

КАРТА УСРЕДНЕННОГО РЕЛЬЕФА РУССКОЙ РАВИНЫ

Попытки получить достаточно подробное и в то же время легкочитаемое изображение крупных черт рельефа равнинных территорий на мелкомасштабных гипсометрических картах наталкиваются на ряд трудностей, связанных с самими принципами составления таких карт. Стремление сохранить картографически допустимую детальность рисовки изолиний приводит к тому, что приходится применять весьма разреженную шкалу высот; в противном случае изображение мелких скульптурных, преимущественно эрозионных форм совершенно затемняет крупные черты рельефа и делает карту трудночитаемой. В свою очередь выбор наиболее правильной высотной шкалы в значительной мере субъективен; кроме того, одна и та же шкала вряд ли может служить лучшим образом для показа различных территорий даже в пределах одной и той же равнинно-платформенной страны.

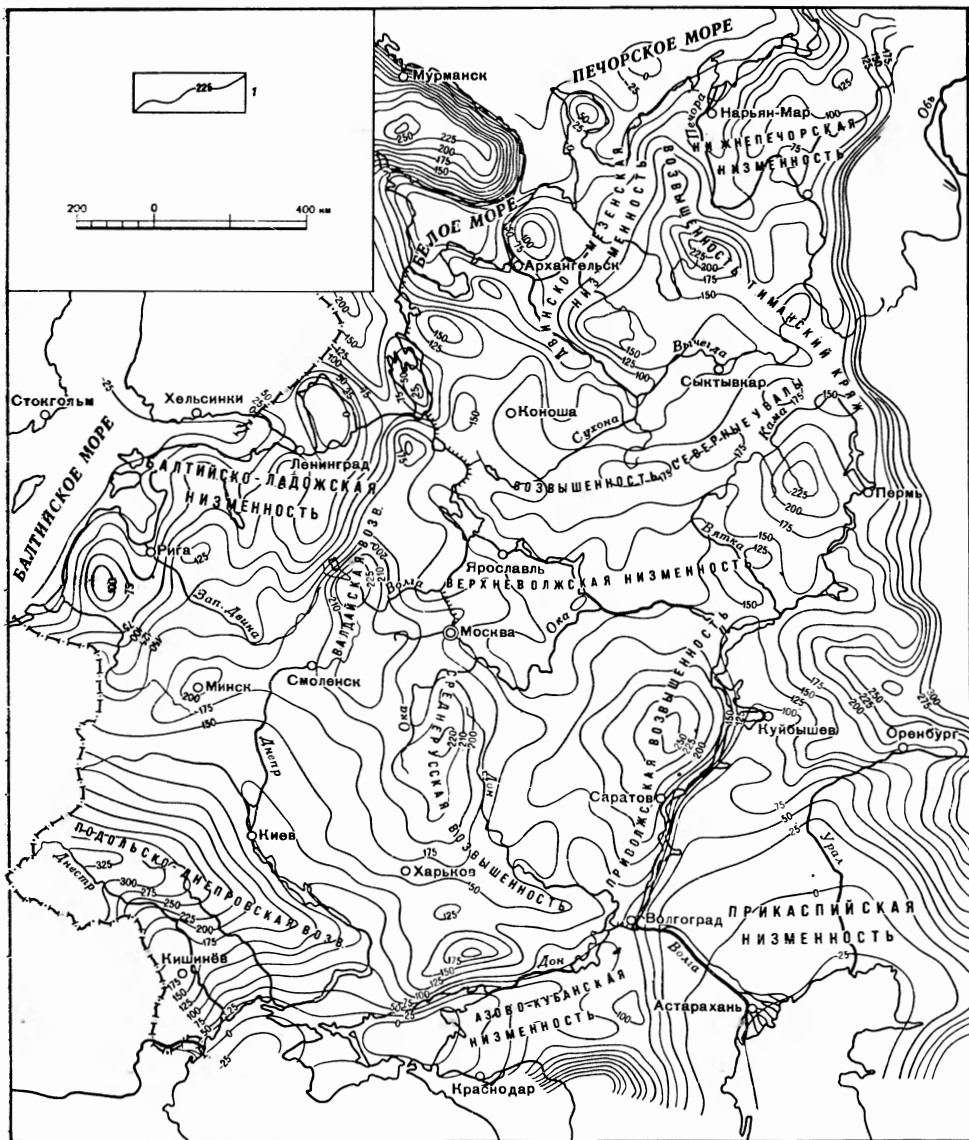
Эти вопросы были подробно рассмотрены Ю. А. Мещеряковым [1, 2], который подчеркивал также большое значение правильного выбора рубежной горизонтали, отделяющей на карте области с контрастной окраской — возвышенности и низменности. Действительно, введение такой горизонтали чрезвычайно облегчает восприятие орографического строения территории, но одновременно и придает тому или иному высотному уровню некоторую исключительность, которой он, конечно, не обладает, если рассматриваются обширные, неоднородные по своему строению регионы.

