Тем не менее, этот район проявляет относительно высокую активность по сравнению с окружающими участками. Второй участок - Кохтла-Ярве - Кингисепп. На этом участке также проводятся взрывные работы в шахтах. В этом районе отмечались землетрясения и до строительства шахт. Третий участок - собственно в Балтийском море, он протягивается от г. Лахти к о-ву Гогланд. Однако, по мнению В.В.Ивановой [192],малое количество зарегистрированных землетрясений здесь не должно пониматься буквально, так как это объясняется только

отсутствием достаточно плотной современной регистрирующей сети сейсмических наблюдений. Свидетельством тому является наличие в докембрийском кристаллическом фундаменте двух разрывных северо-западных нарушений (Сосновоборского и Нарвского) и меридионального Сосновоборского, с которыми связывается повышенная сейсмичность этого района [190]. Наконец, существует еще одна опасность, обусловленная нарушением гидрологического режима при строительстве современного Санкт-Петербурга [192]. В результате интенсивной откачки артезианских вод в течение уже многих десятилетий в Санкт-Петербурге и его окрестностях за счет понижения уровня грунтовых вод образовалась гидрологическая депрессия глубиной до 50-70 м и диаметром 50-150 км, протягивающаяся далеко к западу и соединяющаяся с «депрессией» Эстонии в принципе в единую гидрогеологическую аномалию южного побережья Финского залива. В результате толщи осадков и особенно глин осушаются и переходят в неустойчивое состояние. Поэтому даже небольшое по силе землетрясение может привести к последовательному обрушению таких выведенных из равновесия толщ.

Таким образом, согласно результатам исследований специалистов Лаборатории геодинамики Главной (Пулковской) Астрономической обсерватории РАН [194] и ВНИИОкеангеологии [192] в пределах восточной части Финского залива и прилегающих к нему территорий, выявлены несколько возможных сейсмогенных зон, которые, начинаясь в Финляндии, трассируются на Российскую территорию. Оказалось, что их распределение в регионе более сложное, чем это показано на карте. В то же время активных сейсмических зон, способных создать уровень опасности более 4 баллов, в пределах рассматриваемой области нет. Определение вероятности экологического и социального ущерба при минимальных землетрясениях требует специальных исследований.

Экзогенные геологические процессы:

По существующим представлениям, характер, интенсивность и другие специфические особенности переработки дна и береговой зоны восточной части Финского залива, и обусловленные этим экзогенные геологические опасности связаны с влиянием четырех основных групп факторов, среди которых выделяются локально-геологические, зонально-климатические, биогенные и техногенные.

К основным локально-геологическим факторам относятся, прежде всего, детали геолого-геоморфологического строения дна и береговой зоны. В эту же группу факторов включается важнейший элемент литодинамики донных осадков и береговых грунтов.

Зонально-климатическая группа факторов включает водно-энергетическое воздействие со всем комплексом гидрометеорологических условий развития береговой зоны, с ее волновым, течениевым, ветровым режимом, а также режимом осадков и ледовитости при существующих эвстатических изменениях уровня моря. Причем эвстатика по ряду имеющихся представлений [199] может стать главным генератором геологической опасности в связи с возможным затоплением обширных пространств береговой зоны на юге и востоке восточной части Финского залива.

Биогенный фактор по своей роли сводится в условиях рассматриваемых площадей, прежде всего к наличию или отсутствию растительного покрова в его древесных, кустарниковых и травянистых разновидностях, а также в виде водной растительности. Растительность препятствует абразии (размыву), провоцирует заносимость, закрепляет грунты, особенно при эоловом воздействии и линейной эрозии. Отсутствие растительного покрова в свою очередь обуславливает активизацию целого ряда экзогенных геологических процессов и явлений [167].

Геологические опасности в береговой зоне, связанные с активными или экстремальными экзогенными геологическими процессами представляют наиболее реальную (существующую) или возможную угрозу. Эта угроза, прежде всего, связана с разрушением берега или другой части береговой зоны. Не менее опасны быстротечные изменения профиля подводного берегового склона, приводящие к увеличению глубины или, наоборот, к обмелению. Все это вызывает возникновение негативных экономических, социальных и экологических последствий. В условиях восточной части Финского залива эти последствия по всем трем показателям неравномерно распределены в пространственно-временном отношении, при этом напряженные и аварийные ситуации имеют периодическое и постоянное проявление.

Разрушение берегов, как главная геологическая опасность, приводит, прежде всего, к изъятию из землепользования (природопользования) наиболее ценных площадей геологического пространства, что снижает природно-ресурсный потенциал береговой зоны. Если учесть, что значительные площади рассматриваемой береговой зоны имеют федеральное рекреационное значение или являются площадями промышленного, транспортного, гидротехнического и специального использования, а также представляют собой селитебные зоны, уровень геологической опасности для них многократно возрастает.

По основным характеристикам геологической опасности на первом месте стоит волновая абразия (размыв) берегов.

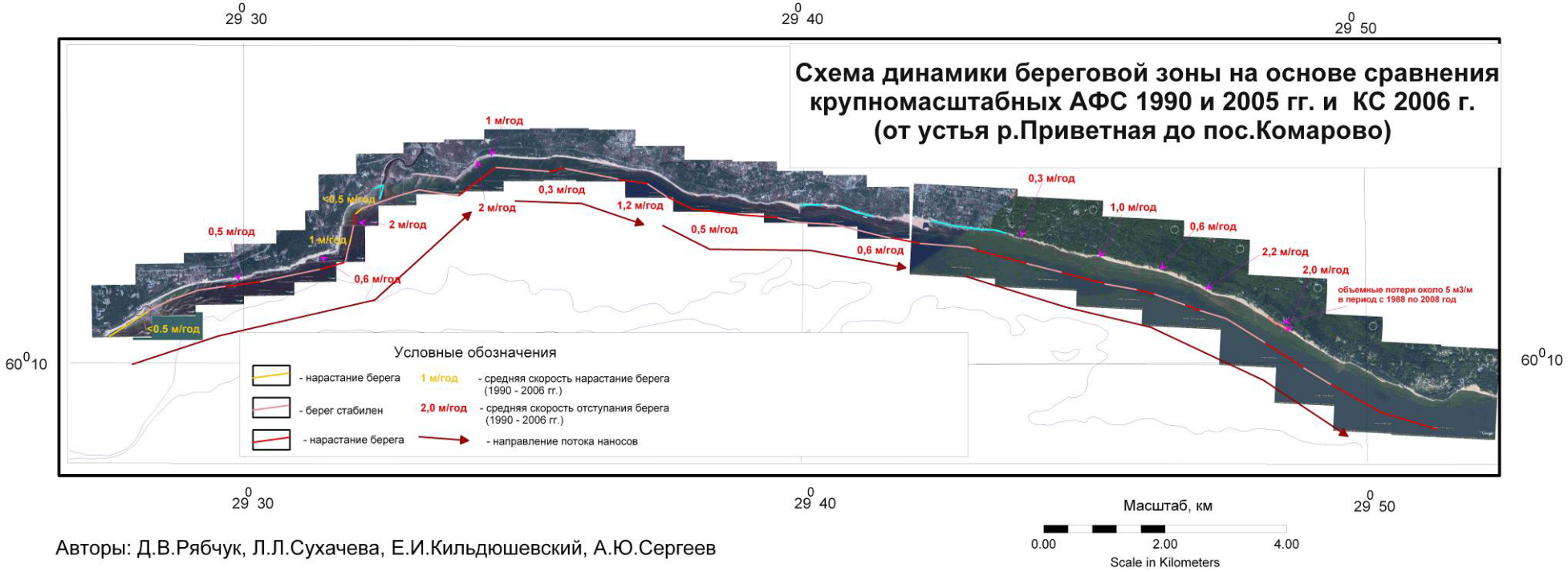
Интенсивность абразии берегов восточной части Финского залива неодинакова. Северный берег Финского залива, относящийся к шхерному типу, стабилен.

Относительно стабильными являются также берега Копорской и Лужской губ, за исключением зоны активного техногенного воздействия в районе строительства порта Усть-Луга. Стабильным в настоящее время является и пляж в российской части Нарвского залива, который испытал катастрофический размыв после шторма 1975 г. [200]. Сейчас пляж имеет ширину около 50 м, в тыловой его части сформирована устойчивая авандюна. Признаком стабилизации литодинамических процессов является также наличие на прибрежном мелководье девяти подводных вдольбереговых валов, сложенных хорошо сортированным мелкозернистым песком. Выступающие в море участки берега Кургальского и Сойкинского п-вов на значительном протяжении стабилизированы валунным бенчем [159].

В то же время, полученные в последние годы данные [160; 157] убедительно показывают, что существовавшие ранее представления о «вялой» динамике лито- и морфодинамических процессов в рассматриваемом районе, далеки от истины. В наиболее ценных в рекреационном отношении участках береговых зон (Курортный район Санкт-Петербурга, Невская губа, южный берег Финского залива в районе пос.Большая Ижора), преобладают процессы абразии и отступания береговой линии [159].

В Курортном районе Санкт-Петербурга средние скорости отступания берега по данным анализа материалов дистанционного зондирования (МДЗ) в период с 1990 по 2005 г. составляют 50 см/год, максимальные – 2 м/год [160; 191], как видно на рисунке 2.91. Максимальное отступание берега в период с 1990 по 2005 г. (до 35-40 м) установлено на участках пляжей в пос. Серово, Ушково, Комарово и Репино. Локальные зоны аккумуляции и выдвижения берега наблюдаются лишь в устьевых участках небольших водотоков. Большинство участков стабильной береговой зоны приурочено к выходам ледниковых отложений с бронирующим валунным бенчем [159].

Активная деградация песчаного пляжа происходит в настоящее время на юго-западном берегу о-ва Котлин. В 2006 году на участке, примыкающем к Комплексу защитных сооружений С.-Петербурга от наводнений (КЗС), наблюдалась аккумуляция песчаного материала. Ширина перемычки, отделяющей заполненный водой карьер от акватории залива, в 2006 году составляла около 40 м, а в 2008 году она сократилась до 20-25 м, и непосредственно у КЗС карьер соединился с заливом, как видно на рисунке 2.92.



Авторы: Д.В.Рябчук, Л.Л.Сухачева, Е.И.Кильдюшевский, А.Ю.Сергеев

Рисунок 2.91 - Схема динамики береговой зоны на основе сравнения крупномасштабных АФС 1990 г. и 2005 г. и КС 2006 г. (от устья р.Приветная до пос.Комарово). Красным показаны участки отступания берега и соответствующие им скорости размыва (м/год)

А

Б

В

Рисунок 2.92 - Деградация песчаного пляжа на юго-западе о-ва Котлин (В, красная линия-положение берега в 2008 г); А, Б - фото берега вблизи КЗС в 2008 г (фото Е.Н.Нестеровой)

В южной береговой зоне к западу от м.Серая Лошадь наиболее интенсивные абразионные процессы отмечаются у форта Красная Горка, а также на восточном побережье Лужской губы, где береговая линия отступает со скоростью до 2-2.5 м/год.

Активной динамикой характеризуется участок южной береговой зоны в районе пос.Б.Ижора, который является во многом уникальным для восточной части Финского залива. Это единственное место, где на протяжении позднего голоцена происходило образование сложных песчаных кос, напоминающих по строению косы азовского типа [201], как видно на рисунке 2.93.

В целом, проведенные ВСЕГЕИ исследования [157] показали, что наиболее активными процессами размыва, поставляющими в акваторию Финского залива значительные массы осадочного материала, затронуты восточные районы береговой зоны Ленинградской области и практически вся морская береговая Санкт-Петербурга.

Как было показано выше, данные участки береговой зоны характеризуются значительной интенсивностью экзогенных геологических процессов, что, в совокупности с высоким уровнем хозяйственного освоения и рекреационной ценностью побережий создает высокую степень риска.

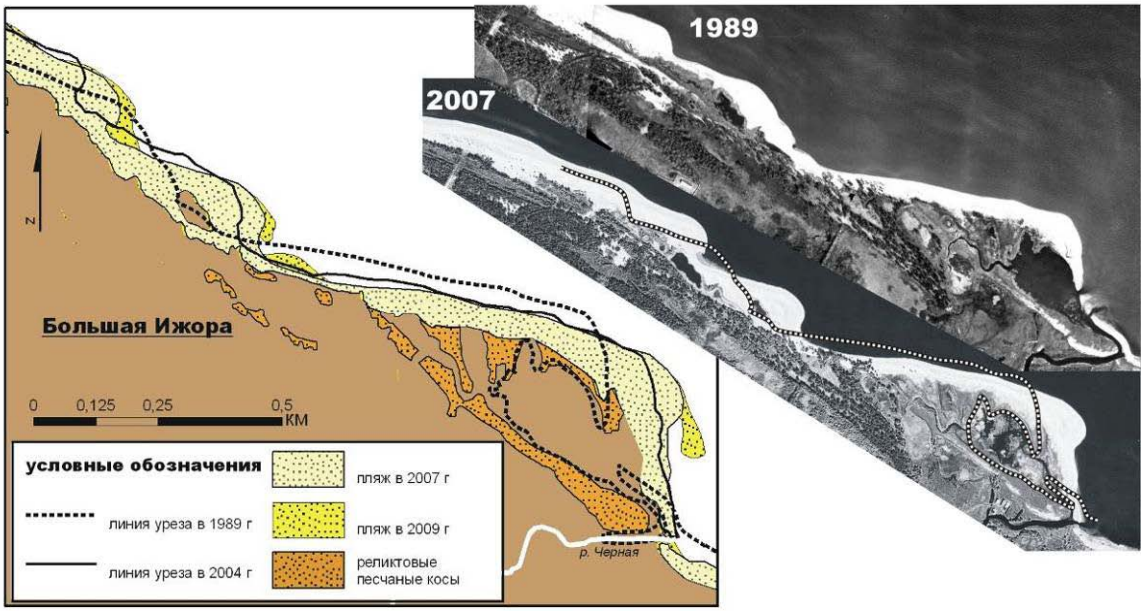


Рисунок 2.93 - Изменение конфигурации береговой линии в районе пос.Б.Ижора в результате вдольберегового перемещения песчаных кос по данным ретроспективного анализа МДЗ и повторных GPS-съемок [157]

В пределах значительных площадей дна прибрежных мелководий в условиях дефицита осадочного материала и интенсивной придонной гидродинамики наблюдаются активные процессы донного размыва, преимущественно за счет селективного выноса тонкозернистого материала. Следствием размыва дна может явиться повреждение инженерных коммуникаций, проседание несущих опор различных конструкций и т.п.

Аккумуляция (заносимость) опасно изменяет глубины, заполняет фарватеры и портовые акватории, отчленяет береговые сооружения от уреза воды, блокирует устьевые части водотоков, заменяет один тип осадков другим со снижением рекреационного качества береговой зоны. В целом оба этих опасных геологических процессов нарушают природный баланс наносов, что приводит к ряду негативных изменений в геологической среде береговой зоны и дна открытой части акватории Залива.

Второй по силе воздействия экзогенный геологический процесс связан с выпахивающей, транспортирующей и аккумулирующей деятельностью морского льда. Особую активность эти процессы приобретают при крупных колебаниях уровня моря в зимний (ледовый) период жизни акватории. При мощности ледового покрова в 1 м и более он при напорном движении по дну мелководья (против уклона подводного берегового склона) выпахивает дно на глубину в десятки сантиметров и более. Иногда в ледовый перенос вовлекаются целые блоки смерзшихся рыхлых отложений и грубообломочный материал вплоть до крупных валунов, которые перемещаются вверх по склону на десятки и даже первые сотни метров. Одновременно с этим происходит торошение ледового края с образованием ледяных гряд (навалов) высотой до 10-15 и более метров. В береговой зоне

после этого остаются крупные скопления незакономерно концентрированных отложений (осадков), валунные гряды, песчано-глинистые валы, борозды и площадки выпахивания (ледовые эскарпы). Здесь же уничтожается береговая растительность, подрезаются и травмируются деревья. Полностью или частично разрушаются береговые сооружения или, во всяком случае, происходит их существенное, иногда опасное, видоизменение.

Для низменных береговой зоны восточной части Финского залива характерны такие опасные экзогенные процессы, как затопление, подтопление и заболачивание территории, как видно на рисунке 2.94.

Рисунок 2.94 - Затопление прибрежных жилых территорий и участка Приморского шоссе (пос.Репино)

Дюнные ландшафты являются достаточно редкими в восточной части Финского залива, развиты локально вдоль северного берега, крупные реликтовые дюнные массивы расположены в районе пос.Солнечное – г.Сестрорецка, а также в Нарвском заливе. Опасность для этих уникальных комплексов представляет дефляция.

Опасные гидрологические явления:

Основными гидрометеорологическими факторами, определяющими интенсивность литодинамических процессов в береговой зоне, являются ветер, волнение, резкие изменения уровня моря и ледовый режим, причем для серьезных изменений необходимо

продолжительное воздействие этих факторов. Ветры западных направлений благоприятны для разгона волн в Финском заливе до максимальной высоты, когда они оказывают наибольшее разрушительное воздействие на берега на фоне штормовых нагонов, как видно на рисунке 2.95.

Характерной особенностью литодинамических процессов, обусловленных гидрометеорологическими причинами, является их сезонная цикличность. Ежегодно повторяющаяся, особенно в осенне-зимнее время, активизация циклонических процессов приводит к возникновению штормов в восточной части Финского залива и Невской губе.

Рисунок 2.95 - Последствия наводнения 1924 года в пос. Комарово и Репино, находящихся на территории Курортного района (www.terijoki.ru).

Соответственно, в осенне-зимний период активизируется размывов берегов, а весной и летом даже в областях интенсивной абразии периодически формируются временные песчаные аккумулятивные тела.

Ветер, штормовая активность. При возникновении штормовых условий и по мере приближения циклона к Финскому заливу усиление ветра и воздействие ветро-волновых нагрузок на берег происходит неравномерно. В связи с особенностями перемещения циклонов наиболее часто на Финском заливе усиливается юго-западный и западный ветер.

Среднегодовая скорость ветра в Кронштадте составляет 4.7 м/с. Сравнение количества дней в году со средней скоростью ветра более 5 м/с (порывы более 15 м/с) за 2004-2008 гг. с данным справочника «Климат Ленинграда» [202] показывает некоторое увеличение количества штормовых ветров, как видно в таблице 2.2. При этом на станции Лисий Нос фиксируется увеличение количества сильных ветров с сентября по январь и уменьшение в весенне-летний период (за исключением апреля). Преобладающими направлениями сильных ветров в 2004-2008 гг. (средняя скорость более 5 м/с, порывы более 15 м/с) являются западное и юго-западное для станции Кронштадт; западное и южное для станции Лисий Нос.

Таблица 2.2 - Количество дней со скоростью ветров (порывы) более 15 м/с на станции Лисий Нос

Среднее (Климат Ленинграда, 1982)	2004	2005	2006	2007	2008	Среднее (2004-2008)
22	28	21	18	24	37	25

Уровень воды. Наиболее значительные подъемы уровня воды в восточной части Финского залива обусловлены влиянием штормового нагона, как совместного эффекта дрейфового переноса и длинных волн. Максимальные наводнения связаны с прогрессивными вынужденными волнами, находящимися в резонансе с двигающимися над Финским заливом с запада на восток циклонами. При входе в восточную, более узкую и мелкую часть залива длинная волна резко усиливается. Значительный вклад может внести происходящее в фазе сейшевое колебание уровня [150].

Первое наводнение случилось через три месяца после начала строительства Санкт-Петербурга: в ночь на 31 августа 1703 года вода в устье Невы поднялась на 210 см. По каталогу Петербургских наводнений, который ведется в Санкт-Петербургском ЦГМС-Р, с 1703 по 2008 гг. произошло 307 подъемов воды выше 160 см. За период существования города три наводнения были катастрофическими - 21 сентября 1777 года вода в Неве поднялась на 321 см, 19 ноября 1824 года – на 421 см, 23 сентября 1924 года - на 380 см. Во второй половине XX века самое крупное наводнение (293 см) случилось 15 октября 1955 года.

В XVIII столетии произошло 75, в XIX - 77, в XX – 138 наводнений, причем в первой половине XX столетия - 57, а во второй – 81 наводнение. В XXI веке частота их увеличилась. За 8 лет нового тысячелетия уже произошло 17 наводнений. В то же время, периоды с близким количеством наводнений фиксировались и в прошлом. За восьмилетние периоды с 1759 по 1767 гг. произошло 15 наводнений, с 1866 г. по 1864 г. – 21. «Рекордный» 1983 г., когда было зафиксировано 10 наводнений, увеличивает «статистику» соседних временных интервалов (25 наводнений с 1977 г. по 1985 г. и 28 наводнений с 1983 г. по 1991 г.) [203].

Наводнения в Петербурге крайне нерегулярны – может наблюдаться как несколько случаев в год (до 10), так и их отсутствие в течение несколько лет. Они возникают в любое время года и суток, чаще всего в сентябре - декабре (80%), а наиболее редко – в апреле и июле. Около 60% всех наводнений случаются в вечернее и ночное время.

Наблюдения показали, что опасные размывы берегов в восточной части Финского залива происходят в случае, если уровень воды превышает 200 см выше ординара.

Воздействие льда на процессы разрушения берегов может быть двояким. С одной стороны, при определенных гидрометеорологических условиях, поднятый наводнением и штормом припай, сформированный вблизи берега, может быть причиной разрушений авандюн, прибрежной растительности и сооружений, возведенных вблизи береговой линии. Такие явления, получившие название ледовой абразии, часто фиксируются в рассматриваемом районе. С другой стороны, устойчивый лед в береговой зоне является естественной защитой песчаных пляжей от зимних штормов.

Экспертная оценка опасных природных процессов для различных видов хозяйственной деятельности в береговой зоне была дана в работе М.А.Спиридонова с соавторами [204], представлена Таблица 2.3. Таким образом, эндогенные геологические процессы могут представлять реальную опасность для хозяйственной деятельности в береговой зоне восточной части Финского залива только в случае выполнения гипотетических проектов высотного строительства (как на берегу, так и на вновь создаваемых искусственных территориях). В то же время экзогенные геологические процессы, прежде всего, абразия берегов, накладывает серьезные ограничения на любую деятельность в береговой зоне, включая развитие рекреации.

Таблица 2.3 - Потенциальный риск воздействия опасных геологических процессов на различные виды хозяйственной деятельности в береговых зонах восточной части Финского залива [204]

Опасные геологические процессы и явления	Виды хозяйственной деятельности					Уровень потенциального риска
	Строительство	Коммуникации, транспорт	Гидротехническое строительство	Образование искусственных территорий	Рекреационное использование	
Эндогенные геологические процессы						
Землетрясения	+	+	+	+	+	низкий
Вертикальные тектонические движения и разломы	+	-	-	+	-	средний*
Газовые эманации	+	-	-	+	+	средний
Экзогенные геологические процессы						
Абразия берегов	+	+	+	+	+	высокий
Склоновые процессы	+	+	+	-	+	средний
Боковая эрозия	-	+	+	-	+	средний
Дефляция	-	+	-	-	+	низкий
Затопление, заболачивание	+	+	+	+	+	средний

* - высокий для предполагаемого высотного строительства

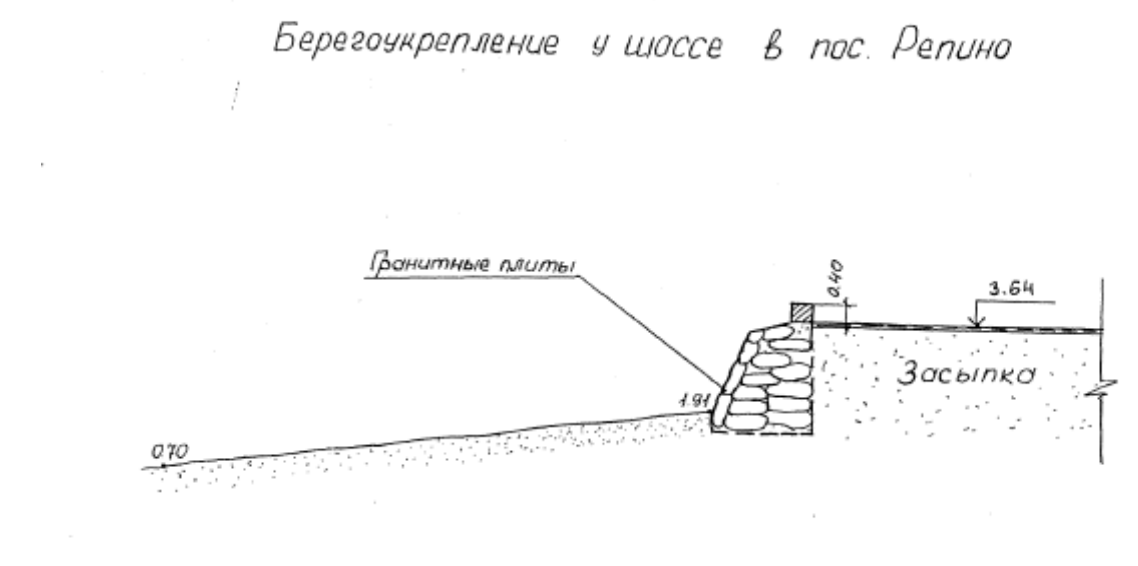
2.1.4.2. Оценка техногенных факторов в современном и перспективном развитии побережья

Основными проблемами данных участков, являющихся «горячими точками» береговой зоны восточной части Финского залива является отсутствие современной научно-обоснованной концепции берегозащиты и стратегии комплексного управления береговой зоной. Ситуация усугубляется активной застройкой прибрежной полосы объектами рекреационной инфраструктуры и стихийными мерами по берегозащите, предпринимаемыми их владельцами.

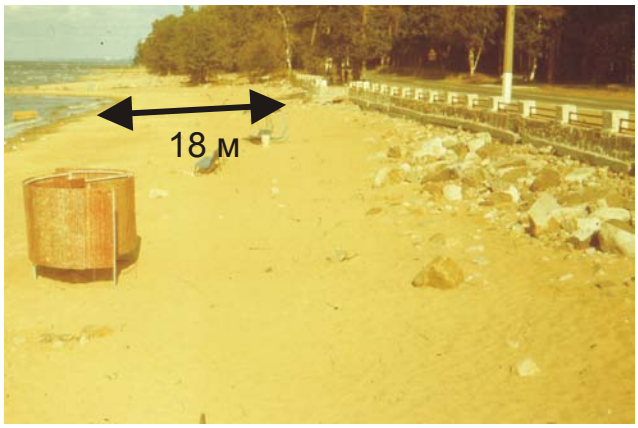
Применяемые на ряде участков методы «жесткой» берегозащиты (стенки из природного камня, бетонные откосы, глыбовые отсыпки вдоль береговой линии) неэффективны и постепенно приводят к полной деградации пляжей, а также к размыву песчаных отложений на подводном береговом склоне, что снижает рекреационную ценность побережья, как видно на рисунке 2.96.

Рисунок 2.96 - Берегозащитные сооружения пассивного типа в Курортном районе С.-Петербурга. А, Б – волноотбойная стенка в пос.Ушково (А – фото К.Орвику, 1987 год; Б – фото Д.Рябчук, 2006 г.); В – каменная наброска; Г - волноотбойная стенка в г.Зеленогорске (фото 2007 г.)

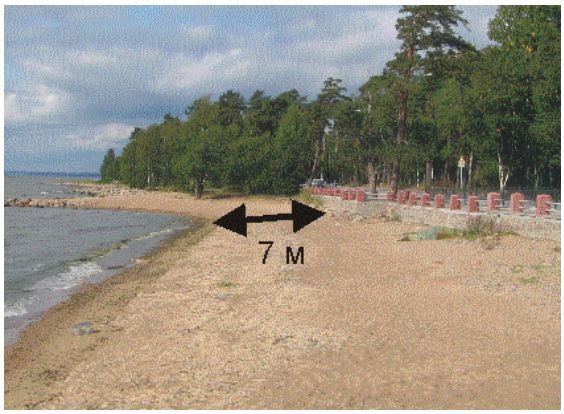
Весьма показательным является состояние берегозащитных сооружений около участка Приморского шоссе, располагающегося в непосредственной близости от береговой линии, показаны на рисунках 2.97, 2.98. Неудовлетворительное состояние основания шоссе было отмечено еще в ходе береговых маршрутов, выполненных в 2000 г. Причиной этого являются неграмотные меры по берегозащите. К западу от аварийного участка сооружена валунная наброска. Это приводит к формированию угла заполнения к западу от наброски и интенсификации процессов размыва непосредственно перед основанием шоссе. В 2003 г. на данном участке была произведена реконструкция – с применением новых дорогостоящих материалов выполнено обновление основания шоссе. Однако идеология берегозащиты (валунная наброска к западу от шоссе) не изменилась.



А



Б



В

Рисунок 2.97 - Пляж перед Приморским шоссе. А – чертеж волноотбойной стенки (Т-30375); Б - фото проф. К.Орвику (1990 г.), В – фото 2008 г.

Рисунок 2.98 - Отступание берега к востоку от валунной отсыпки около Приморского шоссе

В результате в ходе мониторинговых маршрутов в 2005-2006 гг. нами наблюдалось постепенное разрушение сооружения, как видно на рисунке 2.99. К лету 2007 года лестница была разрушена более чем наполовину, волноотбойная стенка подмыта, часть блоков кирпича унесена в прибойную зону. Летом 2007 года были отмечены также существенные разрушения основания смотровой площадки и бетонной дорожки к востоку от нее, как видно на рисунке 2.100. В осенне-зимний сезон 2007-2008 гг. разрушение основания шоссе продолжалось, как видно на рисунке 2.101.

Июнь 2000 года

15 июня 2006 года

7 сентября 2006 года

29 октября 2006 года

Рисунок 2.99 - Разрушающееся основание Приморского шоссе.

А

Б

В

Г

Рисунок 2.100 - Состояние основания шоссе и смотровой площадки в июне 2007 г. А – основание шоссе; Б – блоки кирпичной кладки в зоне прибоя; В, Г – разрушение бетонной дорожки и основания смотровой площадки.

Рисунок 2.101 - Продолжение разрушения основания шоссе в результате осенне-зимних штормов 2007-2008 гг. (фото М.А.Спиридонова).

В мае-июне 2008 года на аварийном участке были произведены работы по укреплению конструкций. Около разрушающего основания шоссе положены крупные валуны, к востоку от смотровой площадки восстановлена бетонная дорожка, как видно на рисунке 2.102. Однако было очевидно, что данные меры не решали проблемы в целом. В результате осенних штормов разрушение основания шоссе и смотровой площадки достигло нового пика, как видно на рисунке 2.103).

А

Б

Рисунок 2.102 - Состояние основания шоссе и смотровой площадки в июне 2008 г. А, Б – укрепленное основание шоссе и восстановленная бетонная дорожка. Фото 3 июля 2008 года (фото Д.В.Рябчук).

Рисунок 2.103 - Состояние основания шоссе летом 2010 г. (фото Д.В.Рябчук).

Наиболее серьезные разрушения описываемому сооружению причинили штормы поздней осени – зимы 2011 гг. [156], когда в основании променада образовалась крупная просадка грунта, как видно на рисунке 2.104.

Рисунок 2.104 - Разрушение променада и лестницы в основании Приморского шоссе; просадка на смотровой площадке после шторма и наводнения 28 декабря 2011 г. (пос.Репино)

На западной окраине пос.Солнечное (граница с пос.Репино) расположен участок береговой зоны, где за прошедшее столетие произошло заметное отступание береговой линии (на 60-70 м) и разрушение высокого абразионного уступа, как видно на рисунке 2.105).

Рисунок 2.105 - Размыв берега на мысу пос. Репино. Картина И.И.Шишкина «После бури» (1891 г.)

В 1955 году здесь была возведена вертикальная волноотбойная стенка, как видно на рисунке 2.106А, которая уже в начале 1990-х годов находилась в аварийном состоянии, как видно на рисунке 2.106Б. В 1991 г. ЛенМорНИИПРоектом было произведено обследование сооружения. Конструкция представляла собой подпорную стенку из монолитного железобетона. Основание бетонной стенки шириной 0,6 м, верхняя плита – 0,45 м. На основном участке перед подпорной стенкой находилась валунная наброска. Обследование показало, что вследствие потери устойчивости при подмыве основания, произошло обрушение верхней плиты в сторону уреза. На западном конце стенка была разрушена навалами льда, так как плита была сдвинута на береговой склон. За время эксплуатации сооружения произошел размыв склона и вынос грунта из-под стенки. На склоне за стенкой были выражены три абразионных уступа на высоте 2 м, 4.8 м и 4.9 м. В настоящее время берегозащитные сооружения, находящиеся в аварийном состоянии, продолжают разрушаться, как видно на рисунке 2.107.

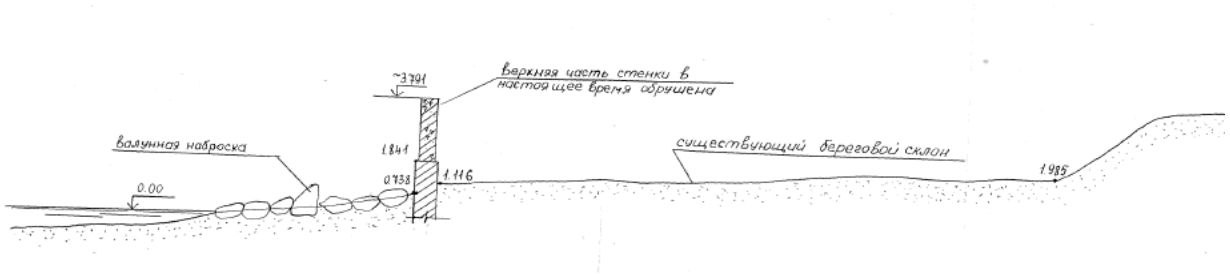
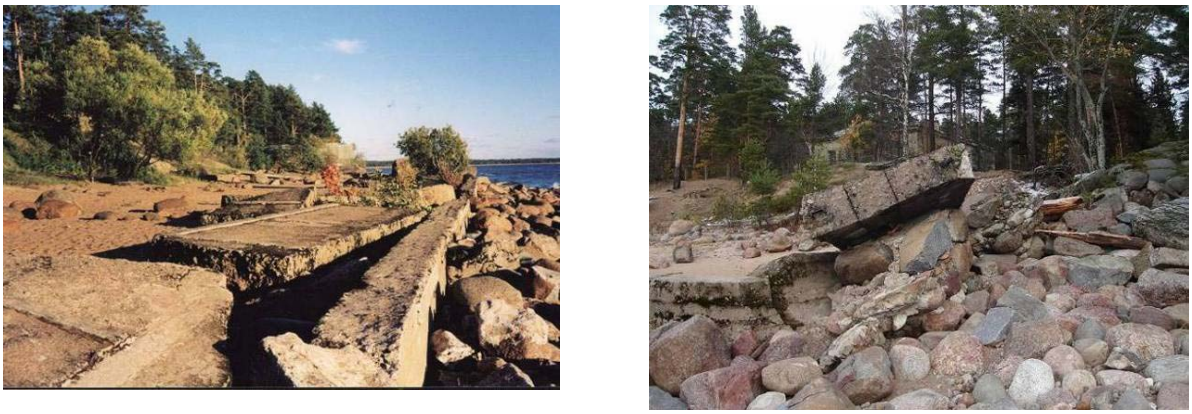


Рисунок 2.106 - А – проект волноотбойной стенки (1991 г.); Б - состояние волноотбойной стенки. 1995 год. Фото проф. Каарела Орвику

Практически единственным примером применения искусственной подпитки пляжей в целях берегозащиты в истории берегов восточной части Финского залива была, расположен на, где 1988 году, после сложившейся здесь критической ситуации была экспериментальная отсыпка песка объемом 32250 м3 на участке Комаровского пляжа, где ранее (в 1987 г.) было отмечено отступание береговой линии до велосипедной дорожки, идущей вдоль Приморского шоссе. В результате отсыпки был образован искусственный пляж длиной 430 м и шириной 50 м. За 1988-1989 г. выработался профиль равновесия, в дальнейшем профиль пляжа постепенно отступал в сторону суши со средней скоростью 1.8 м/год. Данный комплекс берегозащитных мероприятий на 20 лет снял остроту

проблемы, стабилизировав берег, только к лету 2010 г. положение берегового уступа располагалось лишь на 2.5 м дальше «критического» (1987 г.), а в ходе декабрьских штормов 2011 г. уступ отступил на 6 м за указанный уровень до асфальтовой велосипедной дорожки, как видно на рисунке 2.108.



А Б

Рисунок 2.107 - Абразионная моренная (валунная) береговая зона западной окраины пос.Солнечное. Разрушенные берегозащитные сооружения. А – фото 2004 г.; Б - 2008 гг.

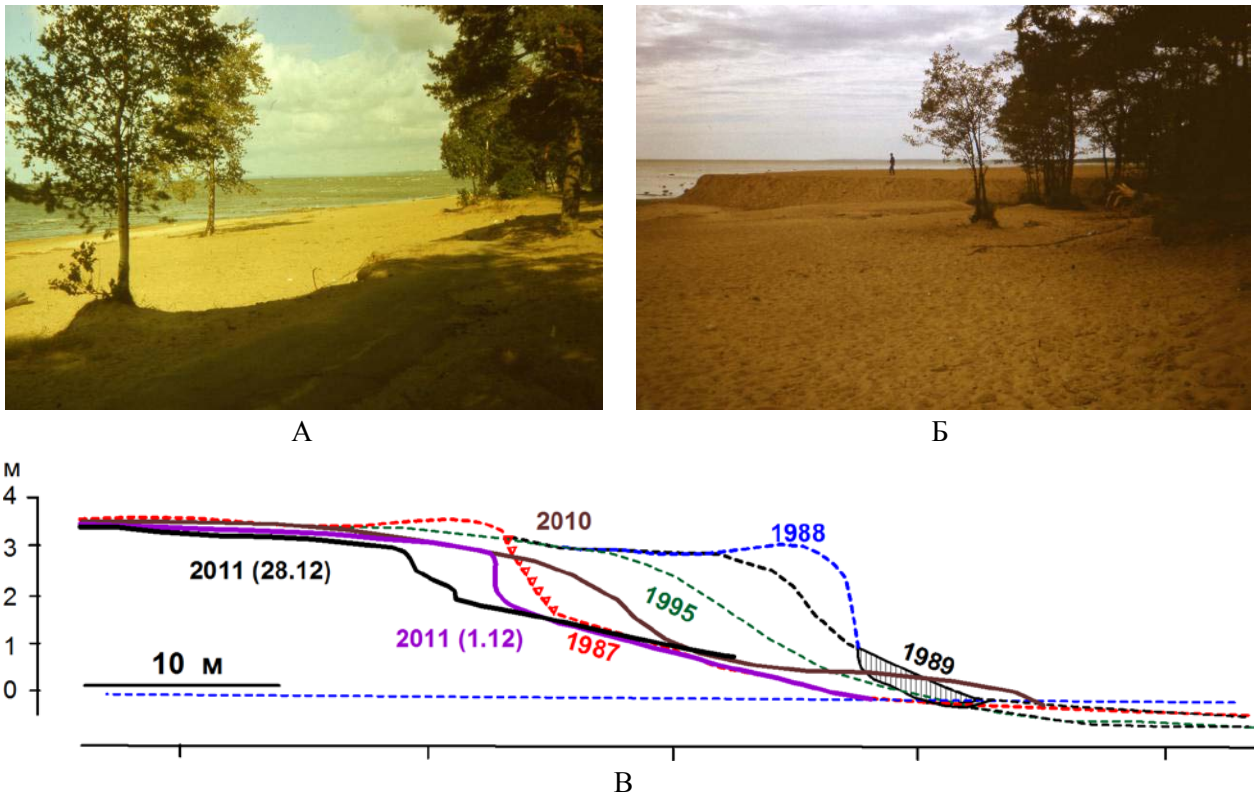


Рисунок 2.108 - А – состояние пляжа до отсыпки (1987, фото К.Орвику); Б – пляж после отсыпки (1988, фото К.Орвику). В - изменение профиля пляжа в пос.Комарово по материалам повторных нивелировок. 1987 г. - береговая линия отступила в результате серии штормов, сопровождавшихся наводнениями; 1988 г – осуществлены успешные берегозащитные мероприятия – экспериментальная отсыпка искусственного пляжа. 1989 г. – вырабатывается профиль равновесия. Искусственная отсыпка пляжа снизила скорость размыва берега до 0.5 м/год. 2011 г. – в результате нескольких штормов ноября-декабря 2011 г. берег отступил на 10 м.

Другой проблемой, усиливающей негативные последствия опасных природных процессов, является строительство и стихийные берегозащитные мероприятия. В качестве примера можно привести создание зоны отдыха «Пляжный рай». В 2000 году до организации зоны отдыха береговая зона здесь представляла собой узкий песчаный пляж на суше и валунно-галечный бенч на подводном береговом склоне, как видно на рисунке 2.109. Пляж находился в зоне размыва, поэтому сразу после строительства зоны отдыха были предприняты меры по берегозащите, которые носили непродуманный стихийный характер (строительство длинной валунной отсыпки в море, изометричная валунная отсыпка в приурезовой зоне), как видно на рисунке 2.110, поэтому не улучшили ситуации, а напротив, привели к быстрому отступанию береговой линии на расстояние 6-8 м, как видно на рисунке 2.111. С 200 по 2006 гг. пляж здесь существенно деградировал, несмотря на регулярные подсыпки, увеличилась крутизна его склона, объекты пляжной инфраструктуры разрушаются волнением и ледовыми процессами, как видно на рисунке 2.112.

Рисунок 2.109 - Береговая зона в Комарово до начала строительства зоны отдыха (фото Д.В.Рябчук, 2000)

Рисунок 2.110 - Берегозащитные сооружения, возведенные в районе зоны отдыха в 2003 г.

Рисунок 2.111 - Отступание берега в пределах зоны отдыха в Комарово, вызванное неграмотными мерами по берегозащите

При анализе космического снимка обращает на себя внимание отсутствие подводных песчаных валов на мелководье напротив зоны отдыха. Западнее и восточнее эти песчаные образования на поверхности грубообломочных отложений четко видны. Отсутствие валов является в данном случае индикатором размыва, происходящего не только на берегу, но и на подводном береговом склоне и еще раз подчеркивает выявленную опасную тенденцию.

Фото 9 сентября 2006 г.

Фото 29 октября 2006 года

Фото 29 октября 2006 г. Фото 11 января 2007 г.

Рисунок 2.112 - Результаты разрушения объектов пляжной инфраструктуры осенними и зимними штормами

На протяжении последнего осенне-зимнего цикла 2007 – 2008 гг. здесь продолжалась деградация пляжа и разрушение инфраструктуры зоны отдыха, как видно на рисунке 2.113. Весной 2008 года здесь вновь была произведена отсыпка песком разрушенных участков пляжа. Кроме того, следует отметить сооружение владельцами зоны отдыха вдольбереговых отсыпок на расстоянии 200 м от берега, как видно на рисунке 2.114. Берегозащита производится стихийно, без серьезного научного и инженерного

обоснования – методом «проб и ошибок», что резко снижает их эффективность. После осенних штормов вся выполненная отсыпка оказывается уничтоженной, как видно на рисунке 2.115.

Рисунок 2.113 - Абразионный уступ, выработанный в отсыпанном песчаном пляже в районе зоны отдыха «Пляжный рай» осенними и зимними штормами 2007-2008 г. (фото Д.В.Рябчук)

Рисунок 2.114 - Отсыпка песка в зоне размыва (зона отдыха «Пляжный рай»)

Рисунок 2.115 - Активный абразионный уступ, сформировавшийся в результате неграмотных мер по берегозащите. Зона отдыха «Пляжный рай». Фото ноября 2008 г.

Летом 2006 г. к востоку от описываемой зоны отдыха, в недопустимой близости от береговой линии, была возведена постройка, которая существенно ухудшила ситуацию на данном участке берега, как видно на рисунке 2.116. Кроме того, при строительстве была разрушена авандюна, являющаяся, как уже указывалась, «естественной защитой» побережья от размыва. Расположенная непосредственно в приурезовой зоне пляжа терраса на деревянных опорах была разрушена в январе 2008 г. в результате напора масс льда, как видно на рисунке 2.117.

А Б

Рисунок 2.116 - Здание, сооруженное в непосредственно близости от уреза воды с разрушением авандюны. А – фото 2006 г., Б – фото 2007 г.

Рисунок 2.117 - Разрушенное льдом здание развлекательного центра (пос.Комарово). Фото 2 февраля 2008 г.

Весной сооружение было восстановлено без внесения каких-либо изменений, как видно на рисунке 2.118. Для защиты ото льда на расстоянии 7 м от уреза сооружена вдольбереговая валунная отсыпка. В настоящий момент здание находится в аварийном состоянии, как видно на рисунке 2.119. Авандюна полностью разрушена.

Рисунок 2.118 - Восстановленное без конструктивных изменений здание развлекательного центра

Рисунок 2.119 - Аварийное состояние ресторана «Paradise Beach Bar». Фото июня 2010 г.

