

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА – ГОЛОЦЕНА ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ ОСТРОВА ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН (АРХИПЕЛАГ ШПИЦБЕРГЕН)

¹Гаврилова А.А., ^{1, 2}Шарин В.В.

¹Санкт-Петербургский государственный университет
²АО ПМГРЭ

Изложены результаты изучения положения уровня моря в позднем плейстоцене – голоцене, а также положения границ оледенения острова Западный Шпицберген архипелага Шпицберген с помощью аэрофото- и космоснимков за период с 1900 по 2015 год. Определены предположительные границы ледников при современных скоростях деградации на 2030 год.

Ключевые слова: *палеогеография, изменение климата, положение уровня моря, оледенение, деградация ледников, Шпицберген*

Архипелаг Шпицберген является областью интенсивного развития современного оледенения. Особенности его рельефа и климата обусловили существование ледников различных морфологических типов, среди которых наиболее распространены горные, горно-покровные и покровные комплексы [*Оледенение Шпицбергена...*, 1975]. В результате глобальных климатических изменений в настоящее время наблюдается повсеместная деградация ледников, что сопровождается активным преобразованием рельефа.

Для исследования и анализа изменения положения уровня моря и изменение ледниковых границ на период с 1900 по 2015 год были выбраны два участка: северная часть Земли Веделя Ярлсберга и центральная часть Земли Норденшельда.

Для этих районов, основываясь на материалах [*Семевский, 1967; Оледенение Шпицбергена...*, 1975; *Кокин, 2010; Шарин и др., 2014; Соловьева и др., 2018; Шарин, 2018*] о высотах, ориентировке морских террас и по радиоуглеродным датировкам, были определены положения уровня моря для каждого временного промежутка (14900-9000 лет, 9000-5000 лет).

В результате работ Шпицбергенской партии ПМГРЭ в 2017 г. [*Шарин, 2018*], предголоценовые морские осадки исследованы в долине Чемберлендален. В 3,6 км от современной береговой линии, в эрозионном борту реки, обнаружены раковины *Mya truncata* и *Hiattella arctica*. Абсолютный возраст по раковинам *Mya truncata* составил 14910 калиброванных лет [*Шарин, 2018*]. Таким образом, этот факт указывает на то, что, в долине Чемберлендален, как и во многих других районах архипелага в этот период господствовали морские условия осадконакопления. Согласно этим данным дегляциация района происходила до ~15 тыс. л. н., что говорит о более раннем отступании ледникового покрова по сравнению с представлениями зарубежных исследователей [*Landvik et al., 1998*]. В этой же долине, были найдены фрагменты раковин моллюска *Mytilus edulis* (Linne), который является индикатором голоценового климатического оптимума. Радиоуглеродный возраст по калиброванный 10850 лет [*Шарин, 2018*]. Таким образом, эти данные показывают, что голоценовый климатический оптимум установился на приморских равнинах и долинах Земли Веделя Ярлсберга уже в раннем голоцене.

С периода Максимума Малого Ледникового Периода по метеорологическим данным поселка Баренцбург наблюдается повышение температурного фона архипелага. Основываясь на ранее опубликованных материалах [*Оледенение Шпицбергена...*, 1975] и Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации была составлена температурная кривая по данным с метеостанции поселка Баренцбург с 1881 по 2015 года, из которого видно, что наблюдается общий тренд повышения среднегодовой температуры на 3°C в 100 лет (Рис. 1).