Одним из способов получить изображение крупных форм рельефа равнин, сохраняющее их важнейшие особенности в равной степени на всех гипсометрических уровнях, является построение карт осредненного рельефа. Последние, сохраняя важнейшую часть информации, содержащейся в исходных картах, представляют ее в достаточно обобщенном и наглядном виде. В настоящей работе представлена такая карта для территории Русской равнины (рисунок).

Задача ее составления возникла в связи с выпуском серии структурных карт для Восточно-Европейской платформы (под ред. В. В. Бронгулеева), в число которых входят карты рельефа подошвы земной коры, т. е. поверхности Мохоровичича, поверхности фундамента и ряда маркирующих горизонтов осадочного чехла в м-бе 1 : 5 000 000 [3]. По мнению авторов, такая серия была бы неполной без карты рельефа кровли коры — земной поверхности. Однако известные гипсометрические карты близких масштабов (например, 1 : 10 000 000) крайне скупо отражают общую пластику рельефа, значительно упрощая его строение. В то же время простое уменьшение достаточно подробной гипсометрической карты м-ба 1 : 2 500 000 невозможно из-за того, что результат был бы практически нечитаемым. Все вышеперечисленные соображения и привели авторов к выводу о целесообразности построения карты осредненного рельефа, которая позволила бы, с одной стороны, избавиться от чрезмерной детальности топографии, «снять» все мелкие, в основном эрозионные формы, а с другой — путем выбора оптимального, сравнительно небольшого сечения изогипс дать весьма наглядную картину земной поверхности, отражающую важнейшие черты ее морфологии.

Данная статья может рассматриваться как краткая объяснительная записка к карте осредненного рельефа земной поверхности Восточно-Европейской платформы [3].

Исходными данными для построения названной карты служили высотные отметки, снятые с гипсометрической карты СССР м-ба 1 : 2 500 000 издания 1981 г. Отметки снимались по сетке со стороны квадрата, равной 1 см. В каждом квадрате определялась средняя высота либо визуальным при простом расположении изогипс, либо по серии равномерно расположенных внутри квадрата точек. Дальнейшее сглаживание производилось



Карта усредненного рельефа Русской равнины; радиус усреднения 50 км. 1 — изогипсы усредненного рельефа

методом скользящего среднего при радиусе осреднения 2 см (50 км на местности) и с шагом в 1 см по горизонтали и по вертикали. Каждое значение осредненных высот вычислялось как среднее арифметическое по 13 исходным значениям и приписывалось центральной клетке. Полученная таким образом цифровая сетка переносилась на картографическую основу м-ба 1 : 5 000 000, на которой по этим значениям проводились изолинии через каждые 25 м. При таком сечении изогипс карта достаточно подробно изображает общую пластику рельефа и читается наиболее легко.

