

ЕСТЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ

**ГЕОМОРФОЛОГИЯ, ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ И
ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ**

УДК 551.43

**ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КАНДАЛАКСШКОГО ЗАЛИВА
GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF KANDALAKSKY BAY**

*Бирюк Мария Александровна
Biriuk Maria Alexandrovna*

*г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
Saint-Petersburg, Saint Petersburg State University
mariahbiryuk@yandex.ru*

*Научный руководитель: д.г.-м.н. Рыбалко Александр Евменьевич
Research advisor: Professor Rybalko Aleksandr Evmenevich*

Аннотация: Белое море по праву можно назвать колыбелью морской геологии в России. Исследования геологического строения велись на протяжении многих десятилетий. С середины XX века началось активное изучение четвертичного покрова, тесно связанное с именами М.В. Кленовой и Т.И. Горшковой, составившими первую карту донных осадков этого бассейна. Большой вклад в изучение Белого моря в четвертичное время внесен М.А. Лавровой, а также И.К. Авиловым, который первый собрал и обработал материалы по колонкам донных отложений в Белом море. В данной работе рассмотрено строение четвертичных отложений и опасных геологических процессов и явлений Кандалакшского залива по данным сейсморазведки сверхвысокого разрешения (ССВР). Составлен сеймостратиграфический разрез и изучены сейсмокомплексы (СК) ледниковых, ледниково-морских и морских отложений, их характер распространения, залегания и геолого-геоморфологические особенности Кандалакшского залива.

Abstract: The White Sea can rightfully be called the cradle of marine geology in Russia. Studies of the geological structure have been conducted for many decades, since the middle of the XX century, an active study of the quaternary cover began, closely associated with the names of M.V. Klenova and T.I. Gorshkova, who compiled the first map of the bottom sediments of this basin. A great contribution to the study of the White Sea in the Quaternary was made by M.A. Lavrova, as well as I.K. Avilov, who was the first to collect and process materials on columns of bottom sediments in the White Sea. In this paper, the structure of quaternary sediments and dangerous geological processes and phenomena of the Kandalaksha Bay is considered according to the data of ultra-high-resolution seismic survey (SSVR). A seismostratigraphic section has been compiled and seismic complexes (SC) of glacial, glacial-marine and marine sediments, their distribution, occurrence and geological and geomorphological features of the Kandalaksky Bay have been studied.

Ключевые слова: Кандалакшский залив, гляциальные формы рельефа, голоцен, сеймостратиграфия, сейсмоакустическое профилирование

Key words: Kandalaksha Bay, glacial landforms, Holocene, seismostratigraphy, seismoacoustic profiling

С середины XX века началось активное изучение четвертичного покрова, тесно связанное с именами М.В. Кленовой и Т.И. Горшковой, составившими первую карту донных

осадков этого бассейна. Большой вклад в изучение Белого моря в четвертичное время внесен М.А. Лавровой [3], а также И.К. Авиловым [4], который первый собрал и обработал материалы по колонкам донных отложений в Белом море.

Кандалакшский залив является наиболее расчлененным районом Белого моря с многочисленными островами, шхерами и лудами. В 1970–1980 гг. изучению Белого моря, которое было направлено на освоение его ресурсного потенциала, уделялось достаточно много внимания в рамках таких программ, как «Мировой океан», «Изучение океанов и морей Арктики и Антарктики». Отметим огромный вклад в исследование моря, который внесли многие научные коллективы по программам «Моря СССР» (ГОИН). Большое количество новых данных о строении Кандалакшского залива получены по результатам геолого-геофизических исследований, которые проводятся на Беломорской биологической станции (ББС) МГУ с начала 2000-х годов.

В связи с освоением морских площадей для прокладки в этом районе подводных трубопроводов, различных кабелей, особую важность в исследованиях занимает изучение опасных геологических процессов и явлений, развивающихся на подводных склонах. Это обуславливает необходимость уточнения глубоководной Кандалакшской впадины.

