

ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА¹**Введение**

В работе [1] на примере Русской равнины была показана возможность районирования территории по комплексу показателей, характеризующих морфологию рельефа, интенсивность развития экзогенных процессов и условия рельефообразования. Выделенные районы интерпретировались как области развития современных экзогеодинамических (или геоморфологических) режимов – определенных, существенно отличающихся друг от друга по количественным характеристикам, сочетаний указанных показателей. Были выделены различные типы режимов и показана их обусловленность физико-географическими особенностями, новейшими тектоническими движениями, возрастом морфоскульптуры. При районировании использовались исходные данные, полученные по широтно-долготной сетке $20' \times 30'$. Это достаточно грубое разбиение дало возможность отразить крупные пространственные особенности режимов территории Русской равнины.

В данной работе мы обратились к центральной части равнины – Московскому региону – с целью получить более детальную картину экзогеодинамических режимов по более дробной сети исходных данных. Московский регион – достаточно важный и интересный объект исследования, характеризующийся весьма разнообразными физико-географическими условиями и типами рельефа. В последние годы он привлекает большое внимание геоморфологов в связи с проблемами использования территории, разработкой эколого-географических оценок и т.п. [2, 3]. Изучение современной экзодинамики рельефа важно для понимания основных тенденций его развития, и выделение экзогеодинамических режимов преследует, в конечном счете, именно эту цель. Сравнение результатов такого исследования с результатами, полученными при районировании всей равнины, интересно и в методическом отношении, поскольку оно может показать, как происходит детализация картины режимов при изменении масштаба исследования и в какой мере характеристики выделенных режимов устойчивы к такому изменению.

Мы используем в данной работе термин «экзогеодинамический режим», но считаем, что принципиальной разницы между ним и введенным в работе [4] термином «геоморфологический режим» нет. Акцент на экзогеодинамике сделан постольку, поскольку именно к ней относится большинство использованных параметров. Экзогеодинамический режим можно рассматривать как частный случай геоморфологического.

Характеристика региона

Рельеф и геологическая структура Московского региона исследованы достаточно подробно [5–9]. Он располагается почти полностью в пределах бассейна Волги и лишь небольшой участок на юге относится к бассейну Дона. Северную его часть занимает Верхневолжская низменность с высотами 125–130 м, ограниченная с юга Смоленско-Московской возвышенностью и ее восточным окончанием – Клинско-Дмитровской грядой (максимальная высота 295 м). На юго-востоке простирается Мещерская низина с минимальными высотами (91 м) в долине р. Оки. С юга в рассматриваемый район заходит Среднерусская возвышенность с высотами более 200 м. Западную часть занимают возвышенности, которые некоторые авторы называют Западным плато. Именно там, в верховьях Москвы-реки, находится максимальная отметка рассматриваемой территории – 310 м.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 98-05-64359).

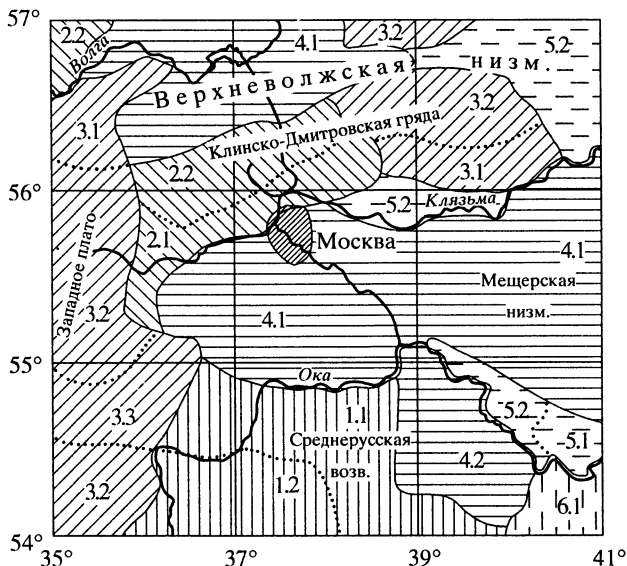


Рис. 1. Морфоструктуры Московского региона по Геоморфологической карте [10]

Пластово-денудационные равнины с преобладанием новейших поднятий. Структурно-денудационные на осадочных породах: 1 – ступенчатые с высотами 200–250 м (1.1) и 250–300 м (1.2); 2 – наклонные с высотами 150–200 м (2.1) и 200–300 м (2.2); 3 – наклонные, местами ступенчатые, с высотами 150–180 м (3.1), 180–230 м (3.2) и 100–200 м (3.3); 4 – субгоризонтальные с высотами 100–150 м (4.1) и 150–200 м (4.2). Денудационные на осадочных породах: 5 – наклонные с высотами до 100 м (5.1) и 100–180 м (5.2).

