

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ ФРАНЦА ИОСИФА****Ю. В. Карякин\*, Н. Н. Кашкаров***Воронежский государственный университет**\*Геологический институт РАН**Поступила в редакцию 1 марта 2011 г.*

**Аннотация.** В статье приведена характеристика морфоструктуры архипелага Земли Франца Иосифа. Она получена в результате статистического анализа рельефа суши и прилегающей акватории Баренцева моря.

**Ключевые слова:** морфоструктура, статистический анализ, неотектоника, архипелаг Земля Франца Иосифа, Баренцево море.

**Abstract.** In the article the character of morphostructure of the Franz Josef Land archipelago are presented. It obtained as result of statistic analysis of relief of land and adjoin area of water of the Barents Sea.

**Key words:** morphostructure, statistic analysis, neotectonics, Franz Josef Land archipelago, Barents Sea

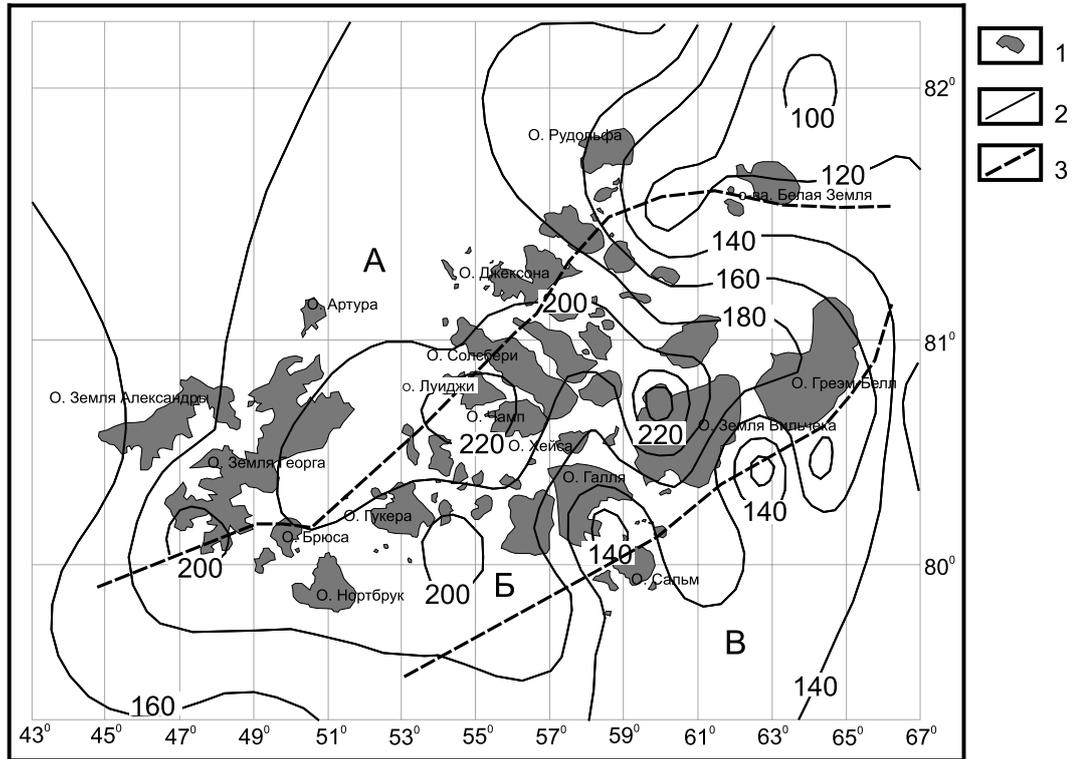
Основные черты рельефа архипелага Земля Франца Иосифа образованы несколькими наиболее важными факторами. Первый из них – новейшие тектонические движения, второй – гляциоэвстатические изменения уровня Мирового океана, третий – литологический состав пород субстрата современного рельефа, а четвертый – достаточно мощное покровное оледенение четвертичного периода.

Вертикальные неотектонические движения – это основной источник потенциальной энергии рельефа, которая отражается в перепадах высот и расходуется, превращаясь в кинетическую энергию, на приведение в действие экзогенных динамических процессов. Изменения величины потенциальной энергии рельефа зависят также от гляциоэвстатических колебаний уровня Мирового океана, при которых изменяется положение главного базиса денудации суши. Понижение уровня в ледниковые эпохи обеспечивают увеличение площади суши за счет значительной части шельфа [1] и приводят к росту запасов потенциальной энергии рельефа. В межледниковья, наоборот, уровень океана повышается, происходит подтопление рельефа суши, сокращение ее площади, снижение величины потенциальной энергии рельефа. Таким образом, эвстатические изменения уровня океана являются важнейшим регулятором геоморфологической цикличности, смены этапов расчленения