Сглаживание рельефа с указанным шагом оцифровки и принятым радиусом усреднения позволяет выявить формы с «длиной волны» примерно в 75—100 км и больше. Все мелкие скульптурные особенности рельефа оказываются снятыми. Это же относится и к резким перепадам высот, которые при усреднении несколько сглаживаются. Локальные максимумы и минимумы высот земной поверхности, хотя и вносят свой вклад в морфологию усредненного рельефа, но как самостоятельные формы проявляются не всегда. Естественно, и нулевая изолиния усред-

ненного рельефа не совпадает с береговой линией, но проходит частью по суше, частью по акваториям. Таким образом, карту усредненного рельефа можно интерпретировать как карту региональной составляющей высот, отвечающей длинам «волн» 75—100 км и большим.

Границами построений служили: на западе — Государственная граница СССР, на востоке, юге и юго-западе — границы смежных с платформой горных сооружений, а на акваториях — внутренняя часть шельфовой зоны, точнее, изолиния усредненного рельефа — 25 м.

Вблизи горных сооружений усреднение производилось по меньшему числу исходных значений (но не меньшему 8), так как те клетки скользящего окна, которые попадали на участки горного рельефа, не учитывались. В ряде районов Приуралья и вблизи южной границы Ставропольской возвышенности построения заканчивались при достижении значениями усредненного рельефа величины 300 м.

Необходимо кратко коснуться использованных на карте наименований форм усредненной поверхности.

Для обозначения положительных и отрицательных форм рельефа Русской равнины существует множество названий, которые широко используются в схемах орографического районирования и на гипсометрических картах. Положительные формы именуются возвышенностями, кряжами, плато, грядами, увалами, камнями, горами и т. д.; отрицательные — низменностями, низинами, равнинами и др. Все эти термины в той или иной мере отражают особенности морфологии, в том числе и высотного положения отдельных форм; нередко в них вкладывается и определенный генетический смысл. Однако их применение для карты усредненного рельефа оказалось невозможным по той причине, что построенная поверхность не совпадает с реальной поверхностью Земли, а ее формы не отвечают в точности знакомым всем орографическим элементам. При этом речь идет, конечно, не о картографической точности, а о том, что исходные формы рельефа на новой карте были определенным образом преобразованы. Следовательно, для форм усредненного рельефа нужно было использовать какие-либо стандартные наименования, по возможности простейшие и привычные. Было решено все изображенные на карте положительные формы именовать просто возвышенностями, а отрицательные — низменностями независимо от их размеров, конфигурации или генезиса. Сами географические названия были заимствованы из работы [4]. В некоторых случаях эти названия пришлось незначительно изменить для их более естественного сочетания с терминами «возвышенность» и «низменность». Например, Низменное Заволжье названо Заволжской низменностью и т. п. На приведенной здесь уменьшенной копии карты сохранены лишь названия самых крупных форм.

Следует упомянуть также о точности проведения изогипс на построенной карте.

Многочисленные проверки показали, что ошибка m , возникающая при оценке средней высоты местности в одном квадратном сантиметре по исходной гипсометрической карте, не превышает 20 м; при вычислении средней величины по 13 значениям это дает ошибку усредненной высоты $M = m\sqrt{13} = 5,5$ м. При расстоянии между горизонталями усредненного рельефа 1 см это соответствует возможному их смещению на 2,2 мм в ту или иную сторону. Следует отметить, что на территориях с малыми уклонами и, следовательно, с большими заложениями горизонталей ошибка m обычно не превышает 10 м, что соответствует 1,1 мм на 1 см заложения.

Кроме указанной ошибки в величинах цифровых данных возможна ошибка и в интерполяции при проведении изолиний. Поскольку цифровые значения отстоят друг от друга на 5 мм, то в положении изогипс усредненного рельефа существует некоторая неопределенность. В процессе построения карты можно было убедиться в том, что при картографически грамотном проведении изогипс ошибка в их положении не превышает 1—2 мм. Полная ошибка на карте м-ба 1 : 5 000 000, таким образом, составляет в среднем 2—3 мм, а максимальная — не более 4—5 мм.

