

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ИС-ФИОРДА (О. ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН, АРХИПЕЛАГ ШПИЦБЕРГЕН)

<sup>1</sup>Новиков И.В. <sup>1,2</sup>Шарин В.В.

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>АО «Полярная морская геологоразведочная экспедиция» Россия, Ломоносов

В рамках данной статьи рассматриваются различные типы рельефа, распространенные в северной части Ис-фиорда. Описывается последовательность исследований и механизм составления итоговой геоморфологической карты. Путём анализа спутниковых снимков, аэрофотоснимков, моделей рельефа, батиметрических данных, обработанных в программах CorelDraw 2019 и ArcGIS 10.5, а также интерпретации ранее опубликованных материалов была получена новая информация о геоморфологическом строении субаэрального и субаквального рельефа исследованного района.

Ключевые слова: *Шпицберген, Ис-фиорд, Норд-фиорд, Экман-фиорд, геоморфологическое картографирование.*

Изученный район (Рис. 1) находится на о. Западный Шпицберген, к северу от Ис-фиорда. Территория захватывает Землю Джеймса I и Землю Оскара II.

Рельеф рассматриваемой территории характеризуется резкой степенью расчленения, развит преимущественно на породах осадочного чехла. Хорошо развита гидросеть. Особенностью является распространение структурно-денудационных поверхностей, в настоящее время интенсивно эродированных и частично перекрыты ледниками. Здесь же прослеживаются куполовидные вершины гор, округлые гребни хребтов и их отрогов. Характерны горные массивы с плоскими вершинами и крутыми склонами, осложненными



Рис. 1. Изученный район

многочисленными эрозионными бороздами. Особенно это типично для области распространения верхнепалеозойских гипсоносных карбонатных пород. Район относится к области горного и полупокровного оледенения [Троицкий и др., 1975].

Базируясь на анализе аэрофотоснимков, опубликованных материалов и на наблюдениях одного из авторов в период полевого сезона 2011 года, на исследуемом участке были выделены следующие типы рельефа. К субаэральному рельефу отнесены: 1) рельеф денудационный (склоны денудационно-эрозионные, обвальное-осыпные, делювиально-солифлюкционные, нивально-экзарационные), 2) рельеф структурно-денудационный (плато), 3) рельеф абразионно-аккумулятивный (комплекс морских террас), 4) рельеф аккумулятивный (моренные комплексы, днища речных долин, полоса осушки). Среди форм субаэрального рельефа выделяются каньоны, гребни, кары, цирки, ледниковые уступы, конусы выноса.

Среди типов и форм субаквального рельефа были закартированы: 1) морские террасы позднеголоценового возраста, 2) предполагаемые подводные морены, 3) аккумулятивные поверхности, сформированные процессами морского накопления с уклонами до  $4^\circ$ , 4) Склоны ( $4-15^\circ$ ), моделированные процессами оползания и аккумуляции; 5) Склоны ( $15-30^\circ$ ), моделированные процессами оползания, осыпания и аккумуляции; 6) днища фиордов, 7) подводные поднятия, 8) котловины и впадины.

Для построения геоморфологической карты, представленной ниже, использовались следующие материалы: 1) геоморфологическая карта центральной части о. Западный Шпицберген (Земля Норденшельда, архипелаг Шпицберген) м. 1:50 000 [Шарин и др., 2012]; 2) геоморфологическая карта района бухты Петуния м. 1:50 000 [Шарин, Окунев, 2015]; опубликованные карты, аэрофотоснимки, спутниковые снимки, ЦМР, топографические данные Норвежского Полярного Института, архивы карт Норвежской геологической службы [https://www.ngu.no], приложение Google Earth. Для расчленения субаквального рельефа по углам подводных склонов была использована цифровая модель рельефа Северного Ледовитого океана [https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/downloads.html] и далее обработана в программе ArcGIS 10.5 (рис. 2). Легенда для субаквального рельефа составлена по методу выделения генетически однородных поверхностей [Тарноградский, 2005], неоднократно применявшемуся сотрудниками Шпицбергенской партии ПМГРЭ при картировании других территорий архипелага Шпицберген.

При выделении котловин, впадин, подводных поднятий, днищ фиордов использовались батиметрические данные Норвежского Полярного Института. Подводные морены предположительно определены по уклонам территорий ( $4-15^\circ$ ) и с привлечением литературных данных по положению ледников в данном районе в Малом ледниковом периоде [Plassen et al., 2004]. Типы поверхностей подводного рельефа и преобладающие на них процессы выделены по литературным данным [Егоров, Добрецова, 2012].



