

УДК 551.432.8(–924.8)

© 1997 г. В.В. ВАД. БРОНГУЛЕЕВ, М.П. ЖИДКОВ

ГИПСОМЕТРИЯ РУССКОЙ РАВНИНЫ¹

Одной из важных характеристик морфологии крупных территорий служит так называемая гипсографическая кривая, показывающая, какие площади занимают те или иные интервалы высот. Она может быть представлена в кумулятивном виде как эмпирическая функция распределения высот или в виде гистограммы как распределение высотных ступеней по площадям. На общей гипсографической кривой мира, построенной Г. Дитрихом [1], континентальные платформенные равнины образуют вместе с шельфом единую ступень, охватывающую площадь приблизительно 60 млн км²; высоты ее заключены в интервале ± 200 м. Никакие особенности строения этой ступени на глобальной кривой, естественно, не прослеживаются. Несколько более детальные данные по гипсометрии отдельных континентов содержатся в работах Коля [2] и Харрисона и др. [3]. Например, на гистограмме высот для Евразии, построенной с шагом 100 м [2], ярко выражен один пик в интервале высот 200–300 м и гораздо менее заметен другой в интервале –100–0 м. В то же время очевидно, что при объединении в один массив высотных характеристик различных частей этого огромного и разнородного как в тектоническом, так и в геоморфологическом отношении континента проявляются лишь самые общие черты его гипсометрии, особенности же строения отдельных геотектур оказываются затушеванными. Так, первый пик соответствует высоким и низким платформенным равнинам в целом, второй – континентальному шельфу.

В настоящей работе мы попытались получить более подробную гипсографическую характеристику для Русской равнины – одной из крупнейших платформенных равнин мира. Выбранная для анализа территория ограничена на севере Балтийским щитом, Белым и Баренцевым морями, на востоке – Уральскими горами, на юге – альпийской складчатой зоной, на западе – частично Карпатами, частично – границей бывшего СССР. Ее ограничения довольно точно соответствуют границам Русской равнины, показанным на схеме ее орографического районирования [4]. Исходные значения высот были получены в результате оцифровки карты СССР м-ба 1:2500000 [5] по ячейкам 1×10 см² (25 × 25 км²). Проекция данной карты коническая равнопромежуточная; искажения площадей в ней на северной и южной границах Русской равнины не превышают первых процентов, поэтому при построении гистограмм ими можно было пренебречь. На акваториях шельфа отметки снимались до глубин –40 м. Всего было получено 8242 точки, что соответствует площади 5,15 млн км².

Гистограмма высот, построенная по 10-метровым интервалам, показала некоторую зависимость результатов от сечения изогипс, дав систематические локальные максимумы на интервалах, включающих в себя отметки 100, 150, 200 м и последующие, кратные 50 м. Поэтому здесь приведены и обсуждаются гистограммы с более крупными интервалами (20 и 100 м), свободные от этого очевидного дефекта ручной оцифровки карты.

На рис. 1 приведена гистограмма высот Русской равнины с шагом 20 м и общим

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 95-05-15021).