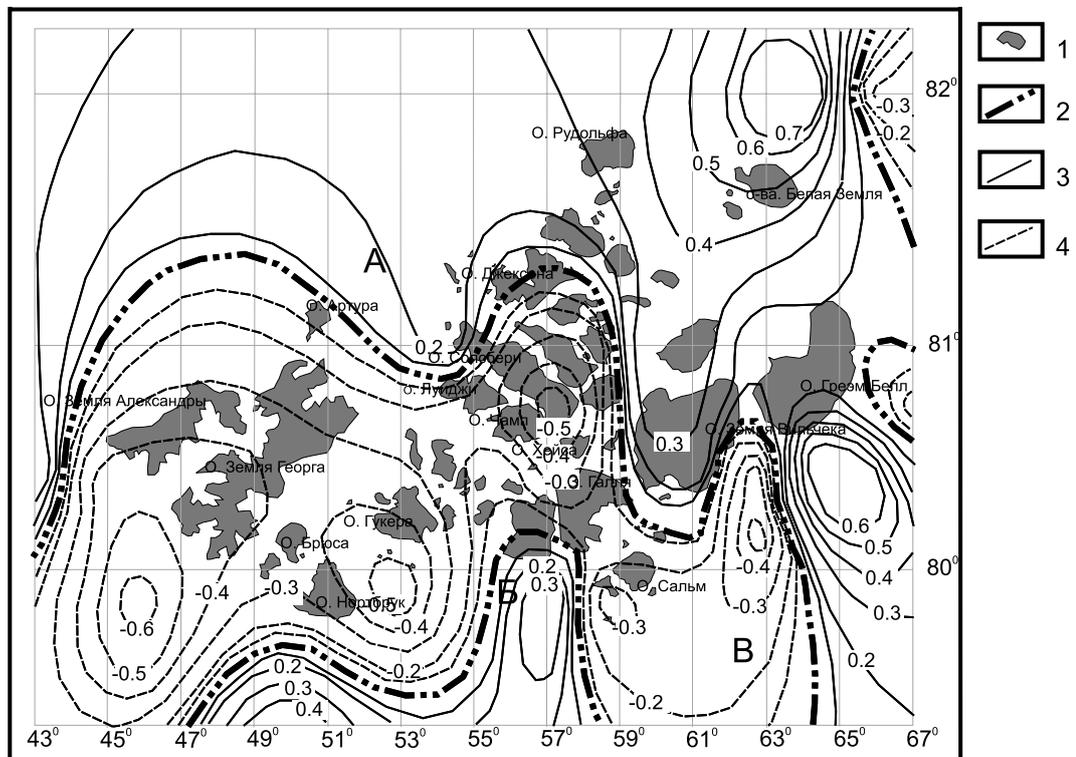
рельефа этапами его выравнивания. В пределах архипелага Земля Франца Иосифа эта цикличность находит свое отражение в террасовых уровнях [2]. С этой цикличностью тесно сопряжена цикличность активизации экзогенных процессов, а для характеризуемой территории – процессов роста ледников и дегляциации. В настоящее время ледники покрывают две трети территории архипелага [3].

Величина ледниковой денудации, как и других экзогенных процессов, во многом зависит от противоденудационной устойчивости пород. Литоморфная компонента осложняет неотектонический рельеф. На подледную поверхность архипелага выходят породы трапповой формации мезозоя [4, 5].

Методика морфометрического анализа, основанная на использовании принципов математической статистики, позволяет выявлять особенности строения рельефа, тесно связанные с неотектоническими движениями [6]. В качестве исходных материалов использованы топографические и батиметрические карты архипелага Земля Франца Иосифа. По выборке замеров рассчитаны основные числовые характеристики распределения высот: математическое ожидание, дисперсия стандартное отклонение (рис. 1) и коэффициент асимметрии распределения высот (рис. 2). Для последних двух из названных параметров составлены картографические модели. Математическое ожидание характеризует средние высоты рельефа,



**Рис. 1.** Карта энергии рельефа архипелага Земля Франца Иосифа. Условные обозначения: 1 – острова архипелага Земля Франца Иосифа, 2 – изолинии значений стандартных отклонений в распределении высот суши и морского дна, 3 – границы структурно-формационных зон. Структурно-формационные зоны: А – Александровская, Б – Вильчековская, В – Сальминская (по [7])



**Рис. 2.** Карта асимметрии распределения высот архипелага Земля Франца Иосифа. Условные обозначения: 1 – острова архипелага Земля Франца Иосифа. Изолинии коэффициента асимметрии распределения высот: 2 – с нулевыми значениями, 3 – с положительными значениями, 4 – с отрицательными значениями

позволяет получить генерализованное представление о нем, выделить важнейшие морфологические элементы морфоструктуры.

Карта стандартных отклонений оценивает среднюю величину разброса высот рельефа вокруг средних значений, позволяет охарактеризовать степень вертикального расчленения поверхности, или ее потенциальную энергию. Величина этой энергии рассматривается как показатель интенсивности суммарных вертикальных тектонических движений, действовавших с начала образования рельефа.

