

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-158-165



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕМПОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В КУТОВОЙ ЧАСТИ ЗАЛИВА ГРЁН-ФЬОРД (ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

✉ Иванова Н.С.^{1,2}, Усягина И.С.^{1,2}, Мещеряков Н.И.¹

¹ММБИ РАН, Мурманск, Россия

² Институт проблем промышленной экологии Севера Кольский научный центр РАН, Апатиты, Россия

✉ ivanova_ns@mmbi.info

С помощью изотопного датирования по природному ²¹⁰Pb и техногенному ¹³⁷Cs рассчитаны темпы осадконакопления в кутовой части залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген), наиболее подверженной влиянию флювиогляциальных потоков, поступающих из водотоков приледниковой зоны. Материалом для исследования послужили три колонки донных отложений, отобранных в береговой экспедиции ММБИ РАН на архипелаг Шпицберген в 2022 г. Оценка содержания радионуклидов и возраст осадочных слоев в профилях колонок выполнены в 2023-2024 г. Установлено, что по мере удаления от линии уреза воды устьевой зоны темпы осадконакопления в заливе снижаются в два раза, от 2.4 см/год на расстоянии 200 м до 1.2 см/год на расстоянии 500 м. С помощью модели CRS(CF) была выявлена изменчивость темпов седиментации в кутовой части залива за ~114 лет.

Ключевые слова: *Грен-фьорд, донные отложения, хронология седиментации, флювиогляциальные потоки*

Залив Грён-фьорд является юго-западным рукавом Ис-фьорда, одного из самых крупных фьордов о. Западный Шпицберген. Он ориентирован в меридиональном направлении протяженностью 16.3 км. Ширина залива изменяется от 5.3 км в устье до 1.7 км в кутовой части. Глубина изменяется с юга на север и достигает максимальных значений 178 м в устье залива на траверсе мысов Фестинген и Хеероден.

Около 30% водосборной площади залива Грён-фьорд подвержено оледенению [Соловьянова, Третьяков, 2004] и, как следствие, поступления наносов со склонов в бассейн седиментации, происходит за счет развитие эрозионных процессов в приледниковой зоне. Наиболее значимое ледниковое влияние испытывает южная часть залива Грён-фьорд [Мещеряков, 2017]. К южной части водосбора относятся ледники Западный и Восточный Грён-фьорд, Янсон, Баалсруд, которые разгружаются в залив водотоками Бретъёрна и Грён-фьорд. Основное количество обломочного материала поступает в кутовую часть залива, что предопределяет режим седиментации в данном участке бассейна. Для Шпицбергена характерно большое количество взвеси в крупных реках. Это связано с тем, что значительная часть территории архипелага, свободная ото льда, не имеет растительного и почвенного покрова и горные потоки дренируют суглинистый грунт. Количество взвешенных частиц тесно связано с режимом стока. При одинаковых расходах летом мутность воды увеличивается за счет обнажения и оттаивания пород в деятельном слое на склонах. Река Грёнфьорд огибает большой моренный комплекс, образованный ледниками Западный и Восточный Грён-фьорд, при этом происходят эрозионные процессы, являющиеся основными поставщиками наносов. Среднее значение мутности воды реки Грёнфьорд составляет 0,71 г/л при средней величине расходов 2.50 м³/с. Пик мутности воды совпадает с пиком расходов воды в реке – 1.66 г/л и 3.49 м³/с, соответственно [Третьяков и др., 2021]. Таким образом, донные отложения кутовой части залива в полной мере отображают динамику дегляциации ледниковых массивов западной периферии Земли Норденшельда и могут служить индикаторами изменений природных процессов, связанных со смягчением климата с середины прошлого века по настоящее время.