Конфигурация Кандалакшского залива сложна и многообразна. Особенности геолого-геоморфологического строения Беломорского региона подчеркивается как пересеченным рельефом морского дна с наличием Кандалакшского трога, где глубины превышают 300 м, так и зоной сочленения архей-протерозойского фундамента. Территория современного Кандалакшского залива была сформирована в позднекайнозойский этап эволюции разломно-трещинной сети северо-запада рифтовой системы Белого моря, свидетельство этого прослеживаются на сейсмограммах ССВР. В неоген четвертичное время произошло активное опускание авлакогена, за счет тектонической деятельности. Это привело к возникновению взбросово-сдвиговых подвижных блоков, имеющих северо-западное простирание.

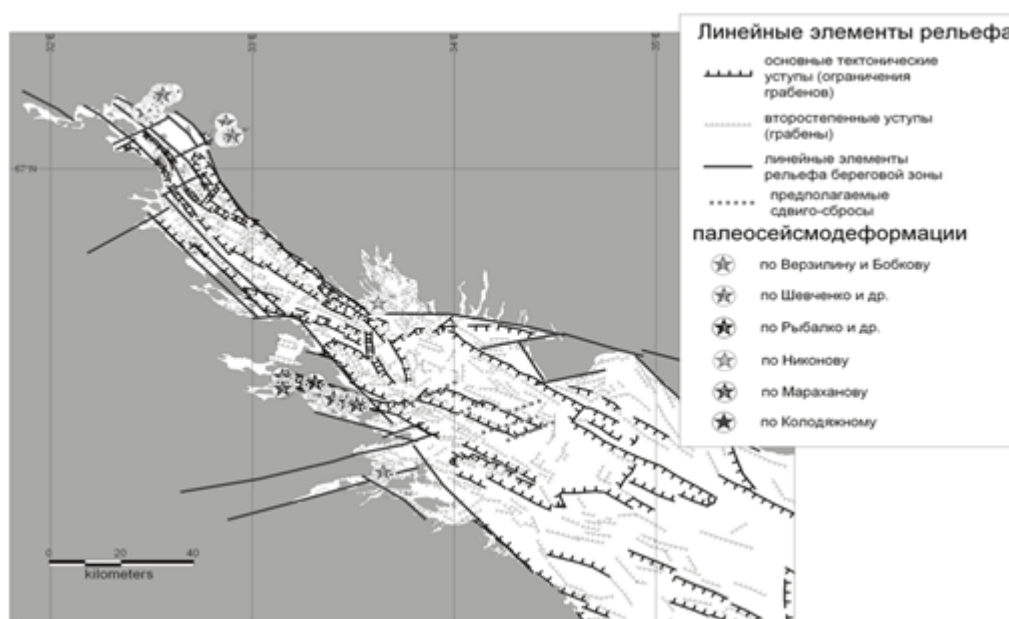


Рисунок 1. Морфоструктурная схема дна и побережий Кандалакшского залива, составленная С.В. Шваревым по цифровой модели рельефа, в сопоставлении с сейсмическими проявлениями, [5]

В голоценовом периоде развитие грабена сопровождается относительным погружением в восточной части и воздыманием в западной. Строение кутовой части Кандалакшского залива представлено серией субпараллельных микрограбенов северо-западного простирания. Тектоническими нарушениями разбита опущенная часть территории, где и накапливаются ледниково-морские и морские осадки. О молодости геодинамических движений можно судить по наличию сейсмодислокаций, линейных очертаний берегов, субаквальных форм рельефа,

оползневых структур [6, 7].

Зоны глубинных разломов определяют современную структуру - «Кандалакшский грабен», которая простирается от кутовой части и дальше на юго-восток до Северо-Двинской депрессии (рисунок 1). Отмечается наличие зон сейсмодислокаций на северном и южном побережье залива.