Таким образом, при стихийной берегозащите техногенное воздействие на береговую зону локально, приводит к быстрым и четко выраженным морфологическим изменениям в виде уменьшения ширины пляжей, деградации авандюн, расширения валунных бенчей. Так, в результате создания зоны отдыха и неграмотных мер по берегозащите на участке береговой полосы в пределах пляжа пос.Комарово берег с 2000 г. отступил на расстояние 10-12 м на протяжении 200 м. Развитие деструктивных процессов продолжается, несмотря на попытки исправить ситуацию, проводящиеся без научной методической основы.

Более серьезным является воздействие крупных гидротехнических сооружений, перпендикулярных береговой линии. Примером является городской пляж г.Зеленогорска, где в 1911 г. был сооружен перпендикулярный береговой линии причал яхтклуба длиной 90 м, конструктивно не изменившийся до настоящего времени. Как показал анализ картографических и архивных материалов, аэро- и космоснимков, воздействие сооружения наблюдается на расстоянии 1.6 км к востоку от причала (по ходу потока наносов) в виде полной деградации песчаных пляжей, формирования бенчей и дальнейшего отступания берега, сделавшего необходимым сооружение волноотбойных стенок. Непосредственно к востоку от сооружения береговая линия с 1909 по 2006 г. отступила на 100 м [174; 204], как видно на рисунке 2.120).

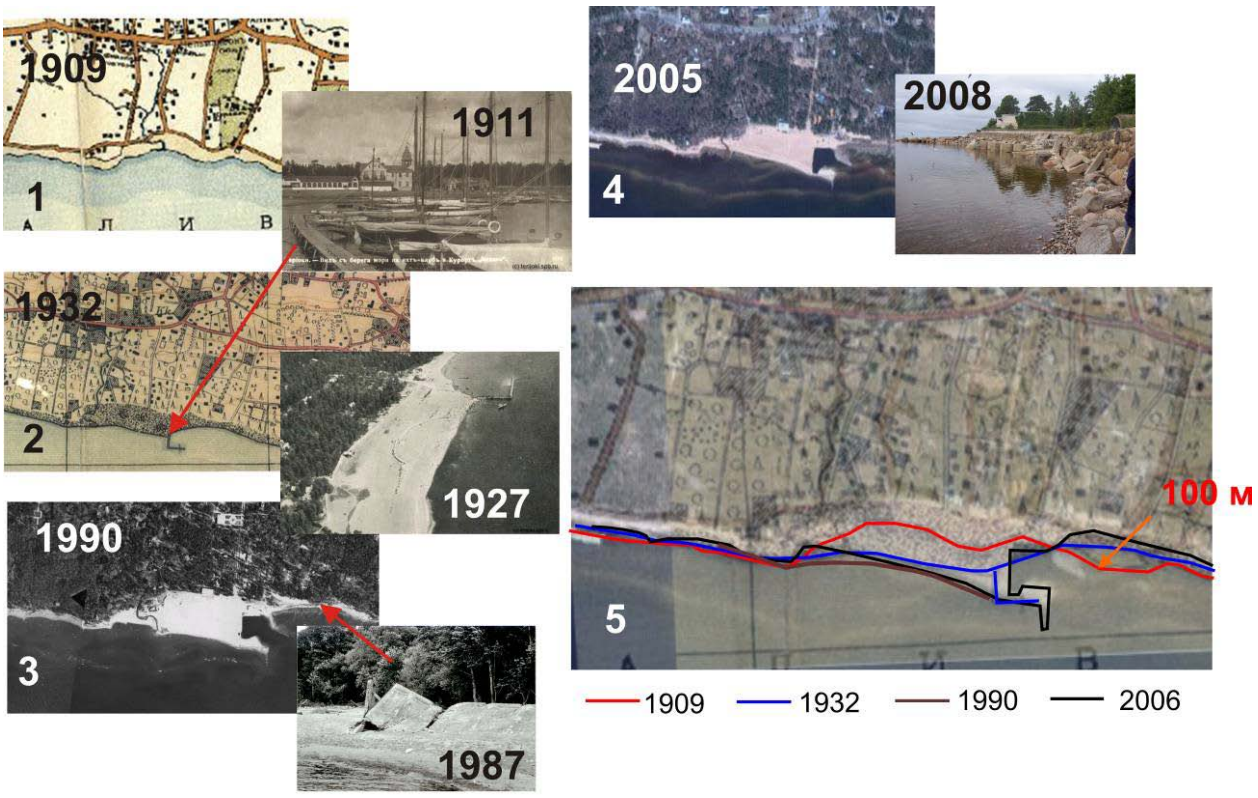


Рисунок 2.120 - Изменение береговой зоны в районе Зеленогорского городского пляжа. Пляж Териоки-Зеленогорска на картах и планах: 1 -1909; 2 – 1932 (www.Terijoki.ru); 3 – аэрофотоснимок 1990 г.; 4 – космоснимок 2005 г. (Google Earth); 5 – изменения береговой линии между 1909 и 2005.

Используя комплекс современных методов, воздействие конкретных сооружений на береговую зону, как правило, можно оценить достаточно однозначно. Несколько сложнее установить вклад в интенсификацию абразионных процессов подводной добычи песчано-гравийного материала, производившейся в 1970-1992 гг. на подводной песчаной террасе между мысами Флотский и Песчаный. Общий объем добычи песков составил 150 млн. м^3. Вследствие нарушения технологии была затронута верхняя часть подводного берегового склона (на глубинах меньших 10 м), что усилило существующий природный дефицит

осадочного материала в береговой зоне Курортного района. В результате (по данным анализа аэрофотоснимков) к востоку от устья р. Приветная в период произошло сужение зоны вдольбереговых подводных песчаных валов [191]. С 1990 по 2005 гг., после прекращения добычи песка, площадь и конфигурация валов не изменилась.

Усиление процессов размыва берегов отмечалось также в районе пос.Лебяжье и Большая Ижора в конце 1980-х годов, когда к западу от этого участка (выше по направлению потока наносов), на месторождении «Лондонская отмель» велась активная добыча песка с подводной террасы.

В результате значительно усилились темпы отступания абразионных уступов, как видно на рисунке 2.121. В 1989 г. в поселке Лоцманское Селение сложилась аварийная ситуация, в результате одного из экстремальных штормов был разрушен дом (рисунок 2.122), после чего были выполнены оперативные меры по локальной берегозащите поселка.

Рисунок 2.121 - Активный размыв уступа после штормов 1987 г. (фото проф.К.Орвику).

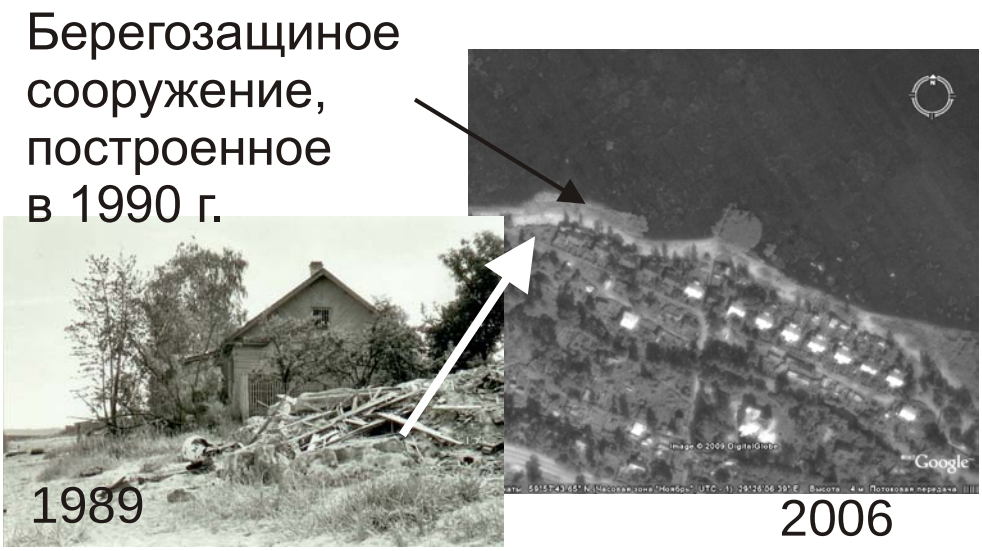


Рисунок 2.122 - Частный дом, разрушенный в 1989 г. в результате абразии берега (пос.Лоцманское селение)(фото проф.К.Орвику и фрагмент космического снимка Google Earth)

В 1990-х годах месторождение «Лондонскоая отмель» было законсервировано. В 2010 г. оно вновь было передано на баланс, в 2011 г. началась добыча песка. В результате осенних – зимних штормов 2011 г. описываемому участку берега был нанесен наиболее сильный урон за последние десятилетия, были затоплены значительные площади в пределах поселков Лебяжье и Большая Ижора, а также участки автодороги Санкт-Петербург – Ручьи (48 км и 57 км), что потенциально может спровоцировать образование провалов дорожного полотна. На 57 км автодороги (в районе пос. Лебяжье), произошел подмыв основания проезжей части, по краю проезжей части образовался абразионный уступ, как видно на рисунке 2.123.

Рисунок 2.123 - Последствия шторма 26-28 декабря 2011 г. на 57 км шоссе автодороги Санкт-Петербург-Ручьи. Фото И.В.Маринкиной, сектор природопользования отдела экономики Администрации Ломоносовского р-на.

Однако учитывая совместное действие в данном случае целого ряда аномальных природных факторов, а также эффект от впервые действовавшей КЗС, оценить конкретный вклад подводной добычи песков в интенсификацию абразионных процессов достаточно сложно.

Наиболее существенное воздействие на береговую зону восточной части Финского залива оказывает Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Как будет показано в разделе 2.1.5, повышение уровня воды при осенних и зимних штормах является одним критических факторов, способствующих активизации абразионных процессов. Таким образом, при закрытии створов КЗС, создается принципиально новая гидрометеорологическая ситуация – негативное гидродинамическое воздействие на берега Невской губы (к востоку от КЗС) резко снижается, в то время как к западу от сооружения это воздействие существенно возрастает.

Еще одним фактором воздействия на акваторию и берега восточной части Финского залива в последние десятилетия стали широкомасштабные работы по намыву новых территорий, дноуглублению и подводным отвалам грунта.

С начала 2000-х годов в российской части Финского залива были сооружены крупные портовые комплексы – нефтеналивной терминал в г.Приморске, многофункциональный портовый комплекс в пос.Усть-Луга, пассажирский терминал на намывных территориях (проект «Морской фасад»), порт «Бронка».

Воздействие нефтеналивного терминала в г.Приморске на прибрежные ландшафты Финского залива и его акваторию выразилось, главным образом, в сведении лесов и застройке прибрежных территорий. Благодаря удачно выбранному расположению в проливе Бьоркезунд, на участке редкого для Финского залива приглубого подводного берегового склона, дноуглубительные работы в районе практически не проводились.

Напротив, при реализации в Невской губе проекта «Морской фасад» воздействие на геологическую среду и биоту было весьма значительным. Интенсивность техногенного воздействия, обусловившая высокую нагрузку н акваторию, в данном случае связана с одновременным осуществлением работ по намыву новых территорий, дноглублению в пределах фарватеров и дампингу в районах Южной и Северной Лахты. По данным Балтийской дирекции по техническому обеспечению надзора на море [220], в отвалы Северной и Южной Лахты за период 2005-2008 гг. было сброшено 21,391451 млн $м^3$ грунта, изъятого при реконструкции фарватеров вблизи восточных берегов Невской губы и при реализации первой очереди проекта «Морской фасад» (пассажирский порт Санкт-Петербурга). Динамика сброса грунта выглядит следующим образом:

2005 г. 1,233195 млн. $м^3$

2006 г. 12,199286 млн. $м^3$

2007 г. 7,533176 млн. $м^3$

2008 г. 0,425794 млн. $м^3$ [220].

Сброс грунта производился с помощью пульпопроводов, оборудованных специальными рассеивателями для равномерного распределения сбросов по площади. Это более экономичный способ, чем перевозка шаландами, но менее приемлемый с точки зрения экологии именно для данного района, который является транзитной зоной эстуария Невы. Взмученные легкие фракции глинистого грунта распространялись со шлейфами мутных вод далеко от зоны сброса, благодаря чему зона рассеивания на порядки превысила площадь отвалов. Кроме того, в изначально мелководных отвалах Северной и Южной Лахты появились зоны переполнения (уменьшения глубин менее проектной отметки), которые представляют собой опасность для судоходства [219].

Сразу после начала работ концентрация взвеси в воде Невской губы резко возросла. Анализ ряда космических снимков восточной части Финского залива, полученных с ИСЗ Terra/MODIS в летний период 2006-2008 гг., позволяет заключить, что масштабы загрязнения акватории взвесью (соответственно, и другими видами сопутствующих им загрязнений) были очень велики. Объемы работ и интенсивность загрязнения превосходят отмечавшиеся ранее вследствие проведения работ по намыву городских территорий (в 70-е – 80-е гг.).

Анализ ряда космических снимков восточной части Финского залива, полученных с ИСЗ Terra/MODIS в летний период 2006 г., позволил заключить, что масштабы загрязнения акватории взвесью (соответственно, и другими видами сопутствующих им загрязнений) очень велики. Объемы работ и интенсивность загрязнения превосходят отмечавшиеся ранее вследствие проведения работ по намыву городских территорий (в 70-е – 80-е гг.). О масштабах загрязнения можно судить по результатам тематического дешифрирования космических снимков Невской губы и восточной части Финского залива, полученных с ИСЗ IKONOS и TERRA/MODIS, приведенных на рисунках 2.124 - 2.128.

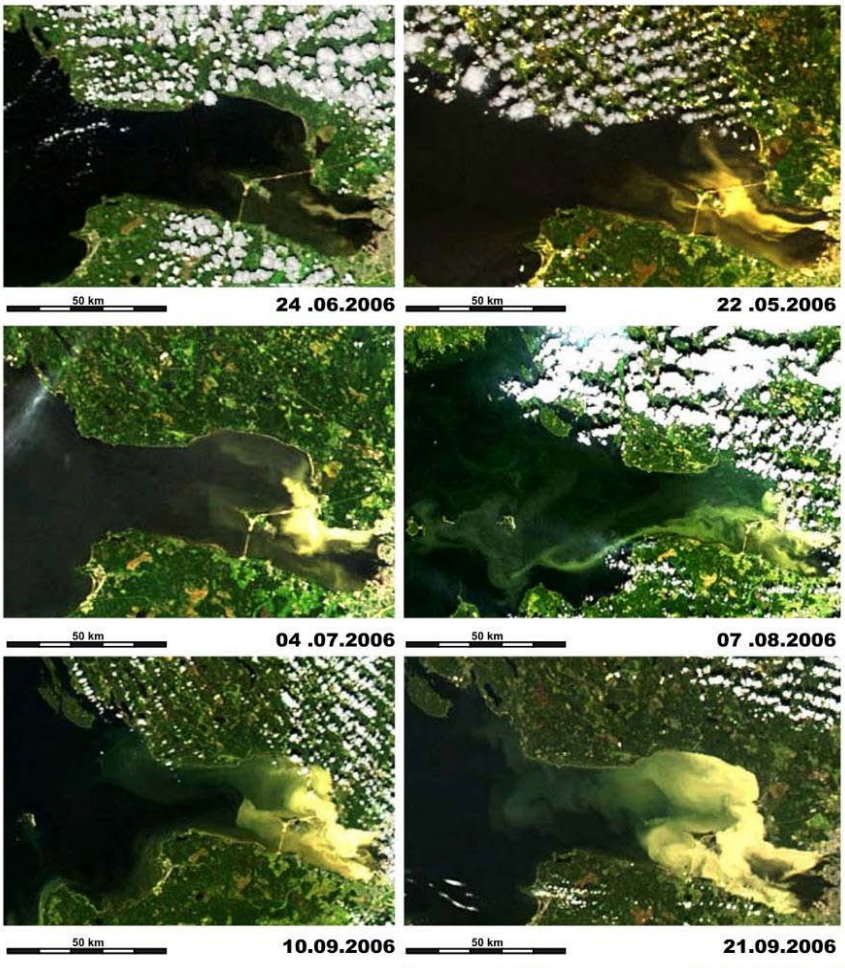


Рисунок 2.124 - Увеличение концентрации взвеси в воде после начала реализации проекта «Морской фасад» (Материалы Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ).

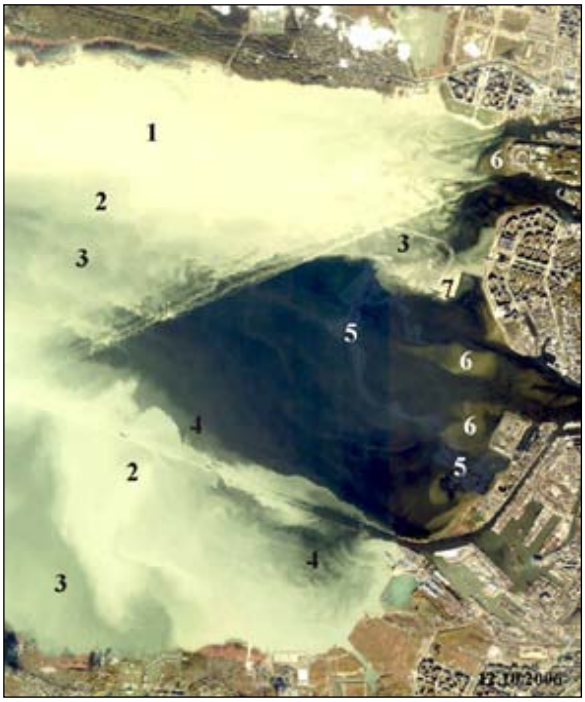


Рисунок 2.125 - Повышение концентрации взвеси в воде после начала работ по строительству «Морского фасада» [191]. 12.10.2006 г., IKONOS. Условные обозначения: 1 – очень высокие значения концентраций взвешенных осадков, 2 – высокие значения концентраций взвешенных осадков, 3 – средние значения концентраций взвешенных осадков, 4 – низкие значения концентраций взвешенных осадков, 5 – нефтяные пленки, 6 – отмели и мели, 7 – строящийся причал.

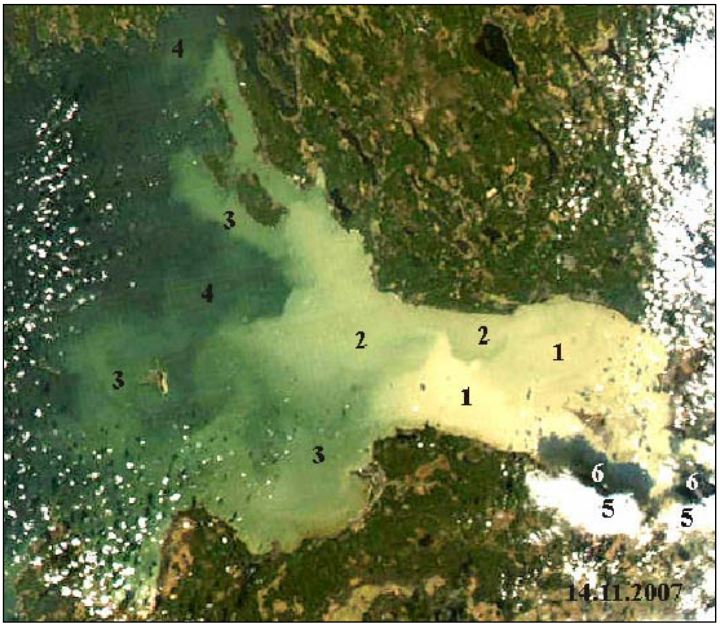


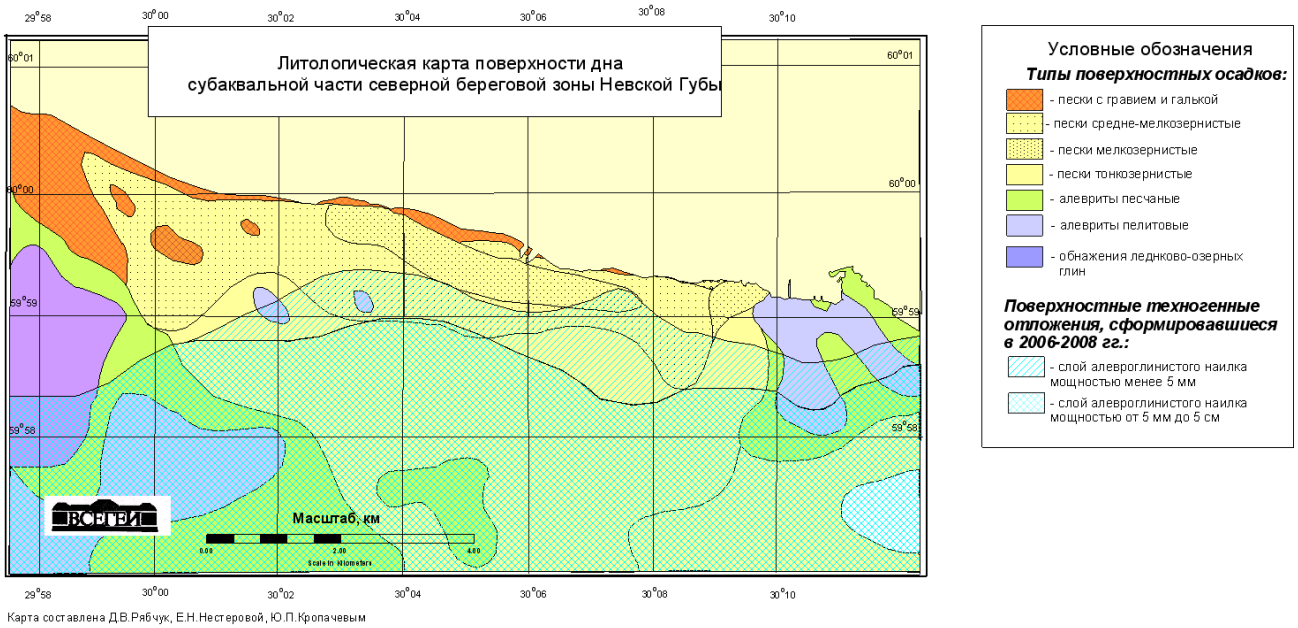
Рисунок 2.126 - Загрязнение акватории Невской губы и восточной части Финского залива взвешенными веществами по данным Aqua/MODIS за 14 ноября 2007 г.: 1 – максимальные значения концентраций взвеси; 2 – высокие значения концентраций взвеси; 3 – средние значения концентраций взвеси; 4 – низкие значения концентраций взвеси; 5 – облака; 6 – тени от облаков (Материалы Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ).

Рисунок 2.127 - Распределение взвешенных веществ 7 августа 2007 г. по данным сенсора Aqua/MODIS (материалы Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ). Отвал грунта производится вдоль северного побережья губы, при этом побережье Курортного района СПб подвергается даже более значительному техногенному воздействию, через водопропускные отверстия КЗС В5 и В6 взвеси из зоны дампинга поступают в вершину Финского залива.

Рисунок 2.128 - Распределение взвешенных веществ в Невской губе и в восточной части Финского, по данным Aqua /MODIS за 5 ноября 2007 г. (материалы Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ). В Невской губе продолжаются гидротехнические работы по осуществлению проекта «Морской фасад», а в районе южного створа дамбы, со стороны залива, ведутся работы по завершению строительства КЗС (Материалы Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ).

Данные о высокой степени воздействия гидротехнических работ, проводимых в 2006-2008 гг. в Невской губе на седиментационные процессы, полученные при анализе материалов МДЗ подтверждаются натурными наблюдениями. Комплексные эколого-геологические исследования дна северной береговой зоны Невской губы 2007-2008 гг. показали, что седиментационная обстановка в данном районе Невской губы коренным образом изменилась. В 2000 – 2002 гг. дно здесь было покрыто, в основном, песчаными осадками. К 2007 г. из 35 станций в 28 донная поверхность покрыта тонкозернистыми осадками (илы, обводненные глины). В центральной и западной части полигона тонкие осадки полностью формировали поверхностный слой, в восточной части – слой наилка мощностью до 3-5 мм на поверхности песков, как видно на рисунке 2.129.

В результате проведенных полевых исследований было установлено, что поверхностный слой глинистых осадков представляет собой техногенные отложения, сформированные в результате дампинга на Северной Лахтинской отмели. Было выявлено, что поверхностный слой тонкозернистых осадков подстилается плотными песками. Максимальная мощность слоя алевроглин (станция 07-Лахта-16с) составила 5 см. Таким образом, описанные отложения являются результатом активных процессов техногенеза, причем скорость «техногенной» седиментации является чрезвычайно высокой. В восточной части полигона мощность техногенных глинистых осадков достигает нескольких сантиметров, как видно на рисунке 2.130. Благодаря высокой сорбционной способности глин, техногенные отложения, первоначально представленные ледниково-озерными глинами, быстро обогащается тяжелыми металлами и нефтепродуктами.



Карта составлена Д.В.Рябчук, Е.Н.Нестеровой, Ю.П.Кропачевым

Рисунок 2.129 - Литологическая карта поверхности дна субаквальной части береговой зоны Невской губы (ВСЕГЕИ, 2008)

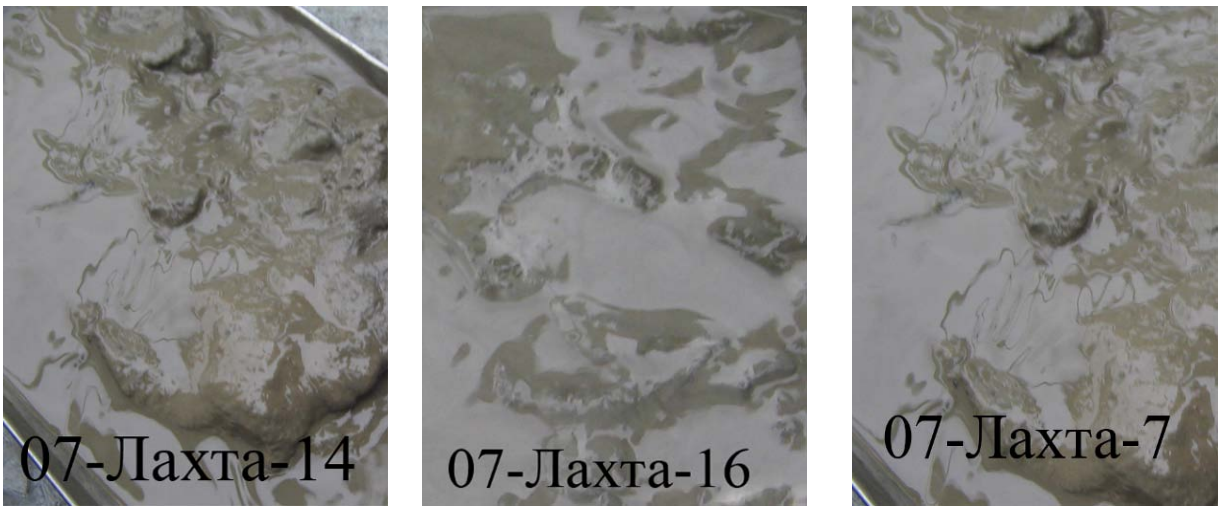
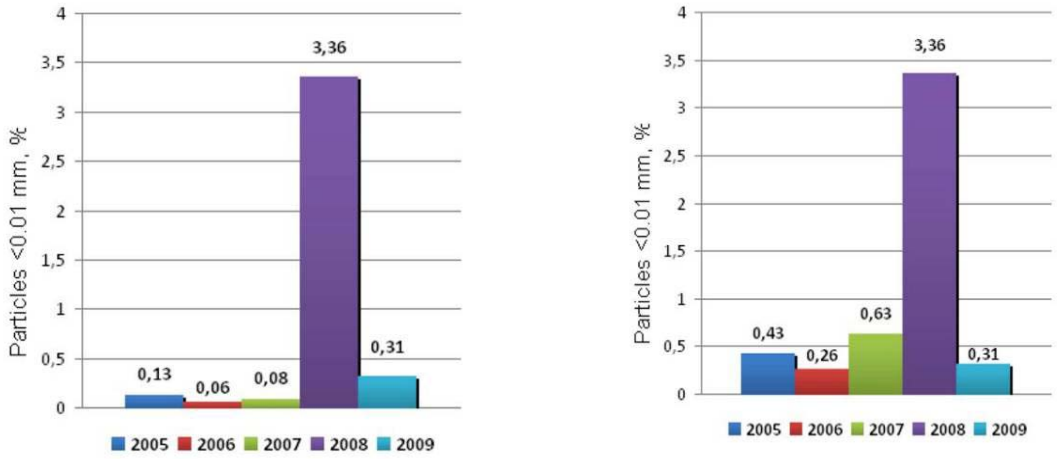


Рисунок 2.130 - Внешний вид поверхностных осадков (2007 г.).

Длительное негативное воздействие изъятия, перемещения и складирования грунта в подводные отвалы Невской губы в последние годы привело к значительной деградации водной растительности на многих участках прибрежной зоны и травяного покрова в пределах прилегающих защитных полос. Главным источником этого воздействия является вынос взвешенного материала в прибрежные защитные полосы. Ущерб от изменений сообществ водной и береговой растительности отразился на трофической цепочке рыбохозяйственного водоема за счет ухудшения качества мест нагула молоди рыб [220]. Кроме того, воздействие гидротехнических работ в Невской губе на акваторию было настолько существенным, что его следы фиксируются гранулометрическим составом осадков пляжей Курортного района и района Б.Ижоры, как видно на рисунке 2.131.



А Б

Рисунок 2.131 - Увеличение алевро-пелитовой составляющей (частицы менее 0.01 мм) в гранулометрическом спектре песков пляжей А- Курортного района; Б – Большой Ижоры в 2008 г.

Не менее масштабные дноуглубительные работы велись при строительстве порта «Усть-Луга». Строящийся порт Усть-Луга в перспективе войдет в десятку крупнейших портов мира. Формирование территории комплекса портовых сооружений производится в основном из песка, добываемого при дноуглубительных работах в акватории губы, как видно на рисунке 2.132. В результате драгирования глубина прилежащих участков Лужской губы увеличилась с 2-5 м до 14-16 м.

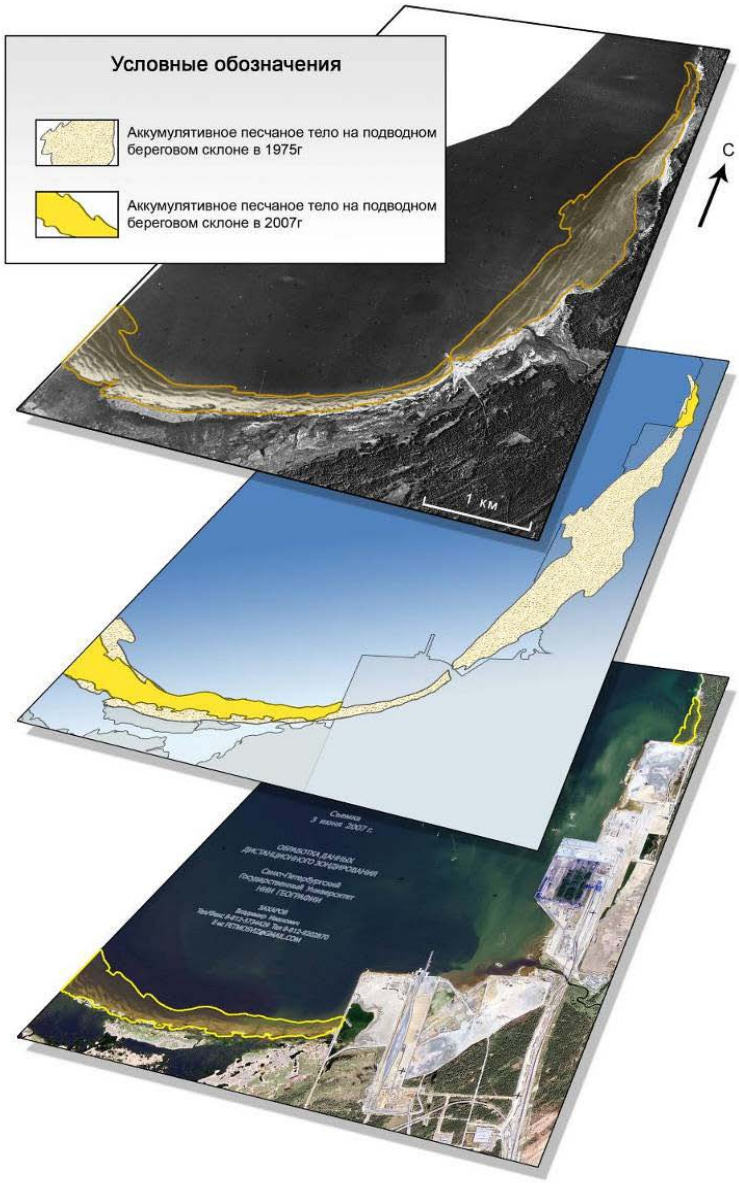


Рисунок 2.132 - Изменение прибрежных ландшафтов в результате строительства терминала

Сегодня проблемы экологии рассматриваются как важнейшая составная часть комплексного социально-экономического развития региона, прилегающего к порту. В этой связи вопросы, касающиеся перестройки литодинамической структуры береговой зоне в ходе строительства гидротехнических сооружений, являются весьма актуальными. Береговая зона представляет собой инертную литодинамическую систему и неминуемо откликается на всякое изменение в любой ее составляющей. В первую очередь это

изменения в морфологии дна и береговой линии акватории, изменение баланса наносов, поступающих в береговую зону.

В связи с началом строительства порта и изъятием больших объемов осадочного материала из прибрежных аккумулятивных песчаных тел, к 2007 г., на южном берегу произошло постепенное затухание аккумулятивных процессов, что выражается в уменьшении площади распространения бара в береговой зоне. В конце 1970-х годов площадь аккумулятивных песчаных тел составляла 2.24 км^2, в том числе площадь вдольберегового песчаного бара составляла 0.65 км^2. К 2003 году общая площадь зоны аккумуляции сократилась на 80% (до 0.5 км^2) [205], как видно на рисунке 2.133.

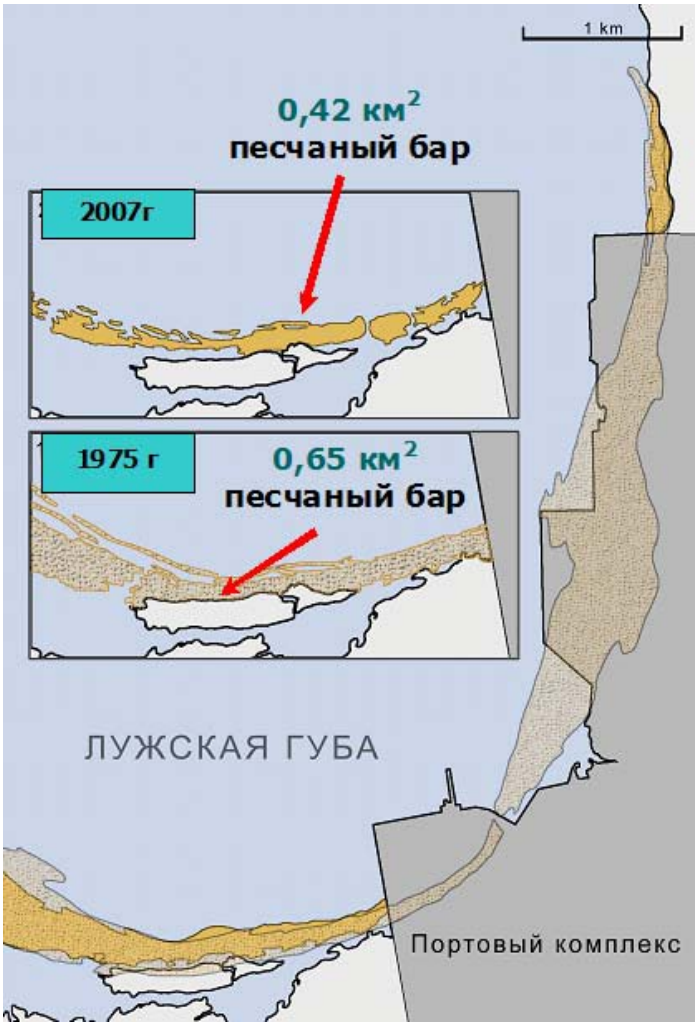


Рисунок 2.133 - Сокращение песчаного бара в Лужской губе [205].

Для восточного берега Лужского залива, по описаниям на 1926 г, был характерен неширокий размывающимся пляж с активным береговым уступом, высотой 1,5 м. На сегодняшний день абразионное воздействие в береговой зоне продолжается. По данным анализа аэрокосмических материалов с 1970-х по 2007 гг. сокращение ширины пляжа составляло до 10 м. Максимальное уменьшение отмечается вблизи комплекса наливных грузов порта «Усть-Луга», далее к северу ширина пляжа сокращается постепенно.

Активные дноуглубительные работы в районе строительства порта начались в 2005 г. Максимальная концентрация взвеси в воде достигала 90 мг/л [206]. Увеличение концентрации взвеси существенно повлияло на седиментационные процессы в районе порта. Естественная скорость осадконакопления в данном районе Финского залива составляет от 3-5 до 8-9 мм/год. Техногенные понижения донного рельефа, такие как фарватеры и карьеры по добыче песка, становятся седиментационными ловушками с аномальными скоростями седиментации, достигающими 3-5 см/год.

В ходе локального экологического мониторинга, проводившегося в 2006-2008 гг. на акватории Лужской губы в районе строительства гидротехнических сооружений выявлены изменение основных параметров биотической и абиотической среды [206]. Так, отмечено существенное увеличение содержания в воде биогенов, железа, никеля, хрома и в отдельные периоды бенз(а)пирена, что, возможно, являться результатом вторичного загрязнения вод в связи с дноуглубительными работами. Выявлено также существенное отрицательное влияние драгирования на бентосные сообщества, вплоть до полного уничтожения макрозообентоса. В настоящее время бентосные сообщества находятся в кризисном состоянии (возможно, в состоянии начавшегося восстановления в связи с прекращением дноуглубления). Изъятие грунта и существенное увеличение глубины в районе проведенного дноуглубления привело к перестройке структуры донных ценозов с исчезновением ряда видов ракообразных и моллюсков, встречавшихся здесь ранее.

Таким образом:

- строительство порта «Усть-Луга» привело к затруднению поступления осадочного материала с восточного берега Лужского залива, что в свою очередь вызвало сокращение питания аккумулятивных тел в южной части залива;
- нарушение литодинамического равновесия, вызванное дноуглубительными работами в портовой зоне, приведет к образованию новых областей аккумуляции, которыми выступают фарватеры, а береговая линия и подводный береговой склон испытывают размыв из-за нарушения баланса наносов;
- основными видами воздействия на экосистему Лужской губы являются [206]:
- отторжение береговой полосы на участке строительства;
- изменение баланса наносов в береговой зоне;
- механическое разрушение верхнего слоя донных отложений, нарушение процесса седиментации и деградация донных сообществ.
- увеличение количества взвеси в воде и обогащение верхних горизонтов водной толщи биогенными элементами за счет их поступления из придонных горизонтов;
- возможность поступления ряда тяжелых металлов, находящихся в придонных

горизонтах и донных отложениях в концентрациях, превышающих ПДК, в приповерхностные воды.

При мониторинговых обследованиях берегов Выборгского залива в 2011 г. были обнаружены следы гранитных ломок, как видно на рисунке 2.134.

В

Г

Рисунок 2.134 - Следы добычи гранитных монолитов в береговой зоне бухты Портовая (2011 год)

В данном случае нарушение геологической среды вызывает глубокое сожаление. Выходы обработанных ледниковой эрозией архейских гранитов, не перекрытые чехлом ледниковых отложений непосредственно в береговой зоне, достаточно редки в восточной части Финского залива. Вне территорий, распложенных в непосредственной близости от границы с Финляндией, классические «бараньи лбы» наблюдаются кроме описываемого участка только в парке Монрепо (Выборг). Учитывая значительное количество сухопутных карьеров по добыче гранита и гранитной крошки, выходы гранитов в бухте Портовая целесообразно было бы сохранить для дальнейшего использования в сфере развития туризма.

Наконец, говоря о факторах, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов, необходимо упомянуть, что значительные площади побережий к западу от Выборга (в том числе ряд островов) и пляжи российской части Нарвского залива располагаются в пограничных зонах (с Финляндией и Эстонией соответственно), что ограничивает в настоящее время развитие внутреннего и международного туризма на этих территориях.

Таким образом, можно сделать некоторые выводы:

- берега восточной части Финского залива подвергаются комплексному техногенному воздействию различного масштаба и интенсивности.
- отсутствие научно-обоснованной концепции освоения берега и современной

эффективной системы берегозащиты для Финского залива, стихийные меры по берегоукреплению, предпринимаемые владельцами объектов береговой инфраструктуры, а также выемки материала пляжей и дюн для нужд строительства приводит к локальному воздействию - быстрым и четко выраженным морфологическим изменениям в виде уменьшения ширины пляжей, деградации авандюн, расширения валунных бенчей;

- более серьезным является воздействие крупных молов и причалов, перпендикулярных береговой линии. В этом случае деградация песчаных пляжей происходит на расстоянии нескольких километров к востоку от сооружений, а скорости отступания берега достигают 10 м/год;
- интенсификации абразионных процессов на берегах способствует добыча песчаного и гравийно-галечного материала на подводных месторождениях, приуроченных к вдольбереговым террасам, однако для количественной оценки этого воздействия необходимо проведение специальных исследований;
- наибольшее воздействие на лито- и морфодинамику береговых зон восточной части Финского залива оказало строительство Комплекса защитных сооружений Сакнт-Петербурга от наводнений. Ввод в строй КЗС коренным образом повлиял на развитие литодинамических процессов в их экстремальных проявлениях. При закрытых створах КЗС угроза размыва берегов с его внутренней стороны (Невской губе) понижается, однако с внешней стороны, в том числе в пределах Курортного района, интенсивность абразии резко возрастает. Роль уровня моря как одного из важнейших факторов активизации размыва берегов приобретает особое значение в контексте прогнозируемого эвстатического повышения уровня моря в будущем, которое для рассматриваемого района по некоторым оценкам может составить более 3 м;
- выполнение масштабных работ по созданию новых территорий, дноуглублению и подводным отвалам грунта приводит к деградации бентосных сообществ, повышению концентрации взвеси в воде, изменению распределения поверхностных донных отложений, загрязнению пляжей алевро-пелитовым материалом.

2.1.5 Оценка емкости морского курортного потенциала берегов восточной части Финского залива

Развитие рекреационного комплекса – одна из важных отраслей экономики всех развитых стран, однако в России эта отрасль развита не достаточно эффективно. Туристический потенциал определяет основные направления развития туризма на конкретной территории. Наиболее рекреационно-развитым регионом является Краснодарский край, где этому способствует климат и теплое Черное море. Однако, как говорит опыт, северные страны (Германия, Нидерланды, Норвегия, Латвия), не имеющие пляжного курортного потенциала, научились использовать свои рекреационные ресурсы настолько эффективно, что по популярности затмевают пляжный отдых: горнолыжные курорты Норвегии, парусный спорт, пляжи Ваддена и всемирно известные цветочные парки Нидерландов, термальные курортные Германии и др. Россия имеет огромные северо-западные и северные территории, которые в свою очередь имеют большой прибрежный рекреационный потенциал, как с морской компонентой, так и без нее. Развитие туризма, недостаточно освоенного в настоящее время, позволит привлечь как потоки туристок, так и инвесторов. В настоящее время существует достаточное количество методик определения тех или иных параметров пляжа и его составляющих. Используя опыт отечественных и зарубежных коллег, в данной работе были применены различные методики оценки и развития рекреационного потенциала прибрежной зоны. Обладая знаниями о параметрах исследуемой территории, была вычислена максимальная емкость пляжа, определяющая эффективность использования рекреационного потенциала с учетом общественной компоненты.

Натурные наблюдения по исследованию рекреационных зон проводились в период 2004-2011 гг. в различных районах прибрежной зоны северного побережья Невской губы Финского залива (г. Зеленогорск, п. Солнечное, п. Репино, г. Сестрорецк). Работы были смоделированы в условиях, приближенных к условиям «прыгающая экспедиция», с производством наблюдений в выбранных районах. Комплексные исследования базировались на следующих методах:

- Экспресс-анализ экологического состояния воды;
- Воздействие рекреационной деятельности на санитарное состояние пляжа;
- Определение различных типов берегов, степени эрозии и аккумуляции берегов;
- Проведение социологического анкетирования (социологический опрос на тему «Причины выбора данного пляжа»);
- Определение емкости пляжей, основанное на методике О. Сытник с добавлением

общественной компоненты.

Сравнивая результаты по участкам, можно сделать следующие общие выводы.

Общее описание прибрежной территории:

- Тип берега – аккумулятивный;
- Уклон пляжа – пологий;
- Характер наносов – мелкий песок, средний песок, местами галька;
- Характер покрова от верхней границы пляжа – кустарники, сосновый бор;
- Уклон по направлению к пляжу – слабый;
- Зарастание берега – отсутствует (кроме «Дубковского» пляжа);
- Загрязненность пляжа – слабое;
- Характер загрязняющих предметов – естественное;
- Цветение воды – отсутствует;
- Наличие запаха – слабый;
- Наличие сопутствующих пляжному отдыху составляющих: мусорные бачки, спасательные станции, раздевалки, пункты питания и проката и т.д.