Большинство радиоизотопных исследований современных отложений на архипелаге Шпицберген были проведены в озерах или морской среде, в то время как в устьевых зонах рек исследования не проводились. Это связано с техническими и методическими трудностями, связанными, в первую очередь, с батиметрическими особенностями прибрежной относительно мелководной зоны. Колонки отложений в устье можно отобрать только с борта маломерных судов, что ограничивает набор используемых орудий пробоотбора. При этом сверхскоростные темпы седиментации требуют вскрытия осадочной толщи, мощность которой превышает технические возможности гравитационных керноотборников (трубка ГОИН 1.5) [Мещеряков и др., 2022].

В устьевых зонах залива Грэн-фьорд темпы седиментации могут достигать значений свыше 2 см/год [Meshcheriakov et. al., 2024]. Исходя из известной скорости осадконакопления можно предположить, что для проведения геохронологического анализа по ^{210}Pb , позволяющему определять возраст отложений 100-150 лет, требуется вскрытие толщи отложений мощностью более 2 м. Другой вариант - для опробования выбрать такие точки, которые будут удалены от речного устья на несколько сотен метров, где, предположительно, темпы седиментации будут ниже. Однако на этих участках будет ослабевать воздействие флювиогляциальных потоков и усиливаться роль морской седиментации, что может исказить хронологию ледникового осадконакопления, которая является целью настоящей работы.

Одним из основных условий расчета возраста осадочных слоев с помощью моделей датирования по ^{210}Pb и ^{137}Cs является равномерный поток массы наносов в бассейн седиментации [Sanchez-Cabeza, Ruiz-Fernandez, 2012]. В прибрежных и относительно мелководных районах Грэн-фьорда с глубинами 10-40 м аккумуляция донных отложений происходит при постоянном гидродинамическом воздействии, что может приводить к размыву, переотложению и перемешиванию осадков разного возраста, поэтому перед отбором проб тщательно анализировались батиметрические особенности исследуемой части залива.

В соответствии с вышеизложенными факторами для отбора проб были выбраны три точки на разном расстоянии от источников поступления в залив флювиогляциальных водотоков (рис.1). Точка РК-1 (глубина 22 м) расположена на расстоянии 200 м от устьевой зоны реки Грэн-фьорд, точка РК-2 (глубина 47 м) — 400 м от устья реки Грэнфьорд, точка КЗ-1 (глубина 45 м) — 500 м от устья ручья Бретгёрна. Колонки донных отложений были отобраны трубкой ГОИН 1.5 диаметром 40 мм.

Для анализа удельной активности $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$, ^{226}Ra и ^{137}Cs в донных отложениях колонки были разделены на слои толщиной 2–3 см. Всего проанализировано 56 образцов: 14 в точке РК-1 (0–28 см) 16 в точке РК-2 (0–48 см) и 26 в точке КЗ-1 (0–78 см). Все образцы перед измерением высушивали методом лиофильной сушки на оборудовании Alpha 1-4LDPlus Martin Christ в химической лаборатории Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген (РАЭ-Ш), затем гомогенизировали и оставляли на 30 дней в герметично закрытых сосудах. Радиометрический анализ проводили в ММБИ РАН на многоканальном гамма-спектрометре для измерения рентгеновского и гамма-излучения (Canberra Semiconductors NV, Olen, Belgium) со свинцовой защитой экрана детектора HPGe-2P производства компании “Аспект” (Дубна, Россия). Регистрирующая часть спектрометра — широкополосный детектор из сверхчистого германия BE5030 с диапазоном охвата гамма-квантов с энергией от 3 кэВ до 3 МэВ. Обработку спектров и идентификацию радионуклидов выполняли с помощью программного обеспечения Genie-2000 (версия 3.3). Для определения активности избыточного ^{210}Pb , поступившего с атмосферными выпадениями ($^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$), из значений $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$ был вычтен «фоновый» ^{210}Pb , образующийся *in situ* в грунте, который определяли по основным линиям ^{226}Ra . Данные измерений были скорректированы на дату сбора кернов, результаты приведены на основе сухого веса с поправкой на самопоглощение и геометрию образца.



Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб

Возраст осадочных слоев колонок РК-1 и РК-2 из-за недостаточно вскрытой осадочной толщи для определения слоя, где наступает равновесие между ^{226}Ra и $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$, рассчитывали по формуле экспоненциального снижения ^{210}Pb с глубиной [Aliiev et al., 2007]:

$$t = (\ln A_x - \ln A_0) / -\lambda = \ln(A_x - A_0) / -\lambda \quad (1),$$

где A_x – активность $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ в слое на глубине x см ниже поверхности раздела осадок–вода, A_0 – активность $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ в поверхностном слое осадка, λ – постоянная распада ^{210}Pb (0.031 год⁻¹). Полученное значение отражает поступление ^{210}Pb из атмосферы в дополнение к количеству, образуемому при радиоактивном распаде ^{226}Ra . Активность верхнего слоя кернов была принята за A_0 , что соответствует дате отбора проб.

Возраст вскрытой осадочной толщи колонки КЗ-1 определяли по модели постоянного потока CRS (CF) [Sanchez-Cabeza, Ruiz-Fernandez, 2012]. Формула расчета:

$$t(i) = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A(0)}{A(i)},$$

где $t(i)$ (лет) — возраст верхней части осадочного слоя: $A(i) = A(0)e^{-\lambda t}$, $A(0)$ (Бк/м²) — активность $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$, накопленная на поверхности морского дна; λ — постоянная радиоактивного распада ^{210}Pb (0,031 18 ± 0,000 17 лет⁻¹). Недостающий и полный запас $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ до равновесного слоя оценен по методу «ключевой» даты, определённой по пику ^{137}Cs в профиле колонки (1986 г.), слой 78-81 см был принят равновесным. После этого проводили расчеты по модели CF.

Скорости осадконакопления (см/год) рассчитывали в соответствии с методическими рекомендациями [Sanchez-Cabeza, Ruiz-Fernandez, 2012].

Результаты определения природных $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$, ^{226}Ra , $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ и техногенного ^{137}Cs , радионуклидов представлены в табл. 1. В соответствии с рекомендациями построения моделей радиометрического датирования [Abril, 2022] в ходе расчетов учитывалась глубина залегания массы осадка (или «массовая глубина» от «mass depth», m_i , г/см²),

которая представляет собой отношение сухой массы отложений, накопленных на границе раздела осадок-вода, к единице площади. Эта величина, в отличие от «истинной» глубины, остается неизменной при естественном уплотнении и укорачивании исследуемой осадочной толщи (в процессе отбора, хранения и экстракции колонок). Вычисление возраста отнесено к середине исследуемого слоя (z_i).

Таблица 1 Результаты измерения удельной активности $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$, ^{226}Ra , $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ и ^{137}Cs и годы образования осадочных слоев колонок из кутовой части залива Грэн-фьорд