Использованы материалы, полученные в 2021 году ООО «Сплит», на ББС МГУ в пос. Приморский в проливе Большая Салма (Белое море) в рамках научной Программы изучения строения четвертичных отложений и характеристики палеогеографических условий его развития в позднем неоплейстоцене – голоцене. Сам район проведения работ находится в средней части Кандалакшского залива, северо-восточнее о. Великий. Сейсмоакустическое профилирование выполнялось методом отраженных волн в модификации общей глубинной точки (МОВ-ОГТ) и двумя типами источников – электроискровым (спаркером) и электродинамическим (бумером). В ходе исследования были интерпретированы сейсмоакустические данные и выполнен анализ, имеющийся информации по заливу.

Поверхность дна Кандалакшского залива отличается сложным и неровным рельефом с множеством желобов и впадин, а берега сильно изрезаны. Самый большой остров – Великий, он преграждает вход в лагуну Бабые Море. Наиболее полные данные о строении залива получены в результате сейсмоакустического профилирования.

По данным сейсмоакустики в разрезе донных отложений Кандалакшского залива прослеживаются три опорных отражающих границы. Нижняя граница – поверхность кристаллического фундамента. Следующая приурочена к кровле морены, далее граница ледниково-морских и морских отложений [2]. Типичный трехслойный разрез четвертичных отложений в глубоководной части Кандалакшского залива представлен на рисунке 2.

Сейсмокомплекс коренных пород, подстилающий толщу четвертичных образований, образован архейскими и протерозойскими метаморфическими породами (кварцитами, гнейсами, амфиболитами), кровля имеет сложную форму с большими количеством уступов и трещин. Оси синфазности образуют хаотичную волновую картину с отсутствием элементов [2].

Мощность четвертичного покрова крайне неравномерно, образована морскими и континентальными четвертичными отложениями и предопределена дочетвертичным рельефом – наибольшие ее значения приурочены к узким желобам вдоль южного борта Кандалакшского грабена и к моренным грядам.

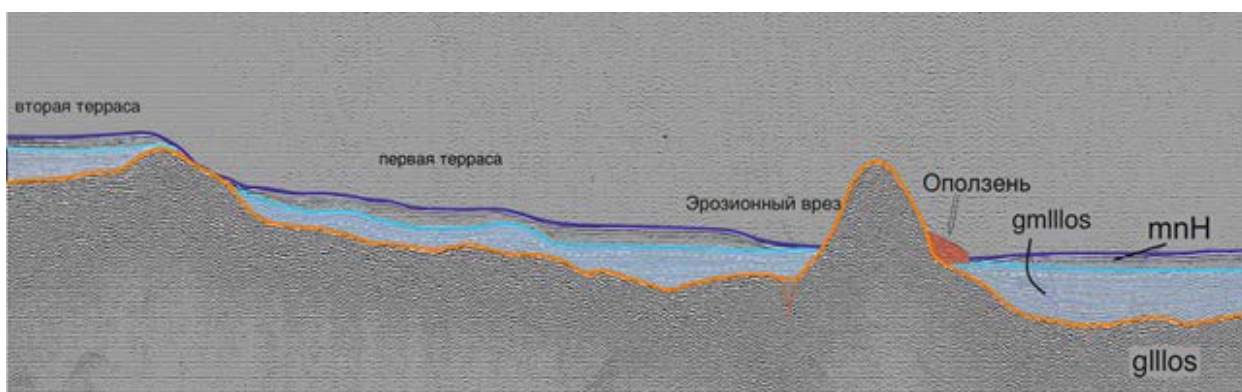


Рисунок 1. Типичный сейсмический разрез в рассматриваемом районе, составлено автором

Основная морена – glllos осташковского возраста, представляет сплошной чехол, перекрывающий коренные породы. На сейсмограммах она определяется за счет неоднородности и хаотичности записи (местами прослеживаются элементы слоистости). В пределах района работ по сеймопрофилированию, выделяется основная морена. На профиле, который тянется вдоль залива, моренная гряда имеет наибольшие размеры.

