

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Кузнецов Михаил Аркадьевич

Морфология и динамика берегов Южных Курильских островов

1.6.14 — Геоморфология и палеогеография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Москва – 2024

Диссертация подготовлена на кафедре геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

- Научный руководитель** – *Болысов Сергей Иванович* – доктор географических наук, профессор
- Официальные оппоненты** – *Огородов Станислав Анатольевич* – доктор географических наук, профессор РАН, заведующий НИЛ геоэкологии Севера географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
- *Разжигаева Надежда Глебовна* – доктор географических наук, профессор, заведующий лабораторией палеогеографии и геоморфологии Тихоокеанского института географии ДВО РАН
- *Лебедева Екатерина Владимировна* – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоморфологии Института географии РАН

Защита диссертации состоится «19» декабря 2024 г. в 15 часов 00 минут на заседании диссертационного совета МГУ.016.4 Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова по адресу: г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, Географический факультет, 21 этаж, ауд. 2109.

E-mail: dissovet.geogr.msu@gmail.com

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М. В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на портале: <https://dissovet.msu.ru/dissertation/3235>

Автореферат разослан «11» ноября 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.016.4,
кандидат географических наук



Е. Ю. Матлахова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Район исследования охватывает Южные Курильские острова: Уруп, Итуруп, Кунашир, Чёрные Братья, Броутон, относящиеся к Большой Курильской гряде, и 12 островов Малой Курильской гряды, крупнейшим из которых является Шикотан.

Актуальность работы. Берега вулканических островов Курильской гряды представляют особый интерес из-за уникальности для территории РФ сочетания наблюдаемых здесь берегоформирующих факторов, включая поступление в береговую зону разнообразного вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала и влияние цунами. В настоящее время берега этого региона остаются довольно слабо изученными: работы, посвященные этой тематике, проводились в мелком масштабе либо носили преимущественно частный характер, поэтому проведённые исследования могут внести определённый вклад в развитие береговой геоморфологии региона.

Исследование берегов Южных Курильских островов имеет не только научное, но и прикладное значение, в первую очередь – в связи с расширением зоны их хозяйственного освоения (в т. ч. создания причальных сооружений). Освоение Курильского архипелага, в особенности крупнейших островов южной его части, – одно из важных направлений в освоении Дальнего Востока, включая обеспечение обороноспособности страны. Даже небольшие и непригодные для заселения острова Малой Курильской гряды обладают существенным экономическим и стратегическим значением вследствие наличия вокруг них 12-мильной зоны территориальных вод и 200-мильной исключительной экономической зоны, согласно Конвенции ООН по морскому праву от 1982 г. Кроме того, Южные Курилы – область распространения ценных и редких полезных ископаемых и представителей фауны.

Цель исследования – выявление основных закономерностей и особенностей морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов как факторов хозяйственного освоения территории.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Оценить степень геолого-геоморфологической изученности Южных Курильских островов, в особенности – вопросов морфологии и динамики береговой зоны.
2. Определить основные факторы (агенты и условия), влияющие на морфологию и динамику берегов и подводного берегового склона.
4. Провести геолого-геоморфологическое описание и классификацию берегов и на этой основе составить карту морфолитогенетических типов берегов.
5. Выявить современную динамику берегов и составить карту современной морфодинамики берегов.
6. Дать прогноз развития берегов на ближайшие 50 лет и рекомендации по их использованию в хозяйственных целях.

Объект исследования – рельеф береговой зоны Южных Курильских островов, которая включает в себя берег и подводный береговой склон. **Предметом исследования** являются морфология, генезис и история развития рельефа береговой зоны, а также современные процессы в ее пределах.

Концепция исследования – характеристика берегов, их типизация и выявление зависимости типов берегов Южных Курил (по морфолитогенетическому и по динамическому принципам) от комплекса разнообразных факторов.

Фактический материал и личный вклад автора. В основу работы положены данные полевых обследований рельефа береговой зоны Южных Курильских островов, полученные автором во время работы комплексной экспедиции «Восточный Бастион – Курильская гряда» под эгидой Русского географического общества в 2019 – 2022 гг., самостоятельных полевых исследований 2022 г., а также литературные, картографические и фондовые данные. В ходе маршрутных исследований автором были проведены геолого-геоморфологические описания и профилирование береговой зоны с использованием GPS-приёмника, анализ разномасштабных топографических, геологических,

геоморфологических и батиметрических карт, а также космических снимков. Выполнена фотосъёмка берегов (в том числе с использованием БПЛА, малой авиации и морского транспорта). Проведены морфолитогенетические исследования, включая характеристику субстрата (описание обнажений, шурфование) и отбор образцов на гранулометрический и минералогический анализы (с последующей лабораторной обработкой).

Для изучения динамики берегов с 1980 (первый доступный космический снимок) по 2023 гг. автором были использованы космоснимки с порталов USGS Earth Explorer и Google Earth. На отдельные участки использованы японские инструментальные карты 1915-1917 гг. Привязка снимков и карт и все измерения проводились в программе ArcMap 10.6. В 18 наиболее крупных заливах и бухтах островов по результатам дешифрирования космоснимков за период с 1980 по 2023 годы (в особенности устьев рек и ручьев), исследования морфологического облика берегов, гранулометрии (332 образца) и минералогии (58 образцов) пляжевого материала и анализа розы ветров сезона зимних штормов выявлены направления перемещения наносов. При прогнозировании развития берегов автором использовались компьютерные модели CIRC-M (Леонтьев, 2001), LONT-2D (Леонтьев, 2014), CROSS-PB (Леонтьев, 2020), позволяющие рассчитать течения, параметры вдольберегового транспорта наносов и штормовые деформации берега.

Личный вклад автора в работу состоит в постановке научных задач, определении научной концепции исследования, в участии в полевых работах, обработке и обобщении результатов полевых и аналитических исследований. Основные научные результаты, выводы и рекомендации принадлежат автору.

Методология и методика исследования. Базовой методологической концепцией для проведенного исследования является частная геоморфологическая концепция береговой геоморфологии – В.П. Зенковича (1962) – О.К. Леонтьева (1961) «О рельефообразовании в береговой зоне». Основу работы составляют геоморфологические методы изучения береговой зоны: морфологический анализ рельефа береговой зоны и низких морских террас (геоморфологическая съёмка и картографирование, геолого-геоморфологическое профилирование), литолого-стратиграфический метод (при помощи гранулометрического и минералогического анализа), методы количественного изучения динамики берегов (сравнение разновременных топографических карт и космоснимков), методы качественного и количественного прогнозирования эволюции берегов на основе ретроспективного анализа, моделирования и дедукции (для сверхдолгосрочного прогноза). Использовались сравнительно-описательный, картографический, морфолитогенетический, морфодинамический методы.

Научную новизну работы автор видит в следующем:

1. Проведено обобщение и дан анализ литературных данных по морфологии и динамике берегов Южных Курильских островов, с учетом результатов проведенных автором исследований.
2. Впервые проведена типизация берегов Южных Курильских островов по морфолитогенетическому принципу (в крупных масштабах), результаты которой представлены в виде соответствующих полимасштабных карт.
3. Выявлены основные закономерности и особенности морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов с составлением крупномасштабных карт.
4. Дан прогноз развития берегов на ближайшее будущее (50 лет).

Научная и практическая значимость работы. Результаты исследования уточняют представления о строении и развитии берегов островных дуг в умеренно-морском климате (весьма редкое сочетание тектонических и климатических условий).

Полученные результаты могут быть полезны в связи с реализацией стратегии социально-экономического развития Сахалинской области «Социально-экономическое развитие Курильских островов на 2016 – 2025 годы» (с изменениями на 6 августа 2020 года), конкретно – в связи со строительством и реконструкцией объектов муниципальной

собственности на Южных Курильских островах, в том числе объектов берегового строительства (приложение 1, пункт 1.3 Развитие портовой инфраструктуры на Курильских островах). Без понимания процессов функционирования береговой зоны будет затруднено долгосрочное экономически выгодное использование этой территории. Кроме того, практическая значимость работы заключается в рекомендациях по проведению берегозащитных мероприятий на самых мелких и низких островах Южных Курил для сохранения вокруг них 200-мильной экономической зоны.

Результаты исследования внедрены в программы учебных курсов бакалавриата и магистратуры на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Основные защищаемые положения.

1. Специфика строения и развития берегов Южных Курильских островов предопределяется сочетанием активного тектонического режима, высокой сейсмичности территории, поступления в береговую зону вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала и условий умеренно-морского климата вне области оледенения.

2. На Южных Курилах распространены 5 основных морфолитогенетических типов берегов. Более 70% берегов имеют абразионный облик, связанный с тектоническими поднятиями. По современной морфологии и динамике берегов острова подразделяются на 3 группы: крупные острова Большой гряды (полный спектр выделенных типов берегов), небольшие по площади острова – активные вулканы (берега в ранней стадии развития абразионного процесса) и преимущественно малые острова Малой гряды (преобладание стабильных абразионных берегов).

3. Распространены 5 современных динамических типов берегов. Наиболее распространенные абразионные берега являются относительно стабильными (в эффузивах и литифицированной пирокластике, а также при наличии валунно-глыбовой отмостки на бенче). Быстрому отступанию за последние 40 лет (2-2,5, до 4-5 м/год) подвержены абразионные берега в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях. Аккумулятивные берега испытывали разнонаправленные движения, однако в среднем скорости увеличения ширины пляжей на охотоморских и тихоокеанских бухтовых берегах составляли 1,5-2,5, до 4-5 м/год, на открытых тихоокеанских берегах 0,5-1,5 м/год.

4. В течение ближайших 50 лет устойчивые абразионные берега сохранят свой облик. Абразионные берега в рыхлых пирокластических отложениях будут умеренно размываться. Аккумулятивные берега преимущественно будут выдвигаться. Все типы берегов вблизи активных и спящих вулканов могут претерпеть инверсию с трансформацией бухт в мысы. Наиболее благоприятные для возведения причальных сооружений – абразионно-денудационные берега с валунно-глыбовой отмосткой и примыкающими к ним низкими морскими террасами (12 участков).

Степень достоверности полученных результатов обеспечивается большим объемом фактического материала по геолого-геоморфологическому строению берегов, полученным преимущественно лично автором, а также использованием широкого спектра методов исследования и апробацией этих результатов на российских и международных научных форумах.