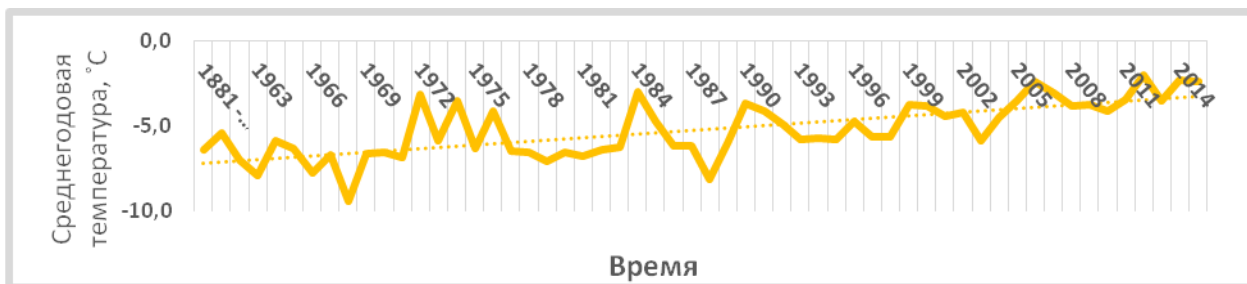


Рис. 1. График хода среднегодовой температуры воздуха в районе посёлка Баренцбург с 1891 по 2014 год [Оледенение Шпицбергена, 1975; Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации].

Сопоставляя данные о положении ледников в Малом Ледниковом периоде, аэрофотоснимков и космоснимков 1990 и 2015 годов, геоморфологических [Семевский, Шкатов, 1965; Оледенение Шпицбергена..., 1975; Шарин и др., 2012; Geographical Environment..., 2013; Шарин, 2018] и топографических карт территории (<http://toposvalbard.npolar.no> – [Норвежский полярный институт](#)) были составлены карты и таблицы, отражающие деградацию ледникового покрова отдельных частей острова Западный Шпицберген на период с максимума оледенения (1900 г.) по настоящее время (2015 г.).

Существуют различные прогнозы, по которым в некоторых районах архипелага оледенение может полностью исчезнуть уже к концу XXI века. Если брать во внимание, что за последние 150 лет на Шпицбергене наблюдается явная тенденция потепления, то на сегодняшний день можно с уверенностью говорить о том, что деградация оледенения на архипелаге продолжится.

На основе данных скоростей деградации (средняя скорость 8–20 м/год) и имеющейся топоосновы были составлены предварительная схема деградации оледенения острова Западный Шпицберген к 2030 году (Рис. 2, 3). Данные границы ледников имеют условный характер, при условии сохранения имеющихся на сегодняшний день скорости изменения температуры и скоростей деградации различных ледников.

Земля Веделя Ярлсберга

В период максимума Малого Ледникового периода ледники Ренардбреен и Скоттбреен были единой ледниковой системой, но уже к 1990 году распались на два небольших ледника.

Ледник Решериббреен за 115 лет ледник потерял около 30% от своей первоначальной площади и отступил более чем на 5 км, полностью освободив бухту Решерш-фиорд. К 1990 году в результате деградации оледенения перед ледником сформировался моренный вал, в результате чего сформировалась небольшая лагуна площадью 0,58 км², а к 2015 году ее площадь составила уже 4,89 км², что в 8 раз больше, чем в 1990 году.

Особенно сильно отступил ледник Западный Торель, который является самым большим ледником на рассматриваемой территории. Еще 150 лет назад он был двускатным ледником и язык этого ледника находился на плаву, распространяясь на многие километры вглубь залива Бельсунд. За период с 1900 года ледник потерял 20% своей площади и отступил более чем на 4 километра. Ледник Антониябреен является самым маленьким ледником на участке в южной части залива Бельсунд, площадью 25,6 км², имеющий северную экспозицию и потерявший за последние 115 лет 36% своей площади и отступивший на 1,3 км. Ледник Финстревальдер потерял около 50% от своей площади к 2015 году. Ледник Пенка занимает одно из первых мест по глубине отступления краевой части ледника вглубь суши – 3,65 км на период с 1900 по 2015 гг. Стоит отметить,

что ледник Рихтера также перестал существовать как единый ледник: он распался на несколько маленьких ледников, потеряв при этом 83% от первоначальной площади.