Переходя к краткому описанию морфологии усредненного рельефа интересующей нас территории, нужно отметить, что орография Русской равнины и Балтийского щита изучалась и описывалась неоднократно [2, 4 и др.]. Хотя картина усредненного рельефа в общих чертах и соответствует существующим схемам орографического районирования, она содержит, однако, и некоторые специфические особенности, а главное, дает возможность по-новому взглянуть на общие крупные черты строения рельефа.

Рассматриваемая территория относится к категории низких платформенных равнин (если не считать расположенного на северо-западе Балтийского щита). По оценке А. Е. Абрамова и Ю. А. Мещерякова [2], ее средняя высота составляет 141 м. По результатам настоящей работы, эта величина несколько меньше и составляет всего 126 м. Указанная разница может быть связана с тем, что первая цифра была получена при учете всех характерных точек, подписанных на картах, а поскольку среди них преобладают относительные максимумы, конечная цифра и должна была оказаться несколько больше действительного среднего значения. Могло сыграть определенную роль и различие исходных карт: в цитируемой работе использовались карты издания 1950 г. и более ранние.

Очень близкая к величине указанного среднего значения высот изогипса 125 м делит всю территорию Русской равнины на три крупнейшие орографические зоны.

На северо-западе располагается огромная по протяжению зона относительно пониженного рельефа, которую можно было бы назвать Балтийско-Печорской. Юго-восточнее преобладают возвышенности, объединяющиеся в центральную, столь же обширную зону, протягивающуюся от Карпат до Урала. Наконец, на крайнем юге и юго-востоке фиксируется последняя крупная зона низменностей, иногда называемая Черноморско-Каспийской.

Кроме указанных трех зон следует упомянуть расположенную на крайнем северо-западе часть площади Балтийского щита. Однако в пределы СССР входит лишь ее периферия, а именно Кольский полуостров и Карелия.

Все перечисленные зоны, вероятно, следует относить к надпорядковым формам рельефа Русской равнины, поскольку их размеры сопоставимы с поперечником последней. Каждая из них включает в себя многочисленные возвышенности и низменности самых разных размеров, сильно осложняющие орографический план.

В пределах Балтийско-Печорской зоны выделяются три крупные отрицательные формы усредненного рельефа, разделенные сравнительно небольшими возвышенными участками. На крайнем западе зоны располагается Балтийско-Ладужская низменность, протяженность которой в пределах изогипсы 125 м превышает 1000 км при ширине 400—500 км. Она осложнена системой субмеридиональных возвышенностей поперечником 150—200 км, высота которых не превышает 100—125 м¹. К ним относятся Жямайтская, Видземская и Бежаницкая возвышенности. Каждая из них объединяет несколько более мелких, не везде выраженных на карте. Возвышенности разделены Прибалтийской, Псковской и Ильменско-Ладужской низменностями, имеющими такое же субмеридиональное простираие и примерно такие же плановые размеры. Высоты их понижаются от 100—125 м на юге до уровня моря на севере.

Далее к северо-востоку в пределах той же зоны расположены возвышенности Олонекская и Ветренный пояс, разделенные Прионежской низменностью. Все они слегка вытянуты в северо-западном направлении и образуют естественный рубеж, отделяющий Балтийско-Ладужскую низменность от следующей к северо-востоку Двинско-Мезенской. Протяженность этой последней в северо-восточном направлении превышает 600 км. Ее осложняют Онежско-Двинская и Кулойская возвышенности, имеющие северо-западное простираие и небольшие (до 100 м) высоты.

¹ Напомним, что здесь и далее речь идет о высотах осредненной поверхности, которые всегда существенно меньше максимальных отметок на местности.

Еще далее к северо-востоку располагается близкая по размерам изометричная Нижнепечорская низменность с диаметром в пределах горизонтали 125 м около 500 км. В ее восточной части выделяется невысокая Большеземельская возвышенность.

Между Двинско-Мезенской и Нижнепечорской низменностями располагается возвышенность Тиманский кряж. Она протягивается с северо-запада на юго-восток почти до Уральских гор более чем на 700 км. Высоты усредненного рельефа в ее центральной части несколько превышают 225 м. К центральной части Тимана с юго-запада примыкает Двинско-Мезенская возвышенность, имеющая в плане грубо прямоугольную форму с более четко выраженными склонами северо-западного и северо-восточного простираия.

