

УДК 551.4.042(571.1)+(-924.8)

## СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РУССКОЙ И ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИН: СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ

© 2004 г. В. Вад. Бронгулеев, М. П. Жидков, А. Г. Макаренко

Представлено академиком В.М. Котляковым 31.05.2004 г.

Поступило 31.05.2004 г.

Геоморфология двух крупнейших платформенных равнин Северной Евразии – Русской и Западно-Сибирской хорошо изучена [1–5 и др.]. Однако сравнительному анализу равнин внимания почти не уделялось. В одной из немногих работ, посвященной сравнению морфоструктурных особенностей этих геотектур [6], отмечено, что при наличии некоторых различий между ними все же преобладают черты сходства. Подчеркнуты “равнинность территории, сходные абсолютные и относительные высоты, соизмеримость основных положительных и отрицательных морфоструктур” ([6], стр. 18). Кроме того, поскольку большая часть территории Западной Сибири охвачена новейшими поднятиями и в настоящее время является ареной денудации, Н.С. Благоволин [6] вслед за С.А. Архиповым [4] полагает, что в Западной Сибири (ЗС), как и на Русской равнине (РР), хотя и в меньшей степени, территориально преобладают структурно-денудационные и денудационные возвышенности и равнины.

Вместе с тем интересно выяснить, в какой степени морфоструктурное сходство равнин и их принадлежность к одному высотному классу (низких) обуславливают их геоморфологическое подобие во всех остальных отношениях – сходство в морфологии, в современных процессах и их интенсивности, в факторах рельефообразования. Один из возможных путей такого сравнения – анализ современных геоморфологических режимов равнин. Под современным геоморфологическим (или экзогеодинамическим) режимом мы понимаем совокупность морфологических и динамических характеристик рельефа и влияющих на них факторов, количественные показатели которых лежат в определенных пределах, свойственных данному режиму [7, 8]. Ранее с помощью кластерного анализа нами выделены и описаны наиболее характерные режимы каждой из равнин в отдельности [8, 9].

В данной работе выделены режимы, общие для обеих равнин и специфичные при проведении анализа сразу для двух равнин вместе.

Метод *k*-средних кластерного анализа применялся к территориальным ячейкам, представляющим собой трапеции 20' × 30'. Каждая ячейка характеризовалась значениями 15 параметров: абсолютной высотой, амплитудой новейших движений (НТ) и их градиентами; глубиной, густотой и интенсивностью (равной произведению глубины и густоты) эрозионного расчленения и другими (см. табл. 1). Использовались стандартизированные значения параметров. Каждый кластер представлен набором ячеек, для которого определены средние значения параметров. Эти значения в совокупности описывают определенный геоморфологический режим, распространенный в пределах данных ячеек. В процессе анализа получено множество

Таблица 1

Параметр	Номера режимов			
	1	2	3	4
Высота, м	142	112	58	187
Градиент высоты, м/км	0.75	0.69	0.61	1.26
НТ, м	40	99	71	207
Градиент НТ, м/км	1.73	0.86	1.32	1.87
Глубина расчленения, м	18	16	13	57
Густота расчленения, км/км <sup>2</sup>	0.36	0.57	0.79	1.11
Интенсивность расчленения	6.6	9.2	10.0	63.2
Карст, баллы	0.16	0.52	0.02	1.27
Оползни, баллы	0.27	0.30	0.13	2.40
Число дней с $t > 0^\circ\text{C}$	226	196	134	215
Термокарст, баллы	0.02	0.12	3.00	0.10
Залесенность, %	9	61	14	29
Заболоченность, %	3	25	21	2
Осадки, мм/год	390	609	419	656
Сток, мм/год	33	243	285	200