Апробация работы. Результаты исследования и основные положения диссертации представлены автором на российских и международных научных конференциях: Всероссийская конференция с международным участием «VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование» (Москва, 2020); IX, X, XI и XII Международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование» MARESEDU (Москва, 2020-2023); XXVII, XXVIII, XXIX и XXX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2020-2023); IAG Webinar Central-Eastern Europe (2022, on-line формат); XXXVII пленум Геоморфологической комиссии Российской академии наук (Иркутск, 2023). Материалы автора нашли своё

отражение в научных отчётах по результатам комплексной экспедиции «Восточный бастион – Курильская гряда» 2019-2022 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография», а также 11 публикаций в сборниках и материалах всероссийских и международных конференций. При подготовке текста диссертации и автореферата использован текст статей, выполненных автором лично (Кузнецов, 2020; 2021 и 2024) и в соавторстве (Кузнецов Рычагов, 2020; Кузнецов, Едемский, 2020; Кузнецов, Болысов, 2023 и 2024), в которых, согласно Положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования. В публикациях (Кузнецов Рычагов, 2020; Кузнецов, Едемский, 2020; Кузнецов, Болысов, 2023 и 2024) личный вклад автора является определяющим, им подготовлен текст работы, графические материалы, подготовка и предоставление их в печать и работа с рецензентами.

Структура и объём работы. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения (объём диссертации составляет 252 страницы, основной текст изложен на 202 страницах, 151 иллюстрация, 4 таблицы), списка литературы (223 наименования, из них 24 на иностранных языках), 5 интернет-источников и 5 графических приложений – карт на изучаемую территорию.

Благодарности. Диссертационная работа выполнена на кафедре геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством д.г.н., профессора Болысова С.И., которому автор выражает глубокую признательность. Автор выражает сердечную благодарность д.г.н., профессору **Рычагову Г.И.**, заложившему основы для написания данной работы, д.г.н, в.н.с Жиндареву Л.А., д.г.н, г.н.с. Леонтьеву И.О. (ИО РАН), к.г.-м.н, в.н.с. Дунаеву Н.Н. (ИО РАН), д.г.н., профессору **Игнатову Е.И.** и к.г.н., доц. Беляеву Ю.Р. за предоставленные ценные материалы, советы и консультации, с.н.с. к.г.-м.н. Григорьевой А.В. (ИГЕМ РАН) за проведение минералогического анализа.

Данная работа была бы невозможна без участия автора в экспедициях под эгидой Русского Географического Общества «Восточный Бастион – Курильская гряда». Автор выражает признательность руководителям экспедиции Бинюкову Е.А., Калембергу А.П. и Юрманову А.А. за организацию и содействие в проведении исследований и всем участникам совместных полевых маршрутов за дружескую поддержку и помощь при проведении исследований, н.с. Луговому Н.Н., с которым началась моя работа на Курилах. Отдельно хочу поблагодарить Кузнецову Е.А., Кузнецову А.П. и Кузнецову–Жигир Д.Р. за понимание, поддержку и терпение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Геолого-геоморфологическая изученность региона, методология и методика исследования¹

1.1. Изученность Южных Курильских островов

В разделе приводится история изучения рельефа островов с XVII века. К настоящему моменту детальность изучения Южных Курильских островов неоднородна.

¹ При подготовке данного раздела автореферата диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

Наиболее исследованными островами являются Итуруп и Кунашир. Основное внимание исследователей фокусировалось на изучении геологического строения, вулканизма, поиске и разведке полезных ископаемых, палеогеографических реконструкциях. Значительно меньше внимания уделялось особенностям развития экзогенного рельефа, геоморфологическим процессам и изучению морфодинамики берегов. Уруп, острова Чёрные Братья и Броутона, острова Малой гряды исследованы значительно скромнее в силу своей труднопроходимости и сравнительно низкой экономико-географической привлекательности. При этом недостаёт сведений по типизации берегов островов в крупном масштабе (имеются единичные мелко- и среднемасштабные карты типов берегов (Добровольский, Залогин, 1982; Булгаков, 1994; Атлас..., 2009)), их геолого-геоморфологическому строению, истории развития и современной морфодинамике. До сих пор нет единого мнения о генезисе высоких террасовидных поверхностей островов. Практически отсутствуют современные данные о рельефе подводного берегового склона, о составе донных осадков, оказывающих существенное влияние на динамику берегов.

1.2. Методологические основы исследования

Основная методологическая концепция, в рамках которой проводилось исследование, – частная геоморфологическая концепция береговой геоморфологии – В.П. Зенковича (1962) – О.К. Леонтьева (1961) «О рельефообразовании в береговой зоне». Сущность её заключается в том, что рельефообразование в береговой зоне зависит, в первую очередь, от направления и силы волновых движений, а также от геолого-геоморфологического строения береговой зоны, тектонического режима и физико-географических условий прилегающей к берегу суши. Работа частично или полностью опиралась также на классические основные геоморфологические концепции В. Дэвиса (1962), В. Пенка (1961), А. Пенка – И.С. Щукина (1960), К.К. Маркова (1948), И.С. Щукина (1960), Ю.Г. Симонова (1972), Ю.К. Ефремова (1950) – И.Г. Черванёва (1985) – В.И. Мысливца (1988). В работе использованы различные по уровню и содержанию методы исследования. Задействованы общенаучные методы, широко используются географические методы познания, а именно: собственно географический метод исследования, а в его рамках – сравнительно-описательный, геоморфологический и картографический методы, экспедиционные исследования и изучение разновременных топографических карт и спутниковых снимков. Из более конкретных геоморфологических методов познания (Симонов, Большов, 2002) использованы: морфоструктурный, морфоклиматический, морфографический и морфометрический, морфолитогенетический, палеогеоморфологический и морфодинамический. Методы исследования береговой зоны опирались на систему законов береговой геоморфологии (по Асееву и др., 1988).

1.3. Методика исследования берегов

Автор использовал следующие методы исследования береговой зоны:

1) морфологический анализ рельефа береговой зоны и низких морских террас (анализ поперечных профилей систем береговых валов, береговых и донных (по батиметрическим картам) форм рельефа, особенностей конфигурации береговой линии);

2) литолого-стратиграфический метод – анализ вещественного состава пород, вскрывающихся в клифах и на бенчах, отложений систем береговых валов и пляжей (при помощи гранулометрического и минералогического анализа) для выявления источников поступления наносов в береговую зону и определения направления их перемещения;

3) методы количественного изучения динамики берегов – сравнение разновременных топографических карт и космических снимков, позволяющие получить информацию об интенсивности волновых и неволновых процессов, влияющих на морфодинамику береговой зоны;

4) методы качественного и количественного прогнозирования эволюции берегов на основе ретроспективного анализа и применения логического (для сверхдолгосрочного прогноза).

На начальном этапе исследования островов были изучены имеющиеся публикации

по территории, проанализированы разновременные топографические, геологические и геоморфологические карты разных масштабов от 1:1 000 000 до 1:50 000 и космические снимки открытого доступа семейства спутников Landsat-3, 5 и 7 (с пространственным разрешением в панхроматическом диапазоне 40, 30 и 15 м, соответственно) и спутников компании DigitalGlobe (QuickBird, WorldView, GeoEye с метровым пространственным разрешением в программе Google Earth) с 1980 по 2023 гг.

Полевой этап исследований проходил в рамках совместных экспедиций Министерства обороны РФ и Русского географического общества «Восточный Бастион – Курильская гряда» на островах Итуруп, Уруп и Черные Братья в 2019, 2021 и 2022 гг., а также в рамках самостоятельных маршрутов на островах Кунашир и Шикотан в 2022 г. За время полевых этапов было проведено 68 маршрутов общей протяжённостью около 4240 км. Из них пеших 733 км, на машинах 726 км, на лодках и кораблях 2371 км, на вертолёте 410 км. В ходе маршрутных исследований были выявлены основные морфолитогенетические типы берегов и определены ведущие рельефообразующие процессы на берегах и примыкающих к ним низких морских террасах. Выполнено 513 точек геоморфологических описаний берегов и морских террас. На основе собранных данных построена карта фактического материала (рис. 1). Для съёмки рельефа побережья залива Касатка был использован БПЛА DJI Phantom 4. Во время вертолетных и водных маршрутов проводилось фотографирование берегов и террасовых уровней, фиксировались смена типов берегов и места проявлений опасных процессов с помощью GPS-приёмника (Garmin eTrex10). Проведено барометрическое профилирование берегов и комплекса низких террас (528 поперечных профилей). Исследование прибрежно-морских отложений проводилось методом шурфования и послойного описания шурфов. Выкопано и детально описано 28 шурфов общей глубиной 53,7 м. Проведена расчистка 52 обнажений береговых уступов и уступов террас. Для определения направления перемещения наносов в береговой зоне проведён отбор образцов из осадков приустьевой зоны на гранулометрический анализ и на изучение минералогического состава проб.

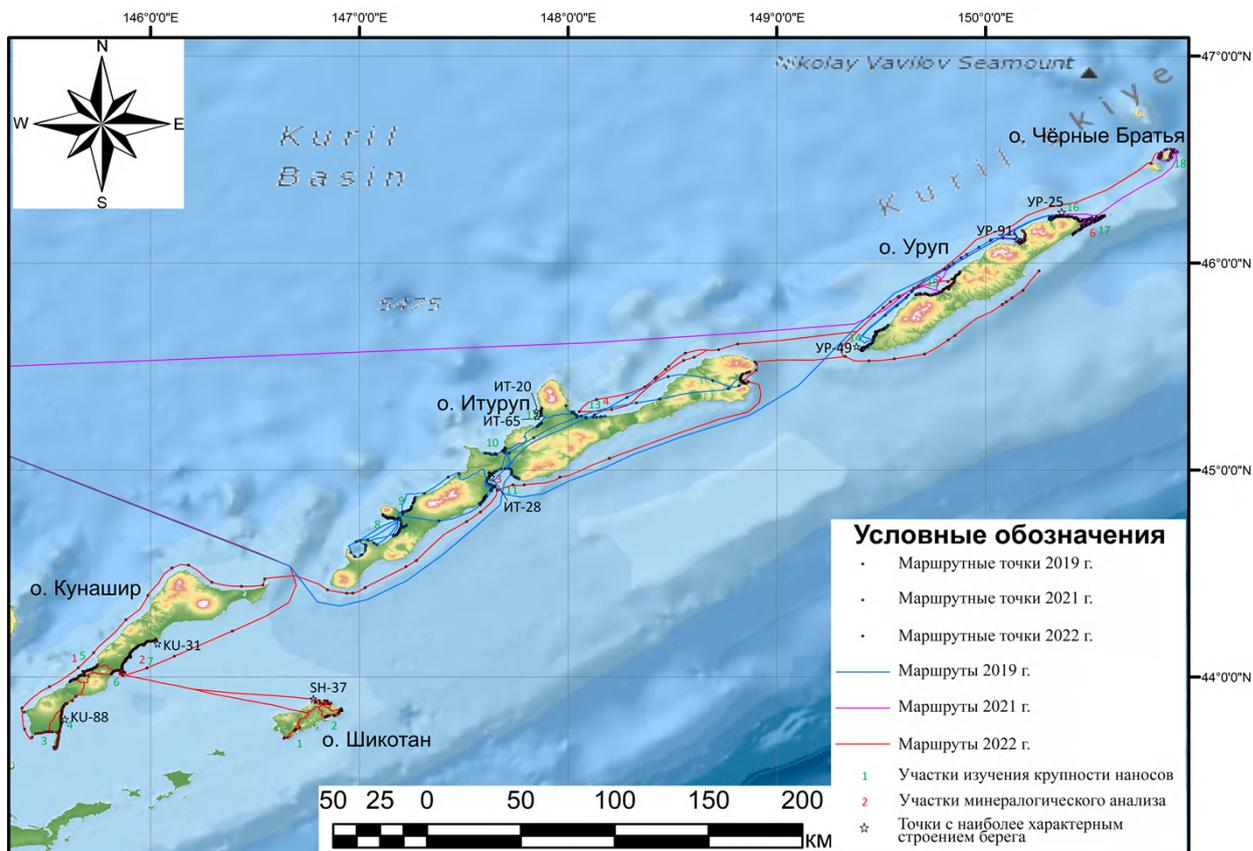


Рисунок 1. Карта фактического материала полевых исследований в 2019-2022 гг.