Прибрежная территория имеет огромный потенциал для развития рекреационного комплекса.

Экспресс-анализ экологического состояния водных объектов:

Результаты экспресс-анализа экологического состояния водных объектов интегрально по водным объектам исследования представлены в таблице 2.4. Экологическое состояние с каждым годом улучшается, что говорит о внедрении комплекса мероприятий по очистке сточных вод от внешних источников (санаториев, детских лагерей, ресторанов и т.д.). Также, уменьшению индексов по основным индикаторам способствовал экономический кризис 2008-2009 гг., который привел к закрытию многих заведений, таких как кафе, рестораны, уличных террас, сбрасывающих загрязненную воду непосредственно в воды залива.

Таблица 2.4 – Основные индикаторы экологического состояния воды

Параметр / год исследования	2004 г.	2006 г.	2009 г.
Цветность, °	80	100	100
PH воды	6,0	5,5	7,2
Содержание растворенного кислорода, мг/л	–	7,0	7,1
Активный хлор, мг/л	6,0	0,7	0,3
Железо общее, мг/л	25	0	0
Нитраты, мг/л	10	6	8
Нитриты, мг/л	–	0,7	0,5

Рассмотрим основные пляжные комплексы района исследований.

«Золотой пляж», г. Зеленогорск. На участке пляжа длиной 400 м, ширина пляжной полосы варьирует от 27 до 150 м, как видно на рисунке 2.135. Песок мелкий, местами средний с небольшим количеством гальки. Уклон пляжа пологий, по степени близости к берегу незначительно увеличивается. Пляж отличает удобный подход. Пляж достаточно чист, в наличии мусорные бачки, хотя присутствует небольшое количество мусора антропогенного происхождения. Из сопутствующих пляжному отдыху составляющих представлены мусорные баки, спасательная станция, автостоянка, раздевалки, скамейки, кафе и ресторан. К пляжу непосредственно примыкает ЗПКиО с аттракционами. По экологическому состоянию вода отвечает всем нормам. «Золотой» пляж является одним из лучших на побережье. Он характеризуется наиболее благоприятными характеристиками по экологическим индикаторам, а также по сопутствующим рекреационным компонентам для пляжного отдыха. Необходимо отметить уникальность песка, а также прозрачность воды на пляже. К минусам относятся небольшой размер пляжа, который явно недостаточен для всех отдыхающих в пик сезона, и отсутствие иных пляжей в непосредственной близости от «Золотого» пляжа, что является причиной сильной антропогенной нагрузки на него.

Рисунок 2.135 – «Золотой пляж», г. Зеленогорск

Пляж «Чудный», п. Комарово. Ширина пляжей варьируется от 25 до 90 м. По своему происхождению и современным процессам относится к аккумулятивным формам рельефа, в результате, пляж с каждым годом увеличивается в размерах, но потенциал пляжа не использован. В основном, это небольшие пляжи, примыкающие к базам отдыха, располагающихся в непосредственной близости от пляжа «Чудный», как видно на рисунке 2.136. На остальных участках береговая зона практически не обустроена, за исключением небольших построек хаотичного характера, в основном в сфере услуг и питания. Стоит

отметить непрофессионализм в подходе к природопользованию прибрежной зоны. Многие строения, такие как кафе, пункты проката яхт и лодок (без какого-либо подхода к воде), стоят без эксплуатации, закрыты или заброшены, что портит эстетичный вид и привлекательность района как рекреационного, как видно на рисунке 2.137. Экологическое состояние воды в пределах нормы.

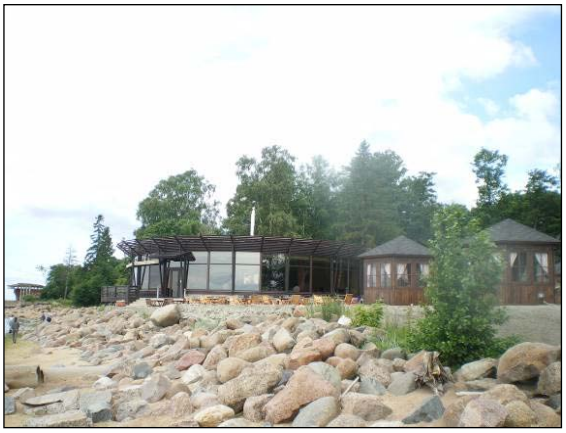


Рисунок 2.136 – Ресторан «Шайба», пос.Репино

Рисунок 2.137 – Способы укрепления кафе из-за понижения уровня грунта

Отметим однако, что если остальные пляжи замусорены менее чем на 10%, то самый грязный район (более 70% мусора) сосредоточен в данном районе пляжа «Чудный». При профессиональном подходе пляж п. Комарово можно снова превратить в санаторно-курортную зону, а также зону для кемпинга.

Пляжи «Ласковый» и «Дюны», п. Солнечное. Ширина пляжной полосы составляет 160-200 м на пляже «Ласковый» и около 100 м на пляже «Дюны». В стороне от оборудованных пляжей ширина полосы не превышает 50 м. На основных пляжах песок мелкий, а на менее людных пляжах – средний, иногда присутствует галька. Пляжи являются хорошо обустроенными, с удобными подъездами и автостоянками, а также рекреационными составляющими, как видно на рисунках 2.138, 2.139.

Рисунок 2.138 – «Ласковый» пляж п. Солнечное

Рисунок 2.139 – Пляж «Дюны» близ санатория, п. Солнечное

Характер берега около пляжа по всей полосе наблюдения лесистый, а уклон преимущественно пологий, зарастание незначительное (осока). Загрязненность самого пляжа слабая, в основном мусор биологического происхождения. Значения химического анализа воды показывают удовлетворительное экологическое состояние воды. Значение прозрачности достаточно низкое, а цветности – высокое, что обусловлено наличием пунктов питания, детских лагерей, санаториев, которые сбрасывают в залив загрязненную воду от потребления и кухни.

Имеющийся потенциал для развития в дальнейшем может способствовать превращению пляжа «Ласковый» в наиболее популярную пляжную зону для семейного и молодежного отдыха, развития водных видов спорта (кайтсерфинга и др.) при этом необходимо проводить мониторинг экологического состояния воды.

Пляжи «Ермоловский» и «Дубковский», г. Сестрорецк. Пляж этого района представляет собой пологий песчаный берег, шириной около 50 м, местами до 100 м. В районе «Дубковского» пляжа ширина пляжной полосы составляет около 80 м, а его протяженность 300 м, уклон берега средний. Характер песка мелкий и средний с галькой, верхняя граница пляжа представлена лесной полосой. На пляжах «Ермоловский» и «Дубковский» отмечается высокая степень зарастания (осока, трава, камыши), что сужает пляжный район. В местах зарастания доступ к воде отсутствует.

В исследуемых районах наблюдается сильное антропогенное воздействие, вызываемое не столько значительным количеством отдыхающих, сколько наличием сточных вод от частных жилых домов, расположенных около пляжа, и ведением большого количества строительства в непосредственной близости от пляжей. Загрязненность пляжа значительная, мусор биологического и антропогенного происхождения. Кроме того, на пляже «Ермоловский» наблюдается широкая полоса (местами до 20 м) уреза воды, покрытой сплошным слоем тины и водорослей, что резко затрудняет доступ к воде. По всем этим причинам в данных районах от воды наблюдается запах. В отличие от предыдущих пляжей, на пляже «Дубковский» подобный слой тины и запах от воды отсутствует, загрязненность пляжа слабая, мусор биологического происхождении. В последнее время происходит тенденция к улучшению качества песка, наблюдается его уборка и рыхление, на протяжении всего пляжа находятся мусорные баки.

Прозрачность воды очень низкая (15-20 см на пляже «Ермоловский» и 20 см на «Дубковском» пляже), цветность воды уменьшается от 100 ° (максимальная на всем побережье) до 60 ° в данном районе. Концентрация общего железа также уменьшается от 100 мг/л до 0 мг/л в таком же соответствии, концентрация нитрат-ионов составляет 20-30 мг/л, концентрация активного хлора – 7-15 мг/л (минимум на пляже «Дубковский»).

Значение pH составляет 6-7, что является нормой.

В целом, несмотря на наиболее удобное расположение сестрорецких пляжей к городу и высокую посещаемость, пляжи имеют удовлетворительное состояние в большей причине от большой антропогенной нагрузки.

Социологический опрос:

С целью выявить общественное мнение по основным, интересующим нам вопросам, в 2011 г. был проведен социологический опрос «Причины выбора данного пляжа». Респондентам был предложен список ответов, из которых они выбирали наиболее им понравившийся. Результаты социологического опроса продемонстрированы в таблице 2.5. Из таблицы видно, что 38% респондентов отметили «Золотой» пляж, как самый чистый, ухоженный пляж (качество песка, его рыхление, уборка пляжа и т.д.). Второе место у «Ласкового» пляжа, что соответствует действительности (на пляже «Ласковый» производится уборка, рыхление и досыпка песка). 18% респондентов отметили «Дубковский» пляж, как самый чистый и ухоженный.

Таблица 2.5 – Результаты анкетирования «Причины выбора данного пляжа»

Пляж/Критерий	Чистота песка, %	Инфра-структура, %	Мусор, %	Удаленность от города, %	Привлекательность пляжа, %
«Золотой»	38	35	13	42	17
«Чудный»	18	18	38	24	13
«Ласковый»	32	32	21	21	40
«Дубковский»	13	15	29	14	31
Итого	100	100	100	100	100

На пляже действительно производится уборка, однако, качество самого песка среднее (крупный, мелкая галька). Возможно, что именно визуальное представление повлияло на мнение респондентов. Последним был отмечен «Чудный» пляж. Большинство опрошенных, отдыхающих на данном пляже интересовал вовсе не песок и его качество, а возможность жечь костры, устраивать пикники и т.д. В связи с этим, качество песка оставляет желать лучшего.

Наиболее удален от Санкт-Петербурга «Золотой» пляж (г. Зеленогорск). Это отметили 42% опрошенных, что резко влияет на привлекательность данного пляжа (только 17% считают его привлекательным для отдыха). Самым близким к городу отмечен «Дубковский» пляж – 14 % респондентов согласились с этим (г. Сестрорецк расположен в 50 км от Санкт-Петербурга и является самым близким согласно списку), однако он не является самым любимым и привлекательным для отдыхающих, но занимает 2-е место среди «любимчиков». Здесь лидирует с 40% «Ласковый» пляж. Вероятно, это связано с

тем, что качество песка, воды, пляжная инфраструктура т.п. на «Ласковом» пляже выше, а расположен он чуть дальше г. Сестрорецка. В связи этим можно сделать вывод, что отдыхающие отдают предпочтение соотношению расстояние до города/привлекательность. Из чего выходит, что «Дубковский» пляж никогда не потеряет своей «привлекательности» среди отдыхающих, а «Ласковый» пляж следует развивать и совершенствовать, так как именно ему отдано предпочтение.

«Чудный» пляж занял последнее место в привлекательности, что говорит о его неразвитости в области обслуживания, качества песка, пляжной инфраструктуры. Однако, возможно, создание зоны кемпинга будет успешным решением проблемы.

Анализируя результаты опроса, видно, что наиболее обеспеченными пляжными составляющими являются пляж «Золотой» г. Зеленогорска и «Ласковый» п. Солнечное. С первым пляжем все логично, так как он находится в городе и к нему примыкает ЦПКО. «Ласковый» пляж, хоть и имеет на 3 % меньше голосов респондентов, однако, учитывая его расположение, можно считать его лидером среди всех пляжей.

В общем, можно констатировать, что именно пляж «Ласковый» имеет наибольший рекреационный потенциал для развития; далее пляжи г. Сестрорецка и пляж «Чудный» п. Комарово. Потенциал «Золотого» пляжа г. Зеленогорска в настоящий момент используется максимально эффективно, и мнение респондентов отражает это. Ранжируя 4 пляжа по предпочтениям респондентов, оценки распределяются следующим образом:

- «Ласковый» пляж – 4 балла, 100 %;
- «Золотой» пляж – 3 балла, 75 %;
- «Дубковский» и «Ермоловский» пляж – 2 балла, 50 %;
- «Чудный» пляж – 1 балла, 25 %

Результаты социологического опроса позволили сделать вывод, что именно «Ласковый» пляж п. Солнечное имеет наибольший рекреационный потенциал для развития. Пляжи г. Сестрорецка и пляж «Чудный» п. Комарово лидируют лишь по определенным параметрам. Потенциал «Золотого» пляжа г. Зеленогорска в настоящий момент используется максимально эффективно, и мнение респондентов отображает сказанное [207].

Емкостной метод с добавлением компоненты общественного мнения (на основе социологического опроса):

Оценка Балансовой емкости пляжа (Beach Carrying Capacity Assessment) является самой наглядной методикой в определении максимальной физической и экологической нагрузки на пляж в определенный момент времени (сезон). Данная методика учитывает

также местные особенности, экологические и управленческие факторы, которые могут изменить условия и предложения в отношении ресурсов пляжа. Коэффициент физической емкости пляжа PCC, рассчитывающийся по формуле (1), отражает общественную позицию, дополняет данную методику и адаптирует ее к жизни.

$$PCC = S^* K * Uf, \quad (1)$$

где PCC – физическая емкость пляжа, максимальное количество человек, которые могут посетить пляж за сезон

S – свободная площадь для пляжного использования, $м^2$;

K – площадь, занимаемая в использовании, $м^2$ (стандарт СанПин – 5 $м^2$ на человека);

Uf – фактор вращения, который показывает допустимое количество поездок в течение определенного времени.

Значения параметра Uf определяются по формуле (2):

$$Uf = To * R / Tv, \quad (2)$$

где To – общее время пребывания на пляже, комфортное для рекреанта, час;
Tv – среднее время пребывания на пляже 1 туриста, час;
R – коэффициент заменяемости (R = 2)

В результате были получены следующие значения, представленные в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Главные параметры для определения величины PCC

Пляж	S, m2	K	To	Tv, час	R	Uf	PCC, кол-во чел
«Золотой» г. Зеленогорск	7440	5	8,35	3	2	5,57	8283
«Чудный» п. Комарово	5184	5	8,35	4	2	4,18	4329
«Ласковый» п. Солнечное	14400	5	8,35	4	2	4,18	12024
«Дубковский» г. Сестрорецк	9840	5	8,35	3	2	5,57	10955

Также важным параметром является параметр TECC (Total Effective Carrying Capacity) – полная эффективная пропускная способность, максимально допустимое количество отдыхающих, которое может выдержать пляж без отрицательного воздействия на него, формула (3):

$$TECC = PCC - Cf^1 - Cf^2 - Cf^3 - Cf_n, \quad (3)$$

где Cf – корректирующие/ограничивающие факторы, которые оказывают негативное воздействие на работоспособность или уменьшают привлекательность пляжа, выраженные в %

При этом значения корректирующих факторов рассчитываются по формуле (4):

$$Cf = 1 - M^1/M^t * 100, \quad (4)$$

где M^1 – ограничивающая величина корректирующего фактора
M^t – общая величина фактора

Все ограничивающие (корректирующие) факторы представлены как набор индикаторов, проранжированных по степени важности для эффективного использования рекреационных ресурсов. Компонент общественного мнения представлен в виде коэффициента SO (Society Opinion).

Полученные результаты без учета компоненты общественного мнения представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Значения параметров емкости пляжей

Пляж	F, m^2	L, кол-во чел.	Cf total, %	PCC, кол-во чел.	TECC, кол-во чел.	Loss ratio, %
Золотой	7440	1488	95	8283	7869	5
Чудный	5184	1037	70	4329	3030	30
Ласковый	14400	2880	80	12024	9619	20
Ермоловский и Дубковский	9840	1968	65	10955	7121	35

Из таблицы 2.7 видно, что наибольшие потери несет «Ермоловский» и «Дубковский» – 35% потерь, а также «Чудный» – 30%. Наименьшие потери имеет «Золотой» пляж, его потери составляют всего 5%. После добавления к данной методике компоненты общественного мнения SO (таблица 2.8), были получены следующие результаты, которые отразили позицию отдыхающих [208].

Таблица 2.8 – Емкость пляжа с учетом компоненты общественного мнения

Пляж	Cf total	SO,	Cf^{so}, %	$TESS^{so}$, кол-во чел.	L^{so}, %
«Золотой»	0,95	0,75	71	5881	29
«Чудный»	0,7	0,25	18	779	83
«Ласковый»	0,8	1	80	9619	20
«Ермоловский» и «Дубковский»	0,65	0,5	33	3615	68

В таблице L – максимально допустимая одноразовая пропускная способность, а Loss ratio – отношение потерь, определяемое как (PCC – TECC)/PCC*100%.

Проанализировав таблицу 2.8 видно, что основные тенденции в позициях пляжей сохранились. На рисунке 2.140 видно, что наибольшие потери, также, несут 2 пляжа, однако они поменялись местами: «Чудный» – 83 % потерь, пляжи г. Сестрорецка 68 %. Увеличились потери «Золотого» пляжа г. Зеленогорска (29 %), что связано с его отдаленность от г. Санкт-Петербург, что влияет на его привлекательность для рекреантов. Наименьшие потери имеет «Ласковый» пляж п. Солнечное, что свидетельствует тому, что именно этот пляж может претендовать на успешное будущее развитие его как рекреационной зоны.

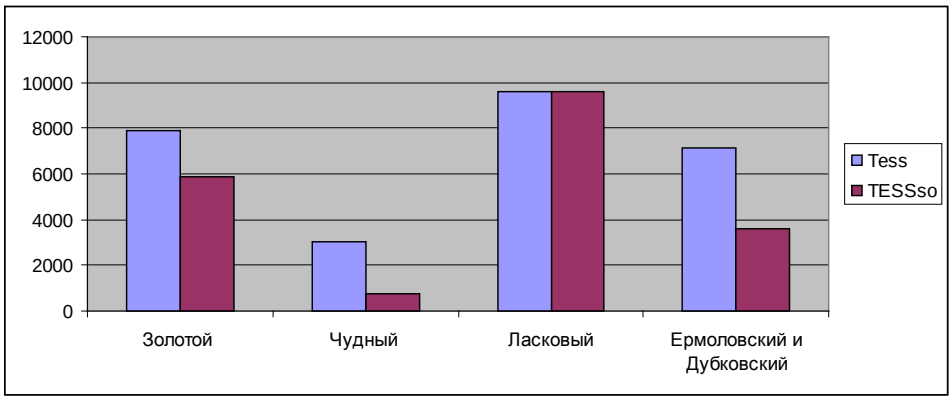


Рисунок 2.140 –Емкость пляжа без и с учетом компоненты общественного мнения

Метод оценка емкости пляжа показал, что наибольшие потери, выраженные в потоке отдыхающих на пляж, из-за негативного влияния ОФ несут «Ермоловский» и «Дубковский» пляжи г. Сестрорецка – 35 % потерь, а также «Чудный» – 30 %. «Ласковый»пляж теряет 20 % отдыхающих. Наименьшие потери имеет «Золотой» пляж – 5 %. При включении компоненты общественного мнения основные тенденции сохранились, однако «Золотой» пляж потерял свое лидерство, так как респонденты по всем вопросам отдали предпочтение «Ласковому» пляжу п. Солнечное.

В целом, изучаемый район не может являться идеальным местом для развития курортно-пляжного туризма в силу климатических условий, поэтому целесообразно развивать также другие виды туризма. Важнейшими компонентами туристического продукта берегов восточной части Финского залива: чистый воздух, приморский лес, прибрежная акватория Финского залива и его побережье, и как следствие – следующие виды туристической деятельности: пляжный отдых (пляжи Курортного района, южного берега (пос.Большая Ижора, Лебяжье, г.Сосновый Бор, Нарвский залив), водные виды спорта (дайвинг, парусный спорт, подводная рыбалка, кайтсёрфинг) на протяжение всего побережья, рыбалка, наблюдение за птицами, пребывание в оздоровительно-лечебных учреждениях, походный туризм, кемпинг [207].

2.1.6 Ограничения, накладываемые на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям

2.1.6.1. Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов

Как было показано в главе 2.1.4, к наиболее опасным природным процессам, угрожающим сохранности уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива, относится абразия берегов. Береговая зона подвержена периодическому развитию интенсивной экзогенной геодинамики, доходящей местами до уровня создания аварийных ситуаций.

Долговременные тенденции, способствующие развитию абразии, определяются геолого-геоморфологическими особенностями рассматриваемой береговой зоны, к которым относятся слабые прочностные свойства четвертичных отложений, дефицит наносов, рельеф подводного берегового склона. Гидрометеорологические процессы контролируют экстремальные размывы берегов.

Активный (зачастую опасный) размыв берегов (абразия), а также специфическая экскавация и перераспределение осадочных образований, происходит зоне главным образом за счет волнового воздействия при повышении уровня моря и отсутствии ледяного покрова на акватории. Размывы берегов носят непериодический «пульсационный» характер, периоды относительной стабилизации могут иметь длительность до 3-4 лет, при экстремальных же гидродинамических условиях скорость размыва берега на протяжении одного шторма может в несколько раз превышать среднегодовую. Различные морфо-литодинамические подтипы берегов разной протяженности реагируют на размыв (абразию) по-разному в диапазоне формирования условий от валунного бенча до илистой аккумуляции, но всегда опасная активизация экзогенной геодинамики прямо связана с гидрометеорологическими аномалиями.

Для прогнозирования интенсивности абразионных процессов необходима оценка тенденций изменения указанных факторов в настоящее время и в ближайшем будущем.

Достоверных опубликованных данных об увеличении штормовой активности в российской части Финского залива, к сожалению, не существует. Для рассматриваемого района имеются только данные измерений скорости ветра по береговым станциям, которые, в отличие от измерений с судов и метеостанций, расположенных на маяках в

открытом море [209], не позволяют получить полной картины распределения ветров. Для северного берега Финского залива в пределах Курортного района наиболее представительными считаются станции в г.Кронштадт (о-в Котлин) и пос.Лисий Нос (северный берег Невской губы).

Однако необходимо отметить, что резкое увеличение штормовой активности наблюдается в настоящее время как в открытой части Балтийского моря [210], так и в западной части Финского залива [211; 209]. Процесс характеризуется определенной цикличностью. По данным [213], предыдущий пик штормовой активности в Финском заливе приходился на период с 1881 по 1910 гг., затем наблюдался некоторый спад до 1965 г., после чего до настоящего времени происходило увеличение частоты сильных штормов. Продолжительные усиления ветра в период с октября по декабрь наиболее часто наблюдаются в течение суток, иногда до 2-3 суток. Сценарии потепления климата прогнозируют усиление разнообразных возмущений в атмосфере, в том числе циклонической деятельности, и, соответственно, с усилением штормовой активности. Такие процессы наблюдаются не только на океанских побережьях [212], но и в Балтийском море [214].

Вторым важным фактором, контролирующим размывы берегов, является повышение уровня воды в заливе. Мониторинговые наблюдения ВСЕГЕИ показали, что в настоящее время критическим для экстремальных размывов берегов уровнем воды во время нагонов является отметка 200 см БС (по гидрологическому посту «Горный Институт» при открытых сворах КЗС). При этом происходит активный размыв авандюн до высоты 2.5-3 м. По данным модельных оценок максимальных подъемов воды при наводнениях, полученных по региональной климатической модели HIRLAM (RCAO) [215] с учетом местных особенностей береговой зоны и подпора, формируемого КЗС, средние уровни наводнений 1% обеспеченности (повторяемостью один раз в сто лет) для населенных пунктов Курортного района составляя от 357 см БС в пос.Смолячково до 369 см БС в пос.Горская.

СПб ГКУ «НИПЦ Генерального плана Санкт-Петербурга» [215] выполнено моделирование возможных площадей затопления пляжей Курортного района при различных подъемах уровня Финского залива – от 1 м БС (вековое повышение среднего многолетнего уровня) до 4 м БС (максимальные подъемы при наводнениях вероятностью раз в сто лет) (таблица 2.9). Полученные результаты показывают, что уже при подъеме уровня на один метр около 37% всех пляжей Курортного района будет затоплено (63 га). Соответственно, абразии будет подвергаться еще более значительная площадь.

Таблица 2.9 - Площади затопления территории (га) и пляжей 9в га и %) при подъеме уровня

Финского залива (среднего многолетнего и максимального) [215]

Муниципальное образование	1 м БС			2 м БС			3 м БС			4 м БС		
	всего	пляжи		всего	пляжи		всего	пляжи		всего	пляжи	
		га	%		га	%		га	%		га	%
г.Сестрорецк	167	21	48	386	35	80	560	41	96	731	43	99
пос.Солнечное	6	5	19	13	13	44	43	24	84	100	28	99
пос.Репино	4	6	29	15	13	65	33	17	87	80	20	100
пос.Комарово	6	5	33	11	10	61	23	15	89	71	17	100
г.Зеленогорск	11	8	33	24	15	60	51	22	90	103	25	100
пос.Ушково	3	3	34	6	5	59	12	8	84	19	9	95
пос.Серово	12	4	48	15	6	72	18	7	94	35	8	99
пос.Молодежное	16	6	52	23	8	74	40	10	87	72	11	100
пос.Смолячково	6	5	47	10	7	70	16	10	95	51	10	100
Всего	230	63	37	502	111	65	795	154	90	1261	170	99

Третьим важным гидрометеорологическим фактором, контролирующим экстремальные размывы берегов, является время установления ледового покрова.

По данным Санкт-Петербургского ЦГМС-р, с 1870 г. наблюдается тенденция к увеличению как среднегодовых температур, так и, что наиболее важно в данном случае, средних температур зимних месяцев, как видно на рисунке 2.141. Та же тенденция отмечается и при анализе данных последнего десятилетия, что видно из таблицы 2.10.

Таблица 2.10 - Среднемесячная температура в С.-Петербурге за последнее десятилетие. Выделены значения для месяцев, средняя температура в которых была выше нормы.

Месяц	Норма (1961-1990)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
январь	-7,8	**-4,5**	**-2,6**	**-4,5**	-9,5	-8,2	**-1,6**	**-5,8**	**-2,5**	**-1,8**	**-3,5**
февраль	-6,8	**-2,4**	-6,9	**-0,6**	**-5,8**	**-5,5**	**-6,4**	**-1,1**	**-1,1**	**-0,1**	**-3,9**
март	-2,2	**-0,5**	-3,8	**0,5**	**-1,6**	**-0,5**	-6,1	-6,2	**3,6**	**0,4**	**-0,8**
апрель	4,1	**8,1**	**8,0**	**6,1**	2,3	5,0	**4,6**	**5,4**	**5,2**	**7,0**	**4,3**
май	10,9	10,5	10,2	**12,4**	**12,1**	**11,1**	**11,1**	**11,8**	**12,3**	**11,0**	**12,1**
июнь	15,6	15,5	15,2	**16,8**	13,0	14,8	15,5	**17,0**	**16,0**	15,1	15,0
июль	17,7	**18,2**	**21,8**	**20,8**	**21,4**	**18,5**	**20,1**	**19,2**	**18,5**	**17,8**	**18,2**
август	16,2	**16,6**	**16,8**	**18,8**	**16,6**	**17,8**	**17,9**	**18,9**	**19,6**	16,1	**16,2**
сентябрь	11,1	10,6	**12,7**	**11,7**	**12,4**	**13,2**	**13,6**	**14,2**	**12,1**	10,7	**13,9**
октябрь	5,7	**8,8**	**7,1**	1,5	5,1	**6,5**	**7,7**	**8,1**	**7,5**	**8,7**	4,6
ноябрь	0,1	**2,6**	-0,9	-2,2	**2,4**	**-0,1**	**3,5**	**1,7**	**-0,7**	**3,0**	**2,4**
декабрь	-4,6	**-0,5**	-8,8	-9,7	**-0,7**	**-0,7**	**-3,6**	**3,0**	**0,8**	**-0,8**	-5,1
Средняя годовая Т	5,0	**6,9**	**5,7**	**6,0**	**5,6**	**6,0**	**6,4**	**6,4**	**6,8**	**7,3**	**6,2**
σ*		1,9	0,7	1,0	0,6	1,0	1,4	1,4	1,8	2,3	1,2

* - Отклонение средней годовой Т от нормы

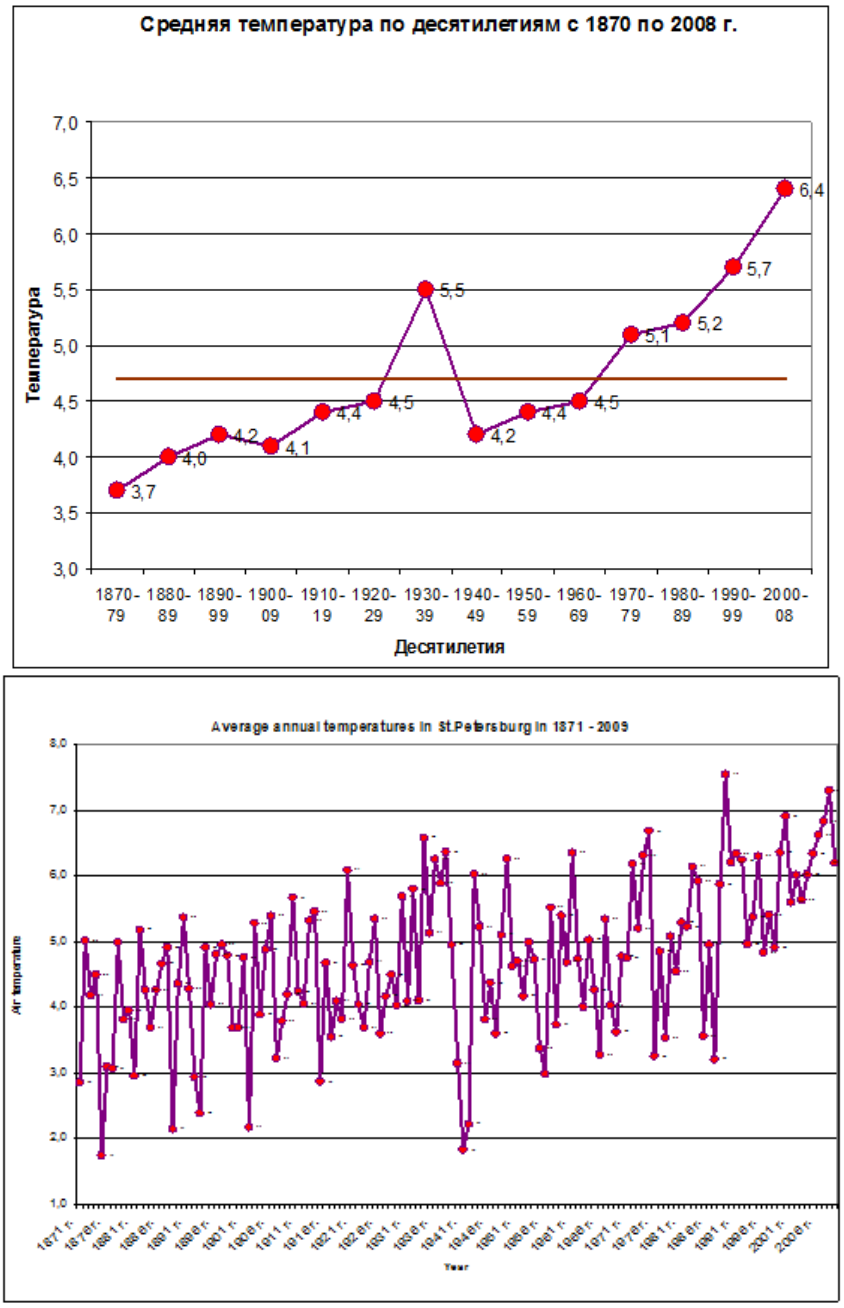


Рисунок 2.141. Изменение средней температуры воздуха в Санкт-Петербурге по данным СПб ЦГМС-р.

Частые положительные аномалии температуры воздуха в восточной части Финского залива приводят к более поздним по сравнению с нормой срокам установления ледового покрова, с появлением которого даже значительные усиления ветра и подъемы уровня воды не наносят существенного вреда берегу. При средней за 1964-1990 гг. дате устойчивого образования льда (01.12) в зимы 2003-2007 гг. лед образовывался 09.12, 23.11, 06.12, 21.01 соответственно. Примеры зим 2006-2007 гг. и 2011-2012 гг., когда наиболее позднее установление ледового покрова соответствовало наибольшим размывам песчаных пляжей, выявил общую тенденцию в нарушении ритма действия режимообразующих

факторов: в то время как шторма происходили в обычный для них срок, защитный ледяной покров еще не установился. Указанные тенденции совпадают с результатами исследований по Балтийскому морю в целом,, констатирующими уменьшение периода развития льда на акватории на протяжении последнего столетия.

Таким образом, все тенденция изменения всех указанных факторов позволяет уверенно прогнозировать дальнейшую активизацию опасной экзогенной геодинамики на всех участках береговой зоны, где преобладают нисходящие тектонические движения или отмечается тектоническая стабильность.

2.1.6.2 Оценка ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов восточной части Финского залива

Большой потенциал уникальных природных береговых ландшафтов восточной части Финского залива с точки зрения возможностей развития различных видов туризма диктует необходимость бережного и обдуманного подхода к их экономическому освоению, с учетом их особой уязвимости к природным, природно-техногенным и техногенным воздействиям. Главное воздействие техногенеза на береговую зону сводится к ряду моментов, куда входят:

- берегозащитные мероприятия;
- различные береговые и прибрежные сооружения;
- ландшафтные планировки;
- дноуглубление;
- транспорт;
- комплексное антропогенное воздействие (человеческий фактор).

Наибольшее воздействие на береговые ландшафты оказывает реализация крупных комплексных проектов (портовые комплексы и терминалы, искусственные островные территории, масштабное дноуглубление, крупные гидротехнические сооружения типа КЗС). Следует отметить, что все существующие и строящиеся объекты этого типа располагаются в настоящее время вблизи особо охраняемых природных территорий. Очевидно, что при осуществлении подобных проектов, количество которых в восточной части Финского залива уже превысило первый десяток, не достаточно обычной процедуры ОВОС. Необходима комплексная профессиональная, неангажированная экспертиза, базирующаяся на результатах междисциплинарных научных исследований и учитывающая не только воздействие каждого из объектов на природную среду берегов и акватории залива, но и мультипликативный эффект комплексного техногенного

воздействия в целом. Кроме того, необходим профессиональный «внешний» мониторинг различных составляющих природной среды (геологическая среда, ландшафты, водная среда, биота) по время строительства и после его завершения.

Чрезвычайно глубокой проработки требуют проекты высотного строительства в береговой зоне и на прибрежных территориях. Инженерно-геологические свойства четвертичных отложений, слагающих верхнюю часть геологического разреза береговой зоны восточной части Финского залива практически повсеместно, наличие тектонических разломов и сложной системы дифференцированных вертикальных тектонических движений, делает высотное строительство весьма рискованным. В ряде случаев (новые территории, созданные в рамках проекта «Морской фасад», проект многофункционального рекреационного комплекса «Жар-Птица» в пос.Большая Ижора, от идей высотного строительства отказались в процессе реализации проектов. В настоящее реализуется проект строительства 400-метрового небоскреба ООО «Газпром» «Лахта-Центр» на северном побережье Невской губы, причем граница участка строительства расположена в 25 м от береговой линии.

Крайне опасные последствия с точки зрения активизации абразии берегов вследствие усиления природного дефицита наносов в береговой зоне может иметь вновь начавшаяся подводная добыча песчаного и песчано-гравийного материала на подводных месторождениях «Пески» (подводная терраса между м.Флотский и Песчаный) и «Лондонская отмель» (южная береговая зона залива), а также возможный ввод в эксплуатацию Сестрорецкого месторождения. Добыча полезных ископаемых должна ограничиваться изобатой 10 м, и на меньших глубинах абсолютна недопустима.

Непоправимый урон прибрежным ландшафтам наносят также локальные изъятия песка пляже и дюн и разрушение авандюны при строительстве объектов рекреационной инфраструктуры. Любые виды капитального строительства в береговой зоне, а тем более в дюнной полосе и на пляже могут иметь самые негативные последствия, вплоть до возникновения аварийных ситуаций разрушительного характера. Негативные изменения в составе и плотности растительности активизируют также процессы дефляции и движения песков резко усиливается, что может привести к таким аварийным ситуациям, которые существовали в конце XIX века на близлежащих площадях береговой зоны в районе Сестрорецка.

Негативные последствия для сохранности береговых ландшафтов имеют произвольные мероприятия по берегозащите (поперечные берегозащитные сооружения (молы, волнорезы, каменные наброски), волноотбойные стенки с применением каменных и железобетонных и других конструкций). Во всех подобных случаях либо прерывается

поток вдольбереговых наносов, либо искажается профиль берега с сокращением волногасящего пространства. Все это кардинально меняет лито-морфодинамическую обстановку в береговой зоне, провоцируя аномальную активизацию размывных (абразионных) процессов с почти неизбежным нарушением или разрушением возведенных конструкций.

Все вышеизложенное демонстрирует принципиальную важность создания научно-обоснованных рекомендаций для снижения возможного ущерба. Совершенно очевидна необходимость сохранения (охраны), восстановления и развития естественных и природно-техногенных (реставрированных) пляжей, т.к. исходя из отечественной и мировой практики полнопрофильный пляж является наиболее эффективным элементом берегозащиты от размыва (абразии). Не менее важна проработка вопроса об изменении переориентировки берегозащитных линейных сооружений типа молов, бун, каменных набросок, с так называемой поперечной на продольную (субпараллельную) береговой линии. Требуется исключить сокращение длины профиля подводного берегового склона с сохранением ширины полосы естественного волнового заплеска и углов его естественного уклона.

Крайне нежелательно, а иногда и просто опасно для сохранения естественного состояния геологической среды возведение тяжелых временных, а тем более капитальных сооружений в пределах дюнного пояса и пляжа с вскрытием геологического разреза на значительную глубину (более 1-1,5 м).

Не вызывает сомнение обеспечение неукоснительного запрета на въезд и стоянку автомобильного транспорта на дюнах и пляже. Целесообразно произвести окультуривание береговой зоны с созданием перехватывающих автостоянок в пространстве между приморским шоссе и первой грядой древних береговых валов, организацией площадок для разведения костров и дорожек с деревянными настилами для сквозного пешеходного пересечения дюны и пляжа. Целесообразно создание плетеного ограждения поверхности пляжа (дюны) с наличием следов наибольшего движения песчаного материала.

Негативные изменения в геологической среде береговой зоны возникают при превышении ее рекреационной емкости. В этом случае происходили нарушения слоя поверхностных геологических образований (вытаптывание, разрыхление, перемещение, загрязнение), а также их замусоривание и выжигание. Не менее опасно для природной среды движение, стояние и обслуживание автомобильного транспорта, захватывающего дюнный пояс и пляжи, как видно на рисунке 2.142.

Рисунок 2.142 - Выезд отдыхающих на пляж в г.Сестрорецке с разрушением авандюны. Фото А.Краснова с сайта www.rosbalt.ru.

Техногенная геодинамика при замусоривании, перепланировании береговых ландшафтов, дорожном строительстве и прокладкой коммуникаций приводит к активизации дефляционных процессов, а также к нарушению режима поверхностных и подземных вод, что в свою очередь обуславливает избыточное увлажнение и заболачивание понижений между древними береговыми валами. Под воздействием техногенеза возрастают скорости линейной эрозии устьевой части малых водотоков, пересекающих субаэральную часть береговой зоны.

Береговая зона Невской губы при функционировании КЗС в штатном режиме в ближайшей перспективе будет полностью защищена от негативного воздействия экстремальных штормов и наводнений. Основной проблемой береговой зоны Невской губы является высокая степень техногенного загрязнения, и, прежде всего, наличие в восточной части Губы берегов, представляющих собой свалки бытового и промышленного мусора.

2.1.7 Рекомендации по перспективному экономическому освоению уникальных береговых ландшафтов с определением допустимых видов хозяйственной деятельности

Анализ литературного материала и результаты экспедиционных исследований убедительно свидетельствуют об огромном потенциале эколого-географического, научного и познавательного туризма на побережьях российской части Финского залива. Живописные ландшафты, большое количество уникальных и разнообразных исторических и природных (геологических, геоморфологических) памятников, возможность сочетания познавательного туризма с различными видами активного отдыха, а также посещением объектов историко-культурного наследия открывают широчайшие перспективы для развития внутреннего и международного туризма.

Достаточно очевидно, что перспективными направлениями экономического развития Санкт-Петербурга и Ленинградской области является морской транспорт с созданием и развитием новых портов и терминалов. Как известно, в связи с распадом СССР около 50% его морских портов оказались за пределами Российской Федерации. В Балтийском море крупнейшие порты оказались на территории государств Балтии. В настоящее время при протяженности морской границы Российской Федерации 38800 км и прямом выходе в три океана, Россия располагает 45 морскими портами, что составляет лишь половину портов бывшего СССР. При этом к 2000 году около 35% причалов находилось в неудовлетворительном состоянии.

В связи с этим очевидно, что начавшийся процесс строительства новых портовых площадей (Приморск, Усть-Луга, Бронка) будет продолжаться. Не менее очевидно, однако, что при реализации этих проектов необходимо применение «дружественных природе» технологий, позволяющих минимизировать негативные последствия строительства и эксплуатации портов для природы Финского залива в целом, и уникальных береговых ландшафтов, в частности. Не менее строгие требования к используемым технологиям должны применяться при реализации проектов создания новых территорий на искусственных островах, целесообразность которых во многих случаях подвергается сомнению.

Существенную опасность с точки зрения усиления абразионных процессов, высокая интенсивность которых, как было показано в разделе 2.1.4 нашей книги, обусловлена комплексом природных факторов (геологическое строение береговой зоны, геоморфология подводного берегового склона, дефицит наносов, штормовая активность на фоне повышения уровня моря, негативные последствия изменений климата), может иметь

подводная разработка прибрежных террас на пески и песчано-гравийные смеси. В Курортном районе Санкт-Петербурга необходима срочная реализация комплексной научно-обоснованной программы берегозащиты.

Экспедиционные исследования, анализ Интернет-источников показал, что наряду с традиционным «экскурсионным» туризмом, все большей популярностью пользуются индивидуальные поездки с целью посещения памятников природы, в том числе и геологических. Поэтому наряду с подготовкой традиционных экскурсий для различных целевых аудиторий, необходимо сделать маршруты познавательного туризма максимально доступными и безопасными, а также создать информационную основу геотуризма с использованием как традиционных способов (таких, как размещение стендов, посвященных геологической истории региона в целом, и отдельных объектов), так и современных технологий (виртуальные музеи, специализированные Интернет-сайты, научно-популярная информация, в том числе видеоролики на популярных ресурсах и т.д.).

В последние годы наметился существенный сдвиг в улучшении качества автомобильных трасс, обеспечивающих доступность побережья Финского залива для туристов. В то же время на территории Ленинградской области (Выборгский, Ломоносовский и Кингисеппский районы) целый ряд трасс (особенно ведущих непосредственно к побережью), находится в неудовлетворительном состоянии.

Второй проблемой является отсутствие указателей с информацией о исторических и природных памятниках на автодорогах, в результате чего даже при наличии заранее разработанных маршрутов и карт, найти пути подъезда к наиболее интересным местам геологических памятников является достаточно сложной задачей. Представляется целесообразным разработать и внедрить специальную систему дорожных знаков.

Например, на автодорогах Евросоюза коричневые знаки указывают на достопримечательности: музеи, памятники всемирного наследия ЮНЕСКО, живописные ландшафты и парки.

На наиболее интересных участках береговых ландшафтов необходимо сооружение пешеходных дорожек, оборудование мест отдыха и туалетов, размещение информационных стендов по геологической истории, объектах флоры и фауны района. В настоящее время такая работа ведется силами Дирекций ООПТ, однако она недостаточна.

Такие стенды значительно способствуют повышению «естественно-научной культуры» местного населения, а также предоставляют туристам необходимую информацию и широко применяются, например, на территории наших ближайших соседей – Финляндии и Эстонии, как видно на рисунке 2.143.

Рисунок 2.143 -Информационный стенд, посвященный геологическому памятнику природы – дюнам Анцилового возраста (Эстония)

В настоящее время в восточной части побережья Финского залива уже создана достаточно большая сеть отелей и турбаз, однако возможности для дальнейшего развития этой сферы весьма широки, особенно в прибрежных районах Ленинградской области. В свою очередь, развитие различных видов туризма и рекреационной инфраструктуры позволит создать новые рабочие места, и будет способствовать укреплению экономики Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Проблема массовой коттеджной застройки и запрета доступа граждан к берегам Финского залива значительно менее актуальна, чем, например, в случае озер Карельского перешейка (в том числе Ладожского озера). В то же время, на недопущение в будущем такого сценария развития надо обращать серьезное внимание.

Происходящее в последнее время интенсивное хозяйственное освоение региона, изъятие земель под промышленное, сельскохозяйственное и жилищное строительство, организация садоводств и огородничеств, а также усиление рекреационной нагрузки ведет к деградации заповедной природы и постепенному гибели ценных природных экосистем. Поэтому сохранение необходимого минимума «дикой природы» с ее биоразнообразием становится главной задачей природоохранной деятельности общества. От выбора правильной стратегии развития зависит, какое будущее ждет уникальные природные объекты.