Балтийско-Печорская орографическая зона в направлении к юго-востоку сменяется Центральной зоной возвышенностей, занимающей большую часть Русской равнины.

Расположенные на юго-западной окраине Центральной зоны Волыно-Подольская и Приднепровская возвышенности в поле усредненных высот оказываются объединенными в морфологически единую крупную форму, названную Подольско-Днепровской возвышенностью. Она имеет субширотную ориентировку и протягивается от Государственной границы СССР и Карпат до Днепропетровска. Ее высоты на западе превышают 325 м и равномерно уменьшаются к северу, востоку и югу.

Севернее Подольско-Днепровской возвышенности располагается Минская возвышенность, которая имеет северо-восточное простираие и является западным окончанием крупнейшей положительной формы поверхности усредненных высот, в которую входят Валдайская, Смоленско-Московская и Среднерусская возвышенности.

Указанные три возвышенности достаточно четко отделяются друг от друга по изолиниям 200 м и выше. Более низкие уровни образуют как бы общий пьедестал этих возвышенностей, имеющий в плане форму дуги, открытой к востоку. Его протяженность в пределах изолинии 150 м превышает 1200 км, а простираие с северо-северо-восточного в пределах Валдайской возвышенности меняется на юго-восточное в южной части Среднерусской возвышенности.

Далее к югу расположена Приазовско-Донецкая возвышенность. Она объединяет Приазовскую возвышенность и Донецкий кряж, которые на карте усредненного рельефа вырисовываются как морфологически единое образование. В плане возвышенность имеет очертания треугольника и несколько вытянута в субширотном направлении.

Из возвышенностей Центральной зоны необходимо упомянуть также Приволжскую — крупную субмеридиональную форму, протягивающуюся на 650 км при ширине 350 км, Северные Увалы — субширотную возвышенность протяженностью до 600 км и шириной 250 км, которая является, как известно, главным водоразделом Русской равнины, Верхнекамскую и Бугульминско-Белебеевскую возвышенность, северо-западное простираие которых, параллельное Тиману, отчетливо выделяется на карте.

В Центральной зоне располагается также обширная отрицательная форма усредненного рельефа, названная Верхневолжской низменностью. При общем субширотном простираии она имеет протяженность до 700 км и включает в себя ряд более мелких депрессий, таких, как Марийская, Волго-Унженская и др. Поверхность усредненного рельефа понижается в ее пределах до 100 м.

На востоке Центральной зона заканчивается приуральской полосой поднятий, протягивающейся в меридиональном направлении от восточного обрамления Печорской низменности на севере до Подуральского плато на юге. Все возвышенности, составляющие эту область, непосредственно причлняются к горному Уралу и морфологически представляют собой его западный склон. Отнесение их к платформенной равнине до некоторой степени условно, так как частично они расположены уже в

пределах складчатого Урала. Оно оправдано относительной выровненностью территории и ее незначительными высотами.

В южную периферическую зону Русской равнины — Черноморско-Каспийскую входят Причерноморская, Азовско-Кубанская и Прикаспийская низменности, а также возвышенности Ергени и Ставропольская.

Причерноморская низменность может рассматриваться как часть южного склона Подольско-Днепровской возвышенности. В ее пределах высоты плавно уменьшаются к Черному морю. В своей восточной части низменность резко сужается и представляет собой узкую полосу, заключенную между Азовским морем и Приазовско-Донецкой возвышенностью; последняя обрывается к югу крутым уступом. В своей северной части Причерноморская низменность переходит в Приднепровскую, в пределах которой высоты усредненного рельефа постепенно возрастают к северо-западу.

Азовско-Кубанская низменность — довольно крупная изометричная форма с высотами от 0 до 75 м. На западе она примыкает к Азовскому морю, на востоке ее ограничивают возвышенности Ергени и Ставропольская.