Карта асимметрии распределения высот характеризует отношение в пределах выборки количества высот больших, чем среднее значение к количеству высот меньших, чем среднее значение. Она дает представление об общей тенденции развития рельефа, его месте в пределах геоморфологического цикла. Показатель асимметрии может иметь положительное, отрицательное или нулевое значение. В последнем случае рельеф находится на вершине геоморфологического цикла в стадии динамического равновесия между фазой расчленения и выравнивания. Если в рельефе преобладают высоты большие, чем среднее значение выборки, то это свидетельствует о том, что поверхность испытывает нарастающее вертикальное расчленение, увеличение запасов потенциальной энергии, связанное с активизацией тектонических поднятий. При преобладании высот меньших, чем среднее значение в выборке, можно говорить о фазе выравнивания рельефа, уменьшения его потенциальной энергии, что может быть связано с ослаблением поднятий и инверсией тектонического режима.

Таким образом, морфометрический анализ, основанный на использовании статистических моделей рельефа, позволяет получить важнейшие параметры, характеризующие вертикальные неотектонические движения. Такие как распределение на площади запасов потенциальной энергии рельефа, или суммарной интенсивности вертикальных тектонических движений (карта стандартных отклонений распределения высот); состояние и тенденции в развитии вертикальных тектонических движений (карта показателей асимметрии распределения высот).

В различиях запасов энергии рельефа в пределах архипелага отчетливо выделяются несколько областей, которые коррелируются со схемой структурно-формационного районирования архипелага Земля Франца Иосифа [7]. Максималь-

ными значениями этого показателя отличается Вильчевская структурно-формационная зона (см. рис. 1). Здесь выделяется несколько активных центров: в районе о. Земля Вильчека, о-вов Луиджи, Чамп, участка акватории к юго-востоку от о. Гукера и в пределах юго-западной части о. Земля Георга. Резко сниженные запасы потенциальной энергии характерны для Сальминской структурно-формационной зоны (с локальными минимумами южнее о. Земля Вильчека, в районе о. Сальм), северо-восточной части Александровской зоны (о-ва Рудольфа, Белая Земля).

Отрицательными значениями коэффициента асимметрии распределения высот, которые характеризуют фазу расчленения рельефа, обладает большая часть архипелага (см. рис. 2). Интенсивным выравниванием отличается северная окраина архипелага, где коэффициент асимметрии распределения высот имеет устойчивые по площади положительные значения. Отдельные участки с положительными значениями асимметрии распределения высот фиксируются в пределах Сальминской структурно-формационной зоны.

Такие соотношения величин энергии рельефа и показателей асимметрии распределения высот позволяют сделать следующие предположения:

– основная часть архипелага Земля Франца Иосифа, сопоставляющаяся в плане с Вильчевской структурно-формационной зоной, в продолжение новейшего тектонического этапа испытывала поднятие, которое продолжается и на современном этапе развития территории;

– южная окраина архипелага, соответствующая Сальминской структурно-формационной зоне, обладает мозаичным структурным планом, в котором наряду зонами слабых поднятий, испытавших инверсию на современном этапе, выделяются области стабильного выравнивания рельефа, которые могут быть обусловлены нарастающими отрицательными движениями;

– в северо-восточной части территории (область вблизи о. Рудольфа и о-вов Белая Земля) обращает на себя внимание зона устойчивого развития интенсивных погружений;

– полученные результаты статистического анализа распределения высот могут быть использованы в сочетании с другими методами при неотектоническом районировании территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ласточкин А. Н. Структурно-геоморфологические исследования на шельфе / А. Н. Ласточкин. – Л. : Недра, 1978. – 247 с.

2. *Большаянов Д. Ю.* Новые данные по береговым линиям архипелагов Земли Франца Иосифа, Новая Земля и Шпицберген / Д. Ю. Большаянов [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2009. – № 2 (82). – С. 68–77.

3. *Гросвальд М. Г.* Покровные ледники континентальных шельфов: Посвящается 100-летию международных геофизических исследований / М. Г. Гросвальд. – М. : Наука, 1983. – 216 с.

4. Геология СССР. Т. 26. Острова Советской Арктики. – М., 1970.

5. *Карякин Ю. В.* Геохимическая характеристика и  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  возраст магматических пород архипелага Земля Франца Иосифа / Ю. В. Карякин, Э. В. Шипилов // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. – М. : ГЕОС, 2008. – Т. 1. – С. 389–393.

6. *Порядин В. С.* Стохастические модели в морфометрическом анализе / В. С. Порядин. – М. : Недра, 1985. – 152 с.

7. Геология и полезные ископаемые России : в 6 т. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / ред. И. С. Грамберг, В. Л. Иванов, Ю. Е. Погребницкий. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2004. – 468 с.

*Геологический институт Российской академии наук*

*Ю. В. Карякин, кандидат геолого-минералогических наук*

*yukar@ginras.ru*

*Тел. 8 (495) 953-02-59*

*Geology Institute of the Russian Science Academy  
Yu. V. Kariakin, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences*

*yukar@ginras.ru*

*Tel. 8 (495) 953-02-59*

*Воронежский государственный университет*

*Н. Н. Кашкаров, магистрант геологического факультета*

*hohnergt@mail.ru*

*Тел. 8 (473) 234-39-00*

*Voronezh State University*

*N. N. Kashkarov, Student of the Geology department*

*hohnergt@mail.ru*

*Tel. 8 (473) 234-39-00*