z_i , см	m_i , г/см ²	$^{210}\text{Pb}_{\text{общ}} \pm \delta^*$	$^{226}\text{Ra} \pm \delta$	$^{210}\text{Pb}_{\text{изб}} \pm \delta$	$^{137}\text{Cs} \pm \delta$	Год образования осадка
PK-1. $s_{\text{cp}}=2.4$ см/год, $y = 36.268e^{-0.013x^{**}}$, $R^2 = 0.44$						
1	0.7	81.8 ± 6.0	46.9 ± 4.7	34.9 ± 7.6	0.8 ± 0.5	2023.6
3	2.4	75.8 ± 6.1	40.7 ± 3.2	35.1 ± 6.9	2.5 ± 1.0	2022.8
5	4.5	59.7 ± 4.9	40.7 ± 2.9	19.0 ± 5.7	1.3 ± 0.8	2021.9
7	7.0	73.1 ± 5.0	42.5 ± 3.0	30.6 ± 5.8	1.0 ± 0.6	2021.1
9	9.8	76.5 ± 5.3	36.4 ± 2.6	40.1 ± 5.9	2.2 ± 0.8	2020.3
11	12.7	73.3 ± 4.2	42.4 ± 2.6	30.9 ± 4.9	1.9 ± 0.6	2019.4
13	15.4	72.2 ± 5.2	41.1 ± 2.9	31.1 ± 6.0	2.0 ± 0.8	2018.6
15	17.8	66.9 ± 7.9	39.4 ± 4.2	27.5 ± 8.9	3.1 ± 1.5	2017.7
17	20.4	67.5 ± 5.3	43.7 ± 3.0	23.8 ± 6.1	2.5 ± 1.0	2016.9
19	23.2	68.0 ± 6.7	36.7 ± 2.9	31.3 ± 7.3	0.2 ± 0.1	2016.0
21	25.9	73.9 ± 5.7	41.2 ± 2.8	32.7 ± 6.4	2.1 ± 0.7	2015.2
23	28.5	50.2 ± 6.3	32.6 ± 3.1	17.6 ± 7.0	2.2 ± 1.2	2014.4
25	31.1	61.8 ± 5.2	38.3 ± 3.1	23.5 ± 6.1	2.5 ± 0.8	2013.5
27	33.2	72.5 ± 9.8	45.7 ± 5.0	26.8 ± 11.0	6.8 ± 2.4	2012.7
PK-2. $s_{\text{cp}}=1.6$ см/год, $y = 60.333e^{-0.02x}$, $R^2 = 0.60$						
2	1.0	84.5 ± 5.8	34.2 3.0	50.3 ± 6.5	0.5 ± 0.2	2023.6
5	3.5	82.8 ± 2.4	34.9 2.5	47.9 ± 3.5	2.2 ± 0.7	2021.7
8	6.3	93.9 ± 5.2	33.6 2.5	60.3 ± 5.8	2.3 ± 0.6	2019.7
11	8.8	75.8 ± 9.0	33.9 3.7	41.9 ± 9.7	2.7 ± 0.5	2017.8
14	11.1	97.1 ± 7.2	42.1 3.2	55.0 ± 7.9	2.1 ± 0.9	2015.8
17	13.8	101.6 ± 6.7	40.3 2.9	61.3 ± 7.3	0.6 ± 0.3	2013.9
20	16.8	79.3 ± 5.0	31.2 2.5	48.1 ± 5.6	1.8 ± 0.5	2012.0
23	20.3	84.0 ± 5.6	40.6 2.7	43.4 ± 6.2	1.7 ± 0.7	2010.0
26	23.7	62.8 ± 6.0	36.6 3.0	26.2 ± 6.7	1.6 ± 0.8	2008.1
29	27.2	62.0 ± 4.9	32.9 2.4	29.1 ± 5.5	2.7 ± 0.8	2006.1
32	30.8	38.7 ± 7.5	32.4 2.5	6.3 ± 7.9	1.3 ± 0.8	2004.2
35	34.0	70.7 ± 4.9	36.7 2.7	34.0 ± 5.6	2.4 ± 0.9	2002.3
38	38.0	64.4 ± 5.4	31.7 2.1	32.7 ± 5.8	3.7 ± 1.0	2000.3
41	42.8	50.7 ± 4.0	33.2 2.1	17.5 ± 4.5	3.4 ± 0.7	1998.4
44	47.1	50.8 ± 4.0	29.4 2.0	21.4 ± 4.5	2.8 ± 0.8	1996.4
47	51.0	73.8 ± 7.0	39 2.3	34.8 ± 7.4	3.4 ± 1.3	1994.5
K3-1. $s_{\text{cp}}=1.2$ см/год (0.1-3.1 см/год), CRS(CF)						
2	1.0	121.5 ± 1.2	33.1 ± 3.0	88.4 ± 3.2	4.1 ± 1.2	2023.6
5	3.6	132.9 ± 9.8	33.4 ± 2.8	99.5 ± 10.2	4.9 ± 1.6	2021.6
8	6.4	65.0 ± 5.0	48.7 ± 3.1	16.3 ± 5.9	0.2 ± 0.0	2017.8
11	9.2	109.0 ± 6.1	48.9 ± 3.6	60.1 ± 7.1	7.2 ± 1.9	2017.3
14	12.9	88.0 ± 5.5	37.7 ± 2.6	50.3 ± 6.1	6.5 ± 1.7	2014.7
17	17.0	69.4 ± 6.0	39.1 ± 2.9	30.3 ± 6.7	11.5 ± 3.2	2011.5
20	20.9	68.0 ± 5.6	35.7 ± 2.9	32.3 ± 6.3	5.1 ± 1.6	2009.5