Одной из крупнейших форм рельефа Русской равнины является Прикаспийская низменность. Эта изометричная округлая впадина расположена на крайнем юго-востоке равнины. Ее диаметр составляет приблизительно 1000 км, средняя высота близка к нулю, а минимальная — 25 м.

Такова в общих чертах морфология усредненного рельефа Русской равнины. Как уже отмечалось, в данной поверхности нашли отражение главным образом наиболее крупные элементы рельефа — размером 75—100 км и более. Почти все возвышенности и низменности, в свое время включенные А. Г. Доскач и Ю. А. Мещеряковым [4] в схему орографического районирования территории равнины, оказались достаточно ясно выраженными и на подготовленной новой карте. Однако на ней почти полностью исчезли наиболее узкие линейные формы рельефа, такие, например, как Окско-Цнинский вал, а также и некоторые мелкие изометричные возвышенности: Судомская, Отепя и др.

Весьма отчетливо на карте усредненного рельефа проявились три крупнейшие надпорядковые формы диагонального простираения, названные здесь зонами. По своему протяжению они достигают первых тысяч километров, а по ширине 500—1500 км².

Так же четко выражены и формы, осложняющие указанные зоны, — формы, которые можно отнести к первому порядку: Балтийско-Ладжская, Двинско-Мезенская, Нижнепечорская низменности и возвышенность Тиманский кряж Балтийско-Печорской зоны; Подольско-Днепровская, Приволжская, Северные Увалы и другие возвышенности, а также разделяющие их крупные низменности Центральной зоны; Причерноморская, Азовско-Кубанская и Прикаспийская низменности Черноморско-Каспийской зоны. Формы первого порядка имеют протяженность до 1000 км при ширине 500—700 км.

Во многих случаях формы первого порядка в свою очередь делятся на возвышенности и низменности меньших размеров. Их можно, вероятно, отнести к формам второго порядка. Очень наглядно это деление проявляется в пределах Балтийско-Ладжской низменности, которая осложнена несколькими меридионально вытянутыми полосами возвышенностей, разделенными также ориентированными понижениями. Другим примером могут служить Валдайская, Смоленско-Московская и Среднерусская возвышенности, в совокупности образующие крупнейшую положительную форму Центральной зоны возвышенностей.

Возможно и дальнейшее более дробное подразделение описанных выше форм, но оно должно проводиться либо по картам, построенным

² Отметим, что в работе [4] выделено лишь две такие зоны, названные Северным и Южным орографическими поясами. Каждый из них включает в себя часть выделенной нами Центральной возвышенной зоны и прилегающую зону низменностей: Северный — Балтийско-Печорскую, Южный — Черноморско-Каспийскую.

с меньшим радиусом усреднения, либо непосредственно по гипсометрическим картам соответствующих масштабов.

Таким образом, карта усредненного рельефа делает очень наглядным иерархическое строение рельефа земной поверхности платформы и облегчает выделение морфологически целостных форм на разных масштабах уровней.

На карте хорошо выражены также различия в расчлененности рельефа разных зон и их частей. Так, обращает на себя внимание значительно бóльшая расчлененность рельефа крайней северо-западной зоны сравнительно со всеми другими. Характерные длины «волн» положительных и отрицательных форм составляют здесь примерно 200—300 км, тогда как в более южных зонах эта величина возрастает до 500—700 км. Эта особенность рельефа Русской равнины связана, как известно, с большей длительностью континентальных условий в ее северных областях и с широко распространенением здесь форм ледникового рельефа.

Наряду с диагональной системой надпорядковых положительных и отрицательных зон усредненного рельефа проявляется и более сложная картина простирающихся форм первого и второго порядков. Так, в северо-западной части равнины орографические оси имеют ясно выраженное меридиональное направление, на северо-востоке — диагональное, северо-западное. В центральной и южной зонах трудно выделить преобладающее простирающиеся орографические оси. Здесь встречаются формы и субширотные, и субмеридиональные, и промежуточные простирающихся. Четкая картина меридионально-широтных орографических волн, выделенная ранее Ю. А. Мещеряковым [5], не проявляется в той степени, чтобы можно было с уверенностью говорить о ее преобладающей роли в орографии равнины.