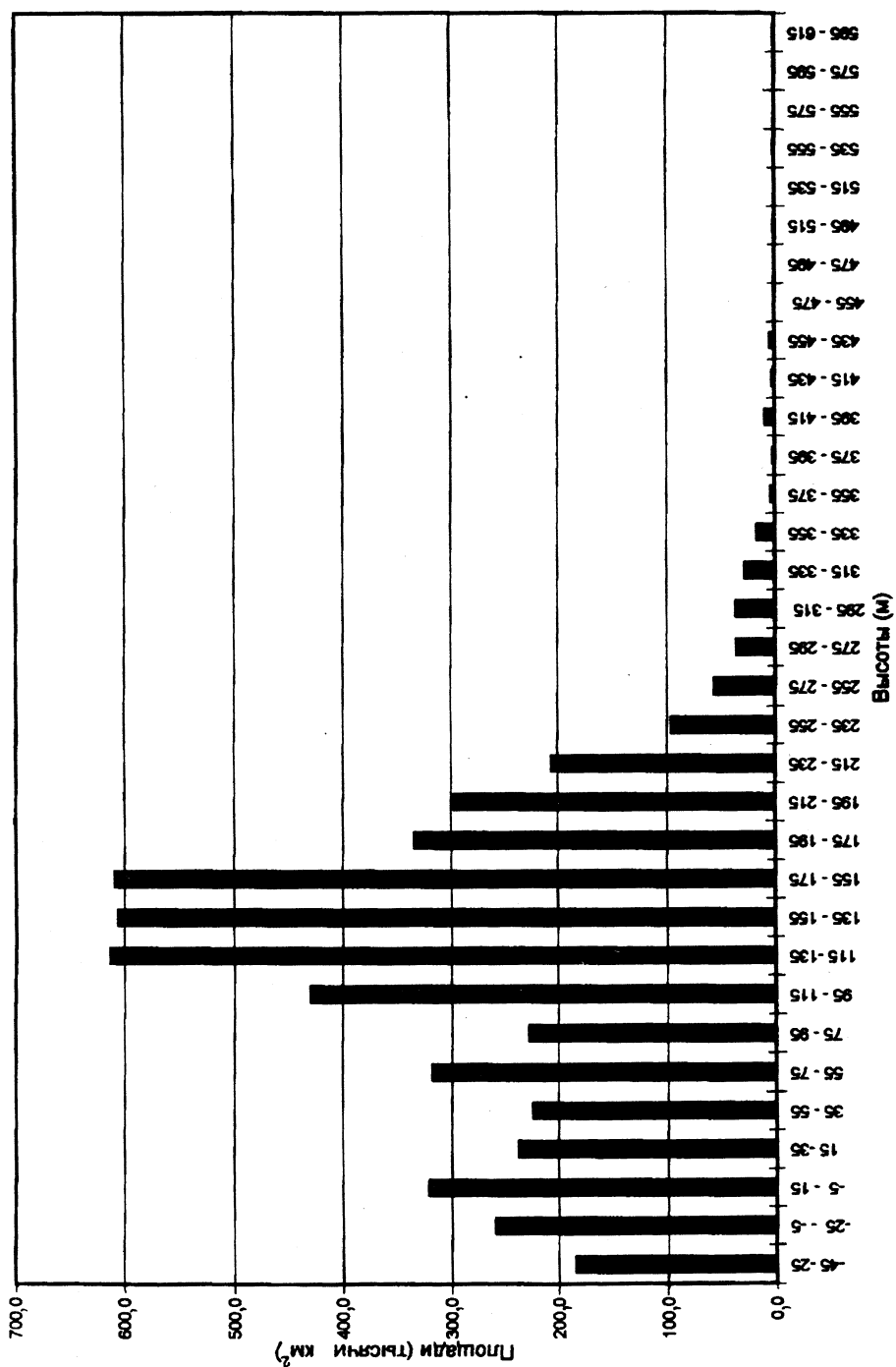


Рис. 1. Гистограмма высот Русской равнины

диапазоном высот от –40 до 610 м. 25% площади всей территории расположено ниже 60 м, 50% – ниже 130 м, 75% – ниже 170 м. Площадь равнины с высотами более 250 м составляет всего 3,75%. Среднее значение высоты по всей выборке составляет 118 м, медиана – 130 м, модальный интервал – 115–135 м, стандартное отклонение 99 м. Если рассматривать только сушу, то значения средней высоты и стандартного отклонения составят 124 и 78 м. Приведенное распределение заметно отличается от нормального, которое соответствовало бы некоторому регионально распространенному среднему уровню (высотному интервалу) со "случайными", т.е. чем более значительными, тем более редкими отклонениями от него в обе стороны.

Основной максимум на гистограмме выделяется в довольно широком интервале высот 115–175 м. Этот интервал занимает 35% всей территории с учетом отрицательных отметок на акваториях. Если принимать во внимание только отметки >0, то указанная выше доля составит 40%. Данному высотному интервалу отвечают главным образом сравнительно высокие аккумулятивные равнины: Окско-Донская (средняя высота – 133 м по [6]), Верхнепечорская (133 м), Полесская (148 м), Приднепровская (130 м) и другие. Этот интервал можно сопоставить с позднемиоценовой поверхностью выравнивания, средние высоты которой колеблются от 110–120 до 160–165 м [4]. Два более слабых минимума расположены в интервалах –25–15 м и 55–75 м. Первый из них обусловлен, очевидно, обширной Прикаспийской низменностью и прибрежными зонами вблизи современного уровня моря. Второй определяет многочисленные аккумулятивные низменности, расположенные преимущественно вблизи окраины равнины: Нижнедонская (57 м), Азово-Кубанская (68 м), Нижнепечорская (75 м), Сызранская (55 м), Мезенская (58 м) и другие.