Дегляциация ледников центральной части острова Западный Шпицберген
в 1900 - 1990 - 2015 - 2030 гг.
(Земля Ведела Ярлсберга, архипелаг Шпицберген)

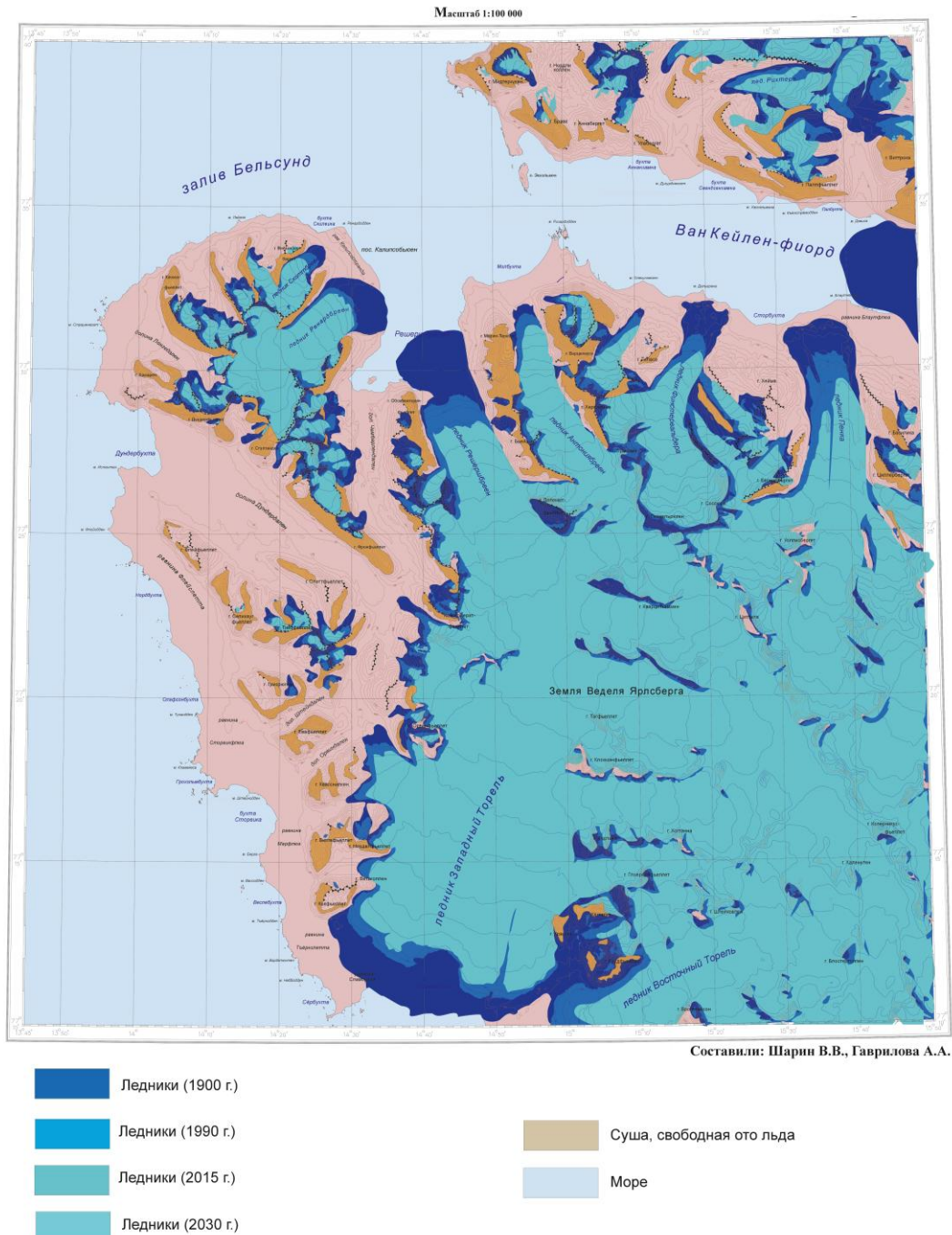


Рис. 3. Положение границ ледников северной части Земли Ведела Ярлсберга (архипелаг Шпицберген) в 1900 – 1990 – 2015 – 2030 гг.