Институт географии  
Российской Академии наук, Москва

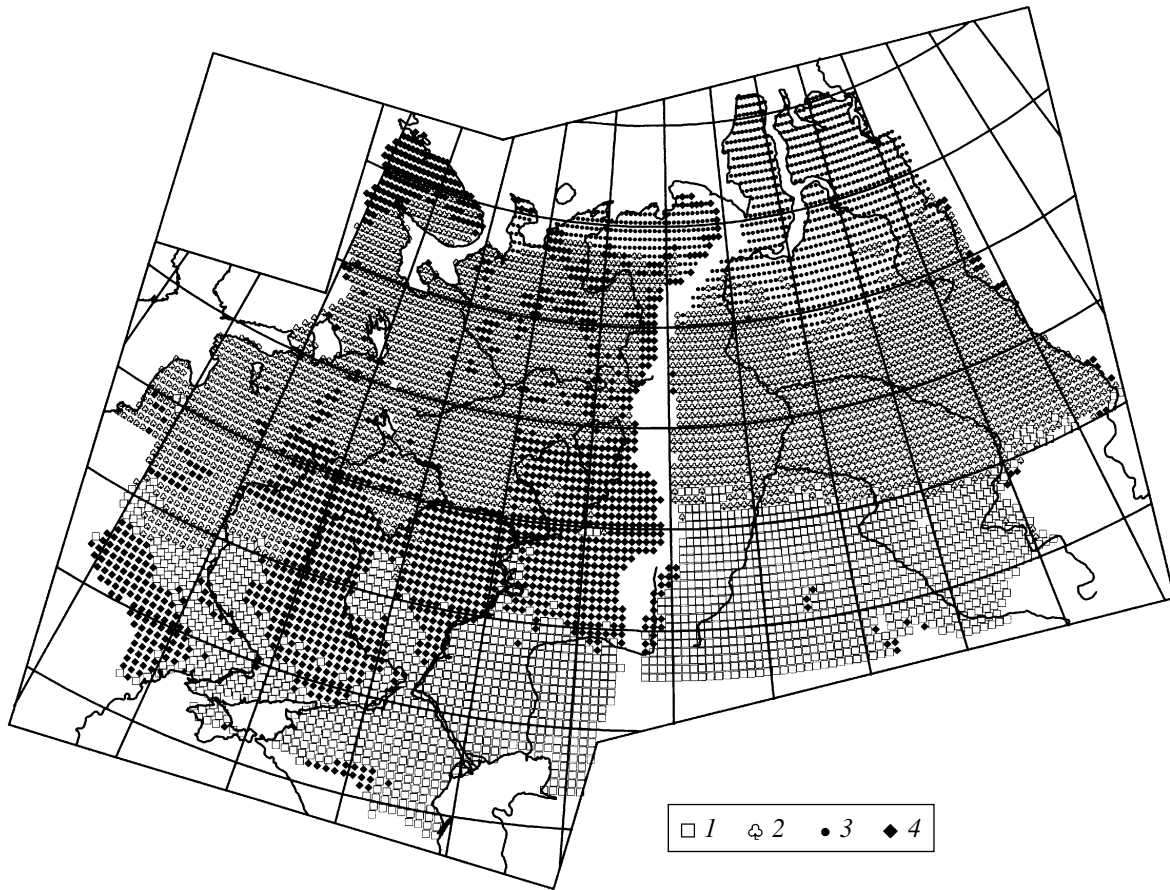


Рис. 1. Четыре геоморфологических режима Русской равнины и Западной Сибири.

вариантов кластерных решений, которые показали достаточную устойчивость результатов по отношению к выбору начальных центров кластеров; различия состояли, главным образом, в последовательности выделения.

При сравнении двух равнин в первую очередь интересно выяснить, как разбивается весь массив данных при делении его на два кластера. Оказалось, что в целом равнины принадлежат к разным режимам. Лишь слабо расчлененные низменности РР, расположенные главным образом по ее периферии, относятся к режиму ЗС, а в пределах последней только небольшие участки краевых поднятий и ее южное обрамление (Казахский щит и Зауральское плато) относятся к режиму РР. Средние значения параметров показывают, что на территории РР преобладает режим дифференцированных новейших поднятий, сопровождающихся интенсивной комплексной денудацией со значительным эрозионным расчленением в условиях относительно влажного и теплого климата, в то время как на ЗС развит значительно более консервативный режим слабых и менее контрастных поднятий, слабого расчленения, в условиях

несколько меньшей увлажненности и более холодного климата.

Вместе с тем в пределах каждого из этих двух режимов разброс значений параметров весьма велик, и в каждый из них, безусловно, попадают территории, существенно отличающиеся друг от друга по тем или иным показателям. Такое разбиение дает лишь общую сравнительную характеристику двух равнин. Для более детального и точного сравнения рассмотрим более дробные разбиения. Интересен один из вариантов с четырьмя режимами (средние значения параметров приведены в табл. 1), делящий территорию обеих равнин на три субширотно расположенные зоны сравнительно слабой денудации и одну область интенсивной денудации с глубоким расчленением, соответствующую наиболее активным новейшим поднятиям на РР (рис. 1). Области развития трех “зональных” режимов приблизительно соответствуют морфоклиматическим зонам (или подзонам) – аридной и семиаридной денудации (1-й режим), умеренной флювиальной (2-й режим) и субарктической мерзлотной (3-й режим). Таким образом, на этом уровне обобщения проявляется