На основании перечисленных выше материалов, а также данных дешифрирования разновременных космических снимков, были разработаны легенды и составлены карты: морфолитогенетических типов берегов, динамики берегов (с 1980 по 2023 гг.). В лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова автором проведён гранулометрический анализ 332 отобранных образцов пляжевых песчаных отложений (виброгрохот Fritch). Это позволило выявить особенности перемещения наносов в береговой зоне. Минералогический анализ 58 образцов методом сканирующей электронной микроскопии проведен сотрудником института Геологии рудных месторождений, петрологии, минералогии и геохимии с.н.с. к.г.-м.н. Григорьевой А.В. в лаборатории Геологии рудных месторождений. Цель проводимого анализа – выявление источников сноса материала и динамики вещества в береговой зоне. Полученные во время полевых исследований данные о морфологии, строении и динамике берегов и данные камеральной обработки материалов (в совокупности с анализом космоснимков с 1980 по 2023 гг.) использованы для прогноза развития берегов на ближайшие 50 лет и, как следствие, – для общих рекомендаций по использованию берегов в хозяйственных целях. Этот срок объясняется глубиной ретроспективного анализа (около 40 лет) и сроком службы причальных сооружений. Для исследования морфодинамики берегов в данной работе используются модели, разработанные И.О. Леонтьевым (2001, 2014, 2020): CIRS-M – для визуализации прибрежной циркуляции штормовых течений, на её основе – LONT-2D – помогающая провести расчёты вдольберегового перемещения материала, и CROSS-PB – позволяющая рассчитать сезонные штормовые деформации берегового профиля.

Глава 2. Природные условия и основные факторы формирования берегов Южных Курильских островов

В главе характеризуются различные факторы формирования берегов – как факторы – агенты (рельефообразующие процессы), так и факторы – условия, влияющие на направленность и интенсивность рельефообразования на берегах.

2.1. Природные условия формирования берегов

В п. 2.1 рассмотрены геоструктурное положение и геологическое строение береговой зоны островов, неотектонические движения и сейсмичность, климат и гидрометеорологические условия, растительный покров береговой зоны. Совокупность перечисленных факторов (активный тектонический режим, высокая сейсмичность и цунамиопасность территории, экстраординарные климатические условия региона (умеренно-морской климат, значительное количество осадков, сильные ветры), а также специфика неволновых рельефообразующих процессов (поступление в береговую зону разнообразного вулканогенного и тектоногенно-гравитационного материала), приводят к относительному разнообразию геоморфологических типов берегов Южных Курильских островов и их динамики.

Отдельно рассмотрены рельеф и рельефообразование, также являющиеся факторами развития островных берегов. Для всей Курильской гряды присуще преобладание восходящего развития рельефа, вследствие общего тектонического подъёма земной коры. Однако существуют участки, которые опускаются или находятся в относительном покое. Геоморфологически наиболее крупные острова Большой Курильской гряды – Кунашир, Итуруп, Уруп – отчетливо асимметричны, с крутой и высокой западной (охотоморской) частью и более пологой восточной (тихоокеанской). В плане острова имеют сложную форму и состоят из нескольких вулканических массивов и горных хребтов, соединённых перешейками. На островах широкое распространение имеют **4 типа рельефа**: 1) вулканогенный и денудационно-вулканогенный, 2) денудационный и структурно-денудационный, 3) флювиальный и 4) прибрежно-морской. Рельеф островов – вулканов Чирпой, Брата-Чирпоева и Броутона – главным образом, вулканогенный и денудационно-вулканогенный. В рельефе островов Малой Курильской гряды выделяются 2 комплекса рельефа – холмистый эрозионно-денудационный рельеф (200-400 м)

о. Шикотан и прибрежно-морской рельеф (до 80 м на Шикотане, до 45 м на малых островах), представляющие собой остатки террасовых уровней. Мелкие островки преимущественно имеют плоскую поверхность и отвесные берега. Основные генетические комплексы рельефа островов осложняются сейсмогенными, гравитационными формами мезо- и микрорельефа, формами эолового, озерного и, возможно, ледникового происхождения, а также микро- и нанорельефа биогенного, суффозионного генезиса и на небольших освоенных площадях – антропогенного.

Особо следует отметить, что прибрежно-морской рельеф островов, занимающий до 10% площади островов, подразделяется на современный и древний. Исследователями выделяется разное количество уровней террас на высотах от 2-3 до 200-300 м. Автор данной работы во время полевых работ наблюдал морские террасовые уровни на абсолютных высотах 200-250 м, 100-120 м, 45-60 м, 25-40 м, 5-15 м, 2-3 м. «Разночтение» в количестве выделяемых террасовых уровней обусловлено тектоническими причинами, зачастую отсутствием единых маркирующих горизонтов, позволяющих сопоставлять одновозрастные террасы, а также отсутствием достаточного количества абсолютных датировок возраста осадков, слагающих террасы. Для характеристики морфологии берегов и их динамики (что является темой исследования) важно само наличие террас, свидетельствующих о восходящем развитии рельефа островов, а их разновысотность или отсутствие на отдельных участках островов – о блоковой тектонике.

2.2. Основные факторы формирования берегов

Рассматриваются волновые и другие гидрогенные рельефообразующие процессы, в первую очередь – ветровое волнение (особо интенсивные штормы обычно действуют в зимний сезон) и цунамиопасность (их режим, периодичность, интенсивность), а также участвующие в рельефообразовании на берегах на ряде участков неволновые рельефообразующие процессы – землетрясения, извержения вулканов, эрозионные и селевые (включая лахары), эоловые и интенсивные склоновые процессы (лавины, обвалы, осыпи, оползни).

Глава 3. Типизация берегов Южных Курильских островов ²

3.1. Структурная приуроченность берегов

При изучении физической карты Южных Курильских островов Большой дуги или их изображений на космическом снимке бросается в глаза морфологическое различие рельефа охотоморского и тихоокеанского побережий: расчленённость береговой линии первого и выравненность второго (особенно по бровке шельфа), в то время как у островов Малой Курильской дуги (особенно у о. Шикотан) и о. Кунашира наблюдается обратная картина. Обусловлены эти различия приуроченностью островов к разным вулканотектоническим морфоструктурам. Осевая часть Большой Курильской гряды соответствует простиранию оси внутренней вулканической дуги, восточный (тихоокеанский) макросклон приурочен к междуговой впадине, западный (охотоморский) – к глубоководной котловине (тыловому рифту), осложнённой вулканическими аппаратами, что и нашло отражение в расчленённости рельефа охотоморского побережья. Иная ситуация у островов Малой Курильской гряды и Кунашира объясняется наличием между ними мелководного Южно-Курильского пролива. Малая Курильская гряда,

² При подготовке данного раздела автореферата диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Геоморфологические типы берегов острова Шикотан (Южные Курильские острова) // Естественные и технические науки. — 2024. — № 10 (197). — С. 131–138. DOI: 10.25633/ETN.2024.10.11.

Кузнецов М.А., Рычагов Г.И. Структурная приуроченность берегов острова Итуруп (Курильские острова) // VIII Шукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, геогр. ф-т, каф. геоморфологии и палеогеографии / Под ред. Е.Н. Бадюкова, В.Р. Беляев, Ю.Р. Беляев и др. М. 2020. С. 673–679.

образовавшаяся ранее о. Кунашир, и мелководный пролив препятствуют длительному разгону волн и абразии выступов берегов, сформированных извержениями четвертичных вулканических построек. Не менее существенным структурообразующим фактором, нашедшим отражение в рельефе островов, является дизъюнктивная (блоковая) тектоника (структуры второго порядка), проявившаяся в перемещении блоков по многочисленным разломам, главным образом северо-восточного и северо-западного простираний.

3.2. Морфология берегов

Большая часть берегов островов (72,6%) имеют абразионный и абразионно-денудационный облик с чередованием различных по морфологии и динамике участков. Это обусловлено тем, что практически вся территория Южных Курил испытывает тектоническое поднятие, о чём свидетельствуют такие геоморфологические признаки, как разновысотность разновозрастных аккумулятивных и абразионных террас в разных частях островов, а также наличие окатанных обломков разной размерности (вплоть до валунов) и волноприбойных ниш, находящихся выше уровня современного волнового воздействия.

В пределах островов автором выделено пять основных морфолитогенетических типов берегов (рис. 2). В основу выделения типов берегов положена морфогенетическая классификация (Ионин, Каплин, Медведев, 1961).

1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике, являются одним из 3 наиболее распространённых типов берега (около 30% всех берегов Южных Курил). Тип берега развит на мысах охотоморской и тихоокеанской сторон островов у склонов вулканов, выходящих в береговую зону. Участки с данным типом берега имеют в плане сложные очертания. Выделено 2 подтипа в зависимости от их геологического строения.

1.1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике. 25,5% всех берегов Южных Курил. Автором выделено 2 морфологических разновидности этого подтипа.

1.1.1. Берега с узкими надводными и подводными бенчами. Составляют 10% всех берегов Южных Курил. Наблюдаются у подножий склонов вулканов, выходящих в береговую зону. У основания клифа наблюдается узкий бенч (шириной до 5 м), состоящий из валунно-глыбового материала. В ряде мест у основания клифа наблюдаются гравийно-галечные «карманные» прислонённые пляжи шириной до 10 м, расположенные по трещинам в лавах. Местами в основании клифа образовались неглубокие (до 1-2 м), разновысотные (от 2-3 до 8-9 м абс.) волноприбойные ниши (рис. 3а).

1.1.2. Берега с широкими надводными и подводными бенчами. Занимают 15,5% всех берегов Южных Курил. Практически на всех островах Южных Курил эта разновидность берегов является более распространённой. Данная разновидность широко развита на мысах тихоокеанского побережья, встречается и на мысах охотского побережья – например, на м. Островной (Уруп), где он имеет наиболее характерное строение (рис. 3б). Абразионный уступ опирается на широкий (до неск. сотен м) практически голый надводный бенч, в мористой части часто грядовый. По его дистальному краю расположена серия небольших кекуров. На крупных островах Большой гряды и на большинстве островов Малой гряды наблюдается преобладание берегов данной разновидности над берегами с узкими бенчами как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны островов. Это связано с высокой длительностью и непрерывностью процесса абразии (млн лет). На островах – вулканах Чёрные Братья, Броутона – в настоящее время и в недавнем прошлом – происходили извержения с поступлением большого количества лав в береговую зону, с превращением берегов в первичные и началом нового цикла абразионного процесса.