На рис. 2 показана гистограмма (А), построенная по тем же данным с шагом 100 м (интервал –100–0 м отброшен, так как отметки ниже –40 м не включены в исходный массив), совместно с гистограммой для Евразии (Б), построенной по 100-метровым интервалам по данным [2], и кривой П.С. Воронова для Европы (В), построенной по трем тысячечетровым интервалам [1]. Экспоненциальный характер кривой П.С. Воронова, по его мнению, отражает влияние эрозии, приводящей к формированию возвышенностей с вогнутыми склонами. Возможно, что в масштабе целого континента с учетом высотных отметок горных территорий такое заключение и справедливо. Однако конкретная, весьма крупная часть Европы – Русская равнина – явно отклоняется от такой закономерности. Это видно уже из гистограммы А на рис. 2, на которой минимальным высотам отнюдь не соответствует максимальная площадь, и столь же отчетливо видно на более детальном рис. 1. Гистограмма высот Евразии (в диапазоне от 0 до 1000 м) с шагом 100 м также не обнаруживает экспоненциального уменьшения площадей с ростом высоты в пределах равнинных территорий, но дает резкий всплеск в интервале 200–300 м. Эти особенности гистограмм как для всей Евразии в целом, так и для Русской равнины в частности, не позволяют говорить о региональной вогнутости склонов и, следовательно, о нисходящем развитии рельефа этих территорий. Напротив, они указывают на явное преобладание тектонических поднятий над денудацией в пределах платформенных равнин. Лишь для высот, превышающих интервал основного максимума, наблюдается быстрое падение площадей с ростом высоты. Для Русской равнины это происходит, начиная со значений 155 м и выше. Если считать, что затухающий характер гистограммы (или ее участка) соответствует достаточно древнему рельефу с выработанным продольным профилем долин и вогнутыми склонами, то можно предположить, что этим свойством обладает рельеф областей Русской равнины, расположенных выше максимального по площади высотного интервала 115–175 м, который служит как бы промежуточным базисом эрозии для многих крупных возвышенностей или их частей.

Рассматривая гипсометрию Русской равнины в целом, не следует забывать, что различные ее части могут иметь различающиеся характеристики. Анализ гипсометрии отдельных морфоструктур (возвышенностей и низменностей) Русской равнины – предмет специального исследования, здесь же мы ограничимся рассмотрением двух ее круп-