2.1.8 Предложения по механизмам урегулирования межотраслевых противоречий при использовании уникальных береговых ландшафтов

Очевидно, что для устойчивого развития приморских территорий и прибрежных акваторий необходимо учитывать экологические, социальные и экономические аспекты. В настоящее время во многих странах мира используется экосистемный подход к управлению морской деятельностью. Он заключается во всеохватывающем интегрированном управлении антропогенной деятельностью, основанной на наиболее полных знаниях об экосистемах, цель которого состоит в сохранении здоровья морских экосистем для достижения устойчивого морского и прибрежного природопользования и поддержания таким образом экосистемного единства и целостности. Именно на принципах экосистемного подхода основано морское пространственное планирование (МПП) или зонирование морского пространства, которое является эффективным инструментом комплексного управления морской деятельностью. В соответствии с определением UNESCO, морским пространственным планированием является общественный процесс анализа и размещения пространственного и временного распределения человеческой деятельности в морских районах для достижения экологических, экономических и социальных задач, которые обычно определены в рамках политического процесса [216]. Во многих странах мира этот инструмент помогает в борьбе с чрезмерным использованием морских и прибрежных территорий.

На кафедре Комплексного управления прибрежными зонами Российского государственного гидрометеорологического университета была разработана методология МПП для восточной части Финского залива, как видно на рисунке 2.144.

Рисунок 2.144 - Методология морского пространственного планирования восточной части Финского залива

Для данного исследования восточная часть Финского залива была поделена в

соответствии с физико-географическим описанием данного района на семь частей, как видно на рисунке 2.145.

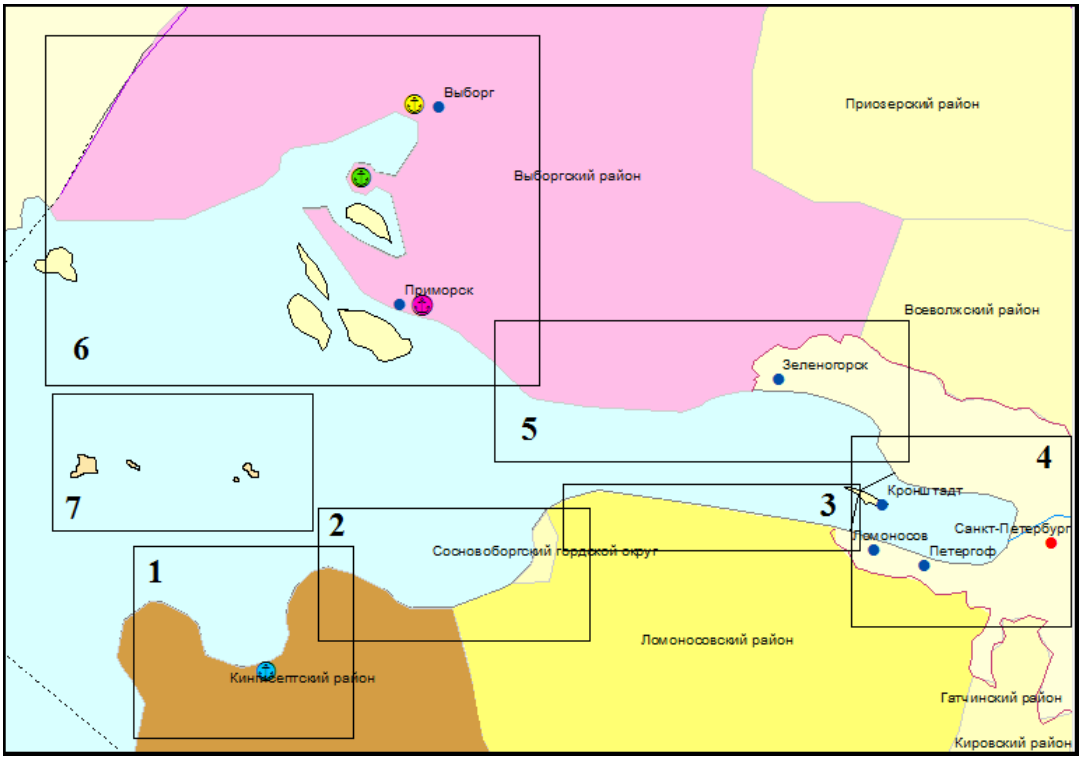


Рисунок 2.145 - Районирование восточной части Финского залива

В результате анализа морского и прибрежного природопользования было выявлено, что в восточной части Финского залива активно развиваются различные виды морской деятельности, а именно:

- морской транспорт (морское судоходство и портовое хозяйство);
- судостроительная промышленность;
- рыбное хозяйство и рыболовство;
- добыча минеральных ресурсов на морском шельфе и разведка недр;
- морская инженерия (гидротехническое строительство, прокладывание трубопроводов, кабелей, берегозащитные мероприятия);
- морская научно-исследовательская деятельность и образование;
- морская рекреация (морской туризм, оздоровительная, лечебная и культурная деятельность на морских побережьях);
- охрана морской среды и экологическая безопасность;
- военно-морская деятельность.

На рисунке 2.146 представлена обобщенная схема функционального зонирования восточной части Финского залива, отражающая существующие виды морской деятельности на данной территории. Схема была создана на основе научно-исследовательской деятельности, на кафедре КУПЗ Российского государственного гидрометеорологического университета, где были использованы геоинформационные технологии для создания схем (программа ArcGIS 9.3).

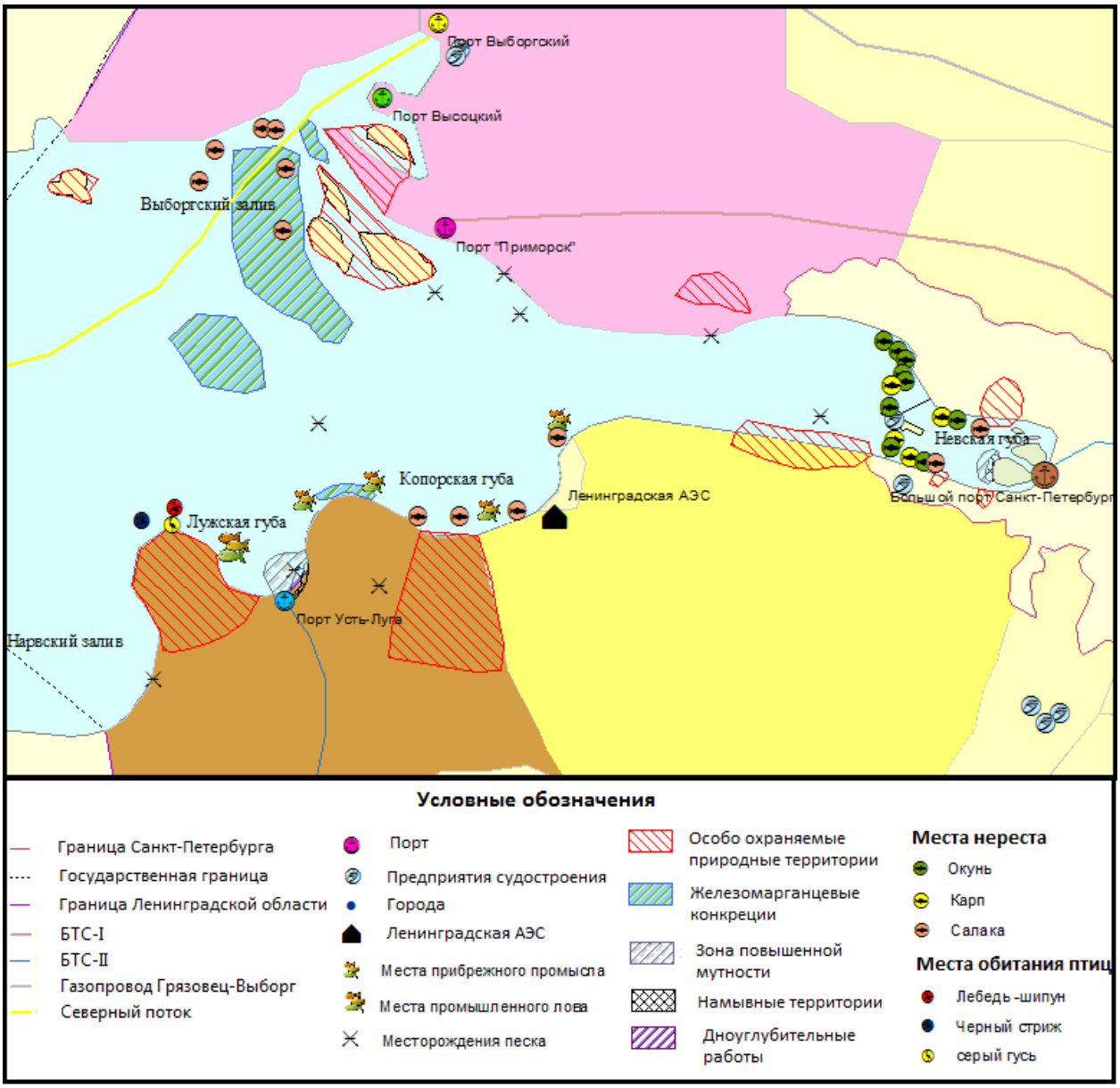


Рисунок 2.146 - Схема функционального зонирования восточной части Финского залива

На основе представленной выше схемы и исследования экономических, экологических и социальных аспектов развития прибрежных и морских территорий восточной части Финского залива были проанализированы проблемы и конфликты морских и прибрежных природопользователей. Важно отметить, что на данной территории существует множества стейкхолдеров, интересы которых порой не

соответствуют природным и экологическим требованиям. Например, намыв территории Морского Фасада Санкт-Петербурга у Васильевского острова (Невская губа), как видно на рисунке 2.147, негативно сказался на экологической обстановке Финского залива. Невская губа представляет собой очень уязвимую систему, так как она является мелководной и замкнутой. Мутность воды выросла в 4 раза, зафиксирован резкий рост концентрации тяжелых металлов, нефтепродуктов, фосфора. Образовались мертвые зоны. Шлейф воды с низкой прозрачностью, образовавшийся в ходе выполнения работ, распространился к западу. Из-за течений и циркуляции в Невской губе взвешенные вещества достигли северных берегов, которые представляют собой особую рекреационную значимость. В настоящее время экологов беспокоит намыв искусственных территорий в районе Горская-Сестрорецк, который, по их мнению, является губительным для окружающей среды.

Строительство Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений вызвало беспокойство у экологов. После сопоставления экологического состояния Невской губы и Финского залива до строительства дамбы, во время и после него, было выявлено, что изменилась структура и динамика водных потоков, ухудшились экологические и санитарно-гигиенические показатели качества воды и рекреационные возможности водоемов, полностью ликвидирована эффективность мероприятий по очистке сточных вод города и оздоровлению Невской губы. После строительства дамбы ускоренными темпами начал разрушаться берег Курортного района. Строительство дамбы негативно повлияло на различные виды морской деятельности восточной части Финского залива.

Строительство западного скоростного диаметра влияет на заболоченную территорию, которая примыкает к заказнику «Юнтоловский», являющийся самом крупной особо охраняемой территорией Санкт-Петербурга. В соответствии с некоторыми исследованиями загрязняющие вещества, а именно, тяжелые металлы, станут мигрировать по торфяному массиву в пределах всей зеленой зоны. Будет уничтожено единственное сохранившееся в Приморском районе Санкт-Петербурга верховое болото с популяцией охраняемого растения – кустарника восковника болотного. Будет разрушена экосистема лесов, болот и водоемов по левому берегу реки Каменка. Исследования, проведенные учеными РАН и СПбГУ, предполагают, что шум магистрали приведет к ухудшению условий обитания животных, а именно, к снижению численности гнездящихся птиц.

МПП или зонирование морского пространства является фундаментальным инструментом для достижения устойчивого морского и прибрежного природопользования во многих странах мира и может быть эффективным методом разрешения конфликтов заинтересованных сторон в восточной части Финского залива. Функциональное зонирование как инструмент КУПЗ направлено на выделение зон с различными режимами управления,

что является актуальной задачей при пространственной конкуренции, часто возникающей в Финском заливе. Для разрешения конфликтов прибрежных и морских природопользователей важно провести комплексный анализ, оценку хозяйственных интересов, согласование целей, расстановку приоритетов и функциональное зонирование акваторий в региональном масштабе. Очевидно, что МПП должно рассматриваться в системе стратегического развития приморских территорий.

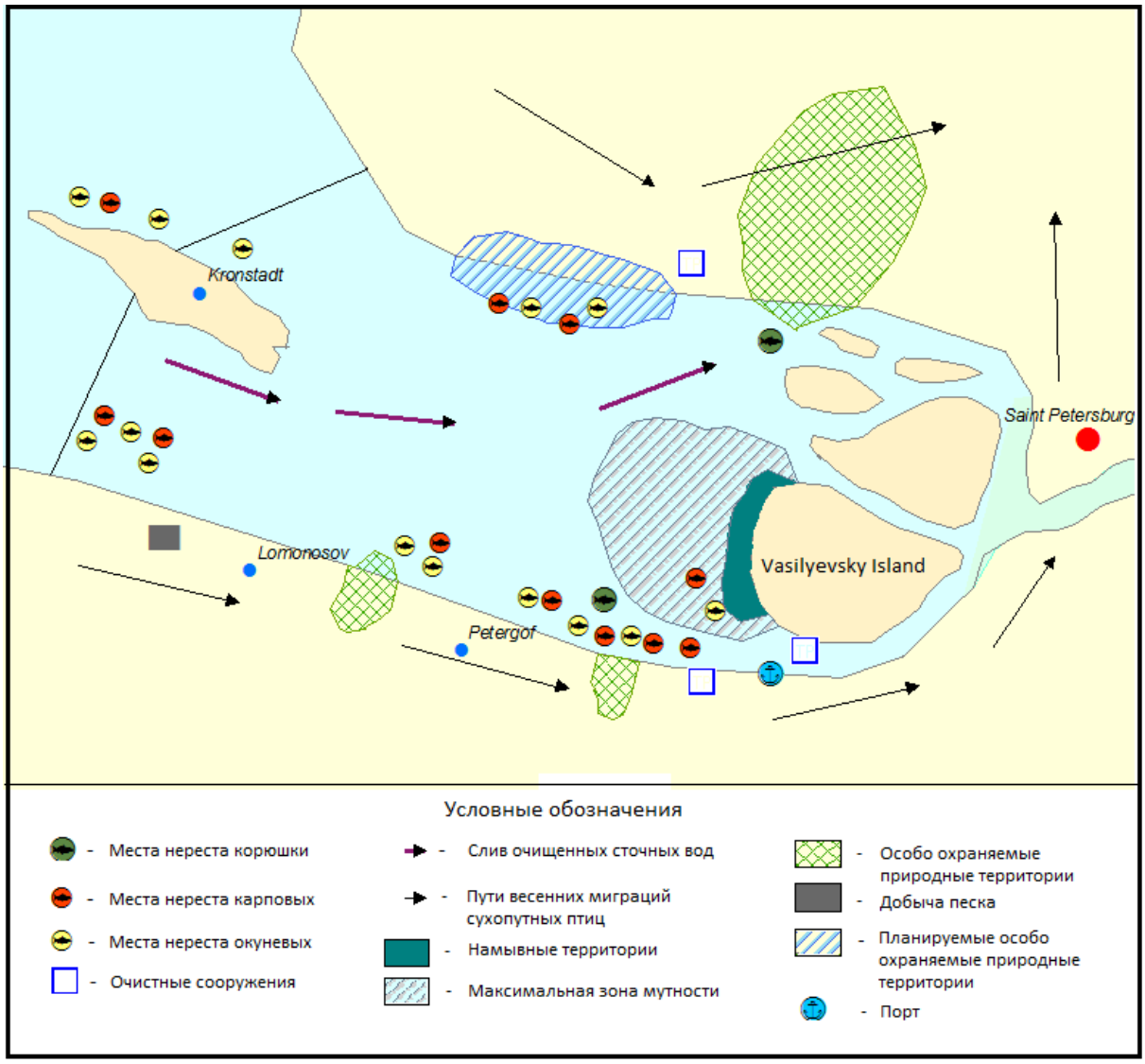


Рисунок 2.147 - Схема функционального зонирования Невской губы

Санкт-Петербург и Ленинградская область представляют собой один из наиболее развитых центров морской деятельности страны, который более 2 веков играл роль форпоста России в регионе. За это время сложились прочные торговые связи со многими странами мира, которые существуют и развиваются и в настоящее время. Санкт-Петербург – самый крупный торговый порт в Северо-Западном федеральном округе, через который идет перевалка большей части российского экспорта. Здесь были заложены осно-

вы военно-морской деятельности, что определило эти территории как центр военно-морской науки и образования в стране.

В то же время в сфере развития российских портовых мощностей на Балтике и в частности для Санкт-Петербурга и Ленинградской области сложилась непростая ситуация. С одной стороны наблюдается некоторая избыточность портовых мощностей по отдельным видам грузов, их недозагруженность в настоящее время. Так по состоянию на 1 января 2012 года российские порты на Балтии используются чуть более чем на 60%. Мощности балтийских портов России не соответствуют в полной мере товарной номенклатуре российского экспорта. Не менее важной проблемой является необеспеченность железнодорожным и автомобильным транспортом подходов к портам, что существенным образом сдерживает рост грузопотоков.

К конкурентным преимуществам морской деятельности в Финском заливе помимо развитого судостроительного комплекса, включающего наукоемкое машиностроение, и развитого научного комплекса морской направленности, следует отнести в возможность выхода на внутренние водные пути России через Волго-Балтийский канал. Эта сильная сторона усиливается таким фактором, как наличие налаженных внешнеэкономических связей и кратчайших расстояний до контрагентов. Таким конкурентные преимущества позволяют реализовать транзитный потенциал побережья.

Энергодефицитность большинства стран Европы обусловливают заинтересованность инвесторов в развитии морского транспорта, в том числе и трубопроводного, что обеспечит ему необходимый приток инвестиций. Не менее важной тенденцией является возможность развития товарного рыбоводства, которая в Ленинградской области в основном имеет прудовую форму и не является марикультурой.

Российское побережье Финского залива обладает высоким туристско-рекреационным потенциалом. Здесь сосредоточены природные и рекреационные ресурсы, объекты культурного и исторического наследия. Представлен широкий спектр потенциально привлекательных туристских объектов и комплексов. Наличие разнообразных туристско-рекреационных ресурсов позволяет развивать практически все виды туризма, в том числе рекреационный (пляжный), культурно-познавательный, деловой, оздоровительный и экологический туризм, а также морские и речные круизы и др. Существует возможность подключения к круизным маршрутам Балтийского моря.

В то же время, складывающиеся условия международных отношений несут в себе и ряд потенциальных угроз развитию российской морской деятельности в регионе. Наиболее актуальное это приближение инфраструктуры НАТО к границам России, а также проведение морских военных учений по сути наступательного характера [221]

Существенные угрозы скрыты в области экологии, защиты и сохранения морской среды. После окончания Второй мировой войны в Балтийском море было захоронено химическое оружие. В этой же связи есть риск и потенциального загрязнения морской среды углеводородами, в случае аварии подводных трубопроводов, проложенных по дну Финского залива.

В качестве индикаторной методики для анализа социально-экономической ситуации оправдано использовать систему индикаторов для оценки морского потенциала [217; 218; 219]. При этом не подлежит сомнению, что для анализа текущего состояния и принципов развития приморских территорий регионального уровня, которые и представляют приморские субъекты Российской Федерации, главный упор необходимо делать на рассмотрении главным социально-экономического фактора, который является ключевым, описывающим и характеризующим морскую деятельность и сопутствующие экономические характеристики приморского региона.

Комплексный показатель, отражающий социально-экономическую обстановку в приморских регионах, можно рассматривать как среднее трех показателей:

- показателя общеэкономического развития;
- социально-демографического показателя;
- ресурсно-отраслевого показателя.

Для более корректного анализа Ленинградская область и Санкт-Петербург рассматривались в виде единого Ленинградского региона. В данном случае необходимо подчеркнуть значительную экономическую и административную взаимосвязь этих двух субъектов Российской Федерации, что дает основание для рассмотрения субъектов в виде одного экономического приморского региона. Отметим, например, расположение объектов Большого морского порта Санкт-Петербурга на территории Ленинградской области, расположение административного центра Ленинградской области в Санкт-Петербурге, расположение административного центра Ломоносовского района Ленинградской области в г. Ломоносове, включенного в состав Санкт-Петербурга и т.д.

По полученным результатам, Ленинградский регион относится к регионам с высокой приморской плотностью населения, что делает возможным реализацию крупных инвестиционных промышленных и инфраструктурных проектов по развитию морехозяйственной деятельности. Наряду с Краснодарским краем, регион имеет положительные значения для всех трех интегральных показателей. Ленинградский регион относится к группе регионов с устойчивой общеэкономической и социально-демографической ситуацией. Все составляющие показатели, кроме экологической устойчивости, трудовых ресурсов и обеспеченности социальными объектами являются положительными. За прошедший пятилетний промежуток времени существенно выросли показатели внешнеэкономической деятельности, прироста населения (в основном за счет мигрантов) и отношения заработной платы к прожиточному минимуму. При этом наблюдается спад по притоку инвестиций, индексу экономического развития и обеспеченности объектами социальной инфраструктуры.

Ленинградский регион является регионом с разносторонним ресурсно-отраслевым потенциалом, обладает хорошо развитой транспортной инфраструктурой, а также крупнейшими в России портовыми комплексами, и крупнейшим среди приморских регионов комплексом промышленных предприятий. Также Ленинградский регион является одним из центров туристической отрасли, причем если Краснодарский края является центром морского рекреационного комплекса России, то Ленинградский регион во главе с Санкт-Петербургом является культурным туристическим приморским центром России. Кроме того, регион в силу своей геостратегической значимости является военно-стратегическим центром на северо-западе страны, одной из баз Балтийского флота и крупнейшим военно-морским образовательным центром.

В целом Ленинградский регион относится к регионам устойчивого социально-экономического положения и потенциала развития морехозяйственного комплекса, при этом по суммарному показателю является ведущим приморским регионом Российской Федерации. Основные направления развития региона по экономическим отраслям должны быть сосредоточены по трем основным направлениям.

Первое направление связано с созданием крупнейшего на северо-западе Российской Федерации логистического узла, связывающего северные регионы европейской части России, страны Скандинавии с европейской континентальной частью страны. При этом крупнейшие портовые комплексы и трубопроводы позволяют укреплять контакты не только с близлежащими европейскими странами, но и с более удаленными странами Европы.

Второе направление морской деятельности должно быть связано с развитием туристической отрасли Ленинградского региона. Уникальные памятники и архитектурные комплексы Санкт-Петербурга и области привлекают туристов всего мира и развитие туристической инфраструктуры региона, портовой пассажирской инфраструктуры будет способствовать процветанию региона, даст толчок для новых инвестиций в ресурсно-отраслевой потенциал региона.

Третье направление устойчивого роста морехозяйственного потенциала Ленинградского региона связано с устойчивым развитием военно-стратегического комплекса, при этом в силу культурных и исторических причин, главный упор следует делать на поддержании образовательной морской составляющей. Сосредоточение в регионе крупнейших морских и военно-морских образовательных учреждений делает регион центром по воспитанию кадрового потенциала морской деятельности Российской Федерации.

Развитие данных отраслей приведет к общему повышению потенциала региона, т.к. согласно общим результатам анализа индикаторов и интегральных показателей, именно развитие портовых хозяйств и приморского военного потенциала приводит к повышению ресурсно-отраслевой значимости региона.

2.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

2.2.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера

2.2.1.1 Положение побережья Калининградской области

Побережье Калининградской области в целом протягивается с юго-запада на северо-восток в пределах Юго-Восточной Балтики. Состоит из трех последовательных крупных морфологических элементов – Вислинской (Балтийской) косы, Самбийского п-ова, Куршской косы, как показано на рисунке 2.148. Общая длина береговой линии Калининградской области составляет около 150 км. Граница побережья на юго-западе имеет приблизительные координаты 54°19,5' северной широты и 21°22' восточной долготы; на северо-востоке - 55°17,5' с.ш. и 21°22,5'в.д. Вислинская и Куршские косы являются трансграничными территориями. Балтийская коса (25 км часть из 65 км Вислинской косы), протягиваясь от Самбийского п-ова в юго-западном направлении, граничит с территорией Польши. Коса является частью вершины глубоководного Гданьского залива (максимальная глубина 114 м при средних глубинах 50-60 м), отделяет от моря мелководный Вислинский залив. Водообмен между бассейнами осуществляется через Балтийский (Пилаусский) пролив, расположенный на северном отрезке. Немецкими исследователями граница проводилась примерно на 10 км севернее пролива. Ширина российской части косы колеблется от 300 м до 1800 м. Максимальная высота равна 25 м. Между коренным берегом и косой простирается акватория одноименного залива.

Российская часть (48 км) Куршской косы (98 км) вытянулась в северо-восточном направлении от Самбийского п-ова и граничит с территорией Литвы. От материкового берега северо-восточная оконечность косы отделена проливом у г. Клайпеда. Коса отделяет от Балтийского моря акваторию Куршского залива. Песчаная коса имеет ширину от 350 м до 4 км. Это одна из самых высоких кос – максимальная высота равна 67 м.

Самбийский полуостров представляет в плане почти правильный прямоугольник площадью около 1500 км^2. Самая западная точка полуострова - мыс Таран. От него к востоку берег имеет почти широтное простирание, к югу - меридиональное. Протяженность западного берега Самбийского полуострова составляет 37 км, северного –

36 км. Рельеф полуострова представляет собой поверхность ледниковой аккумуляции, сформированную последним (валдайским) оледенением. Здесь прослеживаются конечно-моренные образования, развиты волнистые и холмистые равнины основной морены, озы, камы, зандровые равнины и т.д. Абразионные берега сформированы в основном в моренной и водно-ледниковой толще отложений, пронизанной выходами грунтовых вод. Самая высокая точка берега – мыс Таран (50 м). К востоку и к югу высоты плавно понижаются до 4-5 м.

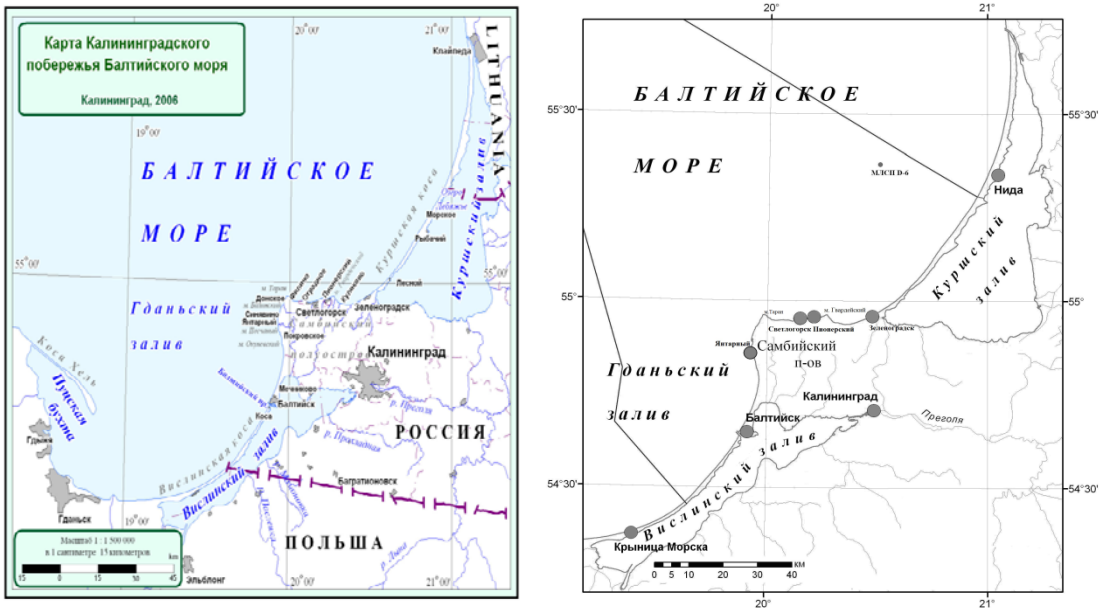


Рисунок 2.148 – Карта побережья Юго-Восточной Балтики и сектора Калининградской области

Краткая океанографическая характеристика Балтийского моря:

Балтийское море небольшое по площади – 415000 км², мелководное - средние глубины равны 52 м, максимальная - 459 м [222]. Относится к внутриматериковым морям. Сложной системой крупных (Скагеррак, Каттегат) и мелких узких проливов связано сСеверным морем, оказывающим влияние на гидрологический режим Балтики. Море имеет своеобразную конфигурацию. На юге, начиная от Датских о-вов и до материкового берега, акватория имеет четко выраженное зональное простирание протяженностью примерно 9°. В районе Клайпеды простирание меняется почти под прямым углом с юга на север. В этом направлении море простирается почти на 12°, как показано на рисунке 2.149. Это влияет на формирование особенностей ветро-волнового режима у юго-восточного побережья. В частности на длину разгона волн – одного из условий, определяющих энергетический потенциал волн.

Рисунок 2.149 – Карта Балтийского моря

Исходя из особенностей конфигурации Балтийского моря, северные ветры и связанное с ними волнение, имеют максимальный разгон (около 1000 км) и обладают наибольшей потенциальной энергией. Этим ветрам открыт северный берег Самбийского п-ова, простирающийся с запада на восток. Западный берег Самбийского п-ова, имея простирание с севера на юг, экспонирован западным ветрам. Длина разгона волн, вызванная этими ветрами, составляет около 300 км. Берега Вислинской и Куршской кос экспонированы северо-западным ветрам и соответственно волнению. Длина разгона волн оставляет около 300 км.

Разнообразие экспозиции берегов является причиной разной степени штормовых разрушений на разных участках берега при казалось бы не большом их протяжении. Например, шторм 2007 года, сопровождавшийся северо-западными ветрами вызвал максимальный размыв берегов Куршской косы [223]. Шторм 2012 г., сопровождавшийся северными ветрами оказался разрушительным для северного берега Самбийского п-ова, а на Куршской косе оказался значительно меньше по сравнению со штормом 2007 года.

Берега Юго-Восточной Балтики подвержены воздействию *ветров* практически всех морских направлений [224].

По данным многолетних наблюдений на береговых ГМС юго-восточной Балтики преобладающими являются ветры ЮЗ-СЗ сектора горизонта; их суммарная повторяемость составляет 45-48%, а средневзвешенная скорость колеблется в пределах 5,7-7,3 м/с. Слабые ветры (до 5 м/с) встречаются более чем в половине всех случаев (56-60%), умеренные и свежие (6-9 м/с) имеют повторяемость 27-32%. Штормовые ветры (12-18 м/с) наблюдаются в 5-7% случаев и в течение всего года преобладают со стороны северо-западной четверти горизонта (до 70-80%). Лишь весной повышается удельный вес восточных штормов (16,5%) [225]. В осеннее-зимний штормовой период преобладают ветры от юго-востока, повторяемость до 25%. Обычно это ветры со скоростью 8-12 м/сек, нередко усиливаясь до 18-20 м/сек [226]. По расчетам О.И. Рябковой [227] максимальное среднемноголетнее энергетическое воздействие также приходится на ветры З, ЮЗ и СЗ румбов и составляет на Калининградском побережье соответственно 1748, 742 и 478 у.е.

В соответствии с ветровым режимом, на Калининградском побережье Балтики господствующим является волнение западных и северо-западных румбов. Максимум потока волновой энергии приходится на З, СЗ и ЮЗ румбы с величинами соответственно $70,7x10^6$ тм, $28,7x10^6$ тм и $2,9x\ 10^6$ тм [227], что указывает на определяющую роль волнения З и СЗ румбов в динамике береговой зоны области. В большинстве случаев преобладают слабые и умеренные (0-0,75 м) волны (54-62%), примерно треть составляет значительное (0,75-2.0 м) волнение и лишь в 5-10% случаев оно превышает 2 м [228]. Однако, именно волны высотой 2-3 м, согласно зависимостям линейной теории, способны генерировать на глубине 20 м орбитальные скорости до 0,17-0,53 м/сек, достаточные для массовых подвижек песка.

Волнение Балтийского моря, также как и ветер, характеризуется выраженным годовым ходом. Зимой (ноябрь-февраль) наблюдается наибольшая повторяемость штормовых ветров и экстремальных волн, высота которых 1 раз в 50 лет может достигать в ЮВ Балтике 9 м зимой и 8 м летом. На нефтяной платформе напротив Приморска (глубина 27 м) высота морских волн в период экстремального зимнего шторма 1983 г. 1% обеспеченности достигала 10 м, а отдельных волн – 12 м. Многолетние визуальные наблюдения на ГМС Светлогорск и Балтийск показали, что максимальные за год высоты волн в прибрежной полосе (глубина 10 м) достигают 4-5 м, что примерно в 2 раза ниже высот самых крупных волн (h 1%) в открытой части моря, повторяемостью 1 раз в год.

Калининградское побережье Балтики имеет мягкий *морской климат*. Зима мягкая и непродолжительная, часты штормы. Весна имеет затяжной характер, но западные ветры умеренной силы. Осень теплее весны, но в конце начинается период частых штормов.

Среднегодовое количество осадков возрастает с юга на север области от 771 мм (Балтийск) до 917 мм (Светлогорск). Наибольшее количество осадков приходится на октябрь-декабрь (32%), а наименьшее - на апрель-май.

Благоприятный для туризма и отдыха период длится 160-180 дней, купальный сезон – 80-90 дней, а вода в море прогревается до 18-21ºС. Среднегодовая температура воздуха +8° С. Средние температуры января от –3 до +5ºС, июля +15-17ºС. Среднегодовая величина атмосферного давления на побережье близка к 1012 гПа. В годовом ходе изменения среднего давления из месяца в месяц недалеки и не имеют четко выраженного максимума и минимума. Благодаря эффекту плоских побережий, понижена облачность и годовая продолжительность солнечного сияния необычно велика – более 2000 часов, а число пасмурных дней в теплый период – 25–30. Период биологической активности ультрафиолетовой радиации достигает шести месяцев. 55–66 летних дней имеет максимальную суточную температуру выше 20°С [229,226].

Термический режим ЮВ части Балтийского моря существенно различается по вертикали что связано с четко выраженной вертикальной стратификацией вод. Эта специфическая черта гидрологии Балтики обусловлена взаимодействием большого стока пресных вод (472 км3/год) и притока соленых вод Северного моря, в результате чего формируется галоклин, стабильно располагающийся на глубине 60-70 м, а активное динамическое и тепловое воздействие атмосферы способствует образованию в поверхностном слое термоклина, обостряющийся в летний период на горизонтах 10-30 м и размываемый зимой [230].

В результате водная толща делится на три основных слоя: верхний, деятельный - от поверхности до термоклина, промежуточный – между термоклинном и галоклином, и глубинный – ниже галоклина. Воздействие атмосферы ниже термоклина происходит лишь опосредованно – через формирование внутренних волн, которые в Балтике достаточно активны [231, 232, 233]. Ниже галоклина воздействие атмосферы уже не прослеживается, поэтому температурный режим глубинных слоев определяется горизонтальной адвекцией тепла, периодически происходящей в процессе затока североморских вод. В меньшей мере обмен теплом здесь происходит посредством вертикальной конвекции.

Для верхнего деятельного слоя характерна большая изменчивость температуры с выраженным годовым ходом при максимуме в июле-марте и минимуме в феврале-марте. Диапазон колебаний среднемноголетнего годового хода температуры воды в верхнем 30-

40 м слое может достигает 24° С (0°-24°С), при типичной амплитуде в 12-14° С (4-18° С). При этом межгодовые колебания температуры воды в каждом месяце в зависимости от тепловых условий лета и зимы достаточно велики. В феврале в южной части моря она может изменяться от 0 до 9°С, в августе – от 10 до 23° С [230]. В промежуточном слое изменчивость температуры невелика, как правило, в интервале от 1 до 4° С. В нижнем слое (под галоклином) температура меняется еще меньше. В большинстве районов моря годовой ход температуры практически отсутствует, и только в период затоков она меняется вместе с соленостью [230].

Формирование верхнего квазиоднородного слоя начинается в мае, а к концу июня его толщина достигает максимума. Одновременно образуется холодный промежуточный слой (термоклин-галоклин), толщина которого весной достигает 20-40 м, а к концу лета уменьшается до минимума. Осенью температура верхнего квазиоднородного слоя быстро понижается и термоклин разрушается. В слое от поверхности до галоклина устанавливается температура воды 1-3° С.

Пространственная структура поля поверхностной температуры отличается крайней неоднородностью, особенно в летний период. Отмечались горизонтальные градиенты температуры до 7-8° С на расстоянии нескольких километров, что связано с выносом холодных глубинных вод на поверхность вихрями, которые весьма развиты в Балтийском море [231, 234, 235, 236]. Вертикальная составляющая течений в вихрях может возрастать на порядок по сравнению с фоновыми условиями [235].

В прибрежной зоне моря, с морской границей в районе изобаты 30 м, вертикальная структура водной толщи однородна, а ее температурный режим соответствует поведению верхнего квазиоднородного слоя открытого моря. Многолетние наблюдения на гидрометеопостах Балтийска (1948-1975 гг.), Пионерска (1948-1975 гг.) и Клайпеды (1961-1975 гг.) указывают на схожий диапазон предельных колебаний температуры воды от -0.5-0.9°С до +23.9-25.2°С, при среднемноголетнем внутригодовом диапазоне изменений +1 - 18° С[230].

Ледовый режим юго-восточной части Балтийского моря менее суров, чем ее северная и северо-восточная части. Это связано с господством переноса атлантических воздушных масс с запада, имеющих более высокую температуру и влажность. Поэтому в долгосрочном масштабе ледовитость южной половины Балтики определяется преобладанием меридионального или зонального типа глобальной циркуляции над Атлантикой. В настоящее время доминирует зональный тип переноса воздушных масс, что ограничивает поступление холодного арктического воздуха на акваторию южной

Балтики, снижая тем самым ледовитость моря [237].

Для оценки ледового режима моря принято использовать деление зим на 4 градации: очень теплые, умеренные, холодные и очень холодные. Оцениваются следующие показатели: ледовитость моря (площадь покрытия льдом в пик развития льда), толщина льда и количество дней со льдом. Суровость зим оценивается суммой отрицательных температур воздуха [238]. Статистический подсчет зим по типам суровости за период 1939-1975 гг., приведенный в [230], показал, что теплые зимы составили 37%, умеренные – 34%, холодные – 21% и очень холодные – 8%.

Для более детальной характеристики ледового режима Балтийское море разделяют на отдельные крупные бассейны: северная (1) и южная (2) части Ботнического залива, Финский залив (3), центральная и южная часть моря (4) и проливы (5) [231].

В Юго-восточной Балтике образование льда начинается в январе, полное исчезновение в конце апреля, а максимальная площадь покрытия льдом открытой части моря отмечается в конце февраля - начале марта, и в среднем может достигает 30%. Это в 2 раза меньше максимальной площади льдов в Финском заливе и в 3 раза – в сравнении с северной частью Ботнического [231]. В мягкие зимы юго-восточная и южная часть Балтийского моря обычно не замерзает, как показано на рисунке 2.150. В умеренные зимы припай может распространиться до средней части Куршской косы к концу января. Образование припая происходит в тихие синоптические периоды. Шторма западных и северных румбов препятствуют его образованию. Плавучий лед небольшой мощности в умеренные зимы может появляться и у побережья Польши и Германии. И только в холодные зимы припай появляется на побережье Калининградской области, включая польскую часть Вислинской косы и достигает максимального распространения к концу марта. Толщина ледяного припая в этот тип зим на восточном побережье Балтийского моря достигает 50-60 см., а плавучий лед распространяется в открытое море на расстояние до 20-25 км. В суровые зимы вдоль восточного побережья неподвижный припая образуется к началу февраля, а плавучий лед распространяется в море на 25-30 км. .К концу февраля граница плавучего льда распространяется на 50-100 км. Максимальное развитие льда наступает к концу марта [230]

Относительно более суровые ледовые условия по сравнению с морем наблюдаются в Куршском и Вислинском заливах, что связано с малым разгоном ветра и менее активным волновым режимом. Полное замерзание заливов наблюдается достаточно часто. Толщина льда здесь в холодные и суровые зимы может достигать 50-60 см, а при штормовых ветрах часто наблюдается сильное торошение льда [231].

Рисунок 2.150 – Стадия начального льдообразования у берега (Фото Ж. Стонт)

Колебания уровня моря. На побережье Калининградской области приливы носят неправильный полусуточный характер, а их амплитуда не превышает 2-5 см. Величина их столь мала, что берега Ю-В Балтики называют еще бесприливными [239].

Значительное воздействие на берег наряду с волнением, оказывает ветровой нагон Жиндарев и др. 1998). На морском побережье подъем уровня при нагонах в период действия экстремальных по силе штормов достигает на косах 1,8 – 2,0 м, а на абразионном берегу Самбийского полуострова 1,5 - 1,6 м. На Вислинской косе высота пляжа составляет 2.2 – 2.4 м, уменьшаясь у северной оконечности до 1.4 – 1.6 м; на Куршской косе – от 0.9м на прикорневом участке до 2.5 м у северной оконечности; на Самбийском п-ове – от 1 м до 1.5-1.7м. При таких высотах пляжа прибой воздействует непосредственно на основание клифа или основание склона авандюны, вызывая соответственно абразию или размыв. Именно такие условия сложились во время шторма зимой 2012 г., когда нагон достиг 1,4 и на берега Самбийского п-ова обрушились волны, вызванные северными ветрами, как показано на рисунке 2.151. Аналогичная ситуация сложилась и зимой 2007 г., когда при северо-западных ветрах нагон достиг 1,4 м и начался экстремальный размыв берегов Куршской косы. Нагоны до 0,5-0,8 м бывают ежегодно [229].

Рисунок 2.151 – Абразия склона Самбийского п-ова во время шторма зимой 2012 г. при высоком нагоне: район Донского и Светлогорска (Фото О.Гущина)

Режим течений. В береговой зоне действуют три системы течений: ветровые дрейфовые, энергетические (волновые) и градиентные (стоковые). Дрейфовые течения до берега не доходят и разрушаются в прибойной зоне, т.е. в зоне разрушения волн на подходе к берегу. Волновые течения действуют по всей ширине береговой зоны. В прибойной зоне преобладают стоковые течения, направленные в основном вдоль берега или под некоторым острым углом к нему. Морская граница вдольбереговых придонных течений на Калининградском побережье Балтики располагается в районе изобаты 30 м.

В период действия слабых и умеренных ветров вдольбереговой перенос водных масс вырождается в серию неустойчивых циркуляционных ячеек разной направленности, масштаб которых соизмерим с очертанием изобат и вогнутостей береговой линии, и уменьшается с ослаблением ветра и с приближением к берегу. Разрывные течения являются разновидностью стоковых течений при подходе волн по нормали к берегу, но их действие ограничивается первыми сотнями метров, как показано на рисунке 2.152.

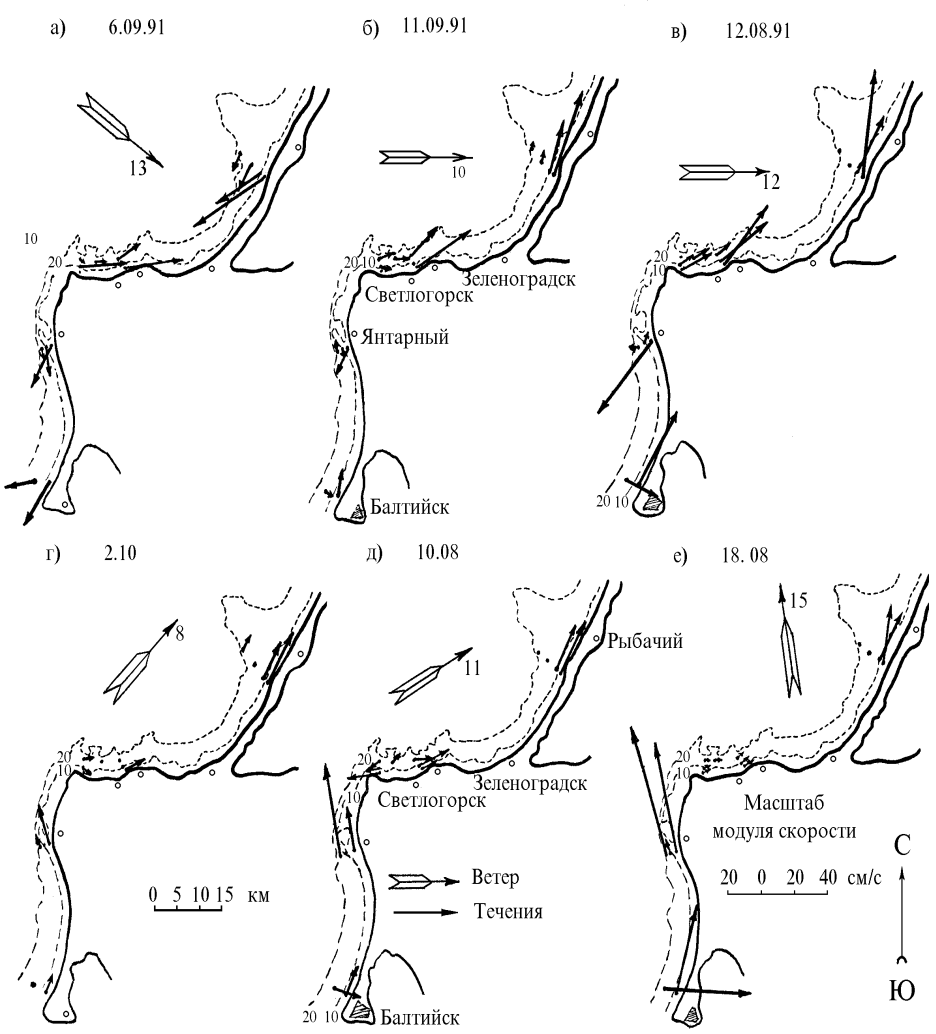


Рисунок 2.152 – Векторы штормовых течений [240]

Результирующий перенос прибрежных вод вдоль Калининградского побережья Балтики определяется углом подхода к линии берега господствующих ветров западных румбов. На северном подводном склоне с широтной ориентацией берега повышена повторяемость вдольбереговых восточных течений. На западном меридионально ориентированном побережье Самбийского п-ова слабые (V=0-10см/с) и умеренные (V=10-20см/с) потоки имеют преобладающее северное направление, а наиболее интенсивные течения (V>20см/с) формируются господствующими штормами северо-западной четверти и, поэтому, чаще действуют во встречном южном направлении [240].