23	24.6	52.4 ± 4.5	42.0 ± 2.8	10.4 ± 5.3	<мда***	2007.4
26	28.7	53.9 ± 3.4	38.1 ± 2.2	15.8 ± 4.0	<мда	2006.7
29	32.8	53.1 ± 5.9	34.1 ± 3.2	19.0 ± 6.7	2.1 ± 0.9	2005.4
32	37.3	49.0 ± 4.4	37.7 ± 2.4	11.3 ± 5.0	<мда	2004.0
35	42.0	49.0 ± 4.4	37.7 ± 2.4	11.3 ± 5.0	<мда	2002.8
38	45.9	56.5 ± 4.7	44.8 ± 3.0	11.7 ± 5.6	<мда	2001.8
41	49.6	55.9 ± 5.2	34.4 ± 2.5	21.5 ± 5.8	<мда	2000.9
44	53.7	77.1 ± 10.9	35.6 ± 3.8	41.5 ± 11.5	1.5 ± 1.0	1999.1
47	57.9	80.4 ± 4.4	40.1 ± 2.1	40.3 ± 4.9	5.4 ± 0.4	1994.4
50	62.2	62.6 ± 5.3	37.1 ± 2.7	25.5 ± 5.9	5.7 ± 0.4	1989.9
53	66.5	67.6 ± 4.7	42.1 ± 2.6	25.5 ± 5.4	1.0 ± 0.2	1985.9
56	71.2	65.5 ± 4.3	32.3 ± 2.1	33.2 ± 4.8	1.0 ± 0.4	1982.3
59	75.8	78.6 ± 5.4	41.8 ± 2.5	36.8 ± 6.0	7.9 ± 2.1	1974.2
62	79.6	66.3 ± 4.7	42.8 ± 2.8	23.5 ± 5.5	1.4 ± 0.3	1966.6
65	83.6	69.1 ± 4.4	34.8 ± 2.2	34.3 ± 4.9	4.1 ± 1.2	1960.1
68	87.5	60.5 ± 6.9	47.2 ± 4.1	13.3 ± 8.0	<мда	1946.2
71	91.8	52.1 ± 8.8	39.7 ± 2.3	12.4 ± 9.1	<мда	1940.1
74	96.2	50.2 ± 4.3	31.3 ± 2.3	18.9 ± 4.9	<мда	1929.1
77	100.1	52.4 ± 3.0	41.5 ± 2.8	10.9 ± 4.1	<мда	1909.9

*— погрешность измерений;

**— уравнение, описывающее экспоненциальное снижение удельной активности $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$, по которому рассчитывали скорость осадконакопления (s , см/год)

***— минимально детектируемая активность радионуклида.

В колонках РК-1 и РК-2 удельная активность $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$ была идентична и варьировала в диапазоне 101.8—38.7 Бк/кг. Невысокие уровни объясняются разбавлением радионуклида, поступающего из атмосферы, с массой наносов флювиогляциальных потоков. Среднее содержание ^{226}Ra в РК-1 составляет 40.6 ± 3.8 Бк/кг, РК-2 — 35.2 ± 3.7 Бк/кг. ^{137}Cs количественно определяется по всему профилю каждой колонки в пределах от 0.2 до 6.8 Бк/кг.