Заслуживают внимания и сами формы выделенных орографических элементов. Преобладающими являются относительно прямолинейные возвышенности и низменности. Однако имеются и отчетливо дугообразные их системы. Так, например, подобную форму имеет система уступов, отделяющая южную зону низменностей от Центральной зоны (склоны Приволжской, Приазовско-Донецкой и Подольско-Днепровской возвышенностей), система возвышенностей, включающая Вепсовскую, Валдайскую и Среднерусскую, юго-восточный борт Балтийско-Ладожской низменности и некоторые другие.

На карте отчетливо выделяются крупные уступы рельефа, выраженные сгущением изолиний: западный склон Валдайской возвышенности, восточные склоны Приволжской возвышенности и Ергеней, южные склоны Приазовско-Донецкой и Подольско-Днепровской возвышенностей и др. Карта усредненного рельефа легко может быть преобразована в карту региональных уклонов поверхности, но и сама она даже при простом визуальном анализе позволяет получить наглядную картину распределения областей высоких и низких градиентов поверхности. Минимальные значения региональных уклонов наблюдаются во внутренних частях равнины и в Прикаспийской низменности, повышенные значения этого показателя свойственны периферическим районам и нередко приурочены к границам выделенной выше Центральной орографической зоны. Максимальной величины региональные уклоны достигают вблизи окружающих равнину горных сооружений и на Кольском полуострове.

В заключение необходимо отметить следующее. Как известно, основные черты современной орографии Русской равнины созданы тектоническими движениями [4]. Поскольку карта усредненного рельефа «свободна» от мелких форм эрозионного расчленения, то она может рассматриваться как некоторое приближение к карте «тектонической составляющей рельефа». В этой роли она весьма удобна для сопоставления поверхностных и глубинных форм, для изучения связи морфоструктур с геофизическими полями, рельефом поверхности Мохоровичича и другими показателями глубинного строения. В то же время надо подчеркнуть, что данная карта демонстрирует не вершинную поверхность, а средний уровень высот. Тем самым она отражает и суммарный эффект

экзогенных процессов, показывая рельеф не таким, каким он мог бы быть за счет одной только тектоники, но таким, каким он сформировался в действительности в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Поэтому предлагаемая карта может, на наш взгляд, служить основой мелкомасштабного морфоструктурного районирования рассматриваемой территории.

Изложенный материал позволяет надеяться, что созданная карта усредненного рельефа поверхности Восточно-Европейской платформы вносит определенный вклад в изучение орографии этого крупного региона и послужит исходным материалом для дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мещеряков Ю. А.* О принципах изображения рельефа на обзорных гипсометрических картах//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1954. № 4. С. 61.
2. *Абрамов А. Е., Мещеряков Ю. А.* Опыт определения средних высот возвышенностей и низменностей Русской равнины//Вопросы применения картографических методов при географических исследованиях. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 60.
3. Атлас структурных карт Восточно-Европейской платформы в м-бе 1 : 5 000 000. М.: Изд-во МГУ, 1986.
4. Равнины Европейской части СССР. М.: Наука, 1974. 255 с.
5. *Мещеряков Ю. А.* Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 390 с.

Институт географии
АН СССР
ВЗПИ

Поступила в редакцию
11.VI.1986

MAP OF AVERAGED RELIEF OF THE RUSSIAN PLAIN

BRONGULEEV V. Vad., BRONGULEEV V. V.

Summary

The map of averaged relief of the Russian Plain gives simple and obvious presentation of the most important topographic features of the area. It emphasizes regional pattern of surface elevations and inclinations distribution and «takes away» small, mostly erosional landforms. An importance of oblique directions of orographic axes is manifested, together with longitudinal and latitudinal directions as well as arcuate connections. A hierarchic structure is clearly seen: landforms of one rank are united in consecutive order to form landforms of higher rank. The technique of the map compiling is described, its contents and some implications are considered.