Деградация всех ледников происходит по явно выраженным троговым долинам, что может говорить о том, что ранее данная территория подвергалась таким же изменениям, что и сегодня.

Предположительно, в результате активного таяния, к 2030 году практически прекратит свое существование ледник Рихтера; ледники Скоттбреен и Финстрервальдера также потеряют достаточно большую часть массы льда. Ледники Пенка, Решершреен, Антонябреен и Западный Торель будут продолжать формировать и увеличивать у своей кровли приледниковые озера, а на ледниках Западный Торель, Решершбреен, Пенка увеличат свою площадь трещины.

Земля Норденишельда

Ледник Гренфьорд имеет северо-восточную экспозицию и в период максимума оледенения спускался к заливу Грэн-фиорд. С начала XX в. на архипелаге началось интенсивное отступление ледников: с 1900 по 2015 год он отступил в среднем на 2,2 км и северная и северо-западные его части распались на множество отдельных ледников, а его площадь сократилась в 1,8 раз. На ранних стадиях отступления (1900-1990 гг.) он деградировал очень активно (в среднем 27 м/год), что способствовало формированию напорного вала и образованию озера Ледового, а в настоящее время (1990-2015 гг.) этот процесс замедлился (Рис. 3). В настоящее время у края ледника продолжается формирование озера Ледовое, которое сформировалось в 1940х гг., в результате скопления талых вод в экзарационной котловине. На сегодняшний день его площадь составляет – 1,52 км², а максимальная глубина – 26 м [Кокин, 2010].

Ледник Альдегонда ориентирован на восток-северо-восток и относится к горно-долинным ледникам. В период максимума Малого Ледникового периода язык ледника спускался в море, а в настоящий момент он отступил на расстояние около 2 км [Кокин, 2010].

Ледник Фритьоф (Фритьофбреен) имеет южную экспозицию и представляет собой интересный объект исследования, поскольку является единственным ледником на архипелаге, где дважды, с перерывом более чем 100 лет были зафиксированы сёрджи (резкие подвижки): в 1860-х гг., когда язык ледника продвинулся и достиг северной оконечности острова Аксель (расположен в 1,3 км от береговой линии), а вторая подвижка началась в 1990-х и продолжалась по 1997 г., которая была выявлена по спутниковым изображениям, изучению кернов в 1970х гг., а также серии наземных радиолокационных снимков 1988 и 2005 годов [Лаврентьев, 2008]. Суммарная скорость деградации с 1900 по 2015 год составляет 50-70 м/год, однако поскольку данный ледник является пульсирующим, то данные скорости отступления ледника являются приблизительными и обобщенными.

Таблица 1. Изменение ледника Фритьоф с 1900 по 2015 года по обобщенным данным [Лаврентьев, 2008; космоснимки Landsat]

Годы	Длина, км	Площадь, км ²
1900	15	58,9
1936	12,8	55,5
1980	13	48,7
1985	-	63
1988	11,2	52,1
1990	10	45,3
2004-2005	13	49,3
2015	12,2	44,8

Ледник Тавлебреен перестал существовать как единый ледник и потерял в сумме около 30% своей первоначальной площади; Площадь ледника Марстрандера на период с 1900 года сократилась больше чем на 45%.