В колонке КЗ-1 значения $^{210}\text{Pb}_{\text{общ}}$ были выше, чем в РК-1 и РК-2 и достигали 132.9—50.2 Бк/кг. Среднее содержание ^{226}Ra — 38.9 ± 4.9 Бк/кг. Диапазон удельной активности ^{137}Cs в профиле колонки составляет от <мда до 11,5 Бк/кг.

Наблюдаемое устойчивое снижение удельной активности $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ с глубиной по профилю исследуемых колонок характеризует стабильность процессов осадконакопления и дает возможность провести датировку слоев донного осадка. Возраст слоев колонок РК-1 и РК-2 был рассчитан по экспоненциальному снижению $^{210}\text{Pb}_{\text{изб}}$ (табл. 1). Профили ^{137}Cs в этих колонках из-за недостаточности вскрытой осадочной толщи не содержат «классических» хроностратиграфических пиков удельной активности в донных отложениях, обусловленных испытаниями ядерного оружия (1961-1963 гг.) и атмосферными выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.).

Возраст слоев колонки КЗ-1, рассчитанный с помощью модели СФ, подтверждается пиком ^{137}Cs 4.1 Бк/кг в слое 65 см (83.6 г/см^2) - атмосферные выпадения радионуклидов после ядерных испытаний на Новой Земле (1961-1963 г.). Также можно предположить, что повышение удельной активности до 7.9 Бк/кг в слое 59 см (75.8 г/см^2) связано с переносом из Ирландского моря сбросов завода «Селлафилд» (максимум в 1970-1975 гг.) в составе Западно-Шпицбергенского течения [Сивинцев и др., 2005].

На востоке устьевой зоны реки Грэнфьорд, где выделяется градиент солёности, основное количество отложений аккумулируется в 200 м от дельты (точка РК-1) [Meshcheriakov et al., 2024]. Поверхностный слой воды (до 0.6 м) сильно опреснен речными водами. Солёность верхнего слоя воды составляет от 1 до 6 psu, на глубине 10 м она достигает значений 24.3 psu, а в придонном слое 33.3 psu. Темпы седиментации в

точке РК-1 достигают значений 2.4 см/год, возраст вскрытой осадочной толщи мощностью 28 см составляет ~11 лет (табл. 1). В точке РК-2 на удалении 400 м от дельты реки Грэнфьорд, скорость седиментации снижается до 1.6 см/год, возраст нижнего слоя 48 см составляет ~29 лет (табл. 1). Скорость седиментации в точке КЗ-1, расположенной на западе исследуемого района в 500 м от устья ручья Бретъерна, составляет в среднем 1.2 см/год, возраст нижнего слоя 78 см ~114 лет (табл. 1). С помощью модели CF удалось установить изменчивость этого параметра в кутовой части залива в течение датированного временного диапазона, которая, обусловлена смягчением климата и, как следствие, увеличением объема флювиогляциальных потоков, поступающих в водосборный бассейн в первой декаде XX в. Так, в период с 1910 по 2000 гг. темпы осадконакопления варьировали в диапазоне 0.1-1.0 см/год, с 2001 по 2007 гг. - 2.1-3.1 см/год, с 2010 по 2023 - 1.0-1.5 см/год за исключением 2017 г., когда произошел скачок до 2.2 см/год. Среднее значение за 114 лет составляет 1.2 ± 0.9 см/год.

Полученные значения сопоставимы с результатами исследования темпов осадконакопления в районе устьевого взморья реки Грэндален в 2022 г. и подтверждают предположение о резком уменьшении общего количества осадочного вещества, выносимого в море на расстоянии после 200 м от устья реки. По мере удаления от линии уреза воды устьевой зоны темпы осадконакопления в заливе снижаются в два раза, от 2.4 см/год на расстоянии 200 м до 1.2 см/год на расстоянии 500 м. [Meshcheriakov et al., 2024]. Данный процесс происходит за счет механической дифференциации вещества из-за значительного снижения скорости потока, выносящего терригенный материал [Лисицын, 1994; Лукашин и др., 2019].