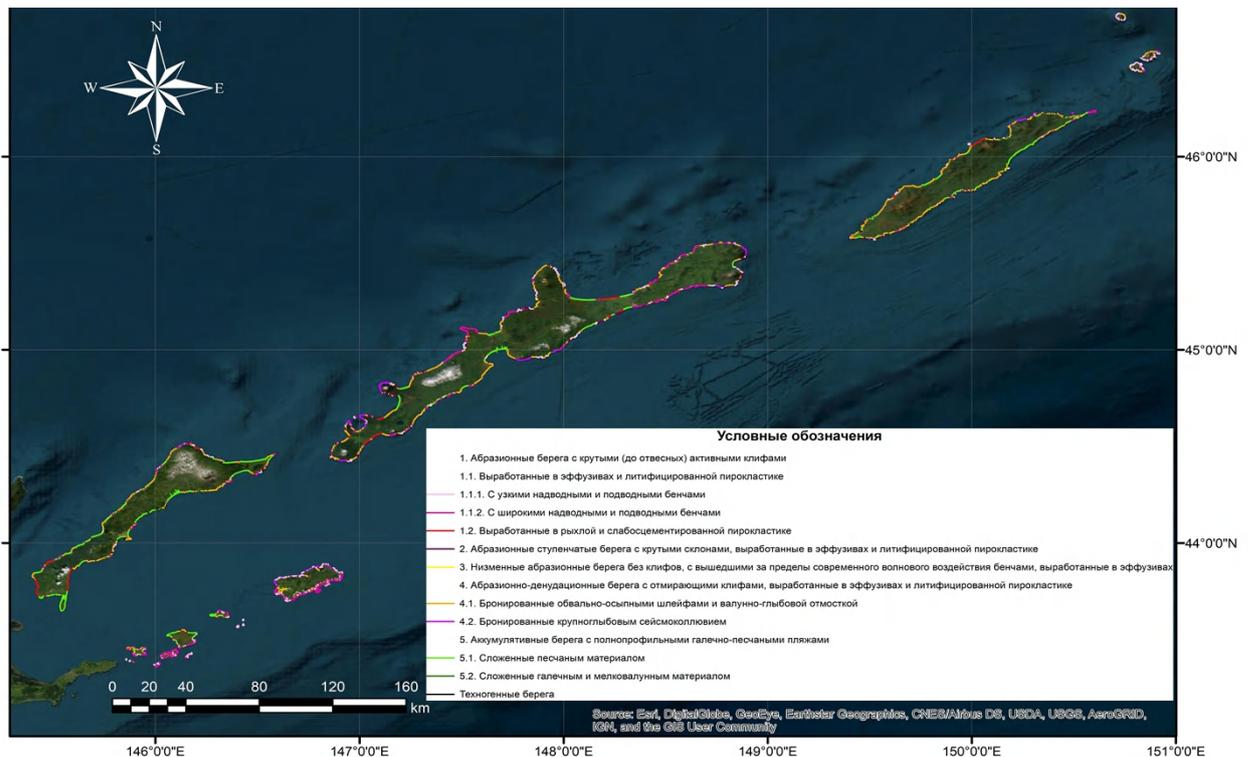


Рисунок 2. Карта морфолитогенетических типов берегов Южных Курильских островов

1.2. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в рыхлой пирокластике, занимают 4,3% всех берегов Южных Курил. Приурочены к перешейкам, сложенным пирокластическими отложениями, а также к выходам в береговую зону обширных по площади конусов выноса лахаровых и пирокластических отложений вулканов. Спецификой этого подтипа берега являются прислонённые галечно-песчаные пляжи, не защищающие клифы от штормового заплеска. В тыловой части они перекрыты чехлом склоновых отложений. Это наиболее выровненные участки береговой линии островов. Берега этого подтипа в районах выходов конусов выноса пролювиальных и пирокластических отложений в плане имеют вид полого-выпуклых дуг большого радиуса (рис. 3в). В ряде мест на таких конусах наблюдаются отмершие уступы размыва, маркирующие неоднократность сходов селевых и пирокластических потоков. Такие берега развиты в основном на охотоморской стороне островов в силу более активного вулканического режима западной части Большой гряды и менее интенсивной волновой переработки относительно тихоокеанской акватории.

2. Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (4,3% от протяженности всех берегов Южных Курил). Встречаются на крупнейших Южно-Курильских островах у подножий некоторых вулканов, выходящих в береговую зону. Наиболее полно этот тип берега описан на юге мыса Острого (северо-восток о-ва Уруп), в рельефе наблюдается серия небольших абразионных террас (рис. 3з). Такой тип берега выработался в более податливых породах – сильно раздробленных эффузивах при длительном, обгоняющем соседние участки тектоническом поднятии микроблока. Образовались несколько уровней абразионных террас. О морском генезисе террас свидетельствует наличие на их поверхностях окатанных (до 2-3 класса) валунов до 1,5 м (по длинной оси).

На тихоокеанской стороне островов данный тип берега развит шире. Среди причин можно выделить длительность и практическую непрерывность процесса абразии, а также общий тектонический подъем территории и эпизодические краткие проявления клавишной тектоники – подвижки территорий при землетрясениях.

3. Особый тип берегов представляют низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами,

выработанные в эффузивах. Это самый редкий тип берега, обнаружен только на о. Итуруп – менее 1%, расположен на 3 участках. Наиболее характерное строение этот тип берега имеет в районе мыса Китовый (рис. 3д). Клиф фактически отсутствует, по существу, этот берег представляет собой бенч, вышедший из-под влияния моря в результате тектонического поднятия, перекрытый тонким чехлом отложений.

4. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (это самый распространённый тип берега на Южных Курильских островах, занимает 41,5% от всех берегов). При сравнении длин береговых линий охотской и тихоокеанской сторон островов заметно практически повсеместное увеличение долей распространения данного типа берега на охотской стороне островов. Подразделяется на 2 подтипа.

4.1. Берега, бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой (33,1% от протяжённости всех берегов). Берега этого подтипа располагаются на фасах практически всех крупных бухт и заливов, встречаются также и на открытых побережьях. Этот берег выработан в эффузивах стратовулканов и мощных древних пролювиально-пирокластических толщах, насыщенных обломками глыбовой размерности. Характерное строение этого подтипа берега автор наблюдал на восточном фасае бухты Отрадной на охотоморской стороне в северной части острова Шикотан (рис. 3е). Данный подтип берега доминирует по протяженности на обеих сторонах большинства островов. Среди причин можно выделить общую широкую распространённость вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ с большим количеством обломочного материала крупной размерности.

4.2. Берега, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием. Занимают 8,4% от протяженности всех берегов Южных Курил. Максимальное распространение имеют на о. Шикотан (20,4%). Причиной столь широкого распространения данной разновидности берега является произошедшее в 1994 году разрушительное землетрясение. Обычно такие берега приурочены к подножию высоких (несколько сотен м), практически отвесных склонов вулканов (в том числе активных), бронированных в основании сейсмоколлювием. Наиболее показательным для этого подтипа является участок северного мыса на полуострове Ван-дер-Линд (о. Уруп, рис. 3ж). Этот подтип берега уникален тем, что он практически выведен из-под влияния волновых процессов. Деформации берегового рельефа обусловлены выветрелостью пород и гравитационно-сейсмическими причинами. Данный подтип берега шире представлен на тихоокеанской стороне островов Малой гряды, на обеих сторонах большинства островов – вулканов и на охотской стороне крупных островов Большой гряды (за исключением Итурупа). Причина такого хаотичного распределения – расположение вулканических построек и их останцов.

5. Аккумулятивные берега с полнопрофильными пляжами (23,1% от всех берегов Южных Курил). Тип берега приурочен в основном к перешейкам, заливам и бухтам обеих акваторий островов, а также к открытому побережью тихоокеанской стороны крупнейших островов. Берег подразделяется на 2 подтипа.

5.1. Берега с полнопрофильными песчаными пляжами. 21,4% от протяженности всех берегов. Берега данного подтипа составляют почти все берега данного типа. Наиболее характерное строение этот подтип берега имеет в заливе Касатка (Итуруп, рис. 3з). Здесь песчаные отложения, слагающие две серии валов и 10-метровую террасу, залегают на древнем бенче, выработанном, вероятно, в пролювиальных доголоценовых отложениях. Сходный морфологический облик имеют аккумулятивные берега в других заливах и бухтах, хотя количество валов может существенно отличаться. На аккумулятивных берегах неглубоких бухт открытого побережья ситуация несколько отличается – системы береговых валов развиты хуже в результате частых размывов.

5.2. Берега с полнопрофильными галечными пляжами. Занимают 1,7% от всех берегов. Такой подтип берега образован в зонах транзита и разгрузки береговых наносов,