Рис. 3. Склоны нивально-экзарационные [https://toposvalbard.npolar.no/]

Ниже рассматриваются наиболее распространенные типы субаквального рельефа на исследуемом участке.

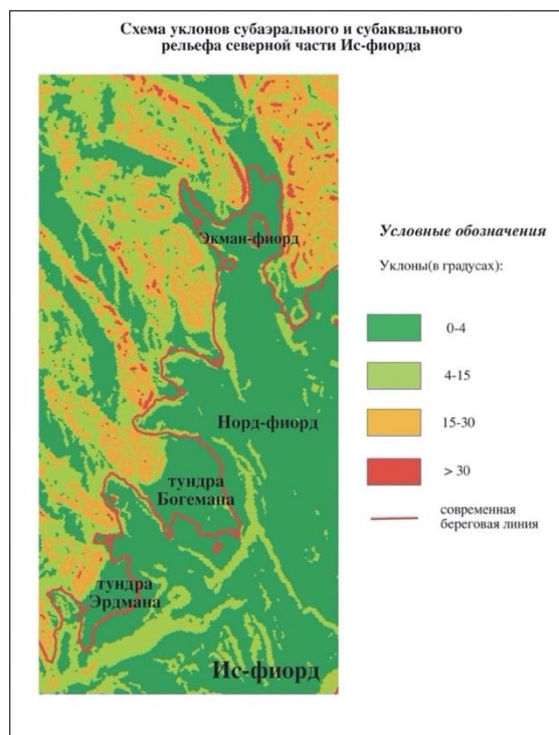


Рис. 2. Схема уклонов северной части Ис-фиорда

Ниже рассматриваются наиболее распространенные типы субаквального рельефа на исследуемом участке.

**Склоны нивально-экзарационные** преобладают на территории занятой современным оледенением. Эти склоны распространены в северной, западной и юго-восточной частях исследуемой территории. Это, как правило, крутые (в

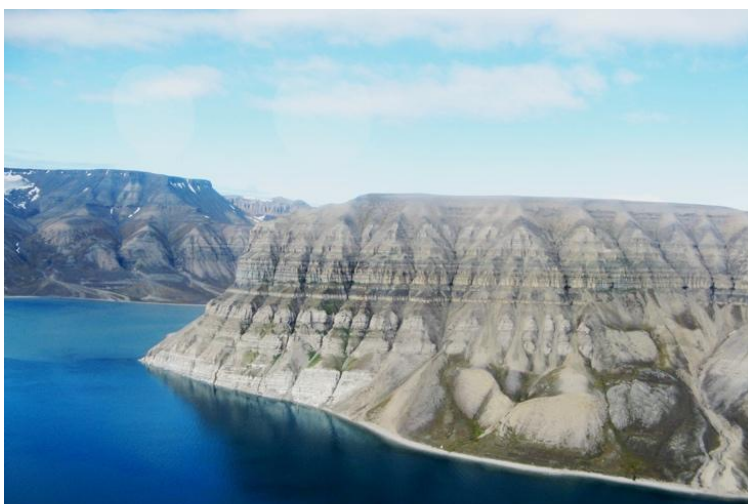


Рис. 4. Склоны денудационно-эрозионные. Фото В.В. Шарина, 2011 г.

**Склоны денудационно-эрозионные** имеют наибольшее распространение в южной и юго-восточной частях территории. Это обрывистые склоны, нередко имеющие крутизну более 30°. Помимо уклонов, на АФС и ЦМР дешифрируются по характерным эрозионным бороздам (Рис. 4). Гребни хребтов и отрогов, образованных такими склонами, обычно уплощенные.

**Склоны обвальнo-осыпные** распространены повсеместно; для них характерна меньшая крутизна (до 30°). Они

имеют более узкие и менее ярко выраженные эрозионные борозды. В пределах исследованного района являются наиболее распространенными. В нижних частях образуются конусы выноса. Формируются за счет процессов криогенного выветривания, дезинтеграции пород и ослабления их прочности, и механическому перемещению продуктов выветривания вниз по склону.

**Склоны делювиально-солифлюкционные** имеют гораздо меньшие уклоны земной поверхности, прослеживаются вдоль речных долин, а также при переходе от осыпных склонов к области морских террас. Ведущим процессом в перемещении материала по склонам является солифлюкция. При движении грунта образуется террасированность склонов, создавая натечные террасы. На снимках такие склоны выделяются по выпуклым неровностям.

**Моренные комплексы** распространены достаточно широко. Их главным дешифровочным признаком является пятнистый рисунок. Моренный рельеф представлен холмами, грядами, валами, а также многочисленными неглубокими озерами (Рис. 5).