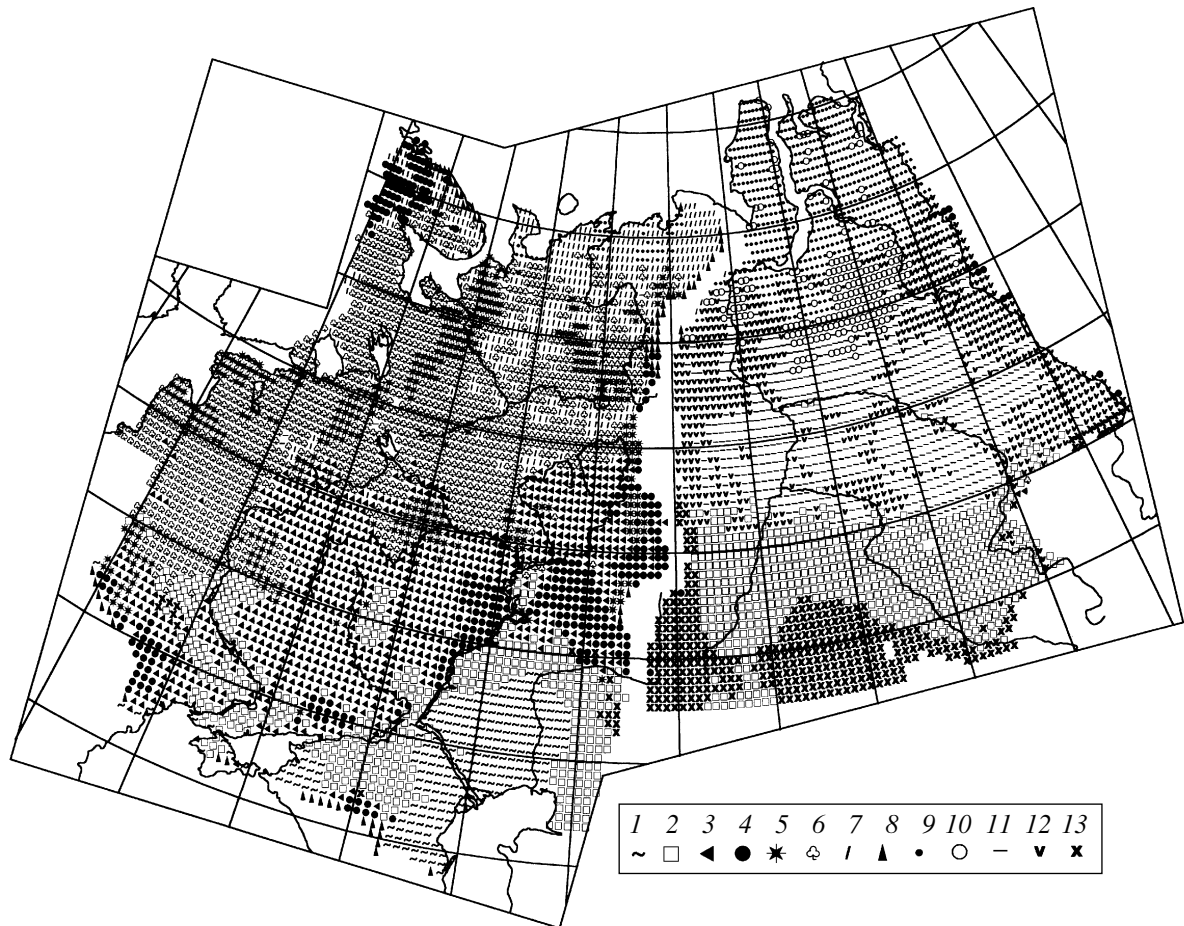


Рис. 2. 13 геоморфологических режимов Русской равнины и Западной Сибири.

определенное сходство между равнинами, обусловленное морфоклиматической зональностью.

Наиболее детальная картина режимов РР и ЗС, при которой сохраняется четкое разделение режимов и ясность их интерпретации, получается при разделении массива данных на 13 кластеров. В этом случае в пределах ЗС выделяется 6 основных режимов, в пределах РР – 9 (рис. 2). Существенно то, что по своим характеристикам и расположению занятых ими территорий они довольно близки тем режимам, которые выделяются отдельно на Русской и Западно-Сибирской равнинах [8, 9]. Дадим краткое описание этих тринадцати “региональных” режимов, обращая внимание на их наиболее характерные особенности. Средние значения параметров представлены в табл. 2.