Наиболее крупные реки области – Преголь, Неман впадают в заливы, Преголь – в Вислинский залив, а Неман – в Куршский. Непосредственно в море впадают небольшие, короткие реки Самбийского п-ова – Светлогорка, Забава, Отрадненка, Медведевка. Реки короткие, имеют терригенный сток только после выпадения обильных дождей и усиления стока. По сравнению с материалом абразии, техногенных источников их роль в поставке наносов в береговую зону весьма мала. На косах водотоки отсутствуют.

Прибрежный подводный рельеф у Самбийского п-ова до глубин 20-25 м имеет достаточно сложное строение. У северного берега в верхней части подводного склона до глубины 10м уклоны составляют 0,014 – 0, 17. В бухтах, например Зеленоградской, уклон уменьшается до 0,01. Ход изобат извилистый. Перед мысом Таран сформировался широкий валунно-глыбовый бенч с малыми уклонами. Ширина бенча варьирует. Такой же бенч образовался перед мысом Гвардейским. У западного берега п-ова рибрежный рельеф сложный, здесь многочисленны мели, банки. Это обусловлено особенностями абразии ледникового рельефа. Здесь имеются многочисленные выходы ледниковых суглинков, на поверхности которых залегает отмытый от мелкозема валунно-глыбовый материал, образующий многочисленные гряды и отмели. С глубины 17-18 м на дне обнажаются сцементированные алевролиты мелового возраста, а несколько глубже - мергели того же возраста [241]. Именно в последние врезан 7-8-метровый абразионный уступ анцилово-литоринового возраста, обрамляющий на дне контур Самбийского полуострова от Янтарного до мыса Гвардейского. За 25-30 м изобатой прослеживается более сглаженный рельеф дна, представляющий собой абразионио-аккумулятивную равнину [242].

Прибрежный подводный рельеф Куршской косы расчлененный. Характерны гряды, рифы из валунов отмытых морен. Таковым является и плато Рыбачье. Берег отмелый, со слабыми уклонами как и на Вислинской косе.

Вислинская коса. Подводный береговой склон в верхней части пологонаклонный, отмелый. Уклоны около 0,01. Глубже на разном расстоянии от береговой линии параллельно ей тянется цепочка из 1 или 2 подводных береговых валов, отделенных между собой и от берега подводными ложбинами. Нижняя граница распространения проходит на расстоянии 500–600 м от берега, по изобате 5,5 – 6 м. Они имеют относительные высоты 0,3–2,6 м [243].

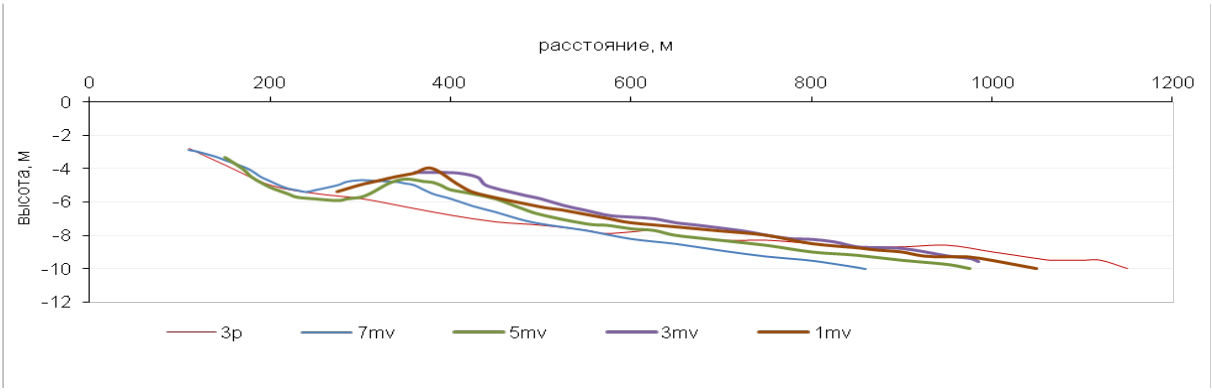


Рисунок 2.153 – Профили подводного берегового склона Вислинской косы. 3p – северный участок, 1mv – южный, на границе с Польшей [243]

У северо-восточного отрезка косы подводные валы встречаются фрагментарно. Первый подводный вал отмечен на расстоянии 4 км от Балтийского пролива, там, где заканчивается участок устойчивого берегового размыва, на расстоянии 300 м от берега. Ширина его по основанию около 200м. Перед ним тянется подводная ложбина с глубинами порядка 7 м, как показано на рисунке 2.153).

2.2.1.2 Общая характеристика берега

Берега Калининградской области представлены абразионными берегами Самбийского п-ова, и аккумулятивные берегами Вислинской и Куршской кос, как показано на рисунке 2.154. Несмотря на внешнее сходство, тем не менее, современная морфодинамика кос значительно отличается.

Береговая линия *Самбийского полуострова* образована несколькими пологими открытыми бухтами (Покровской, Янтарненской, Донской, Приморской, Светлогорской и Пионерской) и разделяющими их мысами и выступами, что предопределено особенностями геологического строения побережья. Береговые обрывы имеют высоты от 50 м на мысе Таран, плавно понижаясь в восточном и западном направлениях до 4-5 м на крыльях полуострова. Мысы и выступы, разделяющие бухты, приурочены к выходам в береговом уступе валунных моренных суглинков с большим количеством каменного материала. Таковы мысы Обзорный, Песчаный, Бакалинский, Таран, Купальный,

Гвардейский. В вогнутостях берега береговые уступы сложены легкоразмываемые песчано-глинистые отложения неогена и палеогена, местами замещаемые водно-ледниковыми отложениями.

Рисунок 2.154 – Типы берегов Калининградской области

Рельеф полуострова представляет собой поверхность ледниковой аккумуляции, сформированную последним (валдайским) оледенением. Здесь прослеживаются конечно-моренные образования, развиты волнистые и холмистые равнины основной морены, озы, камы, зандровые равнины и т.д. Абразионные берега сформированы в основном в моренной и водно-ледниковой толще отложений, пронизанной выходами грунтовых вод.

Полуостров покрыт смешанными и хвойными лесами, перемежающимися с пахотными угодьями.

Северные берега Самбийского п-ова абразионные, их протяженностью 36 км. На береговых уступах активные гравитационные процессы. Там, где ледниковые толщи пронизаны водоносными горизонтами, склоны перекрыты грязевыми потоками. Это характерно для береговых уступов в Отрадном, Светлогорске, как показано на рисунке 2.155. Схожий характер берега и на западном берегу полуострова на 9-10 км (из 37 км) к югу от мыса Таран до пос Янтарный.

Абразионные берега Самбийского полуострова окаймляет пляж шириной от 5-7 м на мысах и 25-30 в бухтах и вогнутостях берега. На мысах пляж сложен валунно-глыбовым материалом, в бухтах преимущественно песком, но со значительным содержанием гальки и гравия, особенно в приурезовой части, как показано на рисунке 2.156. Южнее Янтарного берег представлен отмершими клифами, перед которыми сформировались аккумулятивные песчаные террасы, поверхность которых осложнена сериями дюнных валов, переходящими в широкие (более 100 м в бухте Покровской) пляжи, как показано на рисунке 2.157. Таков характер берега вплоть до Балтийского пролива на юге, где ширина пляжей составляет от 30 до 60 м, как показано на рисунке 2.158.

Причиной смены процесса абразии на аккумулятивный явилось поступление в береговую зону с начала 90-х годов прошлого столетия пульпы Янтарного комбината (техногенный источник наносов) [224, 245, 246, 247].

Рисунок 2.155 – Активный уступ размыва в Лесном (перед Отрадным) и между Отрадным и Светлогорском. Грязевые потоки перекрывают верхнюю часть пляжа. Песчаный пляж шириной 8-20 м. Деревья, сползшие с вершины склона вместе с почвой (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.156 – Мыс Гвардейский. Обвалившаяся в зимний шторм 2012 г. на пляж пограничная вышка. Пляж сложен валунами с песчано-галечно-гравийным заполнением (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.157 – Вершина бухты Покровская с высоты отмершего абразионного уступа. Пляж шириной более 100 м (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.158 – Песчаный пляж шириной 45-60 м в районе г. Балтийска (Фото Бобыкиной)

Вислинская (Балтийская) коса является по определению В.П. Зенковича [201] аккумулятивной формой двустороннего питания, косой-пересыпью, прошедшей долгий путь формирования в ходе литориновой трансгрессии моря [248, 249]. В современном виде она существует с 1510 г., когда в результате прорыва штормовыми водами сформировался новый пролив, получивший название Ной Тиф. Положение проливов неоднократно менялось. Известен пролив, образовавшийся в 890 году на самом южном отрезке косы. Впоследствии прорывы многократно мигрировали по косе - были и севернее современного и в середине косы и опять смещались на юг [250].

Береговая линия извилистая, осложнена крупными фестонообразными бухтами (мегафестонами) с расстоянием между выступающими в море мысами около 100–120 м. При усилении волнения береговая линия выравнивается, а при ослаблении эти формы появляются вновь.

В морфологическом отношении коса имеет следующее строение [251, 252]:

Со стороны моря за песчаным пляжем шириной 35-55 м тянется узкая валообразная береговая дюна высотой до 8-9 м, которая сформировалась в последние 15- 20 лет. Формирование ее началось благодаря обильному поступлению на Балтийскую косу песка от сбросов в море вскрышных отложений Янтарного комбината [241,253]. Она примыкает к старой валообразной дюне, отделяясь от нее четко выраженной ложбиной.

Основная часть поверхности косы занята дюнами разной формы и величины. Имеется несколько типов береговых дюн: куполовидные отдельные холмы, параболические дюны, а со стороны залива - отдельные массивы - гряды высоких (до 38 м) наиболее древних дюн с пологим склоном в сторону моря и крутым - к заливу.

Почти вся поверхность косы поросла лесом с преобладанием сосны обыкновенной, а на береговой дюне – горной сосны, березы, по низинам – черной ольхи. Лесистость Вислинской косы составляет 80%. Ландшафт берегового дюнного вала определяют заросли низких кустов шиповника, отдельных кустов ивы. На склонах и поверхности заросли трав-песколюбов. Здесь часто встречается представитель из красной книги синеголовник. Только у пос. Коса на дюне можно увидеть искусственные довоенные посадки древесных (тополь береза, сосна) и кустарниковых (смородина, сирень шиповник и др.).

Морской берег представляет характерное для дюнных берегов сочетание защитного вдольберегового дюнного вала (или генерацию валов), переходящих в поверхность пляжа. Авандюна на протяжении первых 400 м от пролива дюнный вал (авандюна) полностью деградировала [254]. После экстремального шторма 1999 г, когда были разрушены остатки авандюны, этот участок берега стал аварийный, как показано на рисунке 2.159.

Авандюна постепенно повышается в южном направлении до 10-14 м, ширина ее по основанию составляет 50-90 м. Расчленена котловинами выдувания, которых в 2004 г. зарегистрировано 30. В настоящее время под действие антропогенного фактора число их ежегодно растет, в том числе появляются новые сквозные котловины. Наиболее сильно антропогенная нагрузка растет на северный участок косы в районе единственного поселка Коса. Дефляционные процессы активно разрушают авандюну на протяжении первых 3-х км, как показано на рисунке 2.160.

Рисунок 2.159 – Северный участок берега Вислинской косы со стороны старинной шведской крепости. В январский шторм 2012 г. затопило всю территорию, включая ближние дома (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.160 – Балтийская коса. Дефляция авандюны в северной части косы, вызванная увеличением не регулируемой антропогенной нагрузки (Фото Бобыкиной)

У подножья авандюны местами развивается молодая или зачаточная авандюна высотой 1-3 м. На 4-х км участке северной оконечности косы эта локально встречавшаяся форма к настоящему времени полностью смыта. На контакте морского склона авандюны и пляжа иногда формируется эоловая подушка шириной 3-8 м и высотой 1-1,5 м. Если эта форма в течение ряда лет устойчива, то она быстро зарастает травами-песколюбами и под действием эоловых процессов эволюционирует в зачаточную авандюну [243]. На участках аккумуляции формируется генерация таких форм.

Песчаный пляж характеризуется шириной от 8 м на северной оконечности косы до 30-35 м (а в отдельные годы более 40 м) в средней и южной частях и высотой от 1 м до 4м соответственно. Поверхность пляжа изменчива и осложнена местами береговыми валами, ложбинами, уступами размыва, сформировавшимися при более сильном волнении. В средней части пляжа, как правило, формируется ветроустойчивая поверхность с ветровой рябью, как показано на рисунке 2.161.

Северный участок берега на протяжении примерно 4 км к югу от Балтийского пролива находится под влиянием его молов, выступающих на 1 км в море, и испытывает устойчивый размыв [255]. В последнее десятилетие размыв усилился. Это особенно хорошо видно по ускоренным темпам разрушения шведского форта, построенного в XVIII веке, расположенного в корневой части южного мола пролива, как показано на рисунке 2.162.

Остальная часть косы стабильна с отдельными участками аккумулятивного берега. Таким образом, 20% берега Вислинской косы – это размываемые берега, а 80% – стабильно-аккумулятивные.

Рисунок 2.161 – Песчаный пляж в средней части Балтийской косы. Ширина пляжа около 40 м. (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.162 – Берег в прикорневой части южного мола Балтийского пролива. Остатки разрушенной древней шведской крепости. Тетраподы, валунная наброска и остатки деревянных бун не останавливают размыв берега (Фото Бобыкиной)

Куршская коса имеет сложное геологическое строение во многом определяющее особенности строения и динамики берега [256; 257, 258, 259]. Береговая линия в общем плане представляет дугу с радиусом около 300 км. Подобно Вислинской косе расчленена фестонообразными бухтами с выступающими в море мысами и глубоко вдающимися в тело пляжа вершинами. Размер их различен, расстояние между мысами около 100 и более м. Это эфемерные формы, которые со сменой направления, силы волнения деформируются или исчезают и вновь восстанавливаются.

Берега песчаные, аккумулятивные, но на всем своем протяжении не однородные.

В поперечном разрезе Куршская коса имеет следующее строение [244, 253]. Со стороны моря протягивается в основном песчаный пляж шириной от 20 – 25 м до 45 – 50 м. На южном участке косы ширина пляжа всего 8 – 20 м. Сложены пляжы хорошо сортированными среднезернистыми песками с медианным диаметром (Md) от 0,36 до 0,41 с примесью крупно- и мелкозернистых. В зависимости от геологического строения подводного склона, могут быть многочисленные выбросы гальки и гравия, а в отдельных местах и валунов. Это свидетельство сплошного распространения моренных отложений вдоль всей косы до 35 км.

На пляжах по всему периметру время от времени встречаются выбросы плоских кусков гитии – древних лагунных илов, возраст которых колеблется от 5510-6260 лет ВР (соответствует литориновому возрасту) [260].

За пляжем протягивается вдоль всего морского берега косы береговой дюнный вал – авандюна. Она имеет высоту всего 4 - 5 м на прикорневом участке и до 9 – 10 м на северном отрезке российской части косы, как показано на рисунках 2.63, 2.64. В последние десятилетия в связи с часто повторяющимися экстремальными по силе штормами (за последние 25 лет – 17 таких штормов) авандюна на прикорневом участке почти полностью размыта. Немного севернее в настоящее время размываются старые дюны высотой до 12 – 15 м с выходами в уступах размыва до 2 – 3 горизонтов древних погребенных почв. От Лесного и до границы с Литвой авандюна имеет ширину от 35 до 40 м, но в отдельных местах она значительно разрушена (у Т/б Хвойное, на 44 км косы). Причина тому - почти полное отсутствие обустроенных переходов через авандюну на пляж (всего 8 на 49 км косы; на литовской стороне косы на тех же 49 км сделаны 55 обустроенных переходов!).

Авандюна расчленена котловинами выдувания. В 2001 году их было выявлено около 50, причем 2 сквозные. В 2004 году в авандюне было обнаружено уже 170 котловин выдувания, причем сквозных было уже 12, как показано на рисунке 2.165)

Рисунок 2.63 – Авандюна и пляж в зоне рекреации у пос. Морское (северная часть Куршской косы) (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.64 – Береговой ландшафт зоны отдыха в районе Рыбачьего. Песчаный пляж шириной до 70 м. Эоловая аккумуляция восстановила размытый в шторм 2007 берег (Фото Бобыкиной)

Рисунок 2.165 – Сквозная котловина выдувания в районе туристической базы «Хвойное». Гибнет смешанный лес за авандюной (Фото Бобыкиной)

За авандюной в сторону залива тянется неровная поверхность передувания песков - дефляционная равнина. Местами на ней сохранились отдельные куполообразные дюны, например гора Мюллера, и менее высокие песчаные холмы. Следует отметить, что ранее всю косу пересекали так называемые параболлические дюны, образованные в следствии перевивания песков авандюны. Они долгое время сохранялись, пока вся косы была покрыта лесами. При полном уничтожении леса на Куршской косе к северо–востоку от нынешнего пос. Лесного пески параболлических дюн пришли в движение и образовали цепи высоких («белых») дюн вдоль лагунного берега косы. Ныне остатки параболических дюн видны с лагунной стороны косы только в Ниде и Юодкранте. Ныне большая часть дюн закреплена лесами, песколюбивыми травами и кустарниками. Лесистость Куршской косы составляет 70%.

Высокие гряды белых дюн представляют собой ценнейшую рекреационную территорию, т.к. типичные ландшафты песчаной «пустыни» представляют большой интерес для рекреантов.

Нарушение растительного покрова авандюны и образование котловины выдувания самые опасные факторы, способствующие прорыву нагонных вод при штормах на косу. По этой причине в шторм 1983 г. на корневом участке косы, авандюна на протяжении 700 м была полностью смыта и штормовыми водами затопило лес и автодорогу за ней. В том же году начался прорыв нагонных вод на северной окраине пос. Лесного. Аналогичная ситуации наблюдалась и в зимний шторм 2012 года.

Чрезмерные, неконтролируемые людские потоки, которые с каждым годом возрастают, приводят к перегрузкам уникальных ландшафтов и являются угрозой для устойчивого развития косы.

Берега косы в основном размываются, чередуясь со стабильными. Причиной активного размыва косы является дефицит наносов на подводном береговом склоне, который составляет от мыса Таран до 30-го км косы 40 млн. куб. м. [260].

Источники поступления осадочного материала в береговую зону моря. Согласно результатам многочисленных исследований, основным источником осадочного материала для Балтики является абразия берегов и подводного склона [261], а также речной аллювий и локально дампинг рыхлого материала на подводные свалки.

Роль каждого из источников питания пространственно дифференцирована. В Гданьском заливе главную роль в приходной части баланса наносов играют две последние составляющие, создавая предпосылки для преобладания аккумулятивных процессов и тем самым резко снижая активность донной и береговой абразии. При этом, на западном побережье главным источником поступления осадочного материала в море является пульповый материал Янтарного комбината, а в вершине Гданьского залива таковым является аллювий р. Вислы. Суммарный объем вскрышных пород, сброшенных на подводный береговой склон с начала добычи янтаря достиг 85 млн. м3 при среднегодовом поступлении в 1960-1980-х гг. в 1-2 млн. м3. Образовавшийся в месте сброса пульпового материала конус имеет вдольбереговую протяженность 3 км и максимальное выдвижение в море до 850 м [262].

Объем выносимого Вислой аллювия, согласно [263] сопоставим с объемом пульпы и достигает 940 тыс. м3/год [261]. Большая часть этого материала (до 65%) оседает в районе дельты Вислы. Образовавшийся мощный конус выноса соизмерим с конусом Янтарного комбината. Его подошва, судя по характерным изгибам изобат, проходит в районе 10 м изобаты.

На северном побережье Польши, Самбийского п-ова и Куршской косы литодинамический режим, ввиду отсутствия крупных рек и заметного техногенного сброса материала, определяется исключительно объемом поступления обломочного материала от размыва берегов и подводного берегового склона. Если первый источник очевиден и относительно легко измеряется, то вклад второго оценивается разными исследователями в весьма широких пределах. Так, В.Р. признает, что "на глубинах 9-10 м за внешней границей зоны подводных валов интенсивность движения наносов все еще значительна и при сильных штормах происходит довольно активный размыв подводного берегового склона". Именно современными процессами размыва подводного склона он объясняет обнажение у северных берегов Самбийского п-ова моренных отложений на глубине 10 м и более [264].

Коллектив авторов [265] также пришел к заключению, что "пока еще невозможно количественно оценить объем поступающего со дна обломочного материала. "Но некоторые косвенные признаки (например, распространение минерального комплекса третичных пород на пляжах) указывают, что он того же порядка, как и объем размываемого в клифах материала" [266].

Первые численные оценки массы материала, поступающего при абразии клифа и бенча для участков побережья ЮВ Балтики от косы Хель до коренного берега Литвы даны в работе А.И. Блажчишина по проблеме баланса осадочного материала Гданьского бассейна, как показано в таблице 2.11 [267]. Согласно приведенным в таблице 2.11 цифрам, максимальная абразия происходит на севере Самбийского п-ова и на корневых участках Хельской и Куршской кос, при этом удельная абразия бенча более интенсивна, чем размыв берега на участках с положительным балансом наносов, наблюдаемым в западной части Гданьского залива и в районе Клайпеды.

Таблица 2.11 Поступление абразионного материала в Гданьский бассейн (тыс. $м^3$/год) [267]

Район побережья	Абразия берега				Абразия бенча			
	длина берега, км	удельн. размыв, $м^3$/п.м	остается в берег. зоне	вынос. в глуб. зону	длина берега, км	удельн. размыв, $м^3$/п.м	остается в берег. зоне	вынос. в глуб. зону
Севернее Клайпеды	5	15.2	11.4	5.3	7	38	34.2	10.3
Куршская коса	10	38	19	5.7	50	95	76	3.4
Самбийский п-ов	20	87.4	45.6	6.7	15	64.6	38	6.8
Вислинская коса	-	-	-	-	20	38	30.4	3.4
Западная часть Гданьского залива	4	19	15.2	6.1	14	22.8	28.8	3.3
Коса Хель	7	95	53.2	21.2	10	38	26.6	6.5
Всего	46	254.6	144.4	8.7	116	296.4	228.0	4.5

На существенное превышение доли донного абразионного материала над береговым указывают также С.С. Муселяк и И. Семрау применительно к Польскому побережью [268, 269].

Судя по 11-летнему ряду ежегодных эхолотных промеров (1974-1985гг) с подводного склона Светлогорской бухты было вынесено 1 млн. 990 тыс. м3 рыхлого материала, что в среднем за год составило 181.3 тыс. м3 или 26.3 м3 /пог. м. В то же время, с берегов Светлогорской бухты за 7-летний период в среднем за год смывало 106.7 тыс. м3 или 16.9 м3 /пог. м, что в 1.56 раза меньше соответствующих удельных объемов для подводного склона. [240].

Итак, приведенные соотношения продуктивности бенчей и клифов для разных участков берега южной и юго-восточной Балтики, а также других морей, показывают, что удельный снос рыхлого материала с бенчей, сложенных глинистыми породами по-меньшей мере равен удельному сносу с берегов, а при благоприятном геологическом строении - в 1.5-2 раза больше.

Потоки наносов в Юго-восточной Балтике. В условиях господства ветров западных румбов в юго-восточной Балтике и резкого изгиба береговой линии Самбийского полуострова, результирующие потоки наносов на западном и северном побережье Калининградской области имеют расходящийся характер - на юг и на восток. У м. Таран берет начало поток наносов, выделенный Р.Я. Кнапсом, и названный им Восточно-Балтийским потоком наносов (ВБПН) [270, 271]. Согласно представлениям Р.Я. Кнапса, ВБПН простирается от Самбийского полуострова в сторону Литвы и Латвии до мыса Колка. Убежденным сторонником этой концепции был основоположник отечественной береговой науки В.П. Зенкович, и его ученик – В.Л. Болдырев, который до сих пор верен этим представлениям, как показано на рисунке 2.166 [272].

По мере накопления натурных геологических и геоморфологических данных, происходила эволюция во взглядах на пространственную структуру вдольберегового потока наносов. Было выяснено, что мощность потока наносов заметно меняется на смежных участках побережья с различной экспозицией берега, т.е. явно зависит от угла подхода результирующего вектора ветро-волнового воздействия к линии берега. Чем острее угол похода ветра, тем устойчивее и мощнее поток. С переходом луча волны через нормаль к линии берега, поток разворачивается в обратном направлении, что закономерно и подтверждено результатами длительных стационарных натурных измерений течений на побережье Калининградской области [240]. Подобное поведение потоков наносов вплоть до разворота во встречном направлении получено в результате расчетов по разным

методикам для северной части Куршской косы, включая и расчеты самого Р.Я. Кнапса, [240, 270; 273; 274].

В итоге, наряду с концепцией единого ВБПН окончательно оформилась концепция «локальных миграций», утверждающая преобладание массового вдольберегового переноса песка в пределах относительно обособленных морфо-литодинамических систем с периодическим обменом материалом между ними [275, 276, 277, 278, 279]. Второе принципиальное положение указанной концепции состоит в утверждении явного преобладания поперечных подвижек осадочного материала над вдольбереговыми [240, 274, 280, 281, 282, 283]. На рисунке 2.166 представлена схема результирующих направлений потоков наносов и наносодвижущих сил на Юго-восточном побережье Балтики, рассчитанная по известной методике Кнапса [270, 284] с учетом среднемноголетних параметров ветра, наблюдавшегося на Светлогорской ГМС за период 1949-1973 гг., как показано на рисунке 2.167 [240].

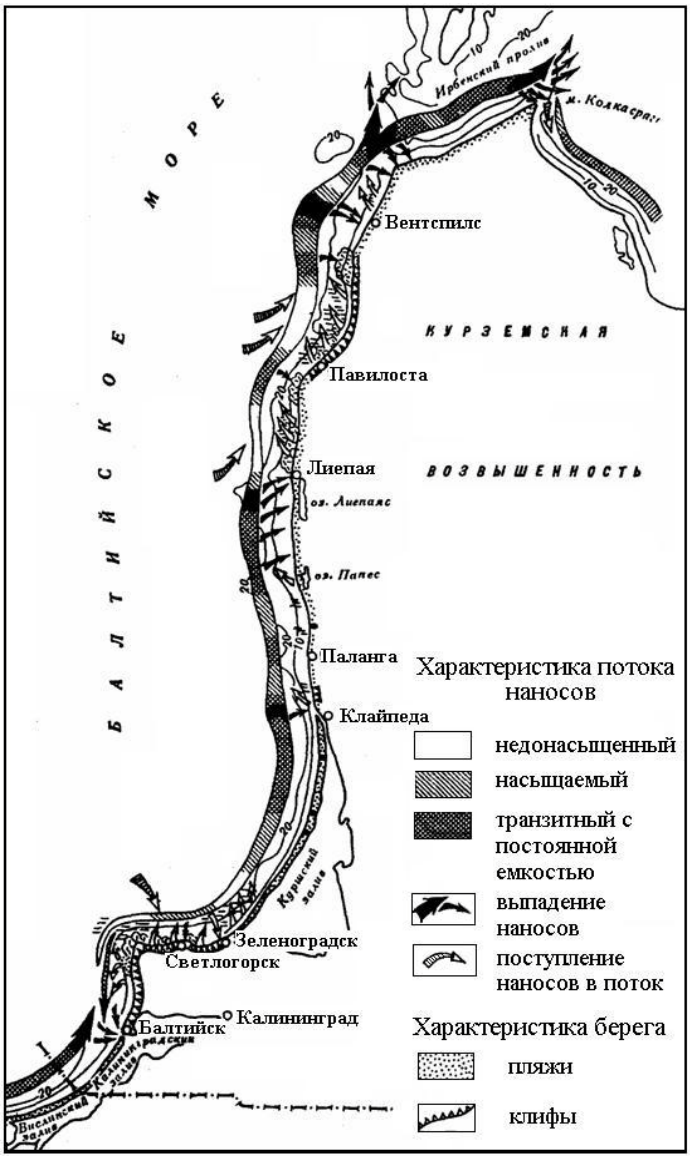


Рисунок 2.166 – Структура Восточно-Балтийского потока наносов по Болдыреву-Зенковичу

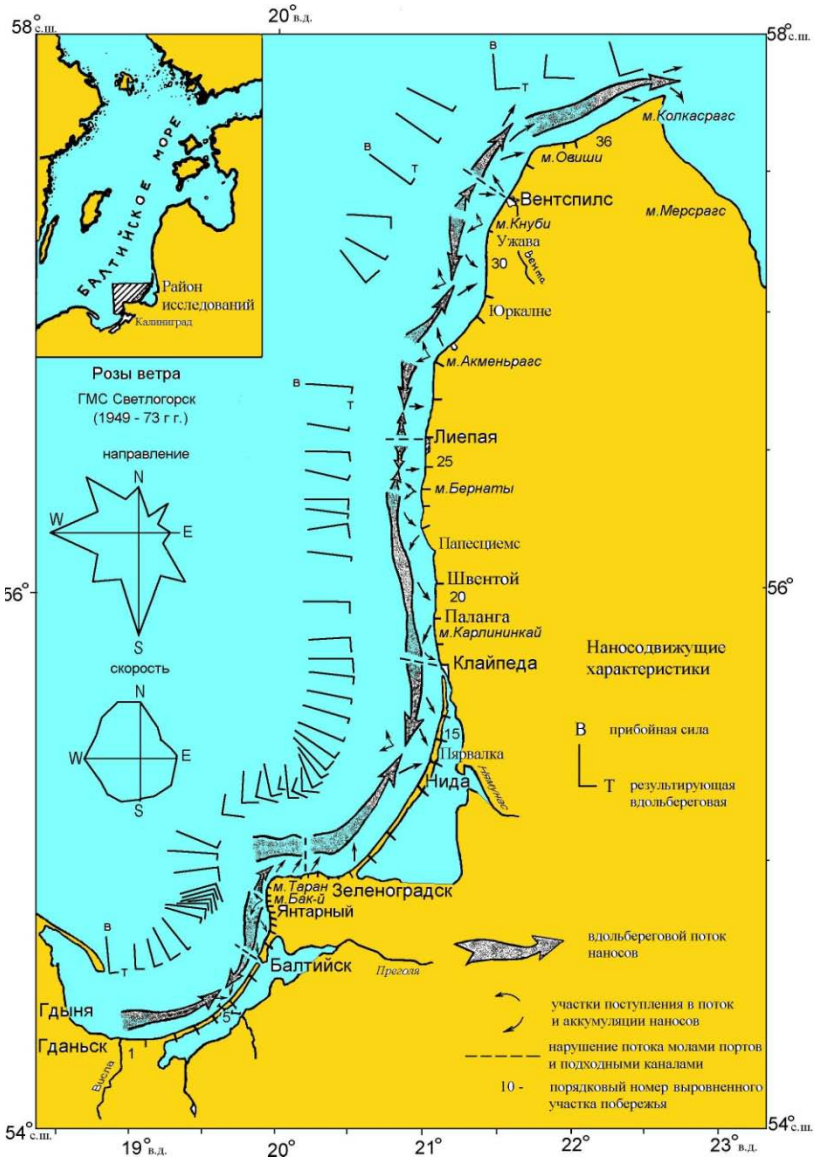


Рисунок 2.167 – Система вдольбереговых потоков наносов на Юго-восточном побережье Балтики согласно расчетам по методу Кнапса [240]

В пределах побережья от м. Таран до м. Бернаты выявлена система двух мощных потоков наносов, встреча которых происходит у северной части Куршской косы (севернее г. Нида). Интенсивный вдольбереговой перенос происходит от м. Таран почти до основания Куршской косы. В южной половине косы он постепенно ослабевает, а на северной половине полностью разгружается, что проявляется в преобладании аккумулятивных процессов и заметном расширении пляжей до 50-70 м.

От Паланги до порта Лиепая и в пределах Лабрагской бухты поток наносов приобретает выраженный миграционный характер, с повышенной активностью поперечных подвижек. Это связано с господством штормовых ветров со стороны западных румбов, подходящих под прямым или близким к нему углом к береговой линии.

Севернее Лабрагской бухты берег отклоняется в северо-восточную четверть, что приводит к увеличению.вдольбереговой составляющей энергетического вектора и формированию устойчивого вдольберегового транспорта наносов на север, интенсивность

которого нарастает при входе в Ирбенский пролив. Здесь вновь появляются широкие пляжи, достигающие 70-80 м, и четко выраженные авандюны, местами с одной-двумя дюнами в тыльной части.

На северном побережье Самбийского п-ова, широтно ориентированном с запада на восток, энергетический вектор ветро-волнового воздействия имеет максимальную вдольбереговую составляющую, способствуя активному выносу материала на восток. Именно поэтому северный берег Самбии активно разрушается. Здесь преобладают активные клифы и развитые подводные бенчи с локальными маломощными песчано-алевритовыми полями. Узкие песчаные пляжи удерживаются в вершинах Светлогорской, Пионерской и Зеленоградской вогнутостях, и исчезают в районе выступов берега, где проеобладают скопления валунов и гальки. Ввиду дефицита осадочного материала, мощность потока наносов здесь невелика. Согласно многолетним промерам глубин (1974-1985 гг.), сренегодовые безвозвратные потери обломочного материала с подводного склона и берега Светлогорской бухты составили 288 тыс. м3 в год, Учитывая, что абрадируемый донный и береговой материал Самбийского п-ова по меньшей мере на 2/3 состоит из частиц волнового поля (> 0.05 мм) [264], во вдольбереговой поток наносов вовлекается около 200 тыс. $м^3$/год. При этом важно отметить, что объемы деформаций подводного склона на северном подводном склоне Самбийского п-ова на порядок выше указанной мощности потока и могут меняться из года в год в пределах от -2 млн. 750 тыс. м3 до +3млн. 350 тыс. м3. Это свидетельствует о доминировании миграционного типа переноса материала в пределах береговых вогнутостей, включая и поперечные подвижки, даже на участках побережья с господствующими ветрами вдольбереговой ориентации. Вторая важная особенность деформаций рельефа подводного склона на севере Самбии состоит в том, что объемы короткопериодных деформаций за два-три месяца были соизмеримыми с годовыми (250 тыс. м3 - 1 млн. м3) , а их существенная изменчивость подтверждает положение о решающей роли штормов в динамике берегов [240].

На западном меридионально ориентированном побережье Самбийского п-ова господствующие штормовые ветры СЗ-ЮЗ румбов подходят по нормали к берегу, что приводит к ослаблению однонаправленного вдольберегового перемещения наносов и еще большему усилению роли миграционных подвижек. Одновременно возрастает повторяемость нормальных к берегу придонных течений, что приводит к выносу тонкозернистого осадочного материала на глубины - до подножия древнеберегового уступа (Н = 27-30 м) напротив Янтарного и Донского [285] и до изобат 15-20 м - южнее м.Песчаный [223,234,270]. В свою очередь, разная интенсивность штормов СЗ и ЮЗ румбов, и генерируемых ими течений, приводит к вдольбереговой сепарации осадочного

материала на западном подводном склоне Самбии: тонкозернистые осадки (d<0.05мм) выносятся во взвеси преимущественно на север [286, 287], тогда как пески перемещаются главным образом на юг [241, 253, 254, 263, 273,288].

Несмотря на преобладание миграционного типа движений наносов и их вынос на глубины, натурными исследованиями и расчетами по разным методикам установлено существование на западном подводном склоне двух вдольбереговых потоков наносов, зарождающихся у Бакалинского выступа (севернее Янтарного) и расходящихся на юг и север. К северу от Бакалинского выступа наблюдается локальный поток наносов в сторону м. Таран протяженностью 5 км и мощностью около 120 тыс.$м^3$/год. Его питание осадочным материалом происходит из Синявинского конуса в объеме 50-100 тыс.$м^3$/год [253, 254], а также материалом разрушения берега объемом до 70 тыс. $м^3$ / год [263, 288].

Южный, главный поток наносов доходит до Балтийска, и частично огибает его молы разгружаясь на российском участке Вислинской косы. Мощность в начале этого потока у м.Песчаный достигает 250 тыс.$м^3$/год [253, 254 ,263], а на подходе к Балтийску не превышает 30-90 тыс. $м^3$/год. На Вислинской косе отмечается чередование литологического состава пляжевых и донных отложений, прерывистость и местами извилистость двух подводных валов, что указывает на затухание вдольберегового транспорта наносов и на усиление вихревых и поперечных подвижек. [289]. В целом же наблюдается уменьшение медианного диаметра по мере приближения к средней части Вислинской косы. Встреча вдольбереговых потоков наносов, согласно расчетам по методу Кнапса происходит на российской части косы в 5км к северу от польско-российской границы, как показано на рисунке 2.167) [240]. Однако последние морфо-литологические и гидродинамические измерения позволили сделать заключение о существовании итоговой конвергенции южного (Янтарного) и северного (Вислинского) поток севернее Балтийска, в вершине Балтийско-Янтарной излучины [240].

Подводя итог сказанному, следует повторить, что при нормальном подходе ветра и волн к генеральной линии берега в пределах береговых дуг формируется система встречных потоков наносов. В районе их конвергенции начинает преобладать миграционный тип переноса и аккумуляция осадков. Одновременно заметно активизируется поперечный вынос материала в море. Дивергенция потоков приурочена, как правило, к мысам, являющимися естественными границами обособленных литодинамических систем.

В пределах крупной литодинамической системы с извилистой береговой линией при определенных синоптических условиях может существовать иерархия более мелких динамических подсистем, уменьшающихся в пределе до размера фестонов. Размеры

фестоны в свою очередь также варьируют в довольно широких пределах, с типичными размерами на побережье южной и юго-восточной Балтики в 100 - 400 м. Однако формирование фестонов контролируется уже не столько углом подхода ветра к линии берега, сколько структурой волнового поля. Механизм формирования фестонов до конца не выяснен, как и граница между определяющим воздействием ветра и волн на образование обособленных литодинамических систем разных масштабов.

Наконец важной особенностью прибрежного транспорта наносов является высокая активность поперечного транспорта наносов, на что указывают факты мощных деформаций подводного склона на глубинах до 10-15 м и более

Несмотря на заметный прогресс в изучении потоков наносов, их вдольбереговая структура в пределах Юго-восточного побережья Балтики до конца не выяснена. До сих пор нет единого мнения по местоположению границ и количеству литодинамических систем, направлению потоков наносов в их пределах, соотношению мощности вдольберегового и поперечного транспорта.

2.2.1.3 Биологическая характеристика морского побережья Калининградской области

Одним из наиболее уязвимых и динамичных компонентов прибрежного наземного и подводного ландшафтов является растительность. Морское побережье Калининградской области подвержено действию сильных ветров и морских волн, которые часто бывают губительными для береговой растительности. Негативное влияние выражается в уничтожении растительного покрова и гибели растений, в том числе редких и охраняемых в Калининградской области и Балтийском регионе, эндемиков побережья и типичных водорослей-макрофитов Балтийского моря.

Прибрежные бентосные сообщества Балтийского моря испытывают сильное воздействие от антропогенного загрязнения, поступающего с поверхностными стоками. Изменения параметров абиотических условий водной среды негативно сказываются на подводных сообществах водорослей, уязвимых к воздействию взвеси, повышению трофности вод и нефтяному загрязнению. Как прибрежное мелководье, так и морские пляжи являются важнейшими биотопами, с которыми связаны отдельные этапы жизненного цикла птиц и морских млекопитающих, как показано на рисунке 2.168 (а)). Сохранение богатства и высокой продуктивности многовидовых сообществ и отдельных видов и популяций прибрежной зоны в значительной мере обусловлено ее экологическим состоянием и уровнем антропогенного воздействия.

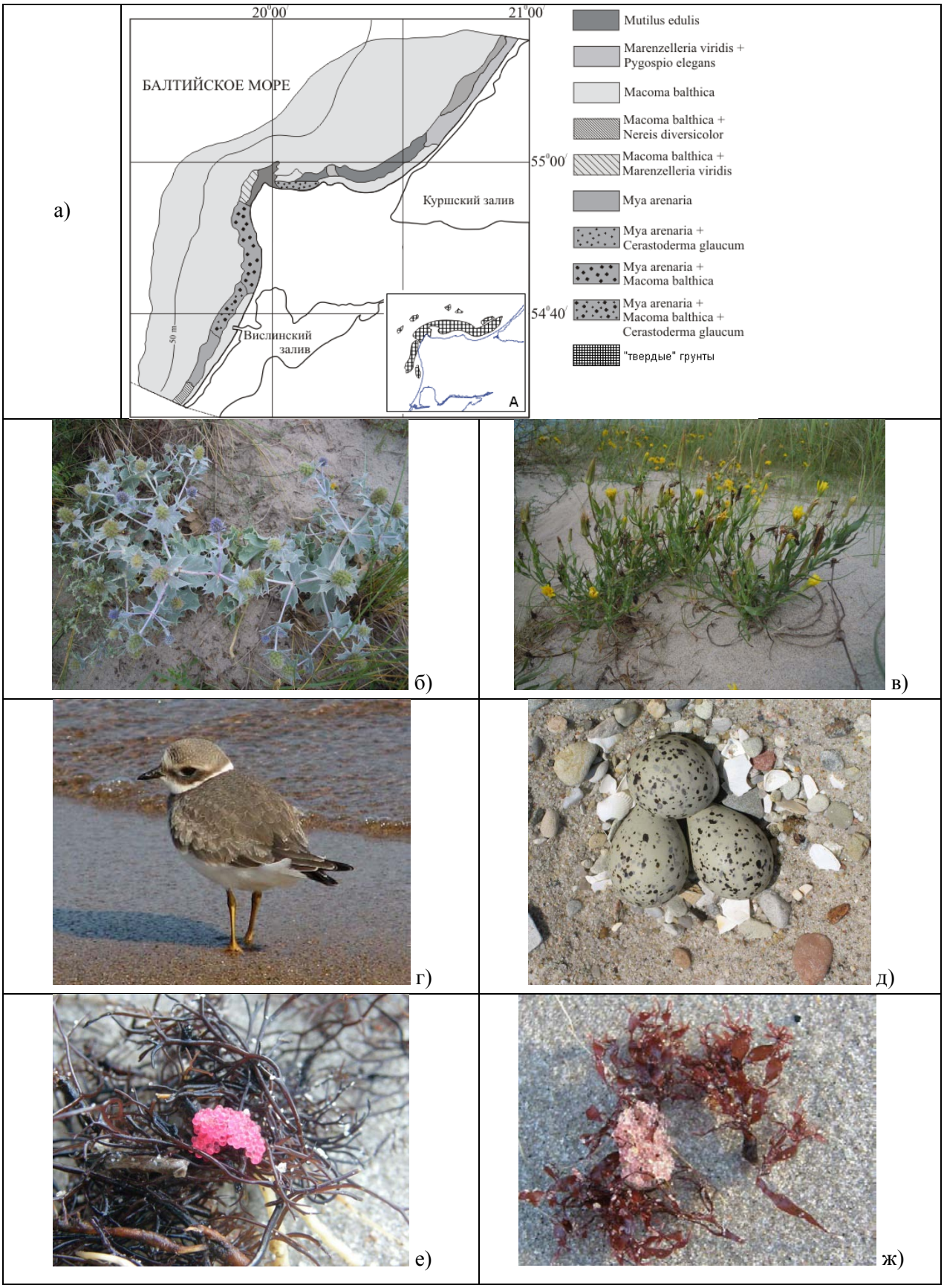


Рисунок 2.168 – Распределение сообществ макрозообентоса в юго-восточной Балтике в 2001–2004 гг. [305] (а); и охраняемые и уязвимые виды животных и растений, связанные с прибрежной зоной: б) - Eryngium maritimum, в) - Tragopogon heterospermus, г)- Галстучник Charadrius hiaticula, д) - Гнездо галстучника, е) – Furcellaria lumbricales с икрой, ж) – Coccotylus truncates с икрой

Редкие и охраняемые растения морского побережья Калининградской области:

На песчаных аккумулятивных берегах Куршской и Вислинской косы растительность авандюн представлена, в основном, многолетними травами-псаммофитами, размещающихся на рыхлых субстратах, обедненных органикой. Для этих сообществ характерна монодоминантность, простая структура, небольшая сомкнутость покрова. Преобладают ассоциации с песколюбкой песчаной (Ammophila arenaria), колосняком песчаным (Leymus arenarius), овсяницей песчаной (Festuca arenaria), вейником наземным (Calamagrostis epigeios), булавоносцем седоватым (Corynephorus canescens), чиной приморской (Lathyrus maritimus). Типичные ассоциации: песколюбки обыкновенной почти чистой с примесью амодении бутерлаковидной (Honckenia peploides) и овсяницы песчаной; песколюбко-колосняковая; чино-колосняковая; чино-колосняково-песколюбковая; песколюбко-колосняково-вейниковая; песколюбо-вейниковая; песчаноосоковая-булавоносцевая; песчаноосоковая-вейниковая [290]. Несмотря на весьма низкое видовое разнообразие псаммофитной флоры авандюны, произрастание на ней специфичных популяций редких видов растений и крайняя ее уязвимость к природным и антропогенным факторам, позволяют выделить эти участки в качестве ключевых и важных компонентов экосистемного разнообразия Куршской и Вислинской кос [291].