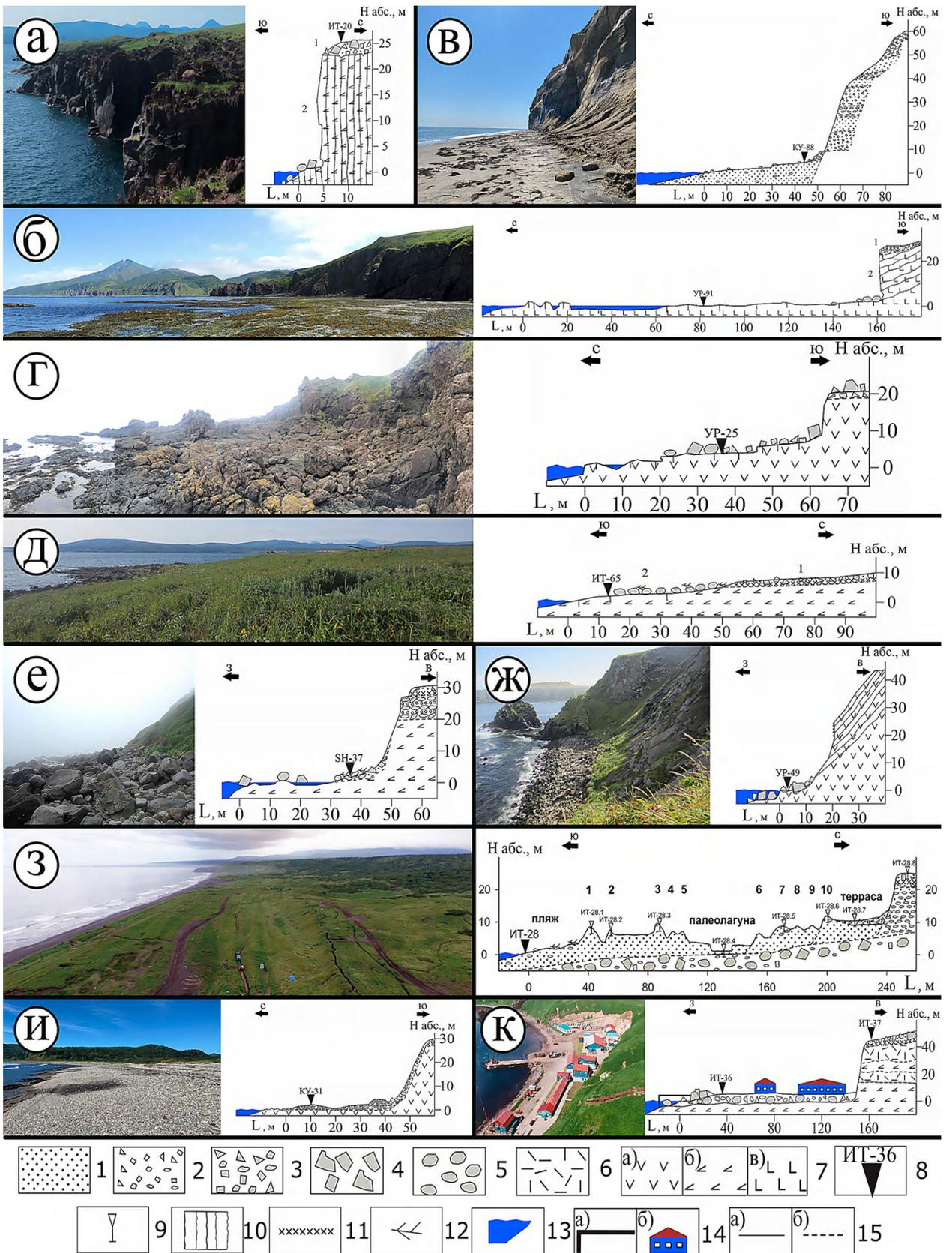


Рисунок 3. Морфолитогенетические типы берегов Южных Курильских островов. а)-к) – типы и подтипы берегов. Условные обозначения: Литология: 1 – песок, 2 – дресва/гравий, 3 – щебень/галка, 4 – глыбы, 5 – валуны, 6 – туфы среднего и основного состава, 7 – вулканические породы: а) андезиты, б) андезибазальты, в) базальты; Прочие обозначения: 8) точки описаний и их номера, 9) шурф, 10) столбчатые отдельныености в эффузивах, 11) погребенные почвы, 12) плавник, 13) водная поверхность, 14) хозяйственные постройки: а) причал, б) здание, 15) стратиграфические границы: а) достоверные, б) вероятные

зарождающихся на абразионных берегах, а также на приустьевых участках некоторых рек и ручьев. Наиболее характерный участок такого берега описан автором на тихоокеанской стороне о. Кунашир в приустьевой части р. Филатова (рис. 3и). Данный тип берега на крупных островах Большой гряды шире представлен на тихоокеанской стороне островов, в силу их асимметрии и структурной приуроченности, уклоны дна в районе тихоокеанского побережья этих островов более пологие, чем на охотской стороне.

В отдельный тип берега выделяются **техногенные берега**. Занимают 0,8% от протяженности всех берегов. На островах есть несколько участков берегов бухт и заливов, где ведется хозяйственная деятельность: в Южно-Курильской бухте, в заливе Измены, на м. Ивановском, у пос. Третьяково и у сев. окончания оз. Лагунного (Кунашир), на п-ове Буревестник, у пос. Рыбаки, Янкито, Рейдово, в г. Курильск (Итуруп), в зал. Щукина (Уруп), на м. Зоркий (Танфильева). Участки техногенных берегов расположены на месте устойчивых абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой (рис. 3к). Нельзя не отметить, что большинство техногенных сооружений в настоящее время пришли в негодность и требуют капитального ремонта.

Глава 4. Динамика берегов Южных Курильских островов ³

4.1. Динамика берегов под воздействием ветро-волновых процессов

Для изучения динамики берегов, кроме полевых наблюдений, были проанализированы разновременные топографические карты и космические снимки с 1980 г. (1 доступный космический снимок) по 2023 г. На отдельные участки берегов существуют японские топографические карты Chishima Rettō 1912-1936 гг. Наличие этих карт позволяет увеличить ряд наблюдений за динамикой берегов, а как следствие – дать более обоснованный прогноз их развития на ближайшие 50-100 лет. За этот период времени на островах были зафиксированы только редкие и малоинтенсивные вулканические извержения (вулканы Иван Грозный и Кудрявый на о. Итуруп, Берга (о. Уруп), Сноу (о. Чирпой) (Рыбин и др., 2017). Во время этих событий происходило поступление лавового и пеплового материала в береговую зону в результате сходов лахаров. Последние годы происходит размыв этих пролювиально-пирокластических конусов. Резкое усиление размыва берегов зафиксировано во время Шикотанского землетрясения 4 (5) октября 1994 года и последовавшего за ним цунами и Фукусимского цунами 2011 г.

В пределах островов автором выделено пять динамических типов берегов (рис. 4).

1. Стабильные берега. Занимают 39,7% от протяженности всех берегов. Представлены абразионными берегами, выработанными в устойчивых к абразии эффузивах и литифицированной пирокластике. Сравнение контуров их береговых линий на разновременных космоснимках показало, что за последние 40 лет не произошло видимых изменений (величина отступления береговой линии находится в пределах точности космоснимков и ширины полосы приливно-отливных колебаний). На основании результатов практических исследований (Шуйский и Симеонова, 1976; Игнатов, 2004) можно полагать, что такие берега разрушаются со скоростями в первые см/год. Абразионно-денудационные берега, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием, также не испытали практически никаких видимых изменений.

³ При подготовке данного раздела автореферата диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А., Большов С.И. Гранулометрический и минералогический состав береговых отложений Южных Курильских островов как показатель динамики берегов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 3 (190). — С. 102–110. DOI: 10.25633/ETN.2024.03.07.

Кузнецов М.А. Особенности морфодинамики аккумулятивных берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2022)». — Т. 4. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2022. — С. 86–91.

2. Относительно стабильными берегами (32,9% всех берегов) являются абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике. Скорости отступления береговых линий таких берегов незначительны – 0,2-0,3 м/год. Более заметно отступление бровки клифа, поставляющее материал для расширения пояса отмостки (в среднем также около 0,2-0,3 м/год, местами до 0,4-0,5 м/год).

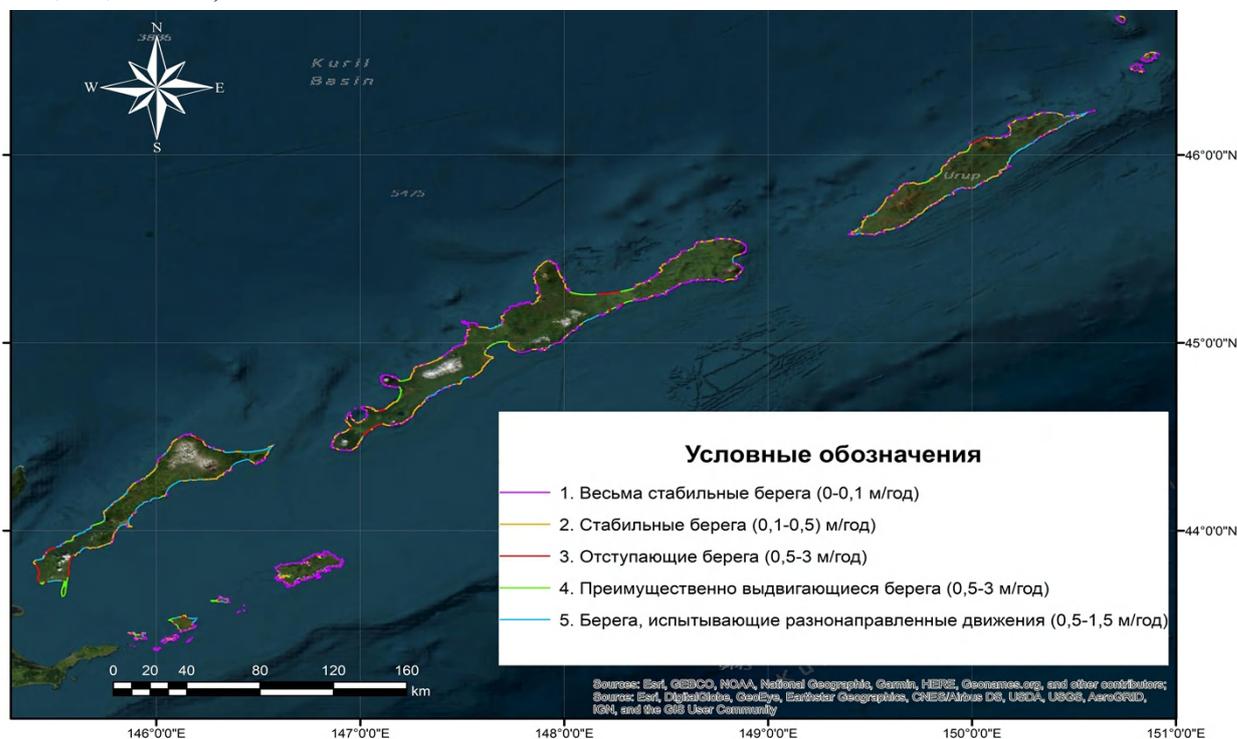


Рисунок 4. Карта динамических типов берегов Южных Курильских островов

Необходимо заметить, что все стабильные и относительно стабильные берега, расположенные под склонами активных вулканов, обладают потенциально труднопрогнозируемой динамикой в связи с возможными извержениями и поступлением в береговую зону различного вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала.

3. Отступающие берега. Представлены абразионными берегами, выработанными в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (4,3% протяжённости всех берегов). Наиболее полно проследить динамику таких берегов удалось на участке Белых скал (залив Простор) о. Итуруп. Общая конфигурация береговой линии с 1980 по 2023 гг. изменилась мало, однако существует несколько участков, испытавших существенные перемены за это время. В районе Белых скал расположены абразионные берега с активными клифами, выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике подводного кальдерообразующего извержения. Береговая линия здесь за 40 лет отступила в среднем на 60-70 м (около 2 м/год), максимальные значения – до 150 м (около 4 м/год). Заметна существенная эоловая переработка рельефа (рис. 5).



Рисунок 5. Перемещение наносов в береговой зоне зал. Простор (источник: Google Earth)

Полученные автором данные в целом согласуются с данными других исследователей (Дунаев и др., 2019; Афанасьев, 2019). Гранулометрический и минералогический анализы пляжеобразующего материала (25 образцов) показали, что в центральной части залива Простор существует зона дивергенции (в районе 13 и 11 образцов, *рис. 6*). Этот вывод сделан на основе заметного уменьшения медианного диаметра частиц в противоположные стороны (от 0,62 мм до 0,24 мм на запад и до 0,31 на восток) при удалении от источника питания (размываемого уступа Белых скал), а также по изменениям минералогического состава пляжевых отложений. На участке обр. 17 – 13 наблюдается уменьшение содержания минералов легкой фракции. В 11 образце наблюдается небольшое увеличение среднего диаметра частиц за счёт впадения ручья.