1. Режим семиаридных аккумулятивных низменностей, соответствующих неотектоническим впадинам (Прикаспийская, Азово-Кубанская), характеризуется минимальными для всей территории значениями почти всех показателей. Развит только на РР.

2. Режим слаборасчлененных субгоризонтальных и наклонных равнин при малых осадках и стоке – общий для южных частей двух равнин. Денудационные процессы развиты слабо. Отметим, что на территории первых двух режимов присутствуют эоловые и суффозионные процессы, но из-за отсутствия количественных данных по ним они не включены в анализ.

3. Эрозионно-оползневый режим новейших поднятий. Присутствует только на РР (возвышенности Центра и Юга), хотя на одном из оползневых участков долины Оби выделяется ячейка с таким режимом.

4. Режим экстремально глубокого расчленения интенсивных новейших поднятий с заметным развитием оползневых и карстовых процессов. Распространен преимущественно на РР в областях максимальных высот (Донецкий кряж, Приволжская и Бугульминско-Белебеевская возвышенности и краевые зоны, примыкающие к орогенам). Встречается в ЗС в краевых приподнятых зонах.

5. Режим интенсивной карстовой денудации. Развит на территории РР.

Таблица 2

Параметр	Номера режимов												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Высота, м	12	124	164	218	134	125	132	196	49	56	85	115	329
Градиент высоты, м/км	0.53	0.59	0.64	1.66	0.87	0.81	1.29	6.29	0.50	0.47	0.36	0.68	1.48
НТ, м	-471	99	171	296	112	84	89	152	77	96	88	150	278
Градиент НТ, м/км	4.52	1.13	1.03	2.60	1.15	0.89	1.74	10.22	1.28	0.88	0.53	1.08	1.25
Глубина расчленения, м	8	18	44	99	23	18	31	64	13	6	8	21	27
Густота расчленения, км/км <sup>2</sup>	0.14	0.32	0.88	1.11	0.75	0.74	1.63	1.04	0.77	0.31	0.26	0.48	0.62
Интенсивность расчленения	1.1	5.9	38.8	109.5	17.3	13.6	50.8	67.0	9.8	1.8	2.0	10.0	16.5
Карст, баллы	0.35	0.10	0.90	1.24	4.58	0.40	0.26	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Оползни, баллы	0.14	0.12	3.33	1.95	0.91	0.41	0.85	1.42	0.00	0.00	0.06	0.05	0.00
Число дней с t > 0°C	258	220	233	211	217	218	168	199	128	148	179	172	201
Термокарст, баллы	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.82	0.59	3.09	3.28	0.10	0.33	0.00
Залесенность, %	2	12	20	30	49	52	42	29	8	31	56	84	8
Заболоченность, %	0	5	2	1	8	9	6	4	13	56	62	21	1
Осадки, мм/год	367	395	650	618	727	729	662	720	369	462	476	475	310
Сток, мм/год	11	37	132	196	255	266	358	369	264	291	194	227	41

6. Режим неглубокого расчленения областей ледниковой аккумуляции с максимальными для РР залесенностью и осадками.

7. Режим интенсивного (с максимальной густотой) эрозионно-мерзлотного расчленения в холодном климате со значительными осадками и стоком. Развит на северо-востоке РР в зоне тундры и, частично, северной тайги.

8. Режим крутых склонов с очень интенсивным эрозионным расчленением. Встречается в областях высоких градиентов неотектонических поднятий – только по периферии РР на границах с горами и вдоль северо-восточной границы Кольского п-ова. Этот режим краевых зон по существу является переходным к орогенным.

9. Термокарстовый режим с умеренным эрозионным расчленением. Занимает северную часть ЗС, на севере РР развит значительно меньше.

10. Болотно-термокарстовый режим плоских нерасчлененных низменностей в южной части зоны многолетней мерзлоты ЗС.

11. Болотный режим плоских нерасчлененных низменностей таежной зоны ЗС. Несколько ячеек, принадлежащих к этому типу, присутствуют в северной части РР. Последние два режима можно считать в определенном смысле аккумулятивными – за счет процессов торфонакопления.

12. Режим слабого и умеренного эрозионного расчленения слабо дифференцированных новей-

ших поднятий в условиях очень высокой залесенности. Области с этим режимом располагаются главным образом на западной и восточной периферии Западно-Сибирской равнины.

13-й режим развит в пределах Казахского щита и Зауральского плато и четко отделяет эти территории от собственно Западно-Сибирской равнины.