В последние десятилетия с возрастанием рекреационной нагрузки на морское побережье и повышением штормливости, на авандюнах уничтожается растительность. Снизилась встречаемость амодении бутерлаковидной (Honckenia peploides (L.) Ehrh.) и солянки калийной (Salsola kali L.) – пионерных растений в зарастании песков, уменьшается доля участия в фитоценозах чины приморской (Lathyrus maritimus Bigel) и колосняка гигантского (Leymus racemosus (Lam.) Tzvel.) – псаммофитных растений, высаженных специально для закрепления песков на косах. Уничтожение растительного покрова на авандюне ведет к усилению дефляции, засыпанию песком леса. В настоящее время сильно повреждён растительный покров на авандюне в начале Балтийской косы, на участках Куршской косы (корень косы, 14-15 км), где остановленный ранее, в результате берегозащитных мероприятий песок, снова пришёл в движение [292].

Сокращаются площади произрастания редких и охраняемых растений, занесенных в Красные книги России, Балтийского региона и Калининградской области 1 категории (угрожаемые), растущие на приморских песках и дюнах. Среди них: синеголовник морской (Eryngium maritimum L.), как показано на рисунке 2.168 (б), льнянка Лёзеля (Linaria loeselii Schweigg), армерия приморская (Armeria maritima (Mill.)Willd), козлобородник разносемянный (Tragopogon heterospermus Schweigg), как показано на рисунке 2.168 (в). Уникальная популяция козлобородника разносемянного произрастает в

Российской Федерации только на Куршской косе и имеет первостепенный статус охраны – государственный [293]. Состояние популяции синеголовника морского в начале Балтийской косы угрожающая из-за разрушительной силы штормов в последние годы и интенсивного антропогенного прессинга.

Всего выявлено произрастание 12 охраняемых видов 1 категории, как показано в таблице 2.13, занесенных в Красную книгу Калининградской области [294] и 16 редких видов, не включенных в Красную книгу, популяции которых нуждаются в сохранении и особом контроле [294], как показано в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Редкие растения побережья Балтийского моря, нуждающиеся в особом внимании и контроле в связи с уменьшением частоты встречаемости и обилия

№	Вид	Особенности обитания
1	Anthyllis maritima Schweigg	Авандюна Балтийского моря
2	X Callammophila baltica (Flugge ex Schrad.)	Подножие авандюн Балтийского моря
3	Leymus racemosus(Lam.)Tzvel.	Авандюна и дюнные пески Куршского и Вислинского заливов
4	Cakile baltica Jord.ex Pobed.	Дюнные пески, берег залива
5	Honckenya peploides (L.) Ehrh	Дюнные пески, берег залива
6	Nymphaea alba L.	Бухты и заводи залива
7	Nymphaea candida J. Presl	Бухты и заводи залива
8	Zannichellia palustris L.	Вислинский залив
9	Zannichellia major Boenn.	Вислинский залив
10	Allium scorodoprasum L.	Берега Вислинского и Куршского заливов
11	Glaux maritima L.	Берег Вислинского залива
12	Batrachium fluitans (Lam.) Wimm.	Бухты и заводи Вислинского залива
13	Viola littoralis Spreng.	Дюнные пески и берега Балтийского моря, Вислинского и Куршского заливов
14	Salsola kali L.	Дюнные пески, берега Вислинского и Куршского заливов
15	Ceratophyllum submersum L	Куршский залив
16	Potamogeton friesii Rupr	Бухты и заводи залива

Основные формации прибрежно-водной растительности заливов: формации из тростника обыкновенного (Phragmites australis (Cav.) Trin.ex Stend), камыша озёрного (Scirpus lacustris L.), кубышки желтой (Nuphar lutea (L.) Smith), рдеста пронзеннолистного (Potamogeton perfoliatus L.) и рдеста гребенчатого (P. pectinatus L.). Наибольшую роль в сложении растительного покрова заливов играют сообщества тростника обыкновенного.

В прибрежье и водах Вислинского залива локализованы специфические редкие для флоры области земноводные и водные виды растений-галофитов, местообитания некоторых из них являются единственными в области: Zannichellia palustris L. (цаникеллия болотная), Zannichellia major Boenn. (цаникелия большая), Glaux maritima L. (млечник приморский), Centaurium littorale (D. Turner) Gilmour (золототысячник приморский),

Batrachium fluitans (Lam.) Wimm. (шелковник плавающий), Tripolium vulgae Nees (триполиум обыновенный, солончаковая астра), Scirpus tabernaemontani C.C. Gmel. (камыш Табернамонтана), Triglochin palustre L., T. maritimum L. (триостренник болотный, триостренник приморский).

Для защиты берегов Куршского и Вислинского заливов от размыва главную роль играет тростник обыкновенный (Phragmites australis). Высокая ветроустойчивость, толерантность и широкая экологическая пластичность этого вида в сочетании с быстрым ростом и вегетативным размножением делает это растение идеальной волногасящей культурой на берегах заливов. Тростник выносит небольшое засоление почв, поэтому его рекомендуют высаживать у подножья эрозионных склонов и авандюны на участках с близким залеганием грунтовых вод. В 1995 г. в пос. Морское Куршской косы на намытом пляже Куршского залива проводились опытные посадки тростника корневищами и черенками на урезе воды [295].

Редкие и охраняемые птицы морских берегов Калининградской области:

Вислинская и Куршская косы с прилежащими морскими и лагунными водами имеют большое значение как участок Беломоро-Балтийского миграционного пути перелетных птиц. Прибрежные морские и лагунные участки Куршской косы являются важнейшими сезонными стациями для перелетных и зимующих водоплавающих птиц [294]. Наиболее значимыми для птиц местообитаниями на Куршской и Вислинской косах являются пологий пляж с прилежащей морской акваторией, в различной степени облесённая центральная равнина и прилагунная дюнная гряда с прилежащим побережьем заливов. Для птиц морской пляж является важным кормовым биотопом: зона заплеска - для куликов и чаек, участки от уреза воды до авандюны - для белой трясогузки, каменки, врановых, чаек. Вдоль линии пляжа проходят пути миграции куликов, чаек, ряда хищных и др. птиц [294, 296].

Морской пляж Куршской косы от 23 км – пос. Морское является ключевым участком гнездования регионально редкого стенотопного вида 3 категории редкости и уязвимого вида из Красной книги Балтийского региона – галстучника (Charadrius hiaticula), как показано на рисунке 2.168 (г, д). В границах участка формируются кратковременные миграционные скопления ряда редких и особо охраняемых видов (галстучник, кулик-сорока, чеграва) [296]. Всего для морских и лагунных прибрежных участков кос отмечено 5 видов птиц разного охранного статуса, как показано в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Охраняемые виды сосудистых растений 1 категории (угрожаемые), редких и охраняемых видов птиц побережья Балтийского моря (Куршская и Вислинская коса), занесенные в Красную книгу Калининградской области [294]и охраняемых видов морских млекопитающих

№	Вид	Особенности обитания	Красная книга Калининградской области	Красная книга Балтийского региона	Красная книга России
Растения					
1	Eryngium maritimum L.	Побережье Балтийского моря, растет на авандюне и пальве	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
2	Tragopogon heterospermus Schweigg.	Эндемик побережья Балтийского моря, дюнные пески; в последние десятилетия отмечен исключительно для Куршской косы (Соколов, 2003)	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
3	Gypsophila paniculata L.	Дюнные пески Куршской косы	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
4	Armeria maritima (Mill.)Willd.	Песчаные почвы лугов забровочной терассы морского побережья, морское побережье Куршской косы	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
5	Elytrigia junceformis A.Löve et Löve	Подножье авандюны Балтийского море, 1 местообитание	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	-	-
6	Juncus gerardii Loisel..	Берег Вислинского залива, 1 местообитание	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
7	Linaria loeselii Schweigg.	Дюнные пески побережья Балтийского моря, чаще встречается на Балтийской и Куршской косе	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
8	Spergularia salina J.et C. Presl	берег залива на Балтийской косе	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
9	Hippuris vulgaris L.	Берег Куршского залива, 1 местообитание	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
10	*Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) O.Kuntze.	Куршский залив, 3 местообитания	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
11	Ranunculus reptans L.	Берег залива в НП «Куршская коса», 1 местообитание	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-
12	Tragopogon heterospermus Schweigg.	Эндемик дюнных песков Балтийского моря, Куршская коса – единственное место произрастания в РФ	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	-

Таблица 2.13 – Охраняемые виды редких и охраняемых видов птиц побережья Балтийского моря (Куршская и Вислинская коса), занесенные в Красную книгу Калининградской области [294]и охраняемых видов морских млекопитающих (продолжение)

№	Вид	Особенности обитания	Красная книга Калининградской области	Красная книга Балтийского региона	Красная книга России
Птицы					
1	*Aythya nyroca* (Güldenstädt) – Белоглазый нырок	Перелетный вид. В периоды миграций встречается в Куршском заливе, гнездится крайне редко.	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
2	*Pandion haliaetus* (Linnaeus) – Скопа	Перелетный вид. Иногда гнездится на побережье Куршского зал.	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
3	*Haematopus ostralegus* (Linnaeus) – Кулик - сорока	Перелетный вид. Заселяет песчаные и песчано-галечниковые острова и участки побережья с редкой растительностью. Гнездятся единичные пары на Куршской косе.	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
4	*Tadorna tadorna* (Linnaeus) – Пеганка	Перелетный вид. Гнездится по берегам Вислинского и Куршского заливов, населяет как открытые участки песчаных и илистых побережий, так и поросшие деревьями	3 категория, редкий вид, численность в области низкая, распространение локальное	+	-
5	*Charadrius hiaticula* (Linnaeus) – галстучник	Перелетный вид. Гнездится на песчаных и песчано-галечниковых пляжах морского побережья Куршской косы.	3 категория, редкий вид	+	-
Млекопитающие					
1	*Halichoerus grypus balticus* (Hornschmush et Schilling, 1850) - серый тюлень, балтийский подвид	Относительно оседлый вид, свойственны миграции, связанные с размножением. Встречается в прибрежных морских водах, на побережье Куршской, Вислинской кос и Самбийского п-ова	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
2	*Phoca vitulina vitulina* (Allen, 1902) - обыкновенный тюлень	Относительно оседлый вид, обитает преимущественно в южной и центральной Балтике, у побережья Калининградской области достоверные находки редки	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
3	*Phoca hispida botnica* (Schreber, 1755) – кольчатая нерпа, балтийский подвид	Обитает в основном в Северной Балтике, у побережья Калининград-ской области редок	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+
4	*Phocaena phocaena* Linnaeus, 1758 – обыкновенная морская свинья	Обитает в основном в мелководных прибрежных районах, обычно небольшими группами	1 категория, вид находится под угрозой исчезновения	+	+

Рыбы морской литорали в Калининградской области:

Всего в Балтийском море встречается около 100 видов рыб [297], в водах южной части обитает около 70 видов рыб [298]. Важнейшие промысловые виды: треска *Gadus morhua*, балтийская сельдь (салака) Clupea harengus membras, шпрот (килька) - *Sprattus sprattus*, камбала речная Platichthys flesus, камбала-тюрбо *Psetta maximus*. Отмечаются заходы, иногда в больших количествах, океанических видов: саргана *Belone belone*, скумбрии *Scomber scombrus*. В начале 90-х годов появился азово-черноморский вселенец - бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*. В теплый период в прибрежной части моря появляются рыбы пресноводного и солоноватоводного комплексов, выходящих в море из Вислинского и Куршского заливов для нагула – окунь Perca fluviatilis, щука Esox lucius, судак Stizostedion lucioperca, лещ Abramis brama, рыбец Vimba vimba и др. [299]. Осенью в уловах появляется европейский керчак Myoxocephalus scorpius, рогатка M. quadricornis, в незначительных количествах песчанка Ammodytes tobianus и морская минога Petromyzon marinus, относящиеся к морскому комплексу ихтиофауны.

Ихтиофауна литорали (глубины 0-1м) складывается из молоди рыб морского комплекса: речной камбалы, камбалы тюрбо, сельди. Молодь трески, шпрота встречается редко. Здесь обычно встречаются трехиглая колюшка Gasterosteus aculeatus, морская игла Syngnathus typhle и бычки - обыкновенный Pomatoschistus microps, бычок-бубырь P. minutus, черный бычок Gobius niger. Прибрежная зона имеет важное значение для воспроизводства камбалы-тюрбо. Преднерестовые особи подходят в теплую прибрежную воду, где половые продукты дозревают. Самки камбалы-тюрбо с созревшими половыми продуктами в сопровождении нескольких самцов отходят от берега на глубину, где в пелагиали проходит нерест и развиваются личинки. Личинки камбалы–тюрбо, прошедшие стадию метаморфоза, возвращаются к берегу, где концентрируются в зоне литорали и нагуливаются до октября. В этой же зоне концентрируется молодь речной камбалы. Бычки используют прибрежную зону для воспроизводства и нагула молоди в апреле – августе [300]. В июле-августе в зоне заплеска литорали происходит нерест песчанки, которая закапывает икру в песок. Выклюнувшиеся личинки песчанки нагуливаются в прибрежной зоне [301]. Таким образом, роль прибрежной – литоральной зоны для ихтиоценоза южной части Балтийского моря заключается главным образом в обеспечении воспроизводства и нагула молоди ряда видов рыб.

Морские водоросли-макрофиты:

Прибрежная зона в условиях Калининградского взморья распространяется до глубин 12-13 метров. Фитальная зона здесь захватывает эулитораль и сублитораль. Участки субстратов, подходящих для роста макрофитных водорослей расположены,

главным образом, вдоль северного побережья Самбийского полуострова, где распространены песчано-гравийно-галечные поля, песчано-гравийные с фосфоритовой галькой, валунно-глыбовая отмостка и зона ступенчатого рельефа коренных пород, также локально – у Куршской косы. Низкая соленость вод определяет невысокое видовое разнообразие макрофлоры Юго-Восточной Балтики и меньшие размеры водорослей. Еще одним фактором, который может ограничивать развитие водорослей-макрофитов, но уже в батиметрическом отношении, является низкая прозрачность вод. В связи с последним, в прибрежной зоне моря в Калининградской области отмечается обитание некоторых видов водорослей на нехарактерных для них, более мелководных участках.

Из 32 видов макроводорослей (12 видов зеленых, 10 видов бурых и 10 видов красных) [302] представленных, в основном, эврибионтными, широко распространенными водорослями Балтийского моря, массовое развитие приобретают всего 7 видов. Тем не менее, в альгофлоре присутствуют виды, редкие в других частях Балтики. В частности – два вида, занесенные в Красную книгу Ленинградской области: Dictyosiphon foeniculaceus (Hudson) Greville и Hildenbrandia rubra (Sommerfelt) Meneghini и 7 видов, считающихся редкими в Литве. Наибольшее количество находок бентосных водорослей отмечено на глубинах от 3,5 до 6 м, где макрофиты поселяются на крупных валунах и булыжниках. Хотя наибольшее видовое разнообразие сконцентрировано на глубине 3-4 м, багрянковые водоросли Coccotylus truncatus и Furcellaria lumbricalis чаще встречаются на глубинах 3,5-6 м. К большим глубинам приурочены виды Coccotylus truncatus и Polysiphonia nigrescens. Разнообразие зеленых водорослей максимально на глубинах от 0,6 до 4 м.

Для трех видов многолетних красных водорослей, как показано на рисунке 2.168: Furcellaria lumbricalis (е), Cocotylus truncates (ж), Hildenbrandia rubra, чувствительных к загрязнению вод, выявлены локальные местообитания. Они приурочены к участкам с галечными, галечно-гравийными, валунно-глыбовыми субстратами. Распространение зарослей многолетних бентосных макрофитов, например, красной водоросли Furcellaria lumbricalis, имеющих важное эдификаторное значение как места нереста и нагула рыб, высокого видового разнообразия - сосредоточено в основном вдоль северного побережья Самбийского п-ова к северу и к югу от м. Таран. Фитоценозы с доминированием Furcellaria lumbricalis в настоящее время найдены пока только в окрестностях мыса Таран [303]. Сообщества макроводорослей являются сосредоточением биоразнообразия прибрежных вод, местами нагула и субстратом для нереста многих видов рыб, как показано на рисунке 2.168 (е,ж). Некоторые виды – например, морская форма балтийской сельди, нерестится только в зарослях красной водоросли фурцеллярии, с сокращением площадей которой связывают снижение запаса морской салаки.

Сообщества донных макробеспозвоночных:

Для Южной Балтики потенциально возможно нахождение около 400 видов макробентосных животных, однако основу донной макрофауны в регионе составляют 52 вида [304]. В мелководной прибрежной зоне до 20-30 м встречается еще меньше, однако эта зона в целом имеет более высокое разнообразие бентоса, чем глубоководные районы. Видовое разнообразие возрастает с глубиной, примерно до 25-метровой изобаты. Участки дна от уреза воды до 5 м глубин самые бедные в таксономическом отношении.

В широтном аспекте самый разнообразный бентос мелководной прибрежной зоны сосредоточен вдоль западной оконечности и на северном побережье Самбийского п-ова, где распространены обширные поля валунов с галькой и щебнем [305]. На участке побережья вдоль центральной части Куршской косы, где преобладают мелкозернистые пески и крупные алевриты, отмечено самое низкое видовое разнообразие на станциях (до 5 видов). В прибрежной части ЮВБ выделено четыре основных донных сообщества, в трех из которых превалируют по биомассе двустворчатые моллюски - Macoma balthica, Mya arenaria или Mytilus edulis, и в одном – полихеты-спиониды Marenzelleria neglecta и Pygospio elegans. Размещение донных сообществ по акватории в значительной степени определяется характером субстрата. Для наиболее богатых в таксономическом и количественном аспектах сообществ организмов-обрастателей с доминированием Mytilus edulis благоприятны валунно-глыбовые поля и глинистые грунты с примесью гальки и гравия. Сосредоточенные на западной оконечности Самбийского полуострова, эти донные сообщества являются местом нагула многих видов рыб. Другим участком высокой продуктивности бентоса является западное побережье Самбийского полуострова в ареалах распространения алевритов, местах выноса техногенного пульпового материала, заселенные сообществами с доминированием неприкрепленных моллюсков M. arenaria. Биомасса бентоса в биоценозе мидии достигает 3077 г/м^2, . в среднем - 505 г/м^2; в биоценозе мидии – максимальная биомасса достигает 1500 г/м^2, средняя - 605.7 г/м^2.

Морские млекопитающие:

В российской ИЭЗ в Юго-Восточной Балтике морские млекопитающие представлены тремя видами ластоногих и одним видом китообразных, как показано в таблице 2.13. Наиболее часто из этих видов регистрируется серый тюлень, балтийский подвид (Halichoerus grypus macrorhynchus), численность которого со второй половины 20 в. катастрофически уменьшилась по всему ареалу. Несколько экземпляров ежегодно регистрируется у берегов Самбийского полуострова, Куршской и Вислинской кос. Значительная доля находок – ослабленные, погибающие или погибшие особи. Кроме того,

каждый год отмечают неполовозрелых особей тюленя – бельков или уже перелинявших сеголетков. В последние 3-4 года частота встречаемости этого вида у побережья Калининградской области растет, однако не менее 50% регистраций – мертвые или ослабленные животные. Вид Занесен в Красную книгу России, а также в Красную книгу МСОП, Балтийского региона и Красную книгу Калининградской области [294, 306].

Кольчатая нерпа (Phoca hispida botnica) встречается реже и более характерна для северной части Балтики. Нерпа тесно связана с ледовым покровом в период размножения, поэтому возможно снижение частоты встречаемости и состояния популяции в целом связано с наблюдающимся климатическим трендом. По литературным данным [294], отмечается у берегов Самбийского полуострова, Куршской и Вислинской кос. Вид занесен в Красную книгу России, а также в Красную книгу МСОП, Балтийского региона и Красную книгу Калининградской области [294, 306].

Обыкновенный тюлень (Phoca vitulina vitulina) у побережья Калининградской области значительно регистрируется значительно реже, чем серый тюлень. Кроме состояния популяции, это может объясняться и характерным районом распространения подвида - он обитает преимущественно в южной и центральной Балтике. Занесен в Красную книгу России, Красную книгу МСОП, Балтийского региона и Красную книгу Калининградской области [294, 306].

Прибрежная зона, включая и ее наземную часть – пляжи, играет важнейшую роль в жизненном цикле трех видов ластоногих. Преимущественно в мелководной прибрежной зоне совершаются кормовые миграции. Наземные биотопы важны для отдыха животных после нагульных миграций, и особенно – в связи с процессом размножения. На берегу (или на припайном льду) может происходить щенка, выкармливание щенков и их линька. До завершения линьки детеныши тюленей не могут находиться в воде [307, 308].

Морская свинья Phocaena phocaena phocaena - вид, обитающий в прибрежной зоне, в Балтике регулярно встречается в водах Дании и Германии, довольно часто – в сопредельных польских водах. В пределах российских вод регистрируется редко и нерегулярно. Продолжается снижение численности балтийской популяции. Одной из основных причин гибели в настоящий период считают гибель в рыболовных сетях [306]. Весь жизненный цикл морской свиньи проходит в море. Но прибрежное мелководье – основной район обитания и нагульных миграций данного вида, поэтому качество вод прибрежной зоны и характер прибрежного рыболовство существенно влияют на состояние популяции балтийского подвида. Занесен в Красную книгу России, а также в Красную книгу МСОП и Балтийского региона.

2.2.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера

2.2.2.1 Роль техногенных факторов в морфолитодинамических процессах береговой зоны Балтийского моря в пределах Калининградской области

Процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности определяется термином «техногенез», что означает преобразование природной среды посредством прямого или косвенного воздействия на нее техническими средствами.

Техногенез, как совокупность геоморфологических процессов в береговой зоне Балтийского моря в пределах Калининградской области, представлен производственной деятельностью в виде горнотехнических работ, строительства и эксплуатации морских портов и берегозащитными мероприятиями.

Наиболее мощным фактором техногенного воздействия на береговую зону является сброс горных пород карьеров при промышленной разработке месторождения янтаря. Горнотехническая деятельность в пределах Самбийского п-ова обусловлена наличием крупнейшего в мире месторождения янтаря, разработка которого ведется на протяжении длительного времени. [309,310]. Со второй половины XVIII века добыча янтаря производилась в береговых обрывах шахтным и открытым способом в районах Зоргенау (пос. Покровское), Брюстерорт (мыс Таран), Раушен (г. Светлогорск), Лоппенен (пос. Рыбное), Нойкурен (г. Пионерский), Рантау (пос. Заостровье) [309,310,311]. В процессе добычи янтаря отработанные горные породы сбрасывались в море. Об этом свидетельствуют сохранившиеся до настоящего времени значительные по площади техногенные террасы в береговых обрывах. Учитывая морфометрические показатели береговых обрывов и искусственных террас, можно предположить, на рубеже XIX – XX веков в береговую зону, главным образом, северного побережья Самбийского полуострова могло поступить не менее 12-15 млн. м^3 горных пород [312]. В районе пос. Янтарный (Пальмникен) фирмой «Штатиен и Беккер» были заложены шахты «Анна» (1873 г.) и «Генриетта» (1883 год) [309]. В 1912 г. началась разработка открытым способом в карьере «Вальтер» (Пальмникенское месторождение), который эксплуатировался до 1972 г. При добыче янтаря в шахтах пустая порода объеме 250-300 тыс. м^3 в год поступала в море.

Начиная с 1958 г., в связи с переходом на разработку открытым гидромеханическим способом месторождений Приморского (1971 г.), Пляжевого у пос. Синявино (1969 г.) и Пляжевого у пос. Янтарный (1980 г.), объем отвала в море резко возрос до 3 млн. м^3 в год. В начале 90-х годов по требованию природоохранных организаций Янтарный комбинат перешел на складирование пород во внутренние отвалы, что вызвало резкое уменьшение объёмов сбросов до полного прекращения в 2000 г., как показано на рисунке 2.169. Общий суммарный объём горных пород, поступивших в береговую зону с начала эксплуатации месторождения по настоящее время составляет в 107 млн. м^3.

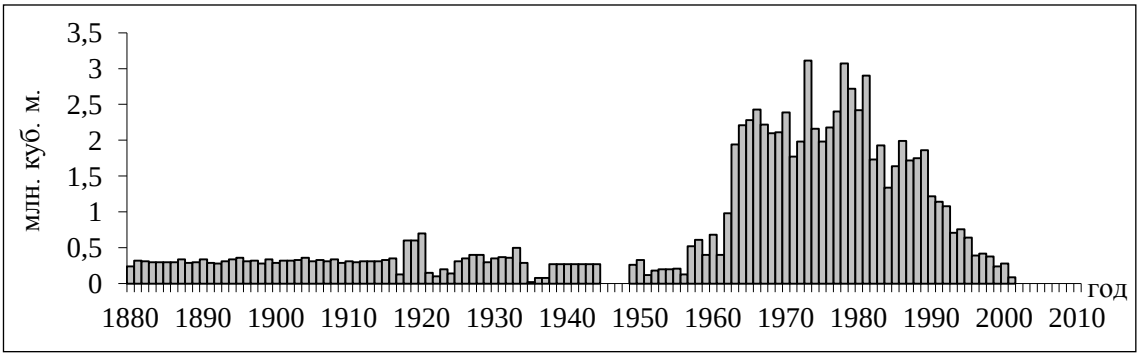


Рисунок 2.169 – Многолетняя динамика сброса в море горных пород (в млн. м^{3}в год) при добыче янтаря

Немецкие исследователи [314,309,320] , проводившие изучение берегов Самбийского полуострова в конце 19 века до начала сброса техногенных грунтов, отмечали, что западное побережье разрушалось морским прибоем значительно интенсивнее северного. Берег в районе пос. Янтарного, по данным топографических съемок 1840 – 1908 г.г., разрушался со скоростью 0,4 – 0,5 м в год. Здесь отмечался пляж шириной до 20-30 м, как показано на рисунке 2.170.

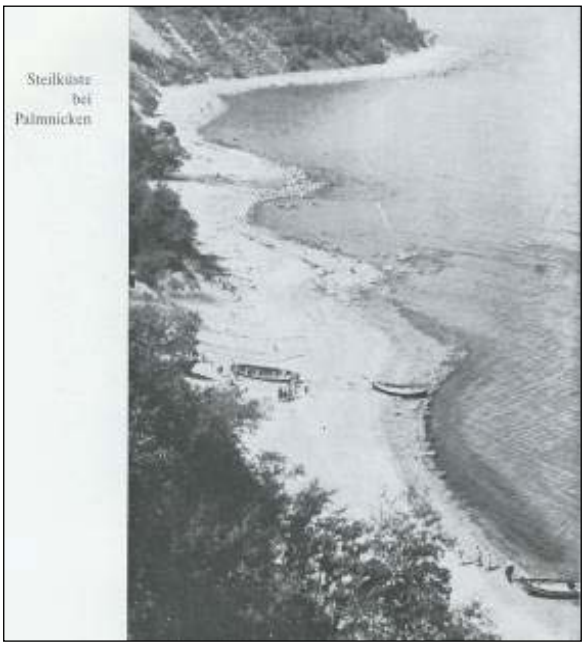


Рисунок 2.170 – Берег в районе пос. Янтарный (Пальмникен) до начала сброса техногенных грунтов [313]

В 1921 г. отвал горных пород из шахт в береговую зону представлял собой трехкилометровую полосу техногенных отложений шириной 60-80 м. Абразия берегов в пределах отвала прекратилась [311]. В результате многолетнего сброса в море горных пород из карьеров и шахт в береговой зоне к 1974 г. сформировалось искусственное аккумулятивное тело, блокирующее более чем девятикилометровый участок берега, как показано на рисунке 2.171. Максимальное выдвижение отвала в море в районе пос. Синявино до 840 м отмечалось в 1974 г., достигало планового положения изобаты 10 м по съемкам 1875 и 1889 гг. [309]. Максимальная мощность техногенных отложений достигала 25 м.

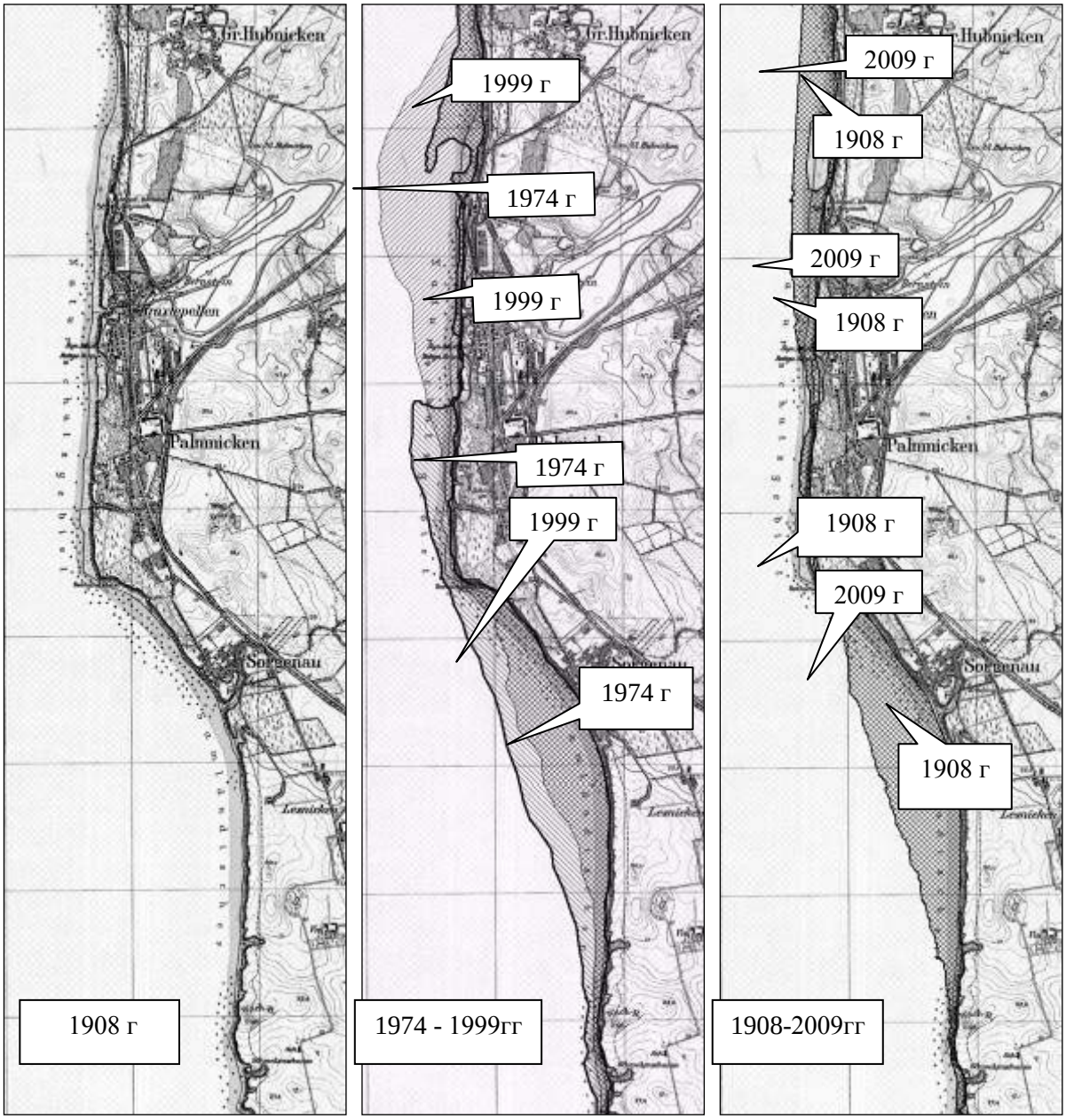


Рисунок 2.171 – Динамика береговой линии западного побережья Самбийского п-ова (Плановое положение береговой полосы по съемкам 1974,1999 и 2009 годов совмещены на основе карты М 1:25 000 1908 г издания, шаг картографической сетки – 1 км)

По результатам топографических съемок 1875-1974 гг. было установлено, что в теле отвалов к 1974 году было складировано 21,3 млн. м^3 грунта при суммарном сбросе с начала разработки месторождений в 58,1 млн. м^3. Таким образом, не менее 36,8 млн. м^3 (63%) грунта к тому времени были вынесены за пределы отвалов. Объем размыва и сноса грунта отвалов в это время составлял 700 – 900 тыс. м^3/год, что в пять – шесть раз превышает объемы абразии берега и подводного берегового склона наблюдавшегося в данном районе до начала массового сброса пород из горных выработок. Когда в 2000 году поступление грунтов в море прекратилось, и активизировался размыв техногенных отложений. В результате пляжевые карьеры затопило водой: Синявинский в 1997 году, Пляжевый у пос. Янтарный – в ноябре 2002 года.

В районе шахты «Анна» в результате размыва защитной дамбы после шторма 4 – 6 декабря 1999 года урез отступил на 580 метров относительно планового положения 1974 года. Материал размыва перемещался исключительно в южном направлении вдоль берега и сформировал песчаную косу, которая к концу 2000 года блокировала бассейн бывшего пляжевого карьера и образовала на его месте лагуну. К апрелю 2002 года береговая линия на этом участке выровнялась, и ширина пляжа составила 150 метров.

В районе насосной станции Янтарного комбината и м. Песчаного пляж, имевший в 2002году ширину 120-180 м. к ноябрю 2006 г. полностью размыт. Разрушению были подвержены насосная станция и коренные берега м. Песчаного.

Южнее м. Песчаного, в Покровской бухте, начиная с 2000 г. происходит размыв тела конуса с выравниванием части береговой линии и образованием уступа размыва.

Далее южнее мыса Обзорный напротив происходит мощная аккумуляция наносов, где пляжи расширились с 20 – 25 м (1973 г.), до 160–210 м (по данным съёмки 2000 г.) с образованием двух рядов береговых дюн. По результатам измерений 2003 года отмечено дальнейшее расширение пляжа на 40– 50 м. Протяженность зоны мощной аккумуляции увеличилась до 4,6 км. С 2005 года расширение пляжа прекратилось и береговая линия подвержена незначительным колебаниям в плановом положении, однако, к настоящему времени сформировано четыре ряда береговых дюны. Южнее по направление к Балтийску увеличение ширины пляжей незначительно.

Таким образом, техногенная седиментация в береговой зоне в результате горнотехнической деятельности является ведущим фактором, непосредственно воздействующим на ход развития берегов западного побережья Самбийского п-ова. Поступление техногенного обломочного материала кардинальным образом изменило на этом участке направленность береговых процессов. Произошло относительное выравнивание береговой линии за счет заполнения наносами бухты Покровской. В результате активизировалось вдольбе-

реговое перемещение наносов и аккумуляция их на участке берега, расположенном к югу от техногенных конусов. Резкое увеличение ширины и мощности пляжевых накоплений к началу XXI века привело к прекращению абразии берегового уступа в пределах всего западного побережья. За исключением шестикилометрового участка, расположенного севернее отвалов горных пород (мыс Бакалинский, пос. Донское, мыс Таран). С другой стороны, события последних лет показывают, насколько динамичны процессы в береговой зоне, испытывающей интенсивное воздействие техногенных факторов.

Основываясь на опыте западного побережья Самбийского п-ова, на северных его берегах, которые испытывают интенсивное разрушение, были осуществлены экспериментальные отвалы горных пород. В 1979 по 1986 годы в экспериментальном порядке для пополнения дефицита наносов в береговой зоне в районе пос. Отрадное было сброшено 740,4 тыс. $м^3$ наносов от дноуглубительных работ гавани Пионерской. В 1988 – 91 г.г. при планировке блока берега в районе пос. Филино в береговую зону было сброшено 2,3 млн. $м^3$ горных пород, как показано на рисунке 2.172.

Рисунок 2.172 – Планировка блока берега в районе пос. Филино

На северном побережье, в виду относительно незначительных объемов отвалов грунта, кардинальных и длительных по времени изменений в морфолитодинамических процессах не наблюдалось. Эксперименты по сбросу техногенного материала в береговую зону северного побережья позволяет сделать вывод, что для получения положительного берегозащитного эффекта следует подбирать грунт аналогичный наносам пляжа. Объемы отвалов должны существенно превышать значения расхода наносов.

Строительство морских портов: Пиллау (Балтийск) (1767 – 1887 г.г.) и гавани Нойкурен (Пионерский) (1903 – 1928 г.г.), а также дноуглубление для обеспечения судоходства с отвалом грунтов на морских свалках привели к поступлению в береговую зону песчаных наносов в объеме не менее 28 млн. $м^3$, причем, большая часть (до 25 млн. $м^3$) была отвалена в районе порта Балтийск. [320].Таким образом, в пределах западного побережья Самбийского полуострова отмечено мощное поступление техногенных наносов в объёме не менее чем в 150 млн. $м^3$. Для северного побережья объем отвалов

техногенного грунта составил 15 – 18 млн. $м^3$. Строительство портов в прибрежной зоне Самбийского полуострова являет собой положительный пример учета взаимодействия вдольберегового перемещения наносов с оградительными сооружениями типа молов.

При строительстве порта Пиллау (Балтийск) с целью защиты от заносимости и для улучшения условий судоходства строились молы (южный в 1767 – 1768 г.г.) и северный (в 1840 г.) [9]. Первоначально молы были выдвинуты в море до глубин 5,0 – 5,5 м, тем самым было создано искусственное препятствие, изменившее режим вдольберегового перемещения наносов. Их сооружение способствовало началу мощной аккумуляции песчаных наносов севернее и южнее молов. Существующие молы (реконструкция 1871–1887 г.г.), выдвинутые в море до глубины 10,0 м, вызвали интенсивную аккумуляцию наносов севернее порта (с момента завершения строительства молов прирост суши у их корневой части составил более 400 м). Южнее молов наблюдается размыв, для борьбы с которым одновременно с сооружением молов была запроектирована и построена система берегозащиты, как показано на рисунке 2.173. В настоящее время они полностью разрушены, в результате чего активизировался размыв Вислинской (Балтийской) косы на протяжении 2 км южнее молов, как показано на рисунке 2.174.

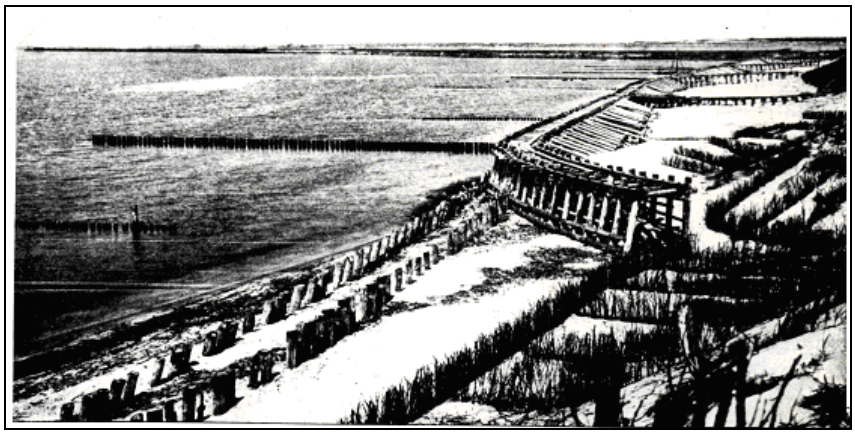


Рисунок 2.173 – Деревянные буны и берегозащитные стенки у южного мола Пиллау (г. Балтийск), фото1898г [314]

Рисунок 2.174 – Фрагменты системы берегозащиты у южного мола Порта Балтийска, фото2012 г.

При проектировании рыбной гавани Нейкурен (гавань Пионерская) отделом водного строительства Прусского изыскательского департамента был произведен анализ природных условий в районе предполагаемого портостроительства. Конструкция молов должна была обеспечить минимальную заносимость гавани и, одновременно, снизить риск разрушения берегов восточнее сооружений, как показано на рисунке 2.175.

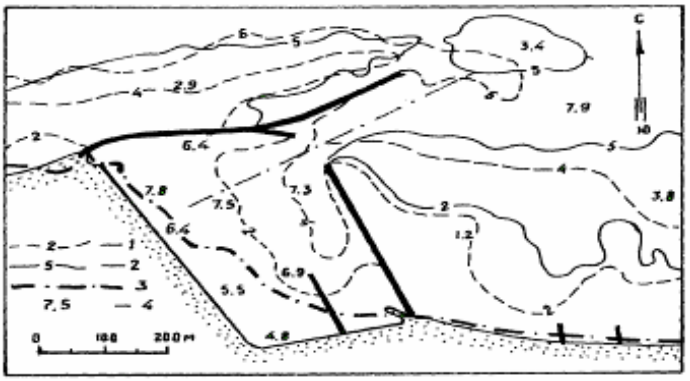


Рисунок 2.175 –Оградительные сооружения и глубины гавани Нойкурен (Пионерская). Условные обозначения: 1- изобаты 1929 года в м; 2 - изобаты 1991 года в м; 3 - плановое положение уреза, 1929 г.;4 - отметки глубин в м, 1991 г.

Учёт взаимодействия природных процессов береговой зоны с гидротехническими сооружениями является несомненным достижением немецких гидротехников. При проектировании и строительстве предусматривался комплекс мер для предотвращения разрушения берегов в зоне влияния оградительных сооружений. Юго-восточное побережье Балтийского моря является районом, где защита берегов имеет давние традиции. Первоначально, германскими гидротехниками берегозащита концептуально принималась как ”система укрепленных пунктов (точек)”, где основными являлись берегозащитные сооружения - волноотбойные береговые стены и набережные

В начале XX века произошло изменение концепции берегозащиты - на участках берега, подверженных интенсивной абразии наиболее эффективными были признаны пляжеудерживающие сооружения (буны). Применение бун в регионе базировалось на положительном опыте применения бун на морских берегах Голландии, Германии и речных берегах Швейцарии и Франции. Как показала дальнейшая практика, принципиальный подход к применению бун для берегозащиты песчаных берегов и разработанная в конце XIX века технология сооружения бун косы прошли испытание временем и не потеряли, в большей степени, практической значимости для решения задач защиты берегов в настоящее время. Всего было построено не менее 227 бун различных конструкций. Послевоенное берегозащитное строительство на море в пределах Калининградской области до настоящего времени концептуально, в большей степени, соответствует принципам позапрошлого века: ГКУ КО «Балтберегозащита» возводит исключительно набережные (променады), волноотбойные береговые стены (в том числе и из габионов). Пляжеудерживающие сооружения (буны), эффективность которых доказана временем, не строятся, а также и не ремонтируются.

Берегозащитные и берегоукрепительные мероприятия проводились, в основном, в пределах Самбийского п-ова, а также на берегах Вислинской и Куршской кос, где имеется комплекс берегозащиты протяженностью 31,5 км (70% длины разрушаемых берегов) [314 ,315, 316, 317, 319].

Анализ состояния системы берегозащиты показал низкую эффективность существующих в настоящее время сооружений. Волноотбойные стенки и монолитные набережные в Светлогорске и Зеленоградске укрепили берег, но спровоцировали размыв пляжей. Эффект работы бун снижают не завершенное строительство запроектированной в 1927-1927 г.г. системы сооружений, как показано на рисунке 2.176 и не полное соблюдение технологических и концептуальных принципов берегозащиты на песчаных побережьях [318, 313]. Последствия январского шторма показали, что долговечность эксплуатации габионов в указанных условиях вызывает большие сомнения, как показано на рисунке 2.177.