Ледниково-морские отложения – gmllos (верхний неоплейстоцен-голоцен). На

сейсмограмме картина интерпретируется как параллельный и субпараллельный тип слоистости, а также часто встречается неяснослоистый тип. Высокочастотное профилирование позволило выделить несколько пачек в этой толще, в зависимости от интенсивности и мощности слоев. Границы отчетливо прослеживаются как с подстилающими и перекрывающими толщами, так и внутри нее между слоями. Генеральное можно выделить две конфигурации слоев пачки. Разница между ними на сейсмограмме в мощности слоев, чем выше по разрезу, тем более тонкослоистая составляющая преобладает.

Нефелоидные отложения – mH (голоценового времени). Максимальную мощность осадки в Кандалакшском заливе достигают в центральной впадине, а также в изолированных губах и впадинах. По данным высокочастотного сейсмопрофилирования, на исследуемом участке они представлены на большей части поверхности, кроме тех, где вскрывается морена.

Выделены две пачки. Нижняя (нижний голоцен) на сейсмограмме представлена хаотичным, без сохранения элементов или акустически прозрачным типом, осадки сложены маломощными плотными илами; слой часто выклинивается, а на возвышенностях, где моренная гряда вскрывается, и вовсе отсутствует. Верхняя пачка (в среднем мощность 4-5 метров) имеет четкую слоистость с песками и песчано-галечным образованиям. В кровле комплекса довольно распространен эрозионный срез, при котором происходит выклинивание у верхней границы комплекса, за счет эрозионных процессов.

В пределах района особое внимание следует уделить опасным геологическим процессам, а именно – гравитационным процессам. Наблюдаются оползневые тела (рисунок 3А), которые приурочены к наиболее крутым склонам. Наличие крупных оползней и или их серий, как поверхностных, так и погребенных, свидетельствует о незатухающей активности геодинамических движений в данном регионе.

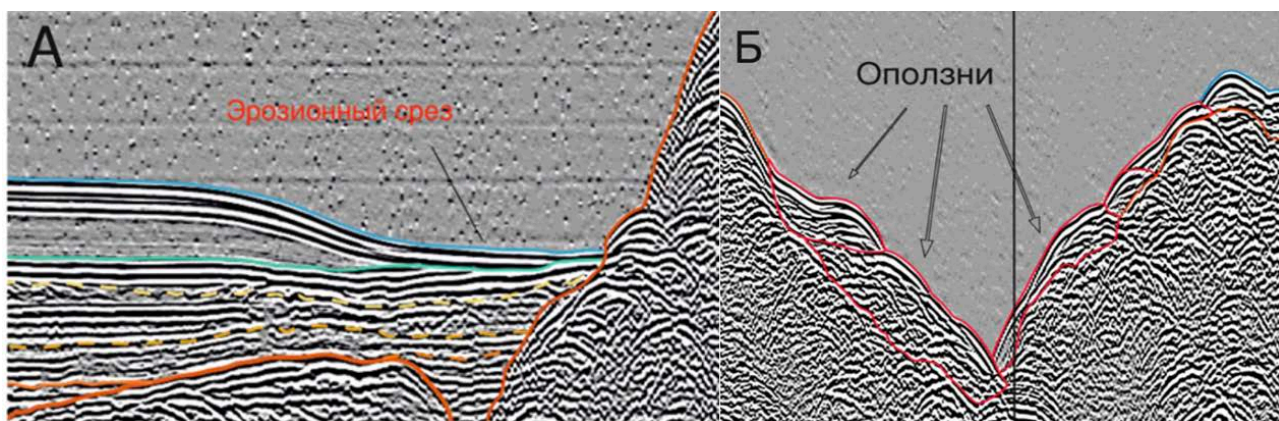


Рисунок 3. А - Эрозионный срез; Б - Многофазные оползни, составлено автором

На рисунке 2 показаны две аккумулятивные морские террасы, которые являются следствием резкого поднятия в позднеголоценовое время. Первая сглаживается и переходит в эрозионную «яму» (рисунок 3Б). Бровку второй террасы ограничивает уступ, сложенный подстилающей мореной.