Как видно из рис. 2, по существу только два “региональных” режима являются общими для двух равнин: 2-й и, отчасти, 9-й. Другие режимы либо уникальны для каждой из равнин, либо, занимая большие площади на одной из них, на другой встречаются лишь в нескольких ячейках. Таким образом, геоморфологические режимы двух сравниваемых равнин при достаточно детальном их выделении оказываются существенно различными.

Интересен вопрос, насколько контрастны эти режимы, есть ли среди них группы близких друг другу и каковы эти группы? Оценка эвклидовых расстояний между всеми “региональными” режимами (в стандартизированных переменных) показывает, что наиболее контрастными по сравнению со всеми остальными являются 8-й и 4-й режимы, а самые близкие друг к другу – это 6-й и 12-й, 11-й и 12-й, а также 9-й и 10-й. Рассматривая каждый режим как единичный объект с набором характеристик, 13 режимов можно объединить в

группы, пользуясь, например, иерархическим методом кластеризации. В зависимости от способа объединения получается несколько вариантов группировки, которые с незначительными изменениями сводятся к двум основным. В одном варианте объединение происходит преимущественно “по равнинам” – одна группа объединяет режимы РР с 3-го по 7-й, другая – режимы ЗС с 9-го по 12-й, к которым присоединяется и 1-й – режим Прикаспийской низменности. 2-й и 13-й образуют одну подгруппу, входящую либо в первую, либо во вторую группы. 8-й режим всегда образует отдельную группу. Для другого варианта характерным оказывается объединение 6-го режима РР в одну группу с 11-м и 12-м режимами ЗС, которые вместе приблизительно соответствуют субширотной лесной зоне. Такое объединение свидетельствует о сходстве геоморфологических режимов в лесной зоне обеих равнин (что проявилось и в случае четырех режимов), хотя, как видно из табл. 2, разница в большинстве показателей для соответствующих режимов РР и ЗС все же довольно велика.

РР обладает большим разнообразием “региональных” режимов, и при этом сами они более контрастны по отношению друг к другу, чем режимы ЗС. Среднее евклидово расстояние между всеми парами режимов 1–9 составляет 1.49, для режимов 9–13 и 2 эта величина равна 1.05. (Исключение режима Казахского щита только увеличивает эту разницу.) Кроме того, дисперсия признаков внутри самих режимов РР больше, чем для ЗС: ее среднее значение по всем признакам для группы режимов 1–9 равно 7.27, для режимов 9–13 и 2 – 0.24, т.е. режимы ЗС значительно более однородны.

**Выводы.** Несмотря на отмеченное выше морфоструктурное сходство равнин и на то, что они относятся к одному высотному классу, в их современных геоморфологических режимах преобладают черты различия. Для РР характерны режимы интенсивной денудации: эрозионный, карстовый, оползневой, комплексной денудации, для ЗС – слабой денудации

и аккумуляции: термокарстовый, болотный, слабой эрозии. Таким образом, если РР принадлежит к денудационному, то Западно-Сибирская равнина может быть отнесена к промежуточному типу – денудационно-аккумулятивному.

В распределении режимов ЗС зональность прослеживается в большей степени, чем на РР, и они занимают более компактные области. При детальном разбиении режимы ЗС оказываются более однородными и менее контрастными, чем режимы РР.

Вместе с тем обнаруживается и некоторое сходство режимов двух равнин, обусловленное, очевидно, морфоклиматической зональностью. Оно проявляется в общности трех зональных режимов, а также двух региональных – режима субгоризонтальных семиаридных равнин на юге территории и термокарстового на крайнем севере.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мещеряков Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 390 с.
2. Равнины европейской части СССР / Под ред. Ю.А. Мещерякова, А.А. Асеева. М.: Наука, 1974. 255 с.
3. Морфоструктура и морфоскульптура платформенных равнин СССР и дна омывающих его морей / Под ред. И.П. Герасимова, А.А. Асеева. М.: Наука, 1986. 190 с.
4. Архипов С.А., Вдовин В.В., Мизеров Б.В., Николаев В.А. Западно-Сибирская равнина (история развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). М.: Наука, 1970. 277 с.
5. Экзогеодинамика Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1986. 245 с.
6. Благоволитин Н.С. // Геоморфология. 1988. № 4. С. 8–20.
7. Бронгулеев В.Вад., Тимофеев Д.А., Чичагов В.П. // Геоморфология. 2000. № 4. С. 3–10.
8. Бронгулеев В.Вад. // Геоморфология. 2000. № 4. С. 11–23.
9. Бронгулеев В.Вад., Жидков М.П., Макаренко А.Г. // ДАН. 2003. Т. 288. № 6. С. 817–820.