**Морские террасы.** Большинство морских террас представляют собой аккумулятивно-абразионные образования, где мощность морских осадков обычно не превышает 2-5 м, редко достигая 10 м. Цоколь террас сложен коренными породами или более древними четвертичными осадками. Возраст террас, согласно ранее опубликованным данным – голоцен [Salvigsen et al., 1990; 1992]. Приморские равнины развиты повсеместно вдоль всего побережья Ис-фиорда.



Рис. 5. Моренный комплекс (а) и комплекс морских террас (б) на о. Корахолмен [https://toposvalbard.npolar.no/]



Геоморфологическая карта северной части Ис-фиорда (Земля Джеймса I - Оскара II)  
масштаб 1 : 200 000

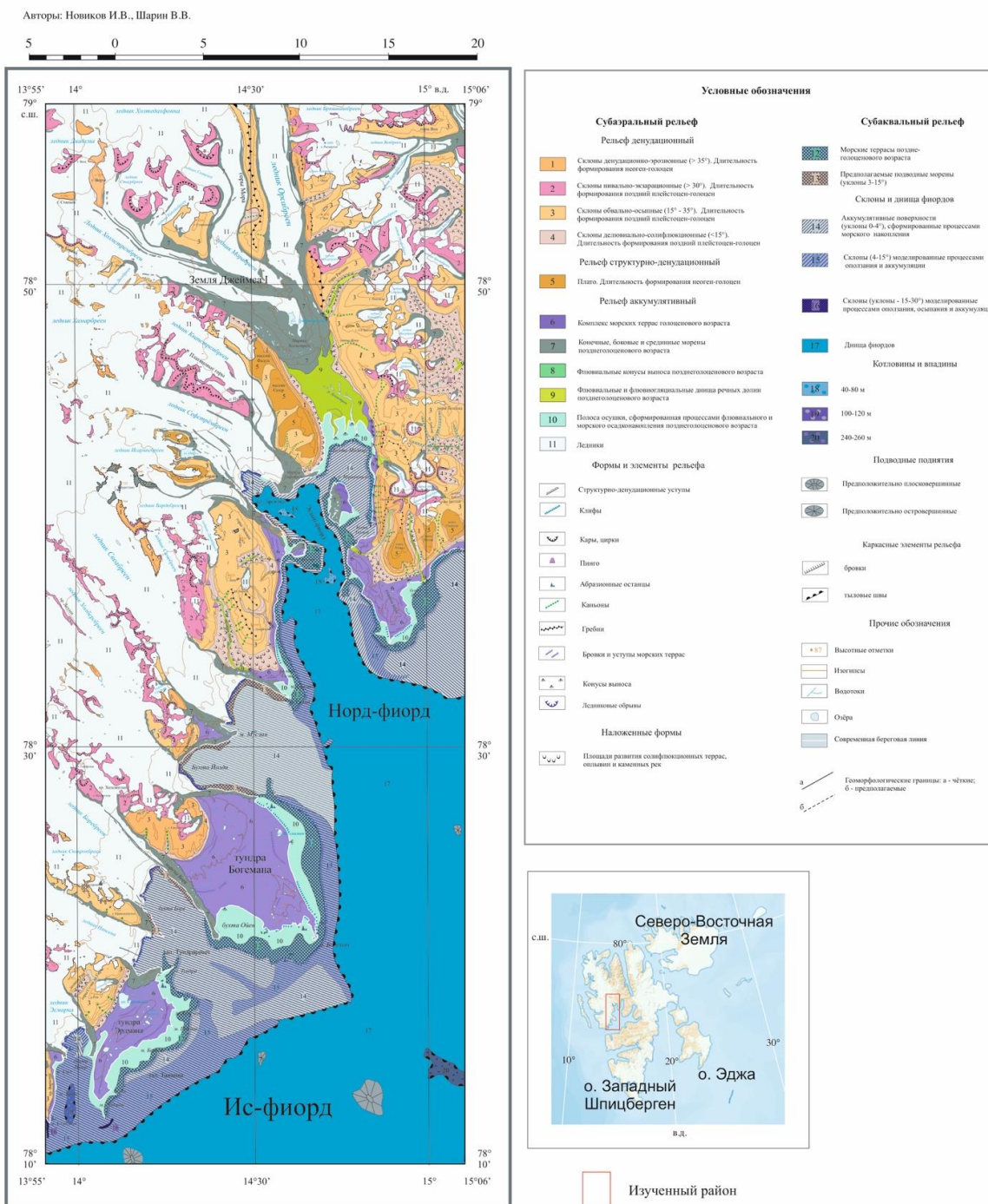


Рис. 6. Геоморфологическая карта северной части Ис-фиорда (Земля Джеймса I – Оскара II)

**Формы и элементы рельефа.** Среди многообразия форм и элементов рельефа, присутствующих исследованной территории, на карте отображены: гребни хребтов и массивов, кары, цирки, бровки и уступы морских террас, клифы, ледниковые обрывы, абразионные останцы и др.