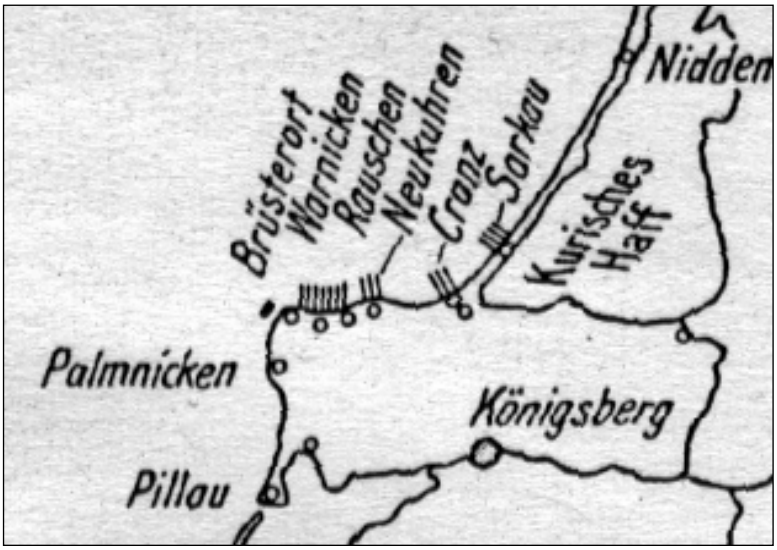


Рисунок 2.176 – Проект строительства бун 1925-1927 гг. (указаны названия населенных пунктов по-немецки) [316]

Рисунок 2.177 – Разрушение габионов у гор. Светлогорск 20 января 2012 г

За последующий благоприятный период (весна – лето 2012 года) восстановления пляжей на морских курортах не произошло, активизировались обвально-осыпные и оползневые процессы на прилегающих приморских территориях, как показано на рисунке 2.178).

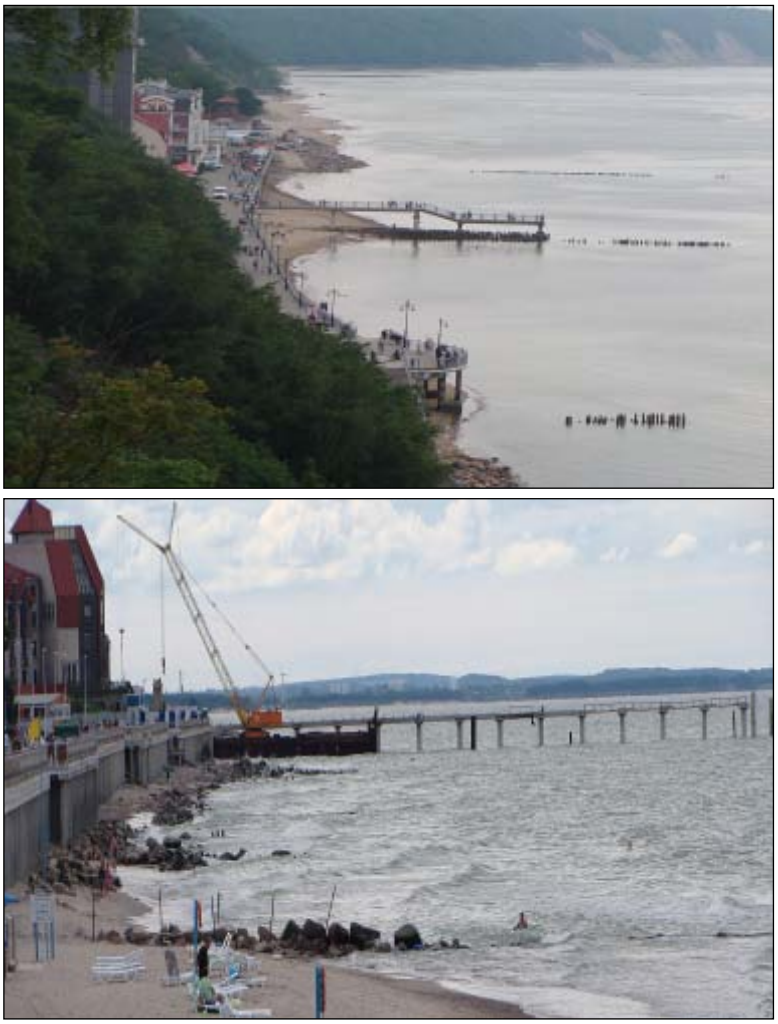


Рисунок 2.178 –Набережные, гор. Светлогорск (вверху) и гор. Зеленоградск (внизу). 12 сентября 2012 г.

Современная концепция морской берегозащиты определяет, что берегозащитные сооружения в условиях развития побережья наряду со снижением волнового воздействия на береговой склон, должны регулировать перемещение наносов в прибрежной зоне моря с целью сохранения и восстановления пляжевой полосы, как основного элемента защиты берега. Аварийное состояние гидротехнических сооружений (довоенной постройки и возведенных в последние десятилетия XX века) не обеспечивает эффективную защиту морских берегов от разрушения. В настоящее время общепризнано: наиболее эффективным методом берегозащиты является создание искусственных пляжей, в том числе применительно и к берегам Самбийского полуострова [321].

При создании искусственных пляжей мировой опыт рекомендует, для снижения выноса песчаного материала с искусственных пляжей необходимо первоначально возвести наносоудерживающие (буны) и волногасящие (волноломы) сооружения с учетом природных условий и морфолитодинамических процессов.

Берегозащитные мероприятия должны предусматривать возможность использования существующей системы берегозащиты, учитывая их современное состояние и эффективность сооружений.

В настоящее время для Калининградского морского побережья главной проблемой является отсутствие эффективной системы защиты берегов приморских территорий от негативного воздействия вод.

Оценка и учет воздействия техногенных факторов в пространстве и времени на режим перемещения наносов является необходимым условием для прогнозирования развития береговой зоны, определение степени влияния на окружающую среду при ее хозяйственном использовании.

2.2.2.2 Характеристика деятельности в береговой зоне прямо или косвенно влияющая на состояние побережья

Основными направлениями деятельности человека, связанными с эксплуатацией полезных ископаемых в районе калининградского побережья являются: добыча янтаря и нефте-углеводородного сырья.

Добычу янтаря осуществляет «Калининградский янтарный комбинат», который в настоящее время изымает из недр 300-400 тонн сырья в год [322]. Месторождение и предприятие расположены на западном побережье Самбийского полуострова Калининградской области в районе города Янтарного. Здесь концентрация янтаря составляет в среднем 2 кг/м^3. Залежи янтаря, находящиеся на глубине до пятидесяти метров, как правило, представляют собой пласты толщиной около двенадцати метров. Уходя далеко вглубь моря, этот пласт со временем вымывается водой, что приводит к подъему янтаря на поверхность из-за своей относительной легкости. В результате того, что добыча янтаря происходит открытым карьерным способом, воздействие на окружающую природную среду особенно ощутимо, как показано на рисунке 2.179.

В первую очередь на территории месторождения был выкопан карьер, где землеройными машинами было снято несколько десятков метров поверхностного слоя. Затем с использованием гидромониторов была размыта горная песчаная порода, а землесосами эта порода была откачана [325].

Рисунок 2.179 – Карьер по добыче янтаря в г.Янтарном, Калининградской области [324]

Ввиду того, что месторождение расположено в близости с балтийским побережьем, то сброс песка происходил в акваторию моря, где он переоткладывался, образуя пляж.

Таким образом, при добыче янтаря в Калининградской области происходят два процесса, влияющих на побережье: один негативный – разработка карьера ведет к образованию обширных углублений на территории, которые после полной разработки месторождения требуют мер для адаптации к природным условиям, как показано на рисунке 2.180; второй позитивный – сброс отработанного материала в акваторию Балтийского моря приводит к формированию обширных пляжей, снижающих последствия штормовых явлений и служащих местом отдыха и рекреации, как показано на рисунке 2.181.

Рисунок 2.180 – Озеро, образовавшееся в чаше отработанного карьера, пос. Синявино Автор: Neandertalez [326]

Рисунок 2.181 – Пляж и лагуна, образовавшиеся в результате сброса отработанного материала в акваторию моря, г. Янтарный Автор: Alena2005 [327]

Главным промышленным объектом по добыче нефти в Калининградской области является морская ледостойкая стационарная платформа Д-6, установленная на Кравцовском месторождении шельфа Балтийского моря, и запущенная в 2004 г. компанией «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть», как показано на рисунке 2.182. Эта платформа, находится в 22 км от уникального природного комплекса национального парка «Куршская коса», занесённого в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Этот объект является предметом постоянного спора между сторонниками экологической защиты и промышленниками.

Рисунок 2.182 – Морская ледостойкая стационарная платформа Д-6 Автор: В.Морозов [328]

В настоящий момент нефтяная платформа Д-6 российскими и литовскими экспертами признается экологически безопасной. Благодаря тому, что при эксплуатации на этом морском месторождении обеспечивается принцип «нулевого сброса» [329], ее функционирование не оказывает никакого вредного воздействия на состояние акватории Балтики [330]. Следует отметить, что сама компания «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» с 2003 г. ежегодно поводит комплексный экологический мониторинг в окружающей платформу акватории [331].

Источниками химического и биологического загрязнения, поступающего в прибрежную акваторию Балтийского моря являются места сбросов очистных сооружений г. Балтийска, Янтарного, ОКОС г. Пионерского, Калининградского отводного канала.

Сброс сточных вод г. Балтийска производился напрямую в акваторию Балтийского моря. До 2012 г. они подвергались лишь некоторой механической очистке. В 2012 г. введены в эксплуатацию очистные сооружения г. Балтийска, мощностью 10,5 тыс. $м^3$ в сутки, как показано на рисунке 2.183. Они позволят обеспечить очистку стоков большей части города. Водовыпуск выведен в море на триста метров в глубину от береговой линии [332].

Очистные сооружения г. Янтарного, расположенного на западном побережье Самбийского полуострова, построенные в 70-х годах 20-го века, в настоящее время не

выполняют свою функцию, а сточные воды недостаточно очищенные сбрасываются в морскую акваторию [333].

На северном побережье Самбийского полуострова в районе г. Пионерского действуют объединенные канализационные очистные сооружения (ОКОС), которые обслуживают курортные города Светлогорск, Зеленоградск и Пионерский. Эти сооружения введены в эксплуатацию в 1992 г., но к настоящему времени они значительно изношены и их мощности не удовлетворяют существующим требованиям, как показано на рисунке 2.184). С 2011 г. начался проект «Реконструкция системы транспортировки и очистки сточных вод в Калининградской области», осуществляемый при поддержке Европейской Комиссии. В этом проекте будет проведена реконструкция ОКОС, после чего производительность очистных сооружений увеличится на 45% (с 24 тыс. м^3 в сутки до 35 тыс. м^3 в сутки) за счёт установки нового оборудования и модернизации технологии очистки сточных вод [334]. Кроме того, после полной реконструкции очистных сооружений будет производиться не только механическая, но и биологическая очистка стоков. Процесс биологической очистки (также как на очистных сооружениях Балтийска) заключен в контакте загрязнённых вод с бактериями активного ила при действии растворённого кислорода. В результате это позволит сливать в море чистую воду [335].

Рисунок 2.183 – Система очистных сооружений г. Балтийска Автор: Домнин Д.А., 2012

Рисунок 2.184 – Современное состояние ОКОС курортных городов [336]

Не смотря на то, что областной центр Калининградской области расположен на достаточном удалении от морского побережья, он имеет водовыпуск сточных вод в акваторию Приморской бухты Вислинского залива. Посредством открытого отводного канала загрязненные воды поступают к месту разгрузки, тем самым происходит контакт с атмосферным воздухом и частичное окисление элементов, как показано на рисунке 2.185. Это в некоторой степени нейтрализует пагубное воздействие на окружающую природную среду. Однако, объем сброса неочищенных сточных вод настолько велик (в среднем более 80 млн.м^3 в год [337]), что негативное влияние оказывается не только на воды залива, но и на прибрежные морские воды.

Рисунок 2.185 – Калининградский отводной канал. Фото: Домнин Д.А., 2011

Существенное воздействие на качество вод и состояние побережья оказывает портовая деятельность. В Калининградской области находится один порт – Калининград, который имеет четыре портопункта, два из которых расположены на побережье Балтийского моря, как показано на рисунке 2.186. К ним относятся портопункты Балтийск и Пионерский.

Благодаря тому, что Балтийский портопункт расположен непосредственно у выхода в открытое Балтийское море, как показано на рисунке 2.187), он способен принимать суда с водоизмещением до 35 тыс. тонн, осадкой до 12 метров и длиной до 200 метров [339]. Специализация порта: военная, грузовая и пассажирская. Общая длина причальных стенок в Балтийске составляет около 11 километров. До 90-х годов портопункт являлся военно-морской базой и был закрыт для посещения иностранцами. В 2002 году территория площадью 29,54 га переданы для использования в целях торгового мореплавания и было начато строительство грузопассажирского автопаромного

терминала, как показано на рисунке 2.187. В 2004 году было перевезено 90 тысяч тонн грузов и около 7 тыс. транспортных средств, в 2005 году объемы возросли до 110 тыс. тонн груза и 11 тыс. транспортных средств[340]. В целом эти показатели свидетельствуют о росте грузооборота.

Рисунок 2.186 – Схема расположения портопунктов Морского порта Калининград [338]

Рисунок 2.187 – Портопункт Балтийск и Балтийский пролив на космическом снимке

Рисунок 2.188 – Грузопассажирский автопаромный терминал портопункта Балтийск [341]

Портопункт Пионерский расположен в удалении от Калининграда – на северном побережье Самбийского полуострова. Основной специализацией порта является рыбный промысел в прибрежной акватории, который определяет направление производственной деятельности города Пионерского, имеет открытый выход в Балтийское море, как показано на рисунке 2.189. Однако в последнее время порт испытывает значительные трудности, связанные как с техническими условиями нахождения судов в порту, так и с состоянием фарватера [342], который заносится песчаным материалом, поступающим с побережья и подводного склона курортных областей во время сильных штормов [343].

Рисунок 2.189 Причальная стенка портопункта Балтийск

Еще одним транспортным объектом, находящимся в пределах побережья Калининградской области является трубопровод, соединяющий платформу Д-6 с берегом. Длина подводной части составляет 47 км. Часть трубы проложена в подводной траншее и защищена от волнового воздействия специальной каменной пригрузкой. На берегу нефтепровод уходит вглубь материка и состоит из двух частей. Первая часть имеет длину 6 км (береговая задвижка - нефтесборный пункт «Романово»). Вторая, подземная часть, длиной 32 км, проходит от пункта «Романово» к нефтяному терминалу в поселке Ижевский [345]. Таким образом, нефтепровод соединяет нефтяную платформу с нефтеналивным терминалом, расположенным на побережье Вислинского залива.

2.2.2.3. Характеристика предполагаемого в перспективе антропогенного воздействия

Одним из реалистичных перспективных направлений развития человеческой деятельности в пределах калининградского побережья является сооружение целого ряда причалов и гаваней для маломерных судов.

По предварительному проекту яхтенная гавань в г. Пионерском, ориентированная на морской туризм высокого класса, должна быть основана на базе рыболовецкого флота. Причем, строительство предусматривает сохранение полукилометровых зоны причалов для базирования рыболовецких судов, и оборудование ее современной инфраструктурой для разгрузки и транспортировки рыбы. Предполагается, что новый яхт-клуб станет крупнейшим в регионе центром для проведения парусных регат и соревнований по водным видам спорта. Проектируемый яхт-клуб, названный «Янтарный берег», будет рассчитан на 750 судов. Кроме того, в гавань смогут заходить лайнеры длиной до 250 метров длины и пассажировместимостью до 1000 человек. К востоку от порта будет обустроен пляж, примыкающий к яхт-клубу [346].

Рисунок 2.190 – Схема реконструкции портопункта Пионерского [347]

В Зеленоградске предполагается обустройство причального комплекса на реке Тростянка, с юга впадающей в Куршский залив [348]. Данный комплекс, с одной стороны, позволит привлечь местные и иностранные малые суда в Курортный район, но с другой стороны, создаст существенную антропогенную нагрузку на прибрежную акваторию Куршского залива и Куршскую косу.

Значимым проектом является строительство яхтенной гавани в г. Светлогорске. Предполагается, что сооружение сможет одновременно вместить до 100 судов: 15 стоянок для малых яхт 5-8 метров длиной, 8-12 метров – 50 мест, 12-16 метров – 30 мест, 5 мест зарезервировано для судов до 30 метров длиной [349], как показано на рисунке 2.191. Однако строительство такого комплекса требует значительных средств, направленных на берегоукрепительные работы, без которых гавань может быть повреждена в результате сильной штормовой активности. Данный проект является аналогом уже реализованного проекта в польском г. Сопоте, как показано на рисунке 2.192.

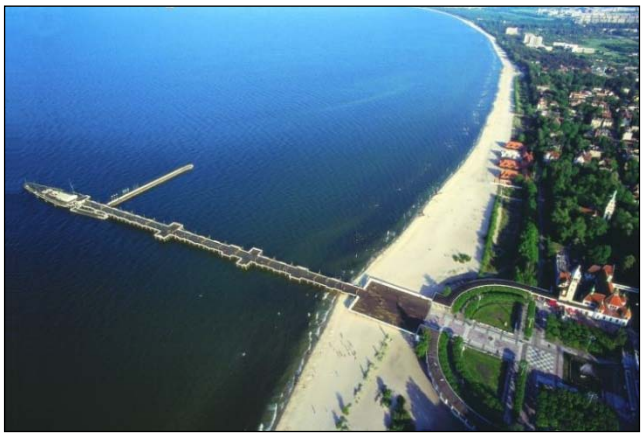


Рисунок 2.191 – Один из эскизов архитектурного проекта «Строительство причальных сооружений для яхт с административно-сервисным зданием в г. Светлогорске, Калининградской области»

В г. Янтарном в период 2012-2013 гг. планируется строительство променада в прибрежной зоне. Местом для размещения зоны отдыха является глубоководная лагуна, образовавшаяся отработанных участках Пальмникенского месторождения янтаря. Как сообщается в официальных источниках «Условия лагуны в целом благоприятны для оборудования водноспортивного парка и стоянки маломерного флота. Глубины судового хода гавани колеблются от 1.9 до 8 метров, общая длина лагуны 800 м, а максимальная ширина 60 м. В настоящее время в районе строительства частично развита инженерная и туристическая инфраструктуры, как показано на рисунке 2.193. Основным недостатком является закрытость лагуна и отсутствие выхода в Балтийское море [351]. По предварительному плану вдоль береговой линии должен быть построен деревянный променад шириной 4 м и длиной 1200 м со спусками на пляж, в акватории лагуны должен находиться плавучий пирс длиной 70 м и плавучая площадка с установленным водным домиком [352].

Рисунок 2.192 – Архитектурный проект «Строительство причальных сооружений для яхт с административно-сервисным зданием в г. Светлогорске, Калининградской области» [350]

Рисунок 2.193 – Прототип для архитектурного проекта строительства причальных сооружений для яхт в г. Светлогорске, г. Сопот, Польша. Источник: Image GeoEye, 2011

Рисунок 2.194 Прибрежная лагуна в г. Янтарном, планируемая под строительство комплекса рекреационных сооружений. Автор: Vasiliy92 [353]

Кроме разрабатываемого в настоящий момент нефтяного месторождения Д-6, в морской прибрежной зоне еще существуют перспективные залежи углеводородного сырья. Освоение морского шельфа во многом связано с морской нефтеперспективной структурой Д-41. В настоящее время, с использованием специальной мобильной буровой установки, расположенной на берегу в районе поселка Куликово происходит разведочное наклонное бурение. Глубина поисковой скважины составит более 5 километров. Разработка этого участка шельфа перспективна ввиду того, что компания «Лукойл-КМН» располагает береговой инфраструктурой, обслуживающей морского месторождения «Кравцовское» [354].

2.2.2.4. Особо охраняемые природные территории

Основу современной системы ООПТ Калининградской области до недавнего времени составляли один государственный национальный парк «Куршская коса» и восемь государственных природных заказников регионального значения, среди которых на побережье существовал до 2004 г. региональный зоологический заказник Вислинская коса, выполнявший функцию охотничьего резервата.

Национальный парк «Куршская коса» (далее НП) образован Постановлением Совета Министров РСФСР от 6 ноября 1987г. №423 и решением Калининградского облисполкома № 1 от 18.01.88 г. в южной части Куршской косы, принадлежащей РСФСР (Калининградская область, Зеленоградский район) в целях сохранения уникальных природных комплексов Куршской косы. Еще с 1967 г. здесь был установлен режим заказника. Фактически территория НП охватывает всю Куршскую косу.

Ценность и уникальность Куршской косы признана мировым сообществом. На 24-й сессии Комитета всемирного наследия, проходившей 27 ноября - 2 декабря 2000 г. в городе Кэрнс (Австралия) международный российско-литовский объект Куршская коса был включен в Список всемирного наследия в номинации «культурный ландшафт». В настоящее время территория Куршской косы официально находится под защитой Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО.

Общая площадь НП по результатам проведенных по постановлению землеустроительных работ составляет 6621 гектара. Морской берег, включая защитно-пляжевый дюнный вал и пляж, занимают 18% общей площади (www.biodiversity.ru).

Границы НП определяются его полуостровным положением. Западная граница проходит по берегу Балтийского моря, восточная - по берегу Куршского залива. На севере граница парка совпадает с государственной границей России и Литвы. На юге граница

проходит по залесенным территориям основания косы. Здесь со стороны Куршского залива НП граничит с землями Дважды Краснознаменного Балтийского флота, а со стороны Балтийского моря – с прилегающими землями г.Зеленоградска. В границах национального парка расположены поселки: Лесной, Рыбачий, Морское, в которых проживает около 1500 человек.

По постановлению СОВМИНА СССР границы и особенности режима особой охраны национального парка должны учитываются при разработке планов и перспектив экономического и социального развития, лесохозяйственных регламентов и проектов освоения лесов, подготовке документов территориального планирования, проведении лесоустройства и инвентаризации земель.

Задачи Национального парка:

1) сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов;

2) сохранение историко-культурных объектов;

3) экологическое просвещение населения;

4) создание условий для регулируемого туризма и отдыха;

5) разработка и внедрение научных методов охраны природы и экологического просвещения;

6) осуществление государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды);

7) восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

Выполнение задач, возложенных на национальный парк, обеспечивает федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный парк «Куршская коса».

В 1995 году был принят закон «Об особо охраняемых природных территориях», в котором четко определен состав функциональных зон в национальных парках. Из 6-ти функциональных зон НП надо отметить рекреационную зону – предназначенную для организации отдыха в природных условиях. Обустройство зоны ориентировано на прием посетителей и туристов.

Наиболее популярным рекреационным объектом на территории парка являются пляжи. В хорошую погоду и в выходные дни в разные сезоны года множество отдыхающих едут на косу на общественном и личном транспорте и большая часть их направляется к морю [355].

2.2.3 Оценка факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов Калининградской области, накладываемые формирующими их природными процессами и воздействием планируемых видов хозяйственной деятельности

2.2.3.1. Оценка происходящих на рассматриваемом побережье природных процессов с точки зрения развития тех или иных видов хозяйственного использования

Основное направление развития хозяйственной деятельности на берегах области – это рекреация. Но степень использования морского побережья для этих целей зависит от его состояния. Состояние берегов с одной стороны определяется современными берегоформирующими процессами [223, 253], а с другой стороны влиянием антропогенного и техногенного факторов [356]. Влияние последних на берегах Калининградской области весьма значительно и на отдельных участках в корне меняет направленность существующих естественных береговых процессов.

Современные условия развития берегов на данном этапе нельзя назвать благоприятными. Возрастает циклоническая активность и, как следствие этого, усиливается штормовая деятельность, с которой связаны разрушения берега. Так с 1988 по 1996 г. на берег обрушились 6 экстремальных штормов обеспеченностью в 2 и 4% [357]. Уже в этом веке разрушительными оказались шторма 2003, 2005, 2007, 2012 годов.

Кроме того, очевиден дефицит запасов песка в береговой зоне, поставляемого естественными источниками наносов [262]. Только на подводном береговом склоне от мыса Таран до 20-го км Куршской косы до глубины 12-15 м дефицит составил 40 млн.м^3 .

При отсутствии техногенного источника наносов на западных берегах Самбийского п-ова также ощущался дефицит наносов и шел размыв берегов, начиная от мыса Таран и далее на юг, включая берега Вислинской косы. Из неблагоприятных процессов также является дефляция дюнных массивов и безвозвратный вынос песка вглубь кос, что к тому же понижает эстетичность ландшафта берега. Антропогенная нагрузка на берега неравномерная. На Самбийском п-ове она сосредотачивается у традиционно курортных городов, таких как Светлогорск, Зеленоградск, Пионерск, Янтарный. Нагрузка на дюнные ландшафты так же сосредотачивается вблизи поселений. На Куршской косе это участок берега вблизи города Зеленоградска и пос. Лесной, Морской, Рыбачий. А также берега вблизи разрешенных автостоянок. На Вислинской косе – в основном у единственного поселка Коса на северной оконечности.

Суммарным показателем оценки происходящих на Калининградском побережье процессов могут служить количественные показатели морфодинамики берегов, позволяющие определить тенденцию развития. Эти характеристики необходимы при планировании хозяйственной деятельности. На основе данных многолетнего количественного мониторинга берегов области, проводимого АО ИО РАН, построены карты среднегодовых показателей динамики берега, обобщающие данные пятилетних наблюдений (2002-2007 годов). Таким образом удалось обозначить современную тенденцию развития берегов Самбийского п-ова, Куршской и Вислинской (Балтийской) кос [254; 358]. Сравнение с имеющимися данными более ранних наблюдений на Самбийском п-ове [241,259, 253, 262] и сравнение с материалами аэрофотосъемок более ранних лет [360; 361] дает представление о более долговременной тенденции, ее устойчивости.

Современное состояние берегов по данным мониторинга:

Вислинская коса. Это пример, когда состояние морского берега, дюнного берегового вала в значительной мере зависят от объемов поступления рыхлого материала на подводный береговой склон за счет техногенных факторов: сброса пульпы Янтарного комбината, а также наличия на берегу гидротехнических сооружений. До начала сброса пульпы в 60-х годах прошлого столетия непосредственно в береговую зону берег косы большей частью размывался [262].

В настоящее время состояние берегов значительно лучше по сравнению с Куршской косой. Вся северная часть косы примерно до 4-км к югу от пролива, находящаяся под влиянием молов Балтийского пролива [255], испытывает устойчивый размыв, как показано на рисунке 2.195.

Величины размыва варьируют от 4 до 20 м за 5 лет, в среднем составляя 0,8-4,0 м/год [362, 363]. Но в отдельные годы локально отмечается отступание берега до 10 м/год. Даже в гидродинамически спокойные годы картина размыва данного участка сохраняется. В результате разрушительных зимних штормов, начиная с 1999 г., произошли первые прорывы некогда существовавшей авандюны в районе пос.Коса, а затем были разрушены и остатки ее тыльной части [364]. В последние годы прорыв штормовых волн стал почти ежегодным и в январский шторм 2012 г. затопило прибрежную сушу вместе близлежащими домами. близлежащим домам. Аварийная ситуация отмечается уже несколько лет.

Если сравнивать состояние берегов в 2000 и 2007 г.г., то можно отметить, что морской берег остальной части косы является не только стабильным, но за последние пять лет выявилась на ряде участков тенденция к аккумуляции, как показано на рисунке 2.195). У подножья склона старой авандюны зародились широкие эоловые подушки (надувы), зарастающие травой и переходящие в стадию молодой авандюны. Край эоловой подушки выдвигается в сторону моря. Исключение составляет участок в средней части, где некогда стабильный берег размывается со скоростью 0,5 м/год, в результате полностью смыта прислоненная молодая авандюна.

Данные межгодовой динамики не столь однозначны как выявленный тренд. В отдельные годы отмечался размыв на участках, где суммарно преобладает процесс аккумуляции. В целом морской берег косы, за исключением северного 4-х километрового отрезка и средней части косы, стабильно-аккумулятивный [223, 243, 365].

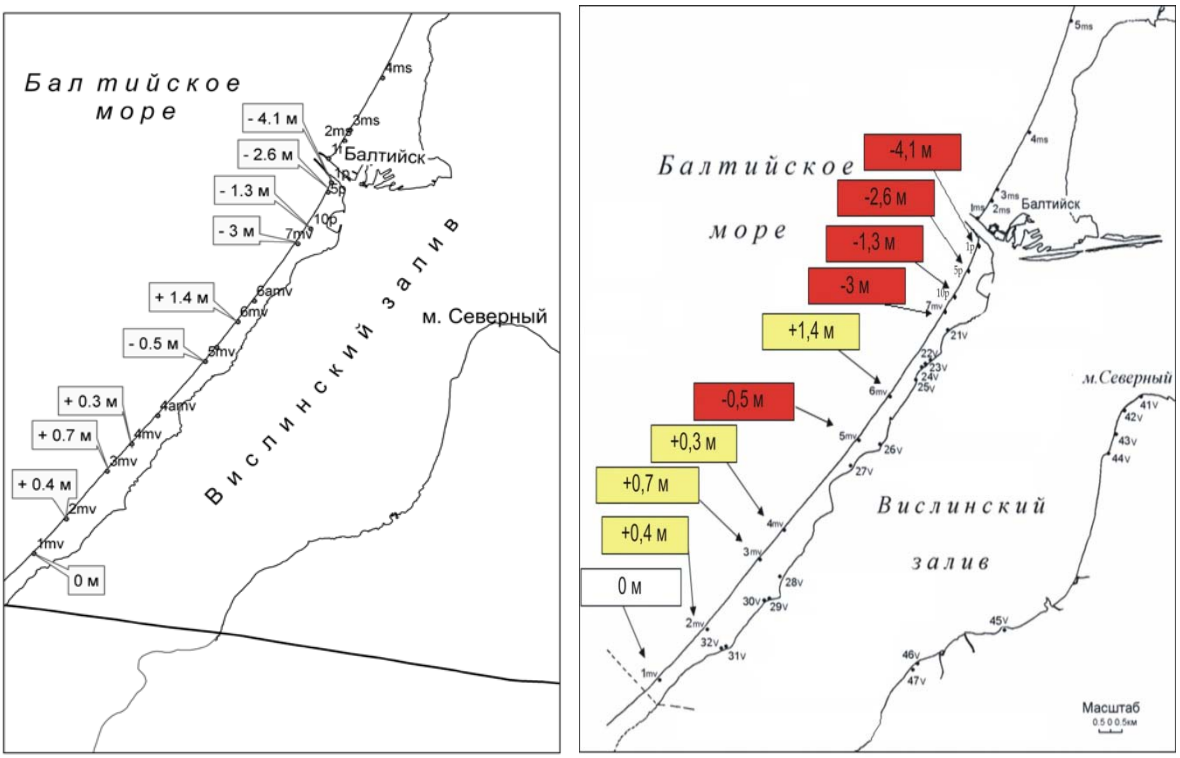


Рисунок 2.195 –Среднегодовые величины динамики берегов Вислинской косы за период 2002-2007 годов (слева) и в гидродинамически относительно спокойный 2010-2011 год (справа)

Куршская коса. Обобщение данных мониторинга показало, что морской берег Куршской косы в отличии от Вислинской испытывает преимущественно размыв, как показано на рисунке 2.196) за исключением приграничной с Литвой северо-восточной оконечностью, где берег устойчиво стабильный. На прикорневом участке среднегодовые скорости размыва составляют около 2 м/год. После зимнего шторма 2007 здесь на пляже вскрылась погребеная под толщей песка волногасящая берегозащитная конструкция 1984 г., установленная в месте прорыва косы в шторм 1983 г. и засыпанная песком [251, 254].

Такая же тенденция сильного размыва берега выявлен в рекреационной зоне в районе пос. Морской (-2,5 м/год), Рыбачьего (от -1,6 до 2 м/год). В экстремальный шторм 2007 г. размыв берегов достигал от 2,5 до 10 м, как показано на рисунке 2.196. Велики вариации динамики в отдельные годы.

В отличие от Вислинской косы, на урезе можно встретить широкие полосы скоплений крупной гальки и мелких валунов. Нередко, особенно на южном отрезке, скопления крупной гальки разной плотности встречаются на поверхности песчаного пляжа. В январский шторм 2007 г. в уступе размыва береговой дюны обнажились погребенные почвы, а в основании – ледниковые отложения [251]. Все это свидетельствует об интенсивном размыве и тенденции отступания морского берега Куршской косы, что отрицательно сказывается на береговом ландшафте.

По данным радиоуглеродного анализа донных лагунных илов в районе пос.Лесной берег здесь за последние 5-6 тыс. лет отступал со скоростью 0,4-0,5 м/год [260]. По данным [263] это более 1м/год, по данным мониторинга – 0,8 м/год. То есть, идет активизация процесса размыва.

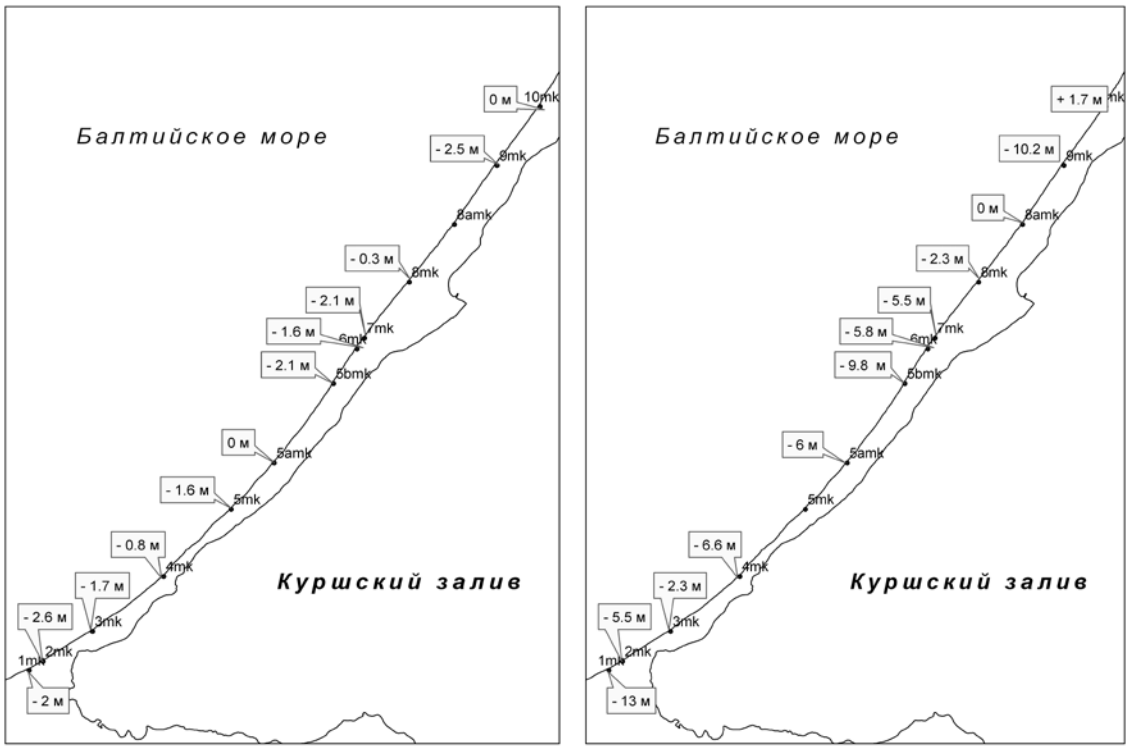


Рисунок 2.196 – Среднегодовые величины динамики берега Куршской косы (слева) и динамика берега Куршской косы в шторм 2007 г. (справа)

Самбийский полуостров. Продолжается устойчивый размыв по всему периметру северного и западного берегов, как показано на рисунке 2.197. На динамику западного берега влияет наличие или отсутствие поступления наносов в береговую зону пульпы Янтарного комбината [262]. После прекращения сброса пульпы на берег в конце 90-х

годов прошлого столетия начался интенсивный размыв Синявинского конуса в среднем до 20 м в год. Урез воды уже подошел к стенке насосной станции Янтарного комбината. Наблюдается размыв берегов прибрежных террас, расположенных южнее [360] со скоростью до 2-2,5 м/год, как показано на рисунке 2.198. Южное крыло полуострова до г. Балтийска остается пока относительно стабильным. Берега, расположенные севернее бухты Донская и до мыса Таран, стабильны, но в последние годы абразия начала активизироваться.

Рисунок 2.197 – Среднегодовые величины динамики берегов Самбийского п-ова за период 2002-2007 годов

Рисунок 2.198 – Размыв прибрежной террасы у мыса Окуневского. Слева снимок 2008 г., справа 2011 г. Срезало 11 м террасы. Фото Бобыкиной

Северный берег Самбийского п-ова также имеет участки относительно интенсивного размыва – мыс Гвардейский, где берег за 5 лет отступил на 7,8 м. Такой же интенсивный размыв в районе Куликово – около 1,45 м/год. В районе городского пляжа Приморья берег до постройки в 2005 г берегозащитных конструкций размывался со скоростью 0,5 м/год. Остальные участки испытывают относительно слабый размыв. Величины за 5 лет в среднем составили 0,5-0,25 м.

Рисунок 2.199 –Активно размываемый берег на восточном крыле Самбийского п-ова. Район Куликово Фото Бобыкиной

Изучение динамики берегов Самбийского п-ова и прикорневой части Куршской косы проводились и ранее. Отмечались существенные различия в динамике северного и западного побережья полуострова [242]. Сравнение с данным наблюдений за период с 1973 по 1980 гг. [288] показало, что скорости абразии берегов примерно совпадают и составляют в основном 0,1-0,4 м/год. Отмечено усиление размыва выступающих в море мысов: мыс Бакалинский имел среднюю скорость размыва 0,7-0,8 м/год, в настоящее время – 2,55 м/год, на мысе Гвардейском размыв составлял 0,2 м/год, в последние годы - до 1,6 м/год, усиление размыва в районе Куликово – от 0,4-0,6 до 1,45 м /год.

В районе поселка Янтарный, в связи с прекращением в 90-х годах поступления в береговую зону пульпы Янтарного комбината, размыв берега усилился с 0,4-0,6 до 20 м/год, а к югу от пос. Янтарного скорости размыва берега возросли с 0,2-0,4 до 2 м/год [360]. Данные динамики берегов за период с 1973 по 1980 в свою очередь согласуются согласуются с более ранними данными немецких исследователей (Bruckmann, 1913).

По анализу картографического материала съемок 1925-1979 г.г. установлено, что за 54 года берега Самбийского полуострова отступили на 20-50 м [262].

По данным радиоуглеродного анализа донных лагунных илов в районе пос.Лесной берег здесь за последние 5-6 тыс. лет отступал со скоростью 0,4-0,5 м/год (Жамойда и др., 2008). По [242] это более 1м/год, по данным мониторинга – 0,8 м/год. То есть, идет активизация процесса размыва.

Выводы – по данным мониторинга большая часть берегов, особенно Куршской косы, Самбийского п-ова, Калининградской области испытывает устойчивый размыв [361, 365, 366, 367].

Только на Вислинской косе, за исключением 4-5 километрового участка к югу от Калининградского канала, берега стабильны, а на отдельных участках развиваются аккумулятивные формы. В то же время в средней части косы стабильное состояние сменилось процессом размыва, что, вероятно, связано с прекращением поступления техногенных наносов с конца 90-х годов прошлого столетия.

Современная морфодинамика берега имеет унаследованный характер и свидетельствует о дефиците наносов на подводном береговом склоне. А с другой стороны – что положительная динамика берега находится в зависимости от техногенных источников питания.

На морских берегах Вислинской и Куршской кос усилились эоловые процессы. В последние годы возрастает число отдыхающих. Стихийно проложенные тропы на морских склонах авандюн обеих кос, езда по дюнам на автотранспорте привели повсеместно к нарушению, а на Вислинской косе и к уничтожению на ряде участков растительного покрова. Это вызвало активизацию дефляции морского склона, и поверхности авандюны, безвозвратный вынос пляжных наносов за пределы авандюны, увеличение числа котловин выдувания, в том числе сквозных. Так, к северу от Зеленоградска за один год (2009-2010) снесло 60 см поверхности дюны, обнажив корни старых деревьев. Только потому, что рекреантами был полностью уничтожен растительный покров на авандюне. На Вислинской косе только за май - июнь 2010 г. за счет дефляции снесена значительная часть верхней части морского склона авандюны, сформировались террасовидные поверхности, бронированные обнажившимися выходами полей суглинков. По всей видимости, суглинки использовались некогда для укрепления дюны, они встречаются частыми линзами в эоловых песках, лежат на более-менее одном уровне. Внутри каждой линзы сохранились полусгнившие остатки древесного ствола одного диаметра. Являясь ветроустойчивыми отложениями, суглинки сдерживают катастрофическое разрушение дюнного вала.

Разрушение дюнного берегового вала грозит уничтожению растительности на прилегающих дефляционных равнинах, нарушению природного равновесия этих динамичных образований. Вынос песка с пляжей усугубляет уже имеющийся дефицит наносов в береговой зоне и, соответственно способствует усилению размыва берегов.

2.2.3.2. Оценка техногенного фактора в современном и перспективном развитии побережья, влияние техногенного фактора на трансформацию побережья

Техногенный фактор в современной динамике берегов играет иногда решающую роль. Особенно это хорошо видно на примере берегов вершины Гданьского залива. Гидротехническое строительство (входные молы Калининградского морского канала) и горнотехническая деятельность (добыча янтаря в районе пос. Янтарный) оказывают непосредственное влияние на состояние берегов Вислинской косы и Самбийского полуострова. Создание берегозащитных сооружений на северном берегу Самбийского п-ова также вносит свой вклад в динамику берегов не только полуострова, но и Куршской косы.

Влияние входных молов Калининградского морского канала. С начала образования в 1510 г. пролива Ной-Тиф (Новый пролив), постоянное велось укрепление берегов пролива и прилегающего морского берега. К 1887 г. были построены южный и северный молы, защищающие пролив от заноса песком, выдвинутые в море до глубины 10 м. Строительство молов отразилось на динамике прилегающих участков берега, определив тем самым их особенности. С этого времени начался активный размыв участка берега, лежащего южнее пролива и аккумуляция на участке лежащем севернее. Это находит отражение в асимметрии положения береговой линии на картах, а также в составе наносов пляжей. Примерно 4 км берега к югу от пролива испытывают устойчивый размыв, как показано на рисунках 2.200, 2.201 [255, 363], что привело к аварийному состоянию берега. Именно здесь расположен единственный на косе поселок Коса. Среднегодовые скорости размыва составляют от 1,5 до 4 м/год.

Рисунок 2.200 – Поперечный профиль размываемого участка берега в 800 м к югу от морского канала

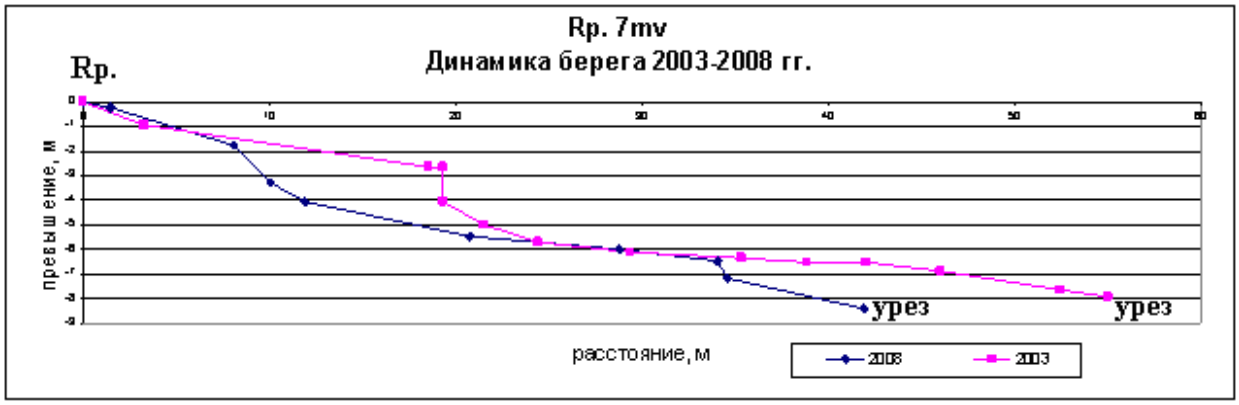


Рисунок 2.201 – Поперечный профиль размываемого участка берега в 2,5 км к югу от морского канала

Основное питание Вислинская коса получала в прошлом от абразии берегов западного побережья Самбийского полуострова. А с начала 60-х годов еще и за счет поступления на берег моря песчаного вскрышного материала, сбрасываемого в районе Янтарного-Покровского. Этот песчаный материал в виде потока наносов, идущего с севера, поступает в обход молов Балтийского пролива на Вислинскую косу. Молы отбрасывают вдольбереговой поток песчаных наносов в море, и он снова подходит к берегу только за 5-ым км косы, как показано на рисунке 2.202 [254]. За счет этого, начиная с 5-го км к югу от мола, берег на протяжении последних десятилетий отличается стабильностью. А до этого подвергался размыву.