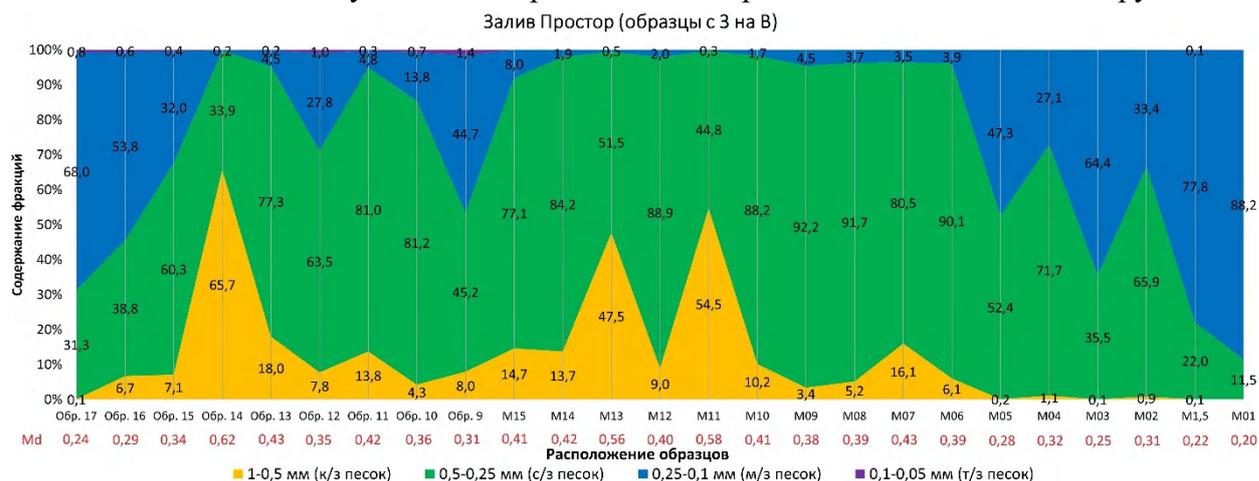


Рисунок 6. Результаты гранулометрического анализа образцов залива Простор

На восток от обр. 11 до M15 (восточное окончание уступа размыва Белых скал) по минералогическим данным отмечается восточный вдольбереговой перенос материала – постепенное уменьшение содержания минералов легкой фракции. К востоку от уступа размыва наблюдается резкое увеличение содержания минералов легкой фракции. На западе залива существует вдольбереговое перемещение наносов на восток – косы в устьях р. Рейдовая и нескольких других ручьёв «растут» на восток. На востоке залива, по данным (Дунаев и др., 2019), существует переменное вдольбереговое перемещение наносов, это подтверждается нашими данными: образцы M11-M06 имеют практически одинаковый медианный диаметр и минералогический состав. На крайнем востоке залива обнаружены свидетельства вдольберегового перемещения материала на восток – общее уменьшение медианного диаметра вещества и содержания минералов легкой фракции (*рис. 7*).

Содержание минералов легкой фракции

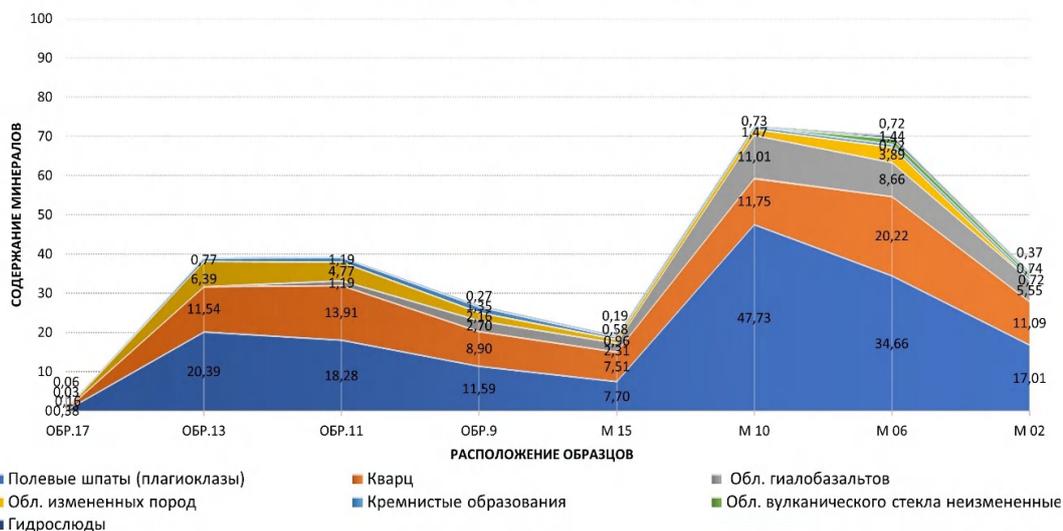


Рисунок 7. Результаты минералогического анализа образцов с участка залива Простор

4. Преимущественно выдвигающиеся берега (7,9% от всех берегов) представлены аккумулятивными формами рельефа. Например, в заливе Касатка (о. Итуруп) за последние 40 лет береговая линия изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигания берегов в центре кутовой части залива за почти полвека составляют 40-50 м (1,1-1,4 м/год), а по краям – не более 30 м (около 0,85 м/год). Вместе с тем, на 5 участках, в основном приуроченных к устьям рек и ручьёв, берег выдвинулся в среднем на 80-100 м (2,2-2,8 м/год), максимально до 150 м (около 4,2 м/год) в районе устья реки Благодатная на востоке залива. Проведённые исследования морфологии берега, а также гранулометрический и минералогический анализ пляжеобразующего материала (8 образцов), показали, что в заливе Касатка доминирует поперечное перемещение наносов, однако на северо-востоке наблюдается некоторая восточная составляющая вдольберегового переноса материала, что хорошо видно по отклонению устья ручья и реки Благодатной к востоку. С двух сторон от выступающей в океан скалы Чёртовки наблюдаются пляжи максимальной ширины до 60 м (результат заполнения входящего угла). На западе и востоке залива, в областях впадения реки Благодатной и ручья, наблюдается увеличение содержания тяжелых минералов и их перенос в сторону краев залива. Максимальное выдвигание испытали аккумулятивные берега в глубоких заливах охотской стороны островов 1,5-2,5 м/год (до 4-5 м/год).

5. Берега, испытывающие разнонаправленные движения, занимают 15,2% протяженности всех берегов Южных Курил. В основном это – участки аккумулятивных берегов открытой акватории Тихого океана и Охотского моря. Их развитие определяет открытость бухт к волнению, в т.ч. подверженности влиянию цунами. Например, такова бухта Церковная (о. Шикотан). По данным сопоставления космоснимков с 1983 по 2023 гг., ее береговая линия изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигания берегов в центре кутовой части залива в настоящее время (с 2003 по 2023 гг.) составляют 30-40 м (0,75-1 м/год), а по краям – не более 10 м (около 0,25 м/год). Вместе с тем, все участки берега подверглись размыву вследствие воздействия цунами 1994 г. и отступили на 15-20 м. Итоговые скорости выдвигания кутových частей аккумулятивных берегов были невелики – до 0,5 м в год. Общее за 40 лет (с 1983 по 2023) выдвигание составило 15-20 м, восточный край отступил на 30 м.

Отдельно следует упомянуть **динамику техногенных берегов**. На острове Уруп в заливе Щукина находится активный участок берега, который стал таковым «благодаря» деятельности человека. При строительстве гидротехнических сооружений (причалов и др.) необходимо учитывать действующие вдольбереговые перемещения наносов. В рельефе берега наблюдаются признаки вдольберегового перемещения наносов на юге залива Щукина (бухта Отважного) – с северо-востока на юго-запад. Неучёт миграции наносов в береговой зоне привёл к тому, что выступающие из-под воды линейные навалы глыб начали перехватывать вдольбереговой поток наносов, на этом участке ориентированный с северо-востока на юго-запад, и аккумулятивные берега с песчаными пляжами, находящиеся севернее этого участка, начали активно намываться, а южнее этого участка на несколько км, наоборот, активно размываться. Судя по данным сравнения разновременных космических снимков, скорости размыва составляют 2-3 м ежегодно. На таких участках берега, с проявлением техногенно спровоцированного размыва, проявляются волновые подрезы склонов и сокращение растительного покрова.

Участки техногенных берегов на востоке Куйбышевского залива, на восточном и западном флангах залива Касатка, на западе залива Простор (о. Итуруп) приурочены к довольно устойчивым абразионно-денудационным берегам с валунно-глыбовой отмосткой и за последние 40 лет фактически не изменили своего положения. На восточном фланге залива Касатка в отмостке сохранились остатки японских и советских небольших, расчищенных от валунов проходов к берегу. На таких участках берега, где нарушена валунно-глыбовая отмостка, служащая его естественной защитой, проявляются следы усиления размыва.

При более детальном рассмотрении выделенных динамических типов берегов можно отметить некоторые особенности их распределения по островам. Так, на крупнейших островах Большой гряды выделяются все типы берегов, наиболее динамичные берега находятся на Кунашире. Большая часть берегов островов – вулканов: Чирпой, Брата-Чирпоева и Броутона – относится к стабильным, преимущественно выдвигающиеся берега отсутствуют. Также крайне мало отступающих берегов, поскольку долгое время не происходит поступления рыхлого пирокластического материала в береговую зону. На Малых Курильских островах можно выделить несколько групп островов по динамическим типам берегов: стабильные мелкие острова и кекуры – острова банки Опасной, Анучина, Дёмина, Осколки; относительно стабильные и стабильные берега островов Шикотан и Юрий с динамичными бухтовыми берегами и динамичные берега островов Зеленый, Полонского и Танфильева с аккумулятивными формами в виде кос свободного типа и зон размыва берегов.

Рассмотрение выделенных динамических типов берегов по сторонам островов позволяет выделить несколько их особенностей. Для тихоокеанской стороны практически всех островов характерно резкое увеличение доли берегов, испытывающих разнонаправленные движения. На таких островах как Танфильева, Юрий, Зеленый, на тихоокеанской стороне полностью отсутствуют преимущественно выдвигающиеся берега. Это связано с более высокой волновой активностью и большей открытостью берегов островов с тихоокеанской стороны (меньшее количество глубоких закрытых бухт), а также эпизодическими экстремальными событиями, такими как сильные шторма и цунами. Также обращает на себя внимание факт сокращения протяженности отступающих берегов на тихоокеанской стороне всех островов. Это, вероятнее всего, связано, во-первых, с более частой приуроченностью активных вулканов к западным областям островов, а, во-вторых, – с более существенной волновой активностью на тихоокеанской стороне островов, которая за более короткий промежуток времени позволяет полностью переработать поступивший пролювиально-пирокластический материал селей, лахаров, крупных оползней и др.