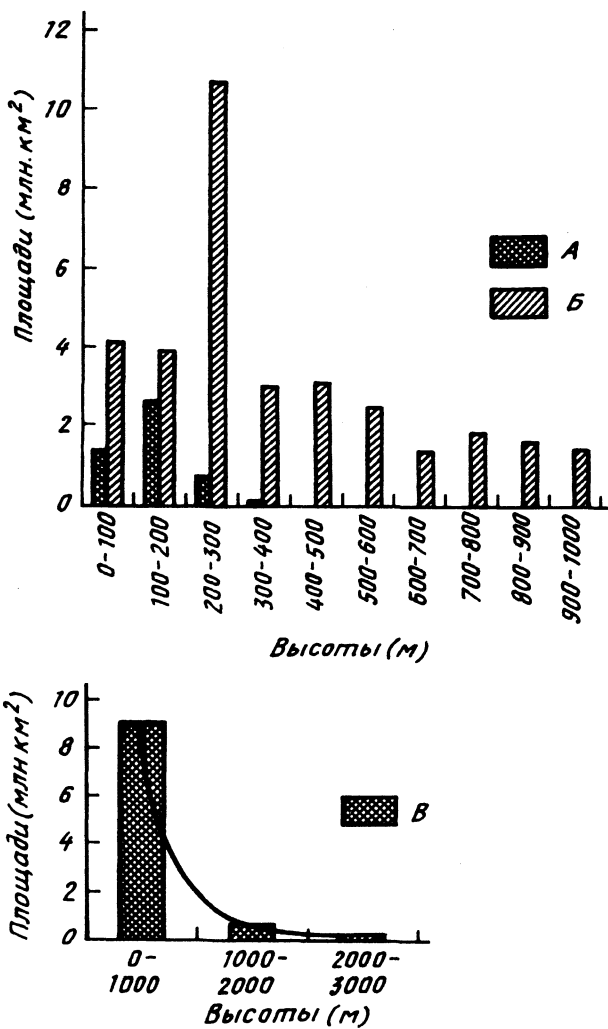


Рис. 2. Сравнение высотных распределений Русской равнины, Европы и Евразии
 А – гистограмма высот для Русской равнины с шагом 100 м; Б – гистограмма высот для Евразии по [2] с шагом 100 м в интервале высот 0–1000 м; В – гистограмма высот и обобщающая кривая для Европы по [1] с шагом 1000 м

ных частей с различной историей развития рельефа: области, подвергавшейся плейстоценовым оледенениям, и внеледниковой области.

На схематической карте морфоструктур Русской равнины, составленной Ю.А. Мещеряковым [6], большая часть внеледниковой области Русской равнины относится к краевой зоне контрастных поднятий и прогибов, с общей тенденцией к опусканию. Внутренняя зона, к которой относится основная часть области распространения ледникового рельефа, испытала перестройку эндогенных движений и была вовлечена в сводовое поднятие. Внутри этой зоны большую площадь занимают неупрочненные, неактивные или слабоактивные, размываемые поднятия [6]. Деятельность ледников, покрывавших северную и северо-западную части равнины, аккумуляция в подпрудных перигляциальных водоемах в целом были направлены на выравнивание рельефа. В южной части территории тектонические движения, более активные, чем в северной, и интенсивная эрозионная деятельность рек приводили к созданию максимальных контрастов высот.

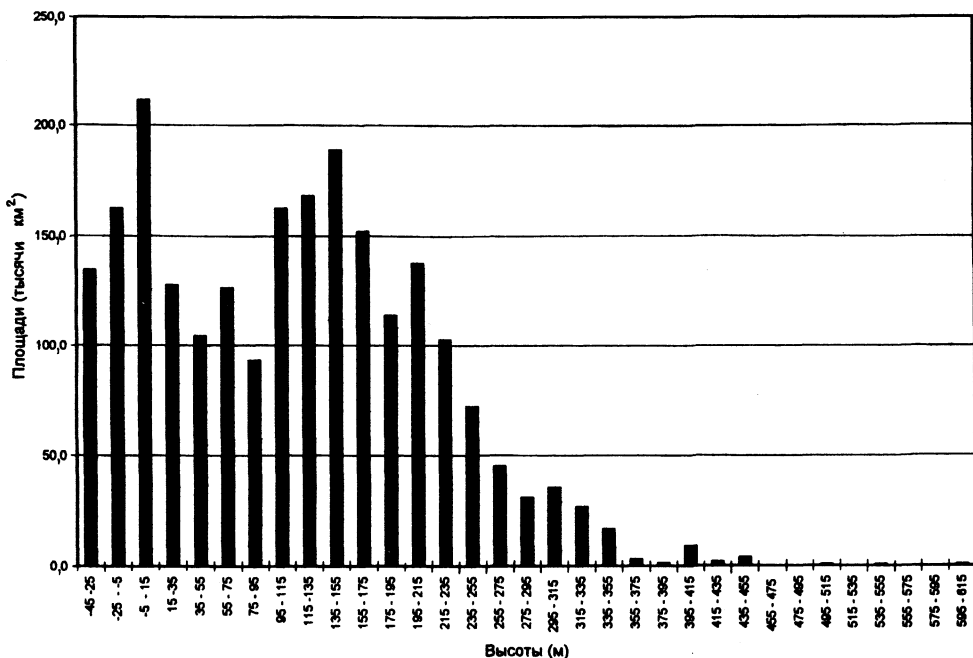
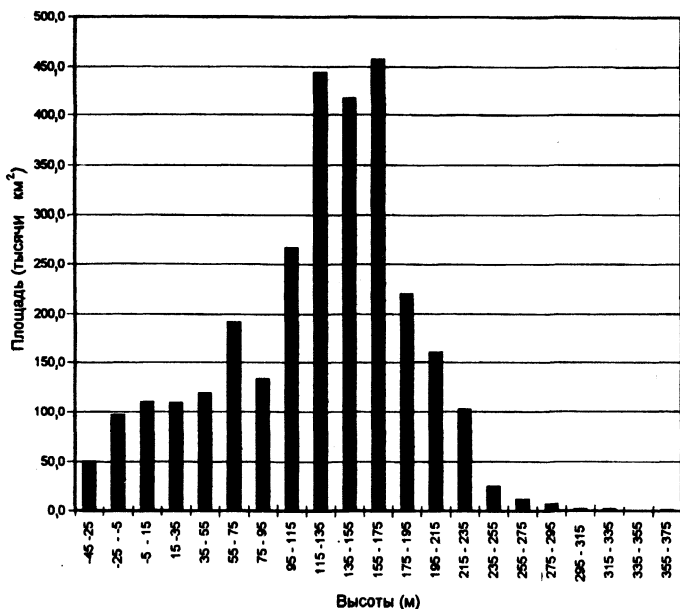