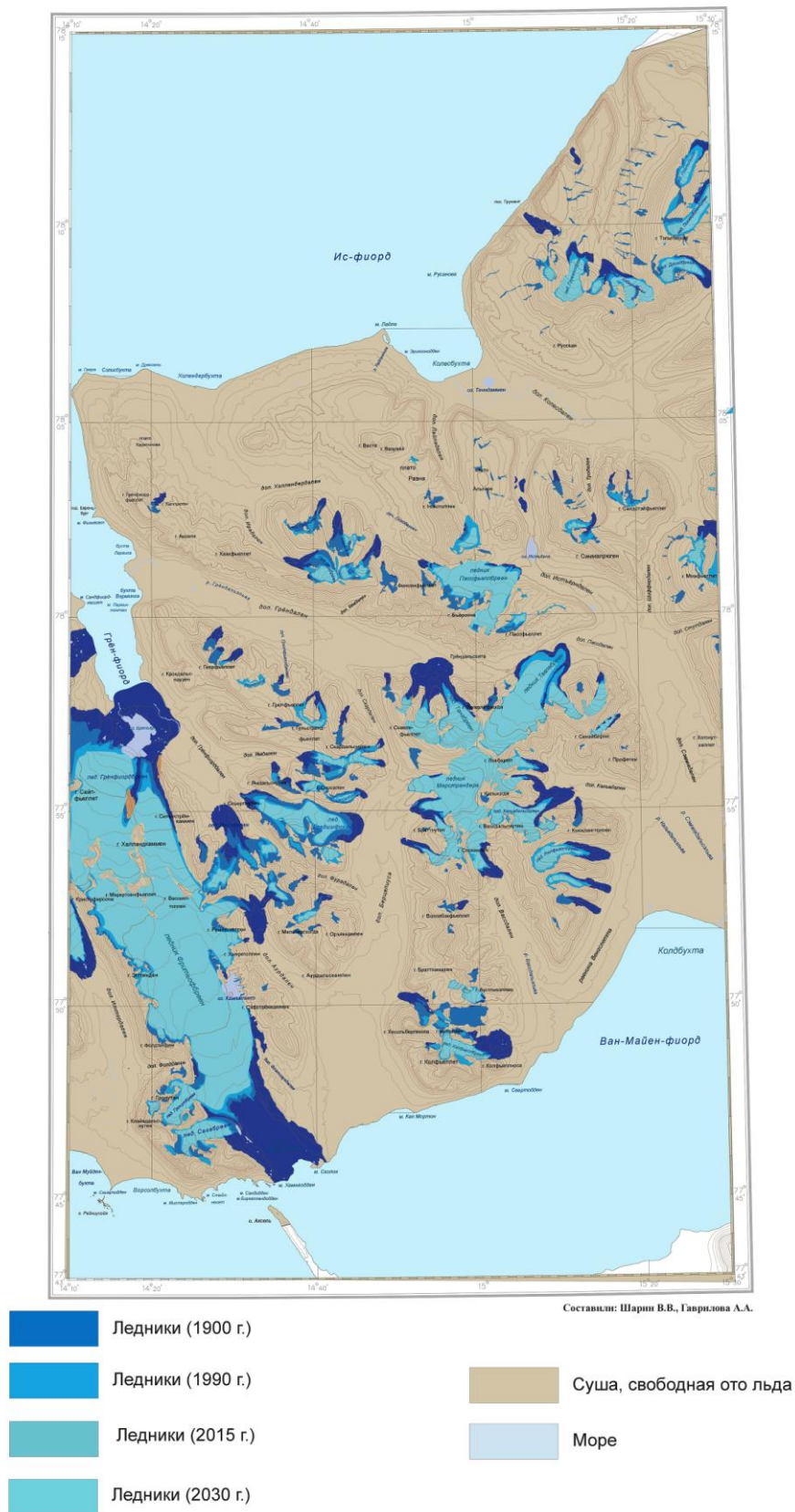


Рис. 4. Положение границ ледников центральной части Земли Норденшельда (архипелаг Шпицберген) в 1900 – 1990 – 2015 – 2030 гг.

В целом, для центральной части Земли Норденшельда также наблюдается тенденция к повсеместной деградации ледников: почти прекратит свое существование ледник Гледишфонна, ледник Тавлебреен распадется на 2 независимых ледника, у кровли ледника Гренфиордбреен продолжит увеличивать свою площадь озеро Ледовое.