Практически на всех островах (за исключением о-вов Зеленый, Полонского, Броутона и Брата-Чирпоева) распространение относительно стабильных берегов на тихоокеанской стороне меньше, чем на охотской, при этом увеличена доля стабильных берегов (кроме крупнейших островов Большой гряды). Возможными причинами такого распределения могут служить фактор времени и стойкости пород на островах Малой гряды (древние устойчивые к абразии вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы), а также недавняя сильная сейсмическая активность, приведшая к поступлению большого количества крупнообломочного материала.

4.2. Воздействие цунами на динамику берегов Южных Курил

Главным опасным явлением для побережья Южных Курильских островов является цунами. Тихоокеанское побережье островов относится к цунамиопасному, охотоморское – к потенциально цунамиопасному районам. Повторяемость сильных цунами (высотой более 4 м) для тихоокеанского побережья оценивается раз в 50-100 лет, высотой 2-4 м – раз в 25 лет, 1-2 м – раз в 10 лет (Го, Кайстренко, Пелиновский, 1988). Максимальные теоретические высоты волн цунами на тихоокеанском побережье могут достигать 8-12 м, на западном побережье – 2-4 м (Геосистемы переходных зон, 2018). На основной территории восточного берега раз в 100 лет высоты волн цунами могут достигать 4-6 м, локально до 8 м.

Резкое усиление размыва берегов Кунашира, Итурупа и островов Малой гряды зафиксировано во время Шикотанского землетрясения 4 (5) октября 1994 года и последовавшего за ним цунами. Вдоль всего берега залива Касатка (Итуруп) отмечалось его затопление и размыв пляжей и 1 берегового вала. Максимальные заплески волн цунами зафиксированы в самой южной части залива (пос. Буревестник) и на северо-востоке, где высоты заплесков составили 2,3 и 2,2 м при глубине проникновения до 70 м

(на юге) и до 15 м (на северо-востоке). В кутовой части бухты высота заплеска составила от 1,2 до 1,9 м с глубиной проникновения от 33 до 48 м. На о-ве Кунашир наибольшее затопление испытало побережье в районе бухты Южно-Курильская, глубина проникновения до 880 м при высоте заплеска до 4 м, средняя глубина заплеска по тихоокеанскому побережью составила 30-40 м при высотах заплеска 3-4 м (Шикотанское землетрясение..., 2014). Учитывая строение рельефа побережья островов, можно предположить, что ширина максимального проникновения волн цунами вглубь суши в заливы, такие как, например, Касатка на о. Итуруп (при теоретической максимально возможной высоте волн в 8-12 м) может достигать 200-250 м, на о. Уруп в районе залива Токотан, можно полагать, что ширина максимального заплеска цунами вглубь суши может достигать 3 км (при высоте заплеска 2-3 м, урез озера Токотан составляет 2,5 м на самой удаленной точке). Довольно глубоко (на первые сотни метров) волны цунами могут проникать вглубь островов по днищам некоторых долин.

Глава 5. Прогноз развития берегов Южных Курильских островов и рекомендации по их использованию в хозяйственных целях⁴

5.1. Особенности эволюции берегов в условиях преимущественно тектонических воздыманий территории (сверхдолгосрочный прогноз)

Берега Южных Курильских островов подразделяются по стадиям их развития. Берега, находящиеся в областях развития вулcano-тектонических морфоструктур, подразделяются на 2 класса: мелкоконтурные зубчатые и выравнивающиеся. Мелкоконтурные зубчатые берега располагаются под склонами наиболее молодых вулканических аппаратов. Выравнивающиеся берега есть под склонами вулканов, в т.ч. неактивных, выходящих в береговую зону. Со временем такие берега при отсутствии поступления на них изверженного материала и резких тектонических движений блоков островов, а также колебаний уровня Мирового океана, превратятся в выровненные берега. Берега, приуроченные к перешейкам, также разделяются на 2 класса: выравнивающиеся и выровненные. Выравнивающиеся берега располагаются либо на перешейках, «зажатых» между двумя крупными вулcano-тектоническими морфоструктурами, которые активно поставляли на них материал извержений, либо в наиболее узких частях перешейков. Выровненные берега – завершающая стадия формирования берега, располагаются либо на перешейках, выходящих на открытые побережья, либо в крупных заливах.

5.2. Прогноз развития берегов региона на ближайшие 50 лет

На основании данных о морфологическом облике, геологическом строении и динамике берегов, полученных во время полевых исследований 2019-2022 гг., данных камеральной обработки и анализа космоснимков (с 1980 по 2023 гг.) можно дать прогноз развития берегов Южных Курильских островов на ближайшие 50 лет. Этот срок объясняется глубиной ретроспективного анализа (около 40 лет) и сроком службы причальных сооружений. Прогноз дан в соответствии с выработанной автором классификацией берегов.

Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, – устойчивы к волновому воздействию и в течение ближайшего времени будут сохранять свой облик. В настоящее время большая часть этих берегов испытывает поднятие, о чём свидетельствует наличие широких надводных бенчей. Однако, берег такого типа может существенно измениться при мощных извержениях активных вулканов (Тятя, Головнина, Богдана Хмельницкого, Ивана Грозного, Атсонупури, Берга, Три Сестры, Сноу и др.). На участках

⁴ При подготовке данного раздела автореферата диссертации использована следующая публикация, выполненная автором лично:

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

достижения береговой линии лавовыми, пирокластическими и лахаровыми потоками произойдёт её выдвигание (как это не раз происходило в 20 веке). На месте лавовых потоков могут образоваться новые (надолго сохраняющиеся) мысы, а на месте пирокластических конусов в довольно короткий отрезок времени могут образоваться бухты.

Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях, на протяжении последних 40 лет отступают со скоростями 0,5-3 м/год (до 4-5 м/год), и, видимо, эта тенденция, в целом, сохранится, однако этот процесс не будет равномерным.

Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, будут оставаться стабильными. Их «террасированность» свидетельствует о повышенных скоростях тектонического поднятия.

Не претерпят морфологических изменений *низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами, выработанные в эффузивах*, хотя пространственное положение береговой линии будет изменяться. Она будет смещаться в сторону моря или в сторону суши в зависимости от уклона бенча и соотношения скоростей тектонических движений и поднятия уровня Мирового океана. Зная величину уклона бенча, можно довольно точно определить положение береговой линии при том или ином положении уровня Мирового океана.

Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой, в ближайшее время также сохранят свой облик. В дальнейшем они будут в меньшей степени подвергаться волновому воздействию вследствие поступления склонового материала и постепенного увеличения ширины пояса отмостки, служащей естественной берегозащитной формой рельефа.

Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием, в ближайшее время останутся без каких-либо заметных изменений. Так как острова находятся в зоне сильнейших землетрясений, обвальные конусы здесь будут постепенно пополняться крупноглыбовым сейсмогенно-коллювиальным материалом, устойчивым к волновому воздействию.

Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами приурочены, в основном, к кутовым частям заливов и бухт, хотя встречаются и на открытом тихоокеанском побережье. На участках аккумулятивных берегов можно ожидать сохранения их облика и постепенного выдвигания береговой линии. Однако, такие берега могут временно размываться в сильные штормы и при прохождении цунами.

Техногенные берега на протяжении последних 40 лет в основном оставались стабильными, вероятно, эта тенденция будет сохраняться и впредь, при должном техническом обслуживании причальных и берегозащитных сооружений.

5.3. Рекомендации по использованию берегов в хозяйственных целях

На Южных Курильских островах планируется расширение зоны хозяйственного освоения, в том числе создание причальных сооружений. Наиболее благоприятными участками берегов для строительства причальных сооружений являются некоторые участки абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой. Эти берега являются довольно устойчивыми к волновому воздействию (до 0,2-0,3 м/год средняя скорость отступления береговой линии, а клифа – локально до 0,5 м). Важным фактором для освоения таких берегов также является наличие низких морских террас, удобных для возведения инфраструктурных сооружений. Выделен ряд участков этого подтипа берега, благоприятных для возведения причальных сооружений: берег у ур. Данилово, берег у оз. Лагунного (Кунашир), кутовая часть бухты Отрадная (Шикотан), участок на северном фазе рейда Тофицкий (Уруп) и некоторых других.

Надо отметить, что в настоящее время крупный остров Уруп крайне плохо освоен. Особенно важно с прикладной точки зрения его освоение – крупная площадь и наличие золоторудного месторождения на юге острова. Бухта Новокурильская выбрана как особо благоприятная для потенциального строительства причальных сооружений. Исходя из имеющихся данных (крупномасштабные японские топографические карты 1915-1917 гг. и построенные компьютерные модели), для берегов данной бухты сделан более глубокий прогноз развития (на 100 лет). Для характеристики гидро- и литодинамических процессов было проведено моделирование штормовых течений, вдольбереговых расходов песка и деформаций профиля берегового склона. Характер течений свидетельствует о возможности миграций песка как в западном, так и в восточном направлениях. С учетом преобладающей продолжительности СЗ волнений можно предполагать наличие определенного баланса между притоком и убылью материала в центре бухты. Это позволяет допустить, что берега бухты находятся в некотором равновесии с факторами воздействия, а значит – относительно устойчивы. При умеренном волнении (слабом шторме) дно вблизи берега размывается, и образуется вогнутый участок профиля, а вал формируется на глубинах около 2 м. При сильных штормах ситуация повторяется, но одновременно появляется дополнительный вал на глубинах 3–4 м. Деформации дна, связанные с появлением и возможной миграцией валов, составляют около 1 м. Вогнутый участок у берега изменяется довольно мало, и его деформации от шторма к шторму не превышают 0,5 м. Надводный пляж не испытывает заметного размыва при всех рассмотренных ситуациях.

Полученные модельные результаты позволяют сделать вывод, что берега бухты Новокурильская достаточно стабильны (что подтверждается данными анализа одновременных космоснимков), и, если исключить маловероятные события типа катастрофических цунами, не претерпят заметных изменений в перспективе ближайших десятилетий. При хозяйственном освоении берегов бухты следует принять во внимание возможность значительных вдольбереговых миграций песка. Предпочтительнее использовать сквозные конструкции причальных сооружений, не препятствующие свободному перемещению наносов. Техногенные берега островов, за исключением порта в пгт. Южно-Курильск, Малокурильское и Крабовозовское (Шикотан), пос. Китовое (севернее Курильска) и бухты Оля (пос. Рейдово), находятся в удручающе ветхом состоянии. Мелкие по площади острова (в т.ч. Малой гряды) имеют важное оборонительное и экономическое значение (с учетом прилегающих акваторий), но, как правило, неудобны для возведения причальных сооружений. Для их сохранения необходимо укреплять участки размыва переносом крупнообломочного материала со смежных устойчивых типов берегов.

Заключение

Целью исследования было выявление основных закономерностей и особенностей морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов как факторов хозяйственного освоения территории. Соответственно, прикладная цель данной работы – определение наиболее благоприятных участков береговой зоны Южных Курильских островов для возведения планируемых причальных сооружений.