Рис. 3. Гистограммы высот для северной, подвергавшейся плейстоценовым оледенениям (А), и южной, внеледниковой (Б) частей Русской равнины

На рис. 3 приведены гистограммы для двух указанных частей равнины: северной, с ледниковым рельефом (А), и южной, внеледниковой (Б). Граница между ними была проведена по границе распространения максимального, Днепровского, оледенения.

Средние значения высот суши для северной и южной частей равнины, соответственно, 130 и 117 м, стандартные отклонения – 57 и 98 м. При сравнительно близких средних высотах разброс высот в южной части почти в два раза больше, чем в северной.

Распределение высот северной части Русской равнины (рис. 3А) несколько ближе к нормальному, чем изображенное на рис. 1. Наибольшее распространение имеют те же высоты, что и на равнине в целом – от 115 до 175 м. Максимальные высоты (375 м) гораздо меньше, чем в южной части (615 м). Тем не менее, именно здесь находятся основные водоразделы и истоки крупнейших рек Русской равнины. Резкое сокращение площадей происходит выше отметок 235 м, как и на всей равнине. Второстепенный максимум отмечается на отметках 55–75 м и, возможно, соответствует уровню приледниковых бассейнов аккумуляции. Любопытно, что несмотря на протяженную береговую линию, попадающую в северную часть равнины, на гистограмме отсутствует максимум, соответствующий современному уровню моря, в отличие от гистограммы для всей равнины, а также общеконтинентальной кривой В на рис. 2. Таким образом, по отношению к современному базису денудации рельеф этой части равнины является как бы "висячим".

Гистограмма высот южной части Русской равнины (рис. 3,Б) имеет резко асимметричное строение. На ней выделяются два диапазона высот, имеющих большие площади. Один – –25–15 м, другой – 95–155 м. Максимуму вблизи нулевой отметки отвечает Прикаспийской низменности, а также прибрежным частям Причерноморской и Приазовской низменностей. Другой соответствует основному максимуму на гистограмме северной части и всей равнины, хотя выражен не так четко. Кроме того, отмечаются несколько второстепенных максимумов: 55–75, 195–215 и 295–335 м. Первый из них, как уже отмечалось, связан со средним уровнем аккумулятивных низменностей, второй может быть связан с фрагментами позднемиоцен-раннеплиоценовой поверхности выравнивания, имеющей в Поволжье и высококом Заволжье отметки 200–240 м, третий – с фрагментами палеогеновой поверхности, расположенными на высотах 280–350 м (Бугульминско-Белебеевская, Приволжская возвышенности) [4].

Максимальные высоты от 355 до 615 м имеют небольшое распространение и возникли в результате вовлечения краев платформенной в поднятия альпийской складчатой зоны и Урала.

Выше мы отмечали, что основной высотный интервал Русской равнины можно в каком-то смысле рассматривать как промежуточный или местный базис эрозии для возвышающихся над ним поднятий. Это справедливо как для северной части равнины, так и для южной. Но обращая внимание на рис. 3,Б, нетрудно заметить, что в левой части гистограммы в интервале от –5 до 95 м располагается еще один участок, имеющий характер, типичный для вогнутых склонов, с выработанным продольным профилем. Рельеф этого высотного диапазона как бы "опирается" на современный базис денудации – уровень моря. Существовало, что краевые низменности юга Русской равнины в новейшее время испытывали либо погружение, либо слабое поднятие. Именно такой тектонический режим обеспечивает развитие рельефа в нисходящей фазе и способствует быстрому формированию "выработанного" профиля поверхности.