Авторский коллектив благодарит администрацию ММБИ РАН, а также сотрудников зимовочного состава РАЭ-Ш и сезонной экспедиции «Шпицберген» ААНИИ за логистическую помощь, предоставленную возможность предварительной подготовки проб донных отложений в химико-аналитической лаборатории в пос. Баренцбург, предоставление океанографического оборудования и данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 22-17-00243.

ЛИТЕРАТУРА

Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 735-747.

Лукашин В.Н., Кравчишина М.Д., Клювиткин А.А. и др. Геохимия взвешенного вещества в маргинальном фильтре реки Волги // Океанология. 2019. Т. 59. №3. С. 421-432. doi: 10.31857/S0030-1574593421-432

Мещеряков Н.И. Особенности седиментогенеза в заливе Грэн-фьорд (Западный Шпицберген) // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20. № 1. С. 272-279.

Мещеряков Н.И., Усягина И.С., Архипов В.В. и др. Опыт ^{210}Pb и ^{137}Cs датирования отрицательных форм микрорельефа Баренцево-Карского шельфа: методические аспекты // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2022. № 9. С. 170-174. doi: 10.24412/2687-1092-2022-9-170-174

Сивинцев Ю. В., Вакуловский С. М., Васильев А. П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. М., ИздАТ, 2005. 624 с.

Соловьянова И.Ю., Третьяков М.В. Наблюдение за стоком взвешенных наносов рек бассейна залива Грен-фьорд // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып.4. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2004. С.230-236.

Третьяков М.В., Брызгалов В.А., Румянцева Е.В., Ромашкова К.В. Пресноводные ресурсы Западного Шпицбергена в современных условиях (многолетние исследования ААНИИ). СПб: Ротапринт ААНИИ, 2021. 200 с.

Abril J.M. On the use of ^{210}Pb -based records of sedimentation rates and activity concentrations for tracking past environmental changes // Journal of Environmental Radioactivity. 2022. Vol. 244-245. doi: 10.1016/j.jenvrad.2022.106823

Aliev R.A., Bobrov V.A., Kalmykov S.N. et al. Natural and artificial radionuclides as a tool for sedimentation studies in the Arctic region // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2007. Vol. 274. № 2. P. 315–321. doi: 10.1007/s10967-007-1117-x

Ellegaard M, Clarke AL, Reuss N et al. Multi-proxy evidence of long-term changes in ecosystem structure in a Danish marine estuary, linked to increased nutrient loading // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2006. Vol. 68. Is. 3-4. P. 567–578. doi: 10.1016/j.ecss.2006.03.013

Meshcheriakov N. I., Usyagina I. S., Namyatov A. A., Tokarev I. V. Stratigraphic Chronology and Mechanisms of Formation of Bottom Sediments at the Mouth of the Grandalen River (Gren-Fjord, West Spitsbergen) during the Period of Climatic Changes // *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2024. Vol. 32. № 5. P. 631–645. doi: 10.1134/S0869593824700151

Sanchez-Cabeza, J.A. and Ruiz-Fernandez, A.C. 210Pb sediment radiochronology: an integrated formulation and classification of dating models // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2012. Vol. 82. P. 183–200. doi: 10.1016/j.gca.2010.12.024

PRELIMINARY RESULTS OF DETERMINING CURRENT RATES OF SEDIMENTATION IN THE UPPER PART OF GROEN FJORD BAY (WESTERN SPITSBERGEN)