Итогом дешифрирования рельефа на исследуемом участке стала геоморфологическая карта масштаба 1:200 000, построенная с помощью графического редактора CorelDraw и ArcGIS 10.5 (Рис. 6).

**Выводы.** Путем анализа данных дистанционного зондирования и анализа литературных источников дана характеристика рельефа северной части Ис-фиорда. Представленная геоморфологическая карта района позволит выявить природные процессы, формирующие облик современного рельефа района и реконструировать палеогеографические обстановки в позднем неоплейстоцене-голоцене. Проблемы формирования субэзрального и субаквального рельефа, влияние антропогенного фактора и выявление деструктивных природных явлений требуют дальнейшего изучения в различных районах Шпицбергена.

## ЛИТЕРАТУРА

Егоров И.В., Добрецова И.Г. Новые методические аспекты поисков океанических сульфидных руд // Горный журнал. 2012. №3. С. 18-22.

Тарноградский В.Д., (ред. Минина Е.А., Старченко В.В.). Требования по созданию дополнительных карт и схем к комплекту Госгеолкарты-1000/3: геоморфологическая карта. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научноисследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского» (ФГУП ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, 2005; 47 с.

Троицкий Л.С., Зингер К.М., Корякин В.С., Маркин В.А., Михалев В.И. Оледенение Шпицбергена (Свальбарда) Издательство «Наука» 1975, с. 226-241;

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., Окунев А.С. Рельеф и геоморфологические особенности района посёлка Пирамида (архипелаг Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. 2014, Вып. 12. М.: Изд. «Геос», с. 334-338.

Plassen L., Vorren T.O., Forwick M. Integrated acoustic and coring investigation of glacial deposits in Spitsbergen fjords // Polar Research. 2004. Vol. 23. Is. 1. P. 89-110. <https://doi.org/10.3402/polar.v23i1.6269>

Salvigsen O., Elgersma A., Hjort C., Lagelund E., Liestøl O., Svensson N.O. Glacial history and shoreline displacement on Erdmannflya and Bohemanflya, Spitsbergen, Svalbard // Polar Research. 1990. Vol. 8. Is. 2. P. 261-273. <https://doi.org/10.3402/polar.v8i2.6816>

Salvigsen O., Forman S.L., Miller G.H. Thermophilous molluscs on Svalbard during the Holocene and their paleoclimatic implications // Polar Research. 1992. Vol. 11. Is. 1. P. 1-10. <https://doi.org/10.3402/polar.v11i1.6712>

### Интернет-ресурсы:

Norsk Polarinstitutt [Электронный ресурс] / Норвежский Полярный Институт. Режим доступа: <https://www.npolar.no>, свободный. – Загл. с экрана;

Geological Survey of Norway [Электронный ресурс] / Норвежская геологическая служба. Режим доступа: <https://www.ngu.no/en/node>, свободный. – Загл. с экрана;

<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/arctic.html> International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (ИВАО) [Электронный ресурс] / Международная батиметрическая схема Северного Ледовитого океана. Режим доступа: <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/downloads.html>, свободный. Загл. с экрана.

**GEOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE NORTHERN PART OF  
ISFJORDEN (THE VESTSPITSBERGEN ISLAND, SPITSBERGEN  
ARCHIPELAGO)**

<sup>1</sup>*Novikov I.V.*, <sup>1,2</sup>*Sharin V.V.*

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Polar Marine Geosurvey Expedition, Lomonosov, Russia

In this article the authors examine various types of relief in the Northern part of the Isfjorden. The sequence of studies and the mechanism of compilation the final geomorphological map are described. The selected area is interesting because it is studied insufficiently in geomorphological terms. Thus, new information about the geomorphological structure of the studied area was obtained by analyzing satellite images, aerial photographs, terrain models, and bathymetric dates. This dates was processed in CorelDraw 2019 and ArcGIS 10.5. Russian and foreign literature sources were also analyzed, based on the materials of which the description of the relief is given.

Keywords: *Spitsbergen, Isfjorden, Nordfjorden, Ekmanfjorden, geomorphological mapping, Vestspitsbergen.*