Данная работа подтверждает, что дешифрирование аэрофотоснимков и космоснимков, а также геоморфологический и картографический анализы являются довольно мощными инструментами для палеореконокструкций как положения уровня моря, так и положения ледников. В результате работы была достигнута рассмотрены палеогеографические обстановки архипелага Шпицберген в позднем плейстоцене – голоцене и определены дальнейшие тенденции развития ледникового покрова архипелага.

ЛИТЕРАТУРА

Кокин О.В. Рельеф и отложения краевых зон ледников Западного Шпицбергена (на примере ледников Грэнфьорд и Альдегонда): дис. – Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2010.

Лаврентьев И.И. Изменения структуры и динамики ледника Фритьоф на Шпицбергене за последние 70 лет по данным дистанционных исследований // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2008. №. 6. С. 45-50.

Семевский Д.В. [Неотектоника архипелага Шпицберген](#) // Материалы по стратиграфии Шпицбергена, изд. НИИГА, 1967. С. 225-238.

Семевский Д.В., Шкатов Е.П. [Геоморфология Земли Норденшельда \(Западный Шпицберген\)](#) // Материалы по геологии Шпицбергена. Л., 1965. С. 232-240.

Соловьева Д.А., Савельева Л.А., Веркулич С.Р., Заговская Э.П. Последледниковые изменения природной среды в районе поселка Баренцбург (остров Западный Шпицберген) // Theory and Methods of Polar Science: Proceedings of International youth scientific conference on the Polar Geodesy, Glaciology, Hydrology and Geophysics. С. 213-222.

Троицкий Л.С., Зингер Е.М., Корякин В.С., Маркин В.А., Михалев В.И. Оледенение Шпицбергена (Свальбарда). М., «Наука», 1975, 276 с.

Шарин В.В., Окунев А.С., Лазарева Е.И. (редактор Гусев Е.А.) Геоморфологическая карта центральной части острова Западный Шпицберген (Земля Норденшельда, архипелаг Шпицберген). Масштаб 1:50 000. СПб, изд. «Ренова», 2012 г.

Шарин В.В., Кокин О.В., Гусев Е.А., Окунев А.С., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. [Новые геохронологические данные четвертичных отложений северо-западной части Земли Норденшельда \(архипелаг Шпицберген\)](#) // Вестник Санкт-Петербургского Университета, Сер. 7. 2014. Вып. 1. С. 158-167.

Шарин В.В. Результаты геоморфологических исследований в районе Земли Ведела Ярлсберга (архипелаг Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа. Апатиты. 2018. С. 118-119.

Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard). Zagórski, P., Narasimiuk, M., Rodzik J. ed, Faculty of Earth Sciences and Spatial Management Maria Curie-Skłodowska University, Lublin 2013, 385 p.

Landvik J.Y., Bondevik S., Elverhøi A., Fjeldskaar W., Mangerud J., Salvigsen O., Vorren T.O. [The last glacial maximum of Svalbard and the Barents Sea area: ice sheet extent and configuration](#) // Quaternary Science Reviews. 1998. Vol. 17. №. 1-3. P. 43-75.

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных: <http://www.ices.dk/Pages/default.aspx> (дата обращения 10.05.2018)

[РОСГЕОЛОГИЯ. Российский геологический холдинг. Полярная морская геологоразведочная экспедиция:](#) <http://www.pmge.ru/> (дата обращения 10.05.2018)

**LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE PALEOGEOGRAPHIC ENVIRONMENTS
OF SEPARATE AREAS OF WESTERN SPITSBERGEN ISLAND (SPITSBERGEN
ARCHIPELAGO)**

¹*Gavrilova A.A.*, ^{1, 2}*Sharin V.V.*

¹Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University,

²Polar Marine Geological Expedition, Lomonosov

The results of studying the position of sea level in the Late Pleistocene - Holocene, and the position of the glaciations boundaries of the island of Western Spitsbergen of the Spitsbergen Archipelago for the period from 1900 to 2015 are presented. Estimated glacier boundaries at current degradation rates for 2030.

Keywords: *paleogeography, climate change, sea level, glaciation, glacier degradation, Spitsbergen*