Ivanova N.S.^{1,2}, Usyagina I.S.^{1,2}, Mescheriakov N.I.¹

¹ Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia

² Institute of North Industrial Ecology Problems, Apatite, Russia

Sedimentation rates were calculated in the apex of Grønfjord (Western Spitsbergen), which is most susceptible to the influence of fluvioglacial flows, using isotope dating method. The material for the study was three columns of bottom sediments selected during the coastal expedition of the MMBI RAS to the Spitsbergen archipelago in 2022. An assessment of the content of radionuclides and the age of layers in the profiles of bottom sediment columns was carried out in 2023–2024. It was found that with distance from the river's mouth zone, the rate of sedimentation in the bay decreases by half - from 2.4 cm / year at a distance of 200 m to 1.2 cm / year at a distance of 500 m. Using the CRS (CF) model, variability in sedimentation rates in the inner part of the bay was revealed over ~114 years.

Keywords: *Grøn-fjord, bottom sediments, sedimentation chronology, fluvioglacial flows*

REFERENCES:

Lisitsyn A.P. Marginal filter of the oceans // *Oceanology*. 1994. Vol. 34. № 5. P. 735–747.

Lukashin V.N., Kravchishina M.D., Klyuvitkin A.A. et al. Geochemistry of Suspended Particulate Matter in the Volga River Marginal Filter // *Oceanology*. 2019. Vol. 59. №3. P. 381–391. doi: 10.1134/S0001437019030135

Meshcheryakov N.I. Features of sedimentation in the Gren-fjord (West Spitsbergen) // *Bulletin of Moscow State Technical University*. 2017. Vol. 20. №. 1. P. 272–279.

Meshcheriakov N.I., Usyagina I.S., Arkhipov V.V. Experience of 210Pb and 137Cs dating of negative forms of microrelief of the Barents-Kara shelf: methodological aspects // *Relief and Quaternary formations of the Arctic, Subarctic and North-West Russia*. 2022. No. 9. P. 170–174. doi:10.24412/2687-1092-2022-9-170-174

Sivincev Yu. V., Vakulovskij S.M., Vasil'ev A.P. et al. Technogenic radionuclides in the seas washing Russia. M., Publishing House, 2005. 624 p.

Solovyanova I.Yu., Tretyakov M.V. Monitoring the runoff of suspended sediment in the rivers of the Grøn-fjord Bay basin // *Comprehensive studies of Spitsbergen*. Vol. 4. Apatity: Publishing house. KSC RAS. 2004. P. 230–236.

Tretiakov M.V., Bryzgalo V.A., Rumiantseva E.V., Romashova K.V. Freshwater resources of Western Spitsbergen in modern conditions (longterm studies of the AARI). SPb: Arctic and Antarctic Research Institute, 2021. 200 p.

Abril J.M. On the use of ²¹⁰Pb-based records of sedimentation rates and activity concentrations for tracking past environmental changes // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2022. Vol. 244–245. doi: 10.1016/j.jenvrad.2022.106823

Aliev R.A., Bobrov V.A., Kalmykov S.N. et al. Natural and artificial radionuclides as a tool for sedimentation studies in the Arctic region // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2007. Vol. 274. № 2. P. 315–321. doi: 10.1007/s10967-007-1117-x

Ellegaard M, Clarke AL, Reuss N et al. Multi-proxy evidence of long-term changes in ecosystem structure in a Danish marine estuary, linked to increased nutrient loading // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2006. Vol. 68. Is. 3-4. P. 567–578. doi: 10.1016/j.ecss.2006.03.013

Meshcheriakov N. I., Usyagina I. S., Namyatov A. A., Tokarev I. V. Stratigraphic Chronology and Mechanisms of Formation of Bottom Sediments at the Mouth of the Grandalen River (Gren-Fjord, West Spitsbergen) during the Period of Climatic Changes // *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2024. Vol. 32. № 5. P. 631–645. doi: 10.1134/S0869593824700151

Sanchez-Cabeza, J.A. and Ruiz-Fernandez, A.C. ²¹⁰Pb sediment radiochronology: an integrated formulation and classification of dating models // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2012. Vol. 82. P. 183–200. doi: 10.1016/j.gca.2010.12.024