Проведённые исследования берегов островов позволили решить задачи, поставленные для достижения этих целей: 1. Выявлены факторы (агенты и условия) формирования берегов островов. 2. Получены новые данные о геолого-геоморфологическом строении берегов, и на этой основе разработана легенда и составлены карты морфолитогенетических типов берегов. 3. Выявлена современная динамика берегов с 1980 по 2023 гг., составлены соответствующие карты. 4. Дан прогноз развития берегов на ближайшее будущее (50 лет) – на основе ретроспективного анализа примерно такой же длительности развития берегов, даны рекомендации по выбору участков для создания причальных сооружений.

На основании полученных результатов сделаны следующие **выводы**:

1. Главная роль в развитии морских берегов Южных Курильских островов принадлежит работе волн. Но на морфологию и динамику берегов существенное влияние оказывают также ряд других факторов: активный тектонический режим, высокая сейсмичность территории, структурная приуроченность и геолого-геоморфологическое строение берегов, экстраординарные физико-географические условия региона, а также специфика неволновых рельефообразующих процессов (поступление в береговую зону вулканогенного и сейсмо-гравитационного материала, ввиду высокой доли активных вулканов, расположенных в непосредственной близости от береговой зоны).

2. Особенности берегов Южных Курил проявляются в разных аспектах и на разных уровнях. Сами по себе условия формирования берегов архипелага (сочетание тектонических и климатических факторов) – уникальны для РФ и весьма редки в мире (аналоги – Алеутские острова, но в более высоких широтах, и отчасти Новая Зеландия, но с более обширной площадью островной суши). В отличие от Северных и Средних Курил, Южные Курилы более высокосейсмичны (7-8 магнитуд), они расположены в условиях теплого умеренно-морского климата вне области как четвертичного, так и современного оледенения (в отличие от Северных Курил). Средние Курилы, по сравнению с Южными, – отстают в тектоническом поднятии и в целом площадь островов значительно меньше. Соотношение морфолитогенетических и динамических типов берегов во многом определяется современной вулканической активностью и поступлением в береговую зону вулканогенного материала. Среди Южных Курильских островов выделяются: Малые Курильские острова с отсутствием активного вулканизма с конца палеогена, крупнейшие Южно-Курильские острова (Кунашир, Итуруп, Уруп) с довольно активными вулканами, которые могут поставлять материал извержений на берега, и небольшие острова – активные вулканы (Чирпой, Брат-Чирпоев, Броутона), извержения которых обновляют вид (стадию развития) берегов. Наконец, есть особенности берегов по сторонам отдельных островов, связанных с различной структурной приуроченностью берегов на охотоморской и тихоокеанской сторонах островов.

3. 72,6 % берегов островов имеют абразионный облик вследствие их общего тектонического поднятия. При этом практически все они расположены у подножий вулканических построек и сложены устойчивыми к размыву породами. 4,3% представлены абразионными берегами в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях и приурочены к перешейкам между вулканами и к конусам выноса ручьев на склонах вулканов. 23,1% берегов – аккумулятивные, распространены в заливах преимущественно охотской стороны и на открытом тихоокеанском побережье.

4. На крупных островах Большой гряды и островах Малой гряды наблюдается преобладание абразионных берегов с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанных в эффузивах и литифицированной пирокластике, с широкими надводными и подводными бенчами, над берегами с узкими бенчами как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны островов (за исключением о-вов Кунашир, Шикотан (сбросовые берега), Зеленый, Демина и Осколков). Это связано с высокой длительностью и непрерывностью процесса абразии (млн лет). На островах – вулканах Чёрные Братья, Броутона – в настоящее время и в недавнем прошлом – происходили извержения с поступлением большого количества лав в береговую зону, с превращением берегов в первичные и началом абразионного процесса. Абразионные берега, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях, развиты в основном на охотоморской стороне островов в силу более активного вулканического режима западных частей островов Большой гряды и менее интенсивной волновой переработки относительно тихоокеанской акватории.

5. Натурные наблюдения и анализ контуров береговых линий на разновременных космоснимках (1980-2023 гг.) свидетельствуют о том, что устойчивые берега фактически не претерпели изменений (величина их отступления находится в пределах точности снимков). Средние скорости отступления таких берегов не превышают 0,2-0,3 м/год,

локально до 0,5 м/год. Абразионные берега в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях отступают со скоростью 2-2,5 м/год (до 4-5 м/год). Максимальное выдвигание испытали аккумулятивные берега в глубоких заливах охотской стороны островов: 1,5-2,5 м/год (до 4-5 м/год). Аккумулятивные берега открытой акватории Тихого океана и Охотского моря за последние 40 лет испытывали разнонаправленные движения, их развитие ограничивается конфигурацией небольших бухт – открытость бухт к волнению, дальность от берега и угол подхода входящих мысов бухт, а также наличие широких бенчей, препятствующих сильному волновому воздействию. Итоговые скорости выдвигания аккумулятивных берегов были невелики – 0,5-1 м/год, локально до 1,5 м/год.

Большинство берегов – 73% Южных Курильских островов – являются стабильными и относительно стабильными, т.е. скорости их отступления невелики (0,1-0,5 м/год). Стремительно отступающих (0,5-3 м/год) или выдвигающихся (0,5-3 м/год) берегов немного, 4 и 8 % соответственно, оставшиеся 15% приходятся на нестабильные берега, испытывающие периоды выдвигания и отступления.

6. На крупнейших островах Большой гряды выделяются все перечисленные типы берегов, наиболее динамичные берега принадлежат Кунаширу. Большая часть берегов островов – вулканов относится к стабильным, выдвигающиеся берега преимущественно отсутствуют. Также крайне мало отступающих берегов, поскольку долгое время не происходит поступление рыхлого пирокластического материала в береговую зону. На Малых Курильских островах можно выделить стабильные мелкие острова и кекуры – острова банки Опасной, Анучина, Дёмина, Осколки, относительно стабильные острова Шикотан и Юрий с динамичными бухтовыми берегами и динамичные берега островов Зеленый, Полонского и Танфильева с аккумулятивными формами в виде кос свободного типа и зон размыва берегов. Для тихоокеанской стороны практически всех островов характерно резкое увеличение содержания берегов, испытывающих разнонаправленные движения. Практически на всех островах (за исключением о-вов Зеленый, Полонского, Броутона и Брата-Чирпоева) распространение относительно стабильных берегов на тихоокеанской стороне меньше, чем на охотской.

7. В 18 наиболее крупных заливах и бухтах с наибольшими изменениями берегов по результатам дешифрирования космоснимков за период с 1980 по 2023 годы, исследования морфологического облика, гранулометрии и минералогии пляжевого материала (на 6 крупных участках) и анализа розы ветров были выявлены направления перемещения наносов. Обнаруженные факты вдольберегового перемещения материала в ряде случаев обусловлены господствующими ветрами северо-западного и северного направлений в сезон зимних штормов. Наличие активного вдольберегового перемещения наносов может привести к заносимости причальных сооружений.

8. Эволюция берегов Южных Курильских островов в течение ближайших 50 лет будет проходить по-разному. Устойчивые берега сохранят свой облик. Аккумулятивные берега, в основном, будут выдвигаться, несмотря на штормовые и цунамигенные размывы. Отступление разных участков абразионных берегов в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях будет зависеть от высоты клифа и длины участка обрушения берега, определяющих количество материала, поступающего в береговую зону. Все берега островов, находящиеся вблизи активных или спящих вулканов, могут претерпеть существенные изменения при их извержениях.

9. Наиболее благоприятными участками берегов (из ныне не освоенных) для возведения причальных сооружений являются абразионно-денудационные берега с валунно-глыбовой отмосткой в пределах оз. Лагунного (Кунашир), кутовой части бухты Отрадной (Шикотан), северо-восточной части залива Касатка (Итуруп), северо-восточного фланга бухт Новокурильская и Близначев (Уруп) Участки находятся в наиболее легкодоступных частях островов, выположенный и приподнятый рельеф побережья способствует более безопасному строительству наземной инфраструктуры.

В дальнейшем исследовании вопросов морфологии и динамики Южных Курильских островов следует более тщательно рассмотреть данные дистанционного зондирования берегов (сезонная морфодинамика), организовать DGPS-съёмку берегов, батиметрические исследования береговой зоны, стационарные наблюдения, а также исследования региональных и локальных тектонических структур. Кроме того, для уточнения прогноза развития берегов и рекомендаций по их использованию в хозяйственной деятельности применение обширного спектра моделей морфодинамики может оказаться важной областью для будущих исследований.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.14:

1. **Кузнецов М.А.** Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089. / 0,72 п. л. (Scopus, RSCI, РИНЦ, IF Scopus 0,212 (SJR)). Все результаты получены автором диссертации.
2. **Кузнецов М.А.** Геоморфологические типы берегов острова Шикотан (Южные Курильские острова) // Естественные и технические науки. — 2024. — № 10 (197). — С. 131–138. DOI: 10.25633/ETN.2024.10.11. / 0,57 п. л. (Список МГУ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,088). Все результаты получены автором диссертации.
3. **Кузнецов М.А.,** Большов С.И. Гранулометрический и минералогический состав береговых отложений Южных Курильских островов как показатель динамики берегов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 3 (190). — С. 102–110. DOI: 10.25633/ETN.2024.03.07. / 0,64 п. л. (Список МГУ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,088). Большову С.И. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.
4. Dunaev N.N., Bryantseva G.V., **Kuznetsov M.A.** The neotectonic structure of Deception Island (Antarctica) inferred from the results of structural and geomorphic analysis // Doklady Earth Sciences. — 2021. — Vol. 501, no. 2. — P. 1001–1008. DOI: 10.1134/S1028334X21120047. / 0,57 п. л. (Scopus, WoS, RSCI, РИНЦ, IF WoS 0,7 (JIF)). Дунаеву Н.Н. принадлежит постановка задачи. Дунаев Н.Н., Брянцева Г.В. участвовали в сборе фактического материала. Анализ и обобщение материала выполнено автором диссертации.

Статьи в иных рецензируемых изданиях:

5. **Кузнецов М.А.,** Большов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016 / 0,86 п. л. (Список ВАК РФ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,254). Большову С.И. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.
6. **Кузнецов М.А.,** Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813. / 0,79 п. л. (Список ВАК РФ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,122). Едемскому Д.Е. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.

Прочие публикации:

7. **Kuznetsov M.A.** Geomorphology and coastal dynamics as economic development limitations of Matua Island (Central Kuril Archipelago, East Russia) // Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins. — 2020. — № 1. — P. 31–41. / 0,79 п. л. Все результаты получены автором диссертации.
8. **Kuznetsov M.A.,** Edemsky D.E. Coastal geology and geomorphology of the Kasatka Bay (Iturup Island, South Kuril Islands, SE Russia) // Processes in GeoMedia. Springer Geology — 2022. — Vol. 4, no. 4. — P. 49–62. DOI: 10.1007/978-3-030-76328-2_6. / 1 п. л. Едемскому Д.Е. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.