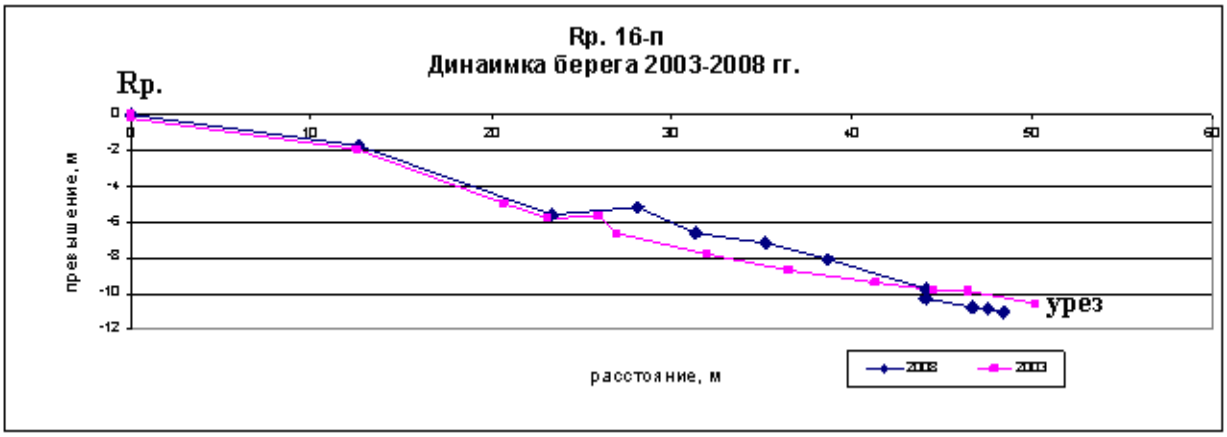


Рисунок 2.202 – Поперечный профиль стабильного берега в 5-ти км к югу от морского канала

Влияние горнотехнической деятельности. В последние столетия отмечался дефицит песка в береговой зоне юго-восточной Балтики [262]. В связи с этим отмечался интенсивный размыв берегов западного крыла Самбийского п-ова. В довоенные годы от мыса Таран и вплоть до Балтийского канала шла абразия берега [262]. В послевоенные годы возобновились горнотехнические работы, связанные с добычей янтаря в районе пос. Янтарного, и начался сброс на берег песчаных вскрышенных отложений из карьеров комбината. С начала сброса вскрышных пород в виде пульпы непосредственно в море в 60

– х годах прошлого столетия резко увеличилось поступление рыхлого материала на подводный склон - до 3,1 млн.м³/год, появился новый источник в балансе наносов [246]. Всего на участок берега от Синявино до Покровского было сброшено более 80 млн. куб. м. преимущественно песчаного материала.

Вдоль западного берега Самбийского п-ова отмечается наличие потока наносов, направленное с севера на юг [262], следовательно, рыхлый материал сбрасываемой пульпы переносится в этом направлении, что было подтверждено и экспериментально с помощью люминофоров [246, 262].

В результате, на участке Синявино-Янтарный образовался аккумулятивный конус, выдвинутый на 800 м от берега в море. А южнее в районе Покровского произошло полное заполнение м Покровской бухты и перед отмершими клифами образовалась широкая аккумулятивная терраса, осложненная сериями молодых дюнных валов. В итоге за счет массового поступления песка в море к югу от пос. Янтарного берег из абразионного, пройдя стадию стабильного, стал аккумулятивным. На всем его протяжении сформировались широкие песчаные пляжи.

С 90-х годов прошлого столетия добыча резко падает, составляя менее 0,4-0,2 млн.куб.м/год, кроме того, вскрышные породы начали складироваться во внутренние отвалы карьера. В связи с этим начался интенсивный размыв выдвинутых в море песчаных конусов в районе комбината [360]. Таким образом, с конца 90-х годов Янтарный комбинат практически перестал быть источником рыхлых наносов в береговую зону.

В этом свете интересна взаимосвязь изменения динамики берегов последних лет с прекращение действия одного из источников наносов, который для западного крыла Самбийского п-ова рассматривается как основной. Для этого был сделан сравнительный анализ данных мониторинга берегов за период 2002-2007 годов на участке от мыса Таран до Балтийска, как показано на рисунках 2.203, 2.204.

В связи с прекращением работы Янтарного комбината в конце 90-х годов прошлого века, отмечается усиление размыва берега прежде всего в районе Янтарного комбината. Максимальный размыв отмечается на Синявинском конусе, где скорости составляют более 20 м/год. Размыв, но в меньшей степени, отмечен южнее пос. Янтарный, составляя в среднем 2-2,5 м/год, а в последние годы увеличился до 3,5 м/год. Только в районе г. Балтийска к северу от Калининградского морского канала берег пока остается стабильным.

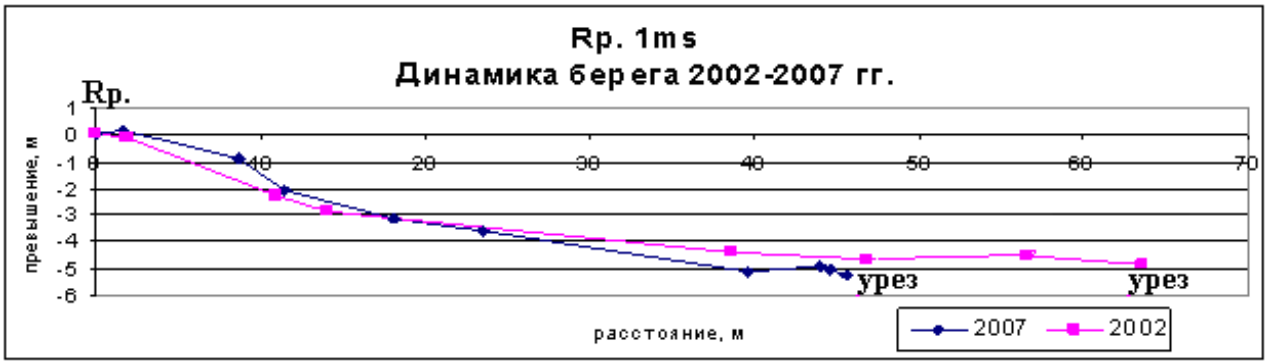


Рисунок 2.203 – Поперечные профили берега на устойчиво стабильных участках берега к северу от молов Калининградского морского канала

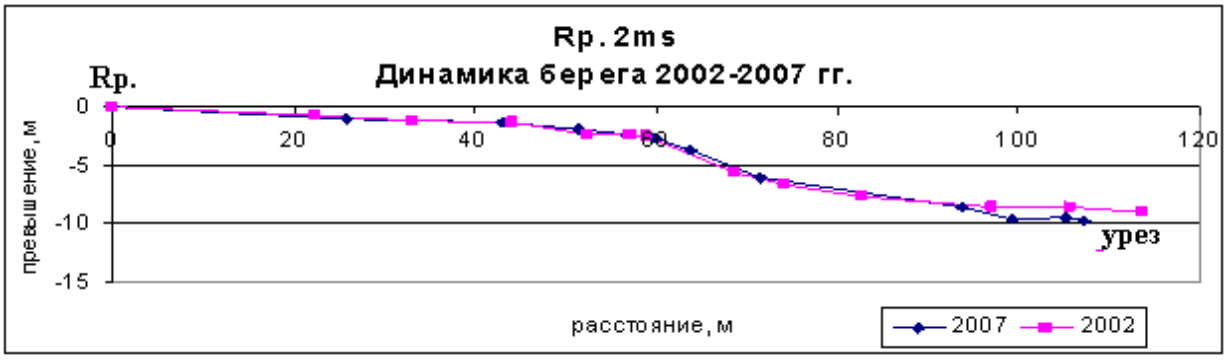


Рисунок 2.204 – Поперечные профили берега на устойчиво стабильных участках берега к северу от молов Калининградского морского канала

Влияние берегозащитных сооружений. Большая часть берегозащитных сооружений сосредоточена на северном побережье Самбийского п-ова в курортных районах. Их характеристика дана в главе 2.2.2.2. В последние годы для предотвращения активной абразии берегов основания уступов на несколько километров были опоясаны волноотбойными стенками или сочетанием волногасящих конструкций и волнноотбойных стенок (как правило, под променадами).

Известно, что материал абразии берегов является источником наносов, поступающих в существующий здесь вдольбереговой поток наносов, направленный на восток, и питающих пляжи Куршской косы. Такой способ берегозащиты ведет к усугублению ситуации с поставкой наносов в береговую зону и, естественно, будет одним из факторов усиления размыва берегов Куршской косы. Кроме того, это одна из причин потери пляжей в курортных районах.

2.2.4 Оценка емкости морского курортного потенциала кос, пляжей, дюнных комплексов, лиманов Калининградской области

Рекреационное использование. Курорты Калининградской области: Светлогорск, Зеленоградск и Куршская коса обладают неограниченными бальнеологическими ресурсами: мягкий климат, экологически чистое морское побережье, минеральные воды, торфяные грязи. Санатории и гостиничные комплексы предоставляют отдыхающим сертифицированные и лицензированные медицинские услуги. Куршская Коса - национальная гордость и заповедное место, где чистый воздух, уникальная флора, великолепные виды на Балтийское море с одной стороны и на Куршский залив с другой [367].

Светлогорск - бальнеогрязевой приморский равнинный курорт лесной зоны в 46 км к северо-западу от Калининграда на берегу Балтийского моря. Население Светлогорска всего в восемь тысяч человек летом практически удваивается, а в межсезонье здесь отдыхают и восстанавливают здоровье около 4,5 тыс. В Светлогорске нет промышленных предприятий [368].

Светлогорск во многом напоминает немецкий город с зелеными насаждениями и многочисленными деревянными домиками с красными черепичными крышами. Пожалуй, Светлогорск является единственным городом бывшей Восточной Пруссии, сохранившим свой довоенный облик. Светлогорск стоит на высоком (30-50 м) обрывистом берегу, поэтому к Балтийскому морю ведут семь оборудованных серпантинных дорог, работают лифты и канатная дорога. Три из семи спусков к морю выходят на променад. Прогулка по тихим ухоженным улочкам с одно-, двухэтажными домами, затерянными среди деревьев, может соперничать с экскурсией по ботаническому саду, так как деревья и кустарники были привезены сюда из самых разных уголков земного шара. Возле многих из них даже есть таблички, рассказывающие об их происхождении и уникальности.

Климат в Светлогорске переходный от морского к континентальному, с небольшими амплитудами колебаний температур и атмосферного давления, что в значительной степени определяется влиянием воздушных масс, образующихся над Атлантикой и континентом Евразии, а также его положением на юго-восточном побережье Балтийского моря. Зима мягкая; средняя температура января -4°С. Лето умеренно теплое; средняя температура июля 21 °С. Осадков около 800 мм в год. В осенние месяцы, наиболее благоприятные для лечения, средняя температура воздуха примерно от 0 °С до 7°С. В этот период максимально увеличивается содержание йода в воздухе, что благоприятно сказывается на лечении заболеваний органов дыхания, астмы и

щитовидной железы. Температура моря не поднимается выше 10°С. Число часов солнечного сияния около 2000 в год. Купальный сезон – с середины июня до конца августа (температура воды от 17°С до 20°С). Наиболее теплая вода в июле, что определяется морскими течениями. Зимой Балтийское море не замерзает.

Лечебный микроклимат Светлогорска формируется за счет сильного прибоя и морских водорослей. Наиболее высокая концентрация йода и минеральных солей в осенний период. Минеральные воды многочисленных источников преимущественно гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава с повышенным содержанием йода и фтора используют для питьевого лечения, бромистые хлоридные натриевые рассолы для бальнеопроцедрур. Для грязелечения на курорте используют торфяные грязи месторождения Горелое в 4 км от города Светлогорска.

Пляж в Светлогорске длиной около 2 км и шириной до 50 м неоднородный – песчаные пляжи чередуются с галечными, такова и структура морского дна. Кроме того, Светлогорск расположен на берегу небольшой бухты, где благодаря стремительному течению всегда кристально чистая, прозрачная вода. Морской мусор не задерживается в бухте, оставляя берега чистыми.

Иногда в Светлогорске к берегу прибивает морскую тину. Как правило, эти участки тянутся не более чем на 100-200 м и можно пройти вдоль побережья и найти чистое место. Однако, эта особенность Балтийского моря в Светлогорске формирует его лечебный микроклимат: когда водоросли согреваются солнцем, они интенсивно выделяют йод, который легко усваивается организмом.

Зеленоградск (до 1946 г. - Кранц) – город-курорт в Калининградской области России, административный центр Зеленоградского района [369]. Основан в 1252 г. До 1945 г. входил в состав Германии (Восточная Пруссия), затем России. Население 12,1 тыс. жителей (2008). Расположен на берегу Балтийского моря, у основания Куршской косы, в 34 км к северу от Калининграда. Климат умеренный, переходный от морского к континентальному. Средняя температура января -5°С, июля +17°С. Средняя температура воды в море в купальный сезон от +16.5 до +17.5°С. Осадков около 800 мм в год, преимущественно летом. Приморский и бальнеогрязевой курорт.

Зеленоградск меньше соседнего курорта Светлогорска. Пляж покрыт мелким светлым песком, переходящим в небольшие приморские дюны. Рельеф дна моря у побережья пологий, ровный. В Зеленоградске, в отличие от другого курорта Светлогорска, нет крутых спусков и подъёмов, что удобно для страдающих заболеваниями сердца, органов дыхания и опорно-двигательного аппарата.

Для детского отдыха в Зеленоградске сохранилась сеть детских оздоровительных лагерей. С 1999 года в городе проводятся мероприятия творческого объединения «Настоящие друзья Буратино» с вручением ордена Буратино за верность идеалам детства. Достопримечательностями курорта являются красивая морская набережная, городской променад с протяжённым пляжем, большой парк, который за городом сливается с большим сосновым бором. От окраины города начинается национальный парк Куршская коса, включенный в список памятников природы ЮНЕСКО.

Куршская коса – песчаная коса, расположенная на побережье Балтийского моря и Куршского залива. Здесь на очень небольшом расстоянии друг от друга соседствуют очень разные пейзажи: песчано-пустынный, хвойные леса, березняки запада России. Коса напоминает музей природных зон. Коса тянется от города Зеленоградска в Калининградской области до г. Клайпеда (Литва) [370].

Тело косы состоит из песка, покрытого тонким (в несколько сантиметров толщиной) растительным слоем. Образование этого слоя происходило в течение многих десятилетий [371]. Фактически коса является полуостровом, так как в районе Клайпеды находится пролив, соединяющий Куршский залив и Балтийское море, по которому в Куршский залив и обратно проходят суда. Благоприятные климатические условия позволяют отдыхать на Куршской косе в период с мая по ноябрь [372].

В 2000 году Куршская коса была включена в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. На территории Калининградской области является национальным парком «Куршская коса», на территории Литвы это также национальный парк. Несмотря на включение в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, на Куршской косе продолжается незаконное строительство [373]. Более того, вероятен рост активности застройщиков в связи с образованием на территории национального парка особой туристско-рекреационной зоны.

Инфраструктура рекреационного комплекса остальной части побережья менее развита. Для туристов, любящих неорганизованный отдых особый интерес представляет *Балтийская коса* (*Вислинская коса*) - уникальный географический объект, представляющий собой узкую полоску суши с песчаными пляжами и дюнами шириной 300 - 1800 м в средней и южной и 8-9 км в северной частях. Отделяет Калининградский залив от основной части Балтийского моря. Длина косы - 65 км (из которых 35 принадлежат Калининградской области, остальные - Польше). Площадь косы 2522 га. Ширина морских пляжей 30-40 м. Частично покрыта лесом. Коса соединена с материком на польской стороне. С российской стороны оконечность косы отделена от материка судоходным каналом в городе г.Балтийске.

В качестве туристско-рекреационной территории российская часть Балтийской косы не использовалась свыше 50 лет (пограничная зона). До середины девяностых годов г. Балтийск был режимной территорией, попасть на которую мог лишь ограниченный контингент граждан. Позже на въезде в Балтийский городской округ был создан контрольно-пропускной пункт, требовавший от въезжающих документы, подтверждающие российское гражданство. В начале 2010 года контрольно-пропускной пункт был ликвидирован. Облегчение въезда в Балтийский городской округ поспособствовало постепенному развитию туризма на российской части косы. Причём, в отличие от организованной туристической инфраструктуры на Куршской косе, туризм на Балтийской косе носит «дикий» характер.

Общее число российских и иностранных туристов в Калининградской области составило 396 700 в 2007 году. Наиболее популярные города - Калининград, Светлогорск, Зеленоградск, Янтарный. В течение 2007 года в области были открыты новые отели и гостевые дома с общей вместимостью 240 номеров [374].

Показатель занятости гостиничной инфраструктуры устойчиво увеличивается с 2000 года, как показано на рисунках 2.205, 2.205. Он достаточно высокий в целом по Калининградской области, достигает 95% в сезон на побережье и даже 75% во внесезонный период. Это свидетельствует о потенциальной нехватке мест размещения туристов, как видно из таблицы 2.14. Главная проблема развития туризма Калининградской области, особенно на побережье, - это кратковременный теплый период для пляжного отдыха - только июнь-август. В остальные месяцы маленькие курорты вынуждены бороться за каждого туриста, чтобы достичь показателя в 25% загруженности. Предпринимаются попытки продлить сезон, например, с помощью развития системы оздоровительных учреждений, создания закрытых притягательных мест отдыха, маршрутов по центрам культурно-исторического наследия и культуры.

77% иностранных посетителей Калининградской области являются приезжими туристами из Германии (для сравнения, в Литве 26%) [374]. Посетители преимущественно старше 50 лет приезжают с целью ностальгического туризма, жаждущие посмотреть объекты уцелевшего культурного наследия Восточной Пруссии. Российские туристы приезжают в основном из Москвы, Санкт-Петербурга и других городов Северо-запада России. Так, за пять лет число иностранных туристов, посещающих регион, сократилось на 26 тысяч. В 2006 году в калининградской области побывали 81,7 тысяч человек из-за границы, а в 2011 году в регион приехали всего 55,5 тысяч иностранцев. Такие данные приведены в проекте Стратегии социально-экономического развития Калининградской

области на средне- и долгосрочную перспективу. Несмотря на это, общий поток туристов в регион постепенно увеличивается. Если в 2006 году Калининградскую область посетили 356,4 тысяч человек, то к 2011 году их количество увеличилось до 450 тысяч. Подобный прирост обеспечивают отдыхающие из основной части России. Отмечается, что, несмотря на проблемы с транспортной доступностью, российские туристы рассматривают Калининградскую область, прежде всего, как регион лечебно-оздоровительного туризма (48%), который сочетается с культурно-познавательным туризмом (28%). Активно развивается деловой, конгресс-туризм (15%). В структуре въездного иностранного туризма преобладает культурно-познавательный (46%) и деловой туризм (35%). Внутренние туристы предпочитают пассивный пляжный (34%) и лечебно-оздоровительный отдых (15%) в приморской зоне Калининградской области.

Рисунок 2.205 – Занятость койко-мест в сезон, Калининградская область, 2002 - 2006 г.

Рисунок 2.206 – Занятость койко-мест вне сезона, Калининградская область, 2002 - 2006 г.

Таблица 2.14 – Информация о состоянии инфраструктуры туризма

Предприятия и организации	Количество	Число мест размещения
Санатории	19	3858
Пансионаты	11	691
Дома отдыха	10	613
Туристические базы отдыха	30	1765
Детские оздоровительные лагеря	25	4240 (в смену)
Гостиницы и гостевые дома	85	4480
Сельские туристические усадьбы	67	678
Итого	247	16325

Факторы развития рекреационного комплекса побережья:

Побережье Калининградской области обладает весьма значительным, во многом уникальным потенциалом для развития курортно-туристической деятельности, однако имеющиеся возможности пока используются далеко недостаточно, и этому есть объективные и субъективные причины. Из природных факторов, способствующих развитию рекреационного комплекса, следует отметить:

благоприятный мягкий морской климат с достаточно большим числом солнечных дней в году и умеренно теплым летом;

живописные природные ландшафты;

уникальные песчаные косы с дюнами и лесами;

морское побережье с прекрасными, преимущественно песчаными пляжами и освежающими, умеренно теплыми морскими водами;

Балтийское море и его заливы, дающие возможности для развития рыболовства, морского туризма и водных видов спорта;

целебные минеральные источники и лечебные торфяные грязи;

выгодное географическое положение области на пересечении сухопутных и морских путей из Западной и Северной Европы в Россию;

существующая сеть санаторно-курортных и туристических учреждений;

существующая, хотя и в не очень хорошем техническом состоянии, но достаточно развитая транспортная сеть и инженерная инфраструктура.

Существуют также проблемы, с которыми сталкивается развитие отрасли:

Неравномерность рекреационного освоения территории.

Многофункциональность использования рекреационных территорий, порождает наложение различных видов отдыха на одну и ту же территорию (кратковременного отдыха на зоны длительной лечебно-оздоровительной рекреации; поглощение ценных лечебных местностей дачной рекреацией), а также сложности с организацией

пригородного отдыха для жителей больших городов.

Столкновение интересов урбанизации и рекреации при расширении зон промышленной и гражданской застройки.

Экологические проблемы, такие как загрязнение рекреационных территорий в урбанизированных районах; отсутствие действующей системы регулирования рекреационных нагрузок на природные комплексы существующих зон отдыха. Рекреационное планирование материальной базы должно стать частью общего плана по обустройству территории. Перед началом строительства нового туристского комплекса следует тщательно и полно изучить его влияние на экономику и природу региона. Новый туристский проект должен планироваться так, чтобы сохранять и по возможности улучшать состояние окружающей среды.

Разрушение сети учреждений детского отдыха.

Инфраструктурная необустроенность дорог.

Недостаточная профессиональная подготовка туристских кадров.

Оторванность от основной территории России.

Рассчитанная рекреационная емкость пляжей Калининградского морского побережья определяет допустимую нагружу на Приморский рекреационный район в 280 тыс. рекреантов.[375]. В то же время Калининградская область, имея высокий туристический и рекреационный потенциал, может поднять его долю в структуре в ВРП до 8 - 10% к 2016 году, что предполагает увеличение турпотока до 1,5 – 1,8 млн. человек в год, причем предполагается, что основной поток будет направлен именно на побережье. Для этого в рамках программы развития туристской деятельности необходимо разрешить ряд проблемных вопросов, в том числе:

облегчение транспортной и погранично-правовой доступности области (в контексте развития сети современных транспортных магистралей: автомобильных, железнодорожных, водных, воздушных).

активизацию приграничного и международного сотрудничества, в первую очередь со странами, история которых тесно связана с историей области.

создание условий для обеспечения всесезонного притока туристов, зависящего от повышения уровня существующей и формирования новой туристской инфраструктуры, включая развитие лечебно-оздоровительного, делового, водного (морского и речного), культурно-познавательного и событийного туризма.

проведение сильного маркетинга территории; создания комфортной информационной среды, а также активного продвижения туристско-рекреационных продуктов и услуг области на отечественный и зарубежный рынки;

изменение подходов к рекреационному планированию территории: создание сети рекреационных парков, формирование локальных туристских центров в малых исторических городах;

увеличение ресторанно-гостиничного фонда за счет развития малых предприятий: постоялых дворов, трактиров, охотничьих домиков;

повышение качества услуг в действующих учреждениях отдыха;

внедрение нетрадиционных форм отдыха: "живых" тевтонских замков и этнографических деревень, паломничества, туристских автокараванов и пр.;

общерегиональное рекреационное обустройство дорожной инфраструктуры.

улучшение состояния пляжей, их обустройство для нужд туристов;

создание нормативных актов, способствующих успешному и выгодному развитию туризма;

развитие международных связей, их укрепления и переход на новый уровень.

Необходимо учитывать острую конкурентную ситуацию в Балтийском макрорегионе. Калининградской области предстоит делать ставку на поиск и разработку уникальных туристических продуктов, привлекательных для серьезных инвесторов, а также на активное продвижение крупных событий международного класса. При условии сложившегося в перспективе до 2016 года высокого уровня туристической инфраструктуры, а также при относительной дешевизне услуг это даст Калининградской области возможность перетянуть на себя значительный поток туристов и инвестиций, обеспечив устойчивую конкурентоспособность в Балтийском макрорегионе.

2.2.5 Оценка ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов Калининградской области с точки зрения безопасности хозяйственной деятельности в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям

2.2.5.1 Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов

В регионе Балтийского моря, также как и во всем мире, происходят изменения гидрометеорологических условий, связанные с изменением климата [376, 377, 378]. Эти изменения не одинаковы для отдельных частей Балтийского региона, присутствует существенная локальная составляющая. Для таких объектов как лагуны, в частности, Вислинская и Куршская лагуны Балтийского моря, имеющие пространственные масштабы 10-100 км, именно локальные гидрометеорологические условия являются определяющими [376].

Рост температуры воздуха и воды. Данные всех береговых станций в Калининградской области показывают положительный тренд для среднесуточных значений температуры воздуха (T_a) и воды (T_w). Поскольку та же тенденция наблюдается и для максимальных и для минимальных значений дневной температуры, то потепление становится очевидным фактом для последних 10 лет. Положительный линейный тренд для средних значений дневной температуры в районе Вислинского залива составляет 0.09 ºС в год для температуры воздуха и 0.1 ºС в год для температуры в оды, а для Куршского залива – 0.15 ºС в год для температуры воздуха и 0.0 ºС в год для температуры воды. Разница в соотношениях между этими скоростями роста объясняется тем, что точка измерений в Вислинском заливе находится вблизи пролива, соединяющего залив с морем, а в Куршском заливе точка измерений находится на большом удалении и от пролива и от устья Немана [379].

Изменение в скорости и направлении ветра. Данные до 2000 г. [378] убедительно показывают, что для величин максимальных ветров в Юго-восточной Балтики характерен отрицательный тренд, т.е. снижение со временем их величин. Сравнение гистограмм повторяемости скорости ветра разных градаций за три 3-летних периода (1992-1994, 1998-2000, 2001–2004) с историческими данными за период 1949-1988 гг. в г. Балтийске свидетельствуют, что после 1994 г. упала вероятность появления ветров более 6 м/с, что

говорит о тенденции снижения величин скоростей ветра. На рубеже веков наблюдалось некоторое увеличение значений сильных ветров, но с 2004 по 2008 г. опять наблюдается их снижение. Так, данные о максимальных, средних и минимальных за день величинах скорости ветра в Балтийске свидетельствуют об общем снижении силы ветра. Нет возможности сделать однозначный вывод об изменении структуры в направлениях ветров около Калининградских берегов, т.к. все без исключения береговые точки измерений имеют «затененные» деревьями или зданиями сегменты в направлении ветра. Данные 2004-2008 гг. говорят о постоянном уменьшении как средней скорости ветра, так и ее экстремальных значений. Увеличилась вероятность ветров менее 6 м/с, в то время как вероятность ветров более 6 м/с – упала. Для скорости вера на открытой морской платформе D6 в Балтийском море (~30 км от берега) зафиксирован небольшой, но статистически значимый (коэффициент Стьюдента равен 13.322), отрицательный тренд в значениях ежечасных измерений ветра – 0.18 м/с в год; также сократилось количество ветров более 15 м/с [380].

Изменения в показаниях давления. Временной ход приведенного к уровню моря атмосферного давления за период 2004-2008 гг. на морской платформе D6, построенный по ежечасным данным, характеризуется наличием статистически значимого (критерий Стьюдента равен 18.77) положительного тренда (средний рост давления составляет 0,641 гПа/год). Устойчивое увеличение атмосферного давления над Калининградской областью может свидетельствовать об изменении траекторий циклонов. Анализ повторяемости давления (ежечасные измерения) по трем градациям: (Az) - значения давления ≥ 1015 гПа, что соответствует антициклональным условиям; (Zn) давление ≤ 1010 гПа – циклонические условия и (GF) малоградиентные поля, показал, что количество антициклонических условий возрастает, а количество циклонов уменьшается. Учитывая, что в эти же годы интенсивность североатлантического колебания NAO имеет отрицательный тренд, можно предположить, что траектории циклонов стали проходить севернее. Изменение давления и уменьшение скорости ветра для Калининградской области позволяют выдвинуть гипотезу о смещении траекторий движения центров циклонов севернее, либо что менее вероятно, общее количество или интенсивность циклонов изменились. При таком тренде следует ожидать некоторых положительных последствий для береговых процессов. Уменьшение штормовых дней, увеличение вероятности сильных ветров южных направлений, может привести к интенсификации процесса аккумуляции песчаного материала на северном, наиболее страдающем сейчас от абразии, морском берегу Самбийского полуострова (Калининградская область).

Осадки. Благодаря хорошо развитой циклонической деятельности в Калининградской области выпадает за год в среднем 750-800 мм осадков [224, 229]. При этом они неравномерно распределяются как по территории области, так в течение года. В холодное время года часто выпадает дождь со снегом, в весенне-летний период осадки могут быть ливневыми, значительно изменяется их количество в отдельные годы и месяцы. Колебания годовых сумм осадков по данным «Витязя» за период наблюдений составили диапазон от 974 мм (2007 г.) до 458 мм (2002 г.), в среднем 648 мм/год, что несколько ниже нормы по Калининградской области, составляющей 788 мм [229]. Тем не менее межгодовой ход, в котором прослеживаются 2-3-х летние колебания, характеризуется положительным линейным трендом 16,6 мм/год, что отражает общую тенденцию увеличения количества осадков в регионе в связи с процессами общего потепления климата.

Повышение уровня моря. Подъем уровня по наблюденным данным, выявленный в XX-м столетии у побережья ряда стран Балтийского моря, составил в море и заливах 1-2 мм/год [381, 382, 383]. Интенсификация этого процесса отмечена во 2-й половине столетия, темп роста составил. например, на море 2.3 мм/год (Самбийский полуостров, Россия), в заливах 2.8-3.1 мм/год (Вислинский, 1951-2006), 3.8-3.9 мм/год (Вислинский и Куршский, 1961-2008) [282, 383, 384]. В последние десятилетия расчеты по средним годовым данным показывают, что общий подъем уровня продолжается с еще большей скоростью – 5-10 мм/год, как в лагунах, так и на морском побережье [384]. Главной закономерностью межгодовых изменений характеристик уровня является устойчивая тенденция к их увеличению: повышение среднего уровня характеризуется линейным трендом, который увеличивается в зависимости от длины ряда. Долговременное поступательное изменение уровня создает большие проблемы для прибрежных территорий, вызывая деформацию берегов и нарушение биологического баланса вод. Эти проблемы актуальны и для лагун Балтики, расположенных в юго-восточной части моря. Главный фактор, влияющий на колебания уровня Вислинского залива в течение всего года – это водообмен залива с морем через небольшой и неглубокий пролив у г. Балтийска. Полученные результаты иллюстрируют отклик хода уровня в лагунах Балтийского моря на глобальное потепление климата и обусловлены изменениями в ветровой нагрузке и осадках в водосборном бассейне [383]. Приток воды из моря и повышение уровня в заливе вызывают преобладающие над морем ветры преимущественно с западной составляющей. Сильнее всего это сказывается на ориентированной с востока на запад и впадающей в залив реке Преголе, в устье которой расположен порт Калининград. Определение

характера изменения и взаимодействия основных метеорологических и гидрологических параметров является для нашего региона актуальной задачей, особенно по последним данным.

2.2.5.2 Оценка ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов с точки зрения безопасности хозяйственной деятельности в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям

Куршская коса, благодаря уникальному ландшафту, с 2000 года включена в Список всемирного наследия ЮНЕСКО. Имеет статус национального парка. Весьма привлекательна в рекреационном аспекте. Все актуальней становится вопрос о состоянии и развитии существующих баз отдыха и выборе новых объектов рекреации на морском побережье.

На основе изучения правового устройства и условий функционирования национального парка «Куршская коса» – были выделены современные эксплуатируемые участки, отвечающие социально-экономическим и правовым требованиям, предъявляемым к объектам рекреации (развитая инфраструктура и транспортная сеть, соответствующее функциональное зонирование территории).

Кроме того, отмечены участки, как показано на рисунке 2.207, отведенные под эксплуатацию в рамках создания и развития особой экономической зоны туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) (ОАО ОЭЗ в Калининградской области …, 2009). К ним отнесен участок №1 – морской берег прикорневой части косы северо-восточнее г. Зеленоградска, он же – участок №1 в системе ОЭЗ ТРТ. Участок №2 – морской берег напротив пос. Лесной. Участок №3 – морской берег в районе пос. Рыбачий. Участок №4 – морской берег Куршской косы напротив пос. Морское, он же – участок №3 в системе ОЭЗ ТРТ, как показано на рисунках 2.208-2.211.

С точки зрения выбора объектов рекреационно-оздоровительного туризма важны структура, состояние и динамика береговой полосы. Основные элементы берега Куршской косы – авандюна (дюнный вал), пляж – достаточно динамичны. Авандюна (относительная высота над основанием около 2-3 м восточнее Зеленоградска и 6-7 м на северном отрезке) является защитным барьером от песка, выносимого ветром с пляжа на прилегающую сушу. В настоящее время на авандюне развиваются дефляционные процессы. Разрастаются старые и появляются новые котловины выдувания. Этот процесс напрямую связан с возрастающей антропогенной нагрузкой и плохим или недостаточным

обустройством. Все участки берега, где уже имеются или предполагается развитие зон туристско-рекреационного типа были проанализированы на предмет современного состояния берегов. С этой целью были использованы данные многолетних наблюдений за состоянием и динамикой берегов по созданной АО ИО РАН сети мониторинга [223]. На рисунке 2.207 показаны номера точек мониторинга, которые были использован для такого анализа.

Рисунок 2.207 – Расположение участков рекреационно-оздоровительного туризма на Куршской косе

Берег на участке №1 подвержен устойчивому размыву, в качестве берегозащиты использовались до 2012 сооружения конструкции Шахунянца (в виде связок насаженных на бетонные стержни отработанных автомобильных шин), сосредоточенных в несколько рядов на урезе, как показано на рисунке 2.208. В зимний шторм 2012 они были разрушены и ликвидированы. Пляж между авандюной и берегозащитными конструкциями песчаный, шириной менее 20 м; на участке №2 пляж шириной от 20 до 40 м, №3 – около 65 м, №4 – от 30 до 50 м.

Рисунок 2.208 –Участок 1. Прикорневая часть Куршской косы (Rp. 1mk и 2mk) после шторма в январе 2012 г (фото В.Бобыкиной)

Рисунок 2.209 – Участок у пос. Лесной (Rp. 4mk). Променад прикрывает размываемый уступ (фото В.Бобыкиной)

Рисунок 2.210 – Планируемый участок «Фрингила» в ОЭЗ ТРТ. Rp. 5amk. Устойчиво аккумулятивный участок с системой из старой и молодой авандюн и активным эоловым накоплением фото В.Бобыкиной)

Рисунок 2.211 – Участок № 3. Зона отдыха у пос. Рыбачий, Rp. 8mk. В 2007 г. берег подвергся значительному штормовому размыву. Эоловая аккумуляция в последующие годы способствовала его восстановлению (фото В.Бобыкиной)

Анализ данных мониторинга за 6-ти летний период [360] показал, что большая часть морского берега косы размывается, причем скорости размыва авандюны или прибрежной террасы местами достигают более 2 м/год. Так на участке №1 размыв составляет 2-2,6 м/год, на участке №2 – 0,8 м/год, на участке №3 – 0,3 м/год, №4 – 2,5 м/год. Размыв берегов связан с общим дефицитом наносов в береговой зоне Куршской косы.

На перспективных участках рекреации ситуация несколько другая. На участке «Фрингилла» (Rp.5amk) берег отмелый, стабильно-аккумулятиный с пологим, поросшим травами склоном старой и молодой авандюн, широким (около 90 м) песчаным пляжем, как показано на рисунке 2.210. То же самое и на участке «Красные дюны» (Rp.10mk).

Пляжы косы сложены хорошо сортированными (коэффициент сортировки (So) - 1,23-1,33) среднезернистыми песками с медианным диаметром (Md) от 0,36 до 0,41. В примеси крупно- и мелкозернистые пески, как показано на рисунке 2.212. Это является благоприятным рекреационным показателем.

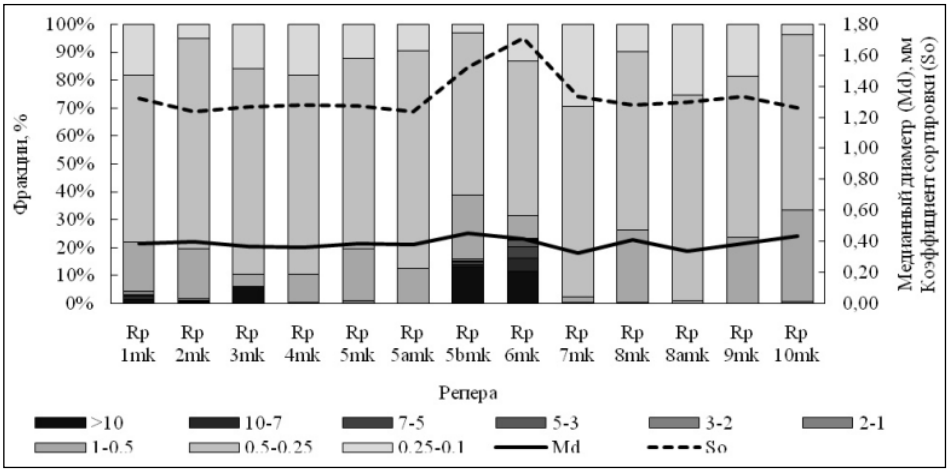


Рисунок 2.212 – Гранулометрический состав наносов морского берега Куршской косы (2010г.)

Представленные данные позволяют отметить, что все ныне существующие на морском берегу участки рекреации расположены на устойчиво размываемых берегах, что является крайне неблагоприятным показателем, и повышает их степень дигрессии. Это создает проблемы обустройства и эксплуатации. При условии сохранения существующей ситуации высока вероятность утраты некоторыми участками своей рекреационной ценности. В целом по Куршской косе отрицательная динамика отсутствует только на участках с ограничением посещения пляжа (стабильный берег в заповедных зонах «Фрингилла» - Rp.5amk, «Красные дюны» - Rp.10 mk). Эти участки берега можно отнести к перспективным для рекреационного освоения с учетом реализации необходимых берегозащитных мероприятий, так как интенсивность размыва меньше на участках, где проводятся берегозащитные работы (-0,8 м - Rp. 4 mk; - 0,3 м - Rp. 8 mk).

Таким образом, согласно геоморфологической характеристике, рекреационная ценность современных эксплуатируемых участков уменьшается, перспективными для освоения на данный момент являются лишь территории заповедных зон. Выходом из сложившейся ситуации является создание полноценной, эффективно функционирующей системы берегозащиты, включающей в себя как создание соответствующей инфраструктуры (частые обустроенные переходы через авандюну, в том числе у всех автостоянок на косе; мусоросборники перед выходами на пляж с тыльной стороны авандюны; обзорные площадки для предотвращения вытаптывания растительности на поверхности авандюны; лестничные сходы на пляж от переходов через авандюну), так и непосредственную защиту и наращивание морского склона авандюны. Для сохранения эстетической и рекреационной привлекательности побережья необходимо создание берегозащитных сооружений с использованием естественных материалов.

Вислинская коса. Прибрежные ландшафты аналогичны Куршской косе. Они так же привлекательны в рекреационном плане. Отличие состоит в том, что Вислинская коса не имеет никакого статуса и находится в свободном, не регулируемом доступе, что также является привлекательным для многих рекреантов. Существующая рекреационно-оздоровительная зона сосредоточена на самой северной оконечности косы, к югу от входного мола, в районе пос. Коса, куда попадают из г.Балтийска на пароме через Балтийский пролив. В летний период многие приезжают на отдых на машинах, и сосредотачиваются главным образом на этом отрезке берега, поскольку проезд далее ограничен. Здесь полностью отсутствует какая-либо инфраструктура и, главное, нет правовых ограничений пребывания. В последние годы стал обычным заезд на машинах на авандюну, разбивка там лагерей, разведение костров, вырубка древесных посадок. Неконтролируемая усиливающаяся антропогенная нагрузка на авандюну привела к уничтожению растительного покрова и развитию активной дефляции. Началось массовое образование котловин выдувания, появились сквозные котловины и активный перенос песка через авандюну на ее тыльный склон, как показано на рисунке 2.213.

Рисунок 2.213 - Дефляция морского склона авандюны в районе пос. Коса: врезание котловины выдувания (слева); засыпанная песком растительность на поверхности авандюны, перенос песка через авандюну и отложение в виде песчаных шлейфов на тыльном склоне (фото В.Бобыкиной)

Берег северного отрезка косы со времени постройки южного входного мола Балтийского пролива (Зее-Тиф) в 1881 г. (официальное открытие в 1887 г.) испытывает устойчивый размыв. Среднегодовые скорости отступания достигают более 4 м. В отдельные годы размыв на 5-ти км участке берега к югу от пролива достигает 8-10 м [255, 360]. Ширина пляжа, сложенного средне- и крупнозернистыми песками, колеблется от 8 до 25 м. Остальные 20 км косы в сторону границы с Польшей стабильны, а на отдельных участках идет устойчивая аккумуляция. Пляжи достигают ширины 25-35 м, сложены светлыми среднезернистыми песками. В настоящее время на морском берегу не ведется какой-либо хозяйственной деятельности. Но при планировании освоения косы надо учитывать, что наиболее неблагоприятные условия на северном 5-ти км участке косы, из которых первые 100 м берега относятся к аварийному.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ к Тому 2

При планировании хозяйственного освоения российских берегов Балтийского моря надо учитывать современные природные процессы. Это преобладание процессов абразии, размыва берегов. Так, Самбийский п-ов размывается со среднегодовой скоростью 0,5-0,25 м; в районе Куликово эти скорости достигают 1,45 м/год. В наиболее благоприятном состоянии находятся берега Балтийской косы – стабильные берега, за исключением первых 4-х км к югу Балтийского пролива. На более освоенной в рекреационном плане Куршской косе преобладают процессы размыва – около 2 м/год. При планировании хозяйственной деятельности также надо учитывать происходящие изменения природных процессов, связанных с изменением климата: температуры воздуха и воды, силы ветра. Для Балтийского региона на примере Вислинского залива прослеживается тренд повышения температуры воды на 0,17 °в год, воздуха – на 0, 09 °в год; увеличение количества осадков. При этом наблюдается тренд в снижении величины скорости ветра. Это позволяет предполагать снижение штормовой активности, уменьшения размыва берегов. Увеличилась скорость общего подъема уровня как в лагунах, так и на берегах до 5-10 мм/год, что отмечается и в смежных регионах.

В настоящее время техногенное влияние на состояние берегов существенно. Оно разносторонне. Это наличие многочисленных гидротехнических объектов, влияющих на береговые процессы. Чаще это распространенные вдоль всего побережья берегозащитные сооружения – буны, которые большей частью уже разрушены и не выполняют своей роли для сохранения пляжей. Современные сооружения представлены преимущественно волноотбойными стенками (опояски, габионы) в курортных районах. Защищая основания склонов от размыва, они негативно воздействуют на состояние пляжей, способствуя их размыву. Эти сооружения, блокируя склоны, усугубляют существующий дефицит наносов. К тому же габионы сильно снизили рекреационную привлекательность берегов.

Горнотехнические, дноуглубительные работы вызывает образование взвеси, увеличение площади отложений алевролита, что негативно сказывается на биоте. К другим видам деятельности, прямо или косвенно влияющей на береговые ландшафты, надо отнести добычу нефти, сброс в море очистных вод, влияние морского транспорта. На побережье планируется сооружение целого ряда причалов и гаваней различного назначения, разработка новых месторождений углеводородов.

Очевидно, что перспективными направлениями экономического развития Санкт-Петербурга и Ленинградской области является морской транспорт с созданием и развитием новых портов и терминалов, расширение промышленных, селитебных, рекреационных зон за счет освоения берегов и создания новых искусственных территорий. Для Калининградской области, помимо перечисленных отраслей, основным направлением хозяйственной деятельности должно стать развитие туризма.

Проведенный анализ убедительно свидетельствует об огромном потенциале эколого-географического, научного и познавательного туризма на побережьях российской части Балтийского моря. Живописные ландшафты, большое количество уникальных и разнообразных исторических и природных (геологических, геоморфологических) памятников, возможность сочетания познавательного туризма с различными видами активного отдыха, а также посещением объектов историко-культурного наследия открывают широчайшие перспективы для развития внутреннего и международного туризма. В Калининградской области наличие 70 км уникальных дюнных берегов Вислинской и Куршской кос, с прекрасными песчаными пляжами, природные условия способствуют развитию рекреационных зон.

Среди наиболее перспективных участков следует выделить:

- берега Куршской и Балтийской кос;
- шхерный берег от российско-финляндской границы до г.Выборга;
- район архипелага Березовых островов и полуострова Киперорт;
- берег от м.Стирсудден до м.Песчаный и прилегающий участок побережья с формами водно-ледниковой аккумуляции;
- песчаные пляжи с комплексом дюн и реликтовыми абразионными уступами Литориновой террасы (Курортный р-он Санкт-Петербурга от п.Ушково до п.Репино);
- песчаные пляжи с комплексом современных дюн и реликтовые дюны в районе пос.Солнечное – м.Дубовской;
- северное побережье Невской губы (от м.Лисий Нос до Лахтинского разлива);
- южное побережье Невской губы от Стрельны до Петродворца (природно-техногенные ландшафты);
- песчаные косы различных генераций в районе пос.Большая Ижора;
- Кургальский полуостров.

При реализации планов регионального развития необходимо обеспечить условия для бережного сохранения и перспективного освоения уникальных береговых ландшафтов на основе выработки механизмов урегулирования межотраслевых противоречий.