Из-за деятельности активных гравитационных процессов, современные осадки на таких склонах крайне редко встречаются. Верхняя часть равнин сложена ледниковыми отложениями, а вдоль бровки простираются краевые грядообразные формы моренного рельефа с северо-западной ориентировкой и высотами то 20 до 60 м. Гряды имеют ассиметричную форму и сложены плотными глинистыми песками и песчаными глинами серого и коричневатого цвета с примесью валунно-галечного материала [1].

Таким образом, данные высокочастотного сейсмоакустического профилирования, позволили изучить отложения глубоководной части дна Кандалакшского залива и выделить границы комплексов, в некоторых случаях, получилось проследить границы фации. Рельеф дна залива отличается наибольшей контрастностью, как в латеральном, так и вертикальном измерении. Можно выделить два принципиально разных по возрасту, составу и свойствам

сейсмокомплекса (СК). Ледниково-морские аккумулятивные равнины с всхолмленными и холмисто-увалистыми участками, связан с выступами кристаллического фундамента, где задерживается ледниковый поток (представлен скалистыми островами). Высота распространенных форм рельефа составляет 10 м.

Также важной особенностью является картина распространения опасных геологических (гравитационных) процессов. Выявлены крупные оползни, что важно для решения инженерно-геологических задач.

Сложная история территории Кандалакшского залива в дочетвертичное время, а также процессы экзарационной и аккумулятивной деятельности ледника вместе с гравитационными и седиментационными процессами в четвертичное время, обуславливает формирования четвертичных осадков и особенности их залегания.

Список литературы:

[1] Авилов И.К. Мощность современных осадков и послеледниковая история Белого моря // Труды Государственного океанографического института. – Л.: Гидрометеоздат, 1956. – Вып. 31. – С. 45–47.

[2] Астафьев Б. Ю., Богданов Ю. Б., и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q-(35), 36 – Апатиты. / СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 436 с.

[3] Лаврова М.А. Основные этапы четвертичной истории Кольского полуострова // Известия Всесоюзного Географического общества. – Л.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1947. – Т. 79., Вып. 1. – С. 21–38.

[4] Морозов А.Н., Ваганова Н.В., Асминг В.Э., Балугев А.С. Сейсмичность Беломорского региона // Сейсмические приборы – М., из-во Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН., 2019. Т. 58, № 1, с. 5-28.

[5] Рыбалко А.Е., Корнеев О.Ю. Государственный мониторинг состояния геологической среды шельфа на примере его проведения в Кандалакшском заливе Белого моря // Российские полярные исследования. – 2014. – № 1 (15). – С. 10-16.

[6] Рыбалко А.Е., Барымова А.А., Токарев М. Ю., Репкина Т. Ю. Четвертичные отложения и рельеф Кандалакшского залива: история изучения и современные данные об их формировании // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 465–469.

[7] Старовойтов А.В., Токарев М.Ю., Терёхина Я.Е. Атлас по интерпретации геофизических данных для морской практики на Белом море: учебное пособие. – М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. – 110 с.

УДК 551.89:902.26

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ПРИТОБОЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ (АНТЛАНТИЧЕСКИЙ – ПОЗДНЕСУБАТЛАНТИЧЕСКИЙ ПЕРИОДЫ)

CARTOGRAPHIC RECONSTRUCTION OF THE LANDSCAPES OF THE PRITOBOLYE IN THE HOLOCENE (ATLANTIC – LATE SUBATLANTIC PERIODS)

*Козлова Дарья Владимировна
Kozlova Daria Vladimirovna
г. Тюмень, Тюменский государственный университет
Tyumen, Tyumen State University
hitaori@mail.ru*