Таким образом, полученные распределения высот по площадям для Русской равнины позволяют выделить ряд высотных ступеней: две основных и три второстепенных в южной, внеледниковой, части Русской равнины, одну основную и одну второстепенную – в северной. Последние являются общими для всей равнины. Характер гистограмм указывает на существование по крайней мере двух основных базисов денудации: одного, связанного с верхней частью современного шельфа, и другого, приуроченного к наиболее широко распространенному высотному интервалу 115–175 м. Невысокая точность исходных данных не позволяет уверенно интерпретировать каждую особенность гистограмм. Любопытно, например, расщепление основного уровня северной части равнины на два близких подуровня: 115–135 и 155–175 м. Однако оно выражено столь слабо, что мы не принимаем его во внимание. Тем не менее, значительный объем выборки и хорошая корреляция некоторых пиков гистограмм с известными геоморфологическими уровнями Русской равнины заставляют предполагать, что полученные частотные распределения правильно отражают основные черты ее гипсометрии.

1. *Воронов П.С.* Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Л.: Наука, 1968. 124 с.
2. *Cogley J.C.* Hypsometry of the Continents. Zeit. Geomorph. Supplementband 53. 1985. 48 p.
3. *Harrison C.G.A., Miskell R.J., Brass G.W., Saltzman E.S. and J.L. Sloan II.* Continental Hypsography. Tectonics, 2, 1983. p. 357–377.
4. Равнины Европейской части СССР. М.: Наука, 1974. 255 с.
5. Карта СССР в м-бе 1:2500000. М.: ГУГК, 1976.
6. *Меццераков Ю.А.* Рельеф СССР. М.: Мысль, 1972. 519 с.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
12.07.96

HYPSOMETRY OF THE RUSSIAN PLANE

V.VAD. BRONGULEYEV, M.P. ZHDKOV

S u m m a r y

Hypsographic curve was calculated for the territory of the Russian Plane. 8482 values obtained by the grid $1 \times 1 \text{ cm}^2$ from the 1:2500000 map were used. 35% of total area, uncluding shelf and lowlands down to the -40 m , have altitudes within the interval 115–175 m. Another more narrow maximum on the histogram lies within the interval -5 –15 m. Histograms for two separate parts of the Plane – north-west one that had undergone the glaciation and south-east one that had not differ significantly. By their character one may assume the ascending type of relief development on the most part of the Plane and the existence of several regional denudational base levels within it's limits.

УДК 551.4:001.4

© 1997 г. С.А. БУЛАНОВ

**СООТНОШЕНИЕ ПОНЯТИЙ "РЕЛЬЕФ", "ГЕОМОРФОЛОГИЯ"
И "МОРФОГЕНЕЗ"**

Прошло не менее ста лет со времени введения термина "геоморфология", который означает науку, изучающую рельеф Земли [1, 2 и др.]. До сих пор велик интерес к ключевым понятиям, которые обозначают сущность этой дисциплины и объекта ее исследований. И тем не менее следует заметить, что о четких определениях, принимаемых большинством, к сожалению, говорить не приходится. Существуют мнения, которые разделяются одними специалистами и оспариваются другими, имеющими иные точки зрения [3]. Нередко основополагающие представления преподносятся как результат некоторой договоренности внутри научных кругов [4].

Последнее более типично для последних десятилетий. Опираясь на опыт предшественников, высказываются мнения, что ясность в этих вопросах не обязательна: "Классики геоморфологии не ставили перед собой специальный вопрос: что такое рельеф? Для них это слово... означало общедоступное, самоочевидное понятие, обозначающее совокупность различных неровностей земной поверхности" [5, с. 24]. Дискуссия, развернувшаяся на страницах журнала "Геоморфология" и в некоторых других научных изданиях, выявила широкий спектр мнений о сущности рельефа, иногда весьма далеких от хрестоматийных. Это и "...геоморфологическое тело, существующее в четырехмерном геологическом пространстве-времени...", фактически совпадающее по объему с земной корой [6, с. 45], и "...отражение в сознании человека на наших моделях ее (земной поверхности) частей и их взаимных связей" [7, с. 33], и ряд других