Аккумулятивные равнины на рыхлых неоген-четвертичных отложениях с преобладанием новейших опусканий: субгоризонтальные с высотами 150–200 м (6.1)

Морфоструктура рассматриваемой территории представлена «равнинами древних плит, испытавших новейшие пологие деформации разного знака» [10]. Большую часть площади занимают пластово-денудационные и денудационные равнины и плато с преобладанием новейших поднятий на осадочных породах – субгоризонтальные, наклонные и ступенчатые (рис. 1). Лишь небольшой юго-восточный участок территории на правом берегу Оки относится к субгоризонтальным аккумулятивным равнинам, созданным преимущественно новейшими опусканиями на рыхлых неоген-четвертичных отложениях.

Морфоскульптура данной территории делится на несколько типов. Азональная, созданная эрозионно-денудационными процессами, представленная увалистым рельефом с относительно глубоким (до 100 м) или неглубоким (до 30–50 м) расчленением, распространена преимущественно на Среднерусской возвышенности; представленная плоским слабоволнистым рельефом с неглубоким расчленением – южнее Оки, в междуречье Прони и Пары. Зональная реликтовая морфоскульптура – волнистая и полого-холмистая поверхность моренных равнин с различной глубиной расчленения – распространена на севере Мещеры и в пределах Волго-Унженской низины; созданная процессами ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции – холмисто-увалистый и увалистый типы с разной глубиной расчленения – распространена на Смоленско-Московской возвышенности, Мещерской низменности; те же типы, созданные водно-ледниковой аккумуляцией – в пределах Верхневолжской, Волго-Унженской и Мещерской низменностей.

Современные экзогенные процессы рассматриваемой территории разнообразны. Здесь выделяются речная аккумуляция и размыв, овражная эрозия, карст, суффозия, заболачивание, оползневые и эоловые процессы, переработка берегов водохранилищ, морозное пучение и др. [2]. В разных районах спектр процессов и их интенсивность

неодинаковы. Наибольшее площадное распространение имеют делювиальный смыв и смещение чехла рыхлых отложений на склонах, которые провоцируются антропогенной деятельностью, главным образом, пахотой. При этом каждой морфоструктуре свойственен определенный набор экзогенных процессов [7].

Литологическая основа рельефа представлена породами палеозоя, мезозоя и четвертичными отложениями. На западе и юго-западе территории на поверхность выходят карбоновые известняки. По долинам почти повсеместно, кроме западной части, имеются выходы песков и глин верхней юры. Пески верхнего мела распространены на водоразделах, особенно широко между Клином и Владимиром. Четвертичные отложения распространены повсеместно.

Карбоновые отложения достигают мощности 300–400 м. Они представлены доломитами, известняками и песчаниками с прослоями тонких цветных глин и бурых углей. Выше залегают верхнеюрские черные и серые глины мощностью 30–50 м, образующие водоупор, прорезаемый долинами рек. Глины обладают высокой пластичностью и влагоемкостью, изменчивостью состава и свойств по глубине и в плане [2]. Именно свойства верхнеюрских глин определяют, главным образом, интенсивность и распространение оползневых процессов на склонах долин в рассматриваемом районе. На глинах лежат также верхнеюрские и верхнемеловые пески мощностью до нескольких десятков метров, обычно, около 5–7 м. В определенных условиях они легко переходят в плывуное состояние.

Четвертичные отложения к юго-востоку от Смоленско-Московской возвышенности в основном имеют мощность 10–15 м; формировались они в связи с днепровским оледенением. В пределах указанной возвышенности и севернее распространены отложения днепровского и московского оледенений и межледниковых эпох и стадий; они достигают мощности 100 и более метров, в среднем 60–80 м. Моренные отложения устойчивы к эрозионному размыву и препятствуют развитию геоморфологических процессов [9].

Исходные данные и методика

Исходные данные для Московского региона снимались по ячейкам с размерами 5' по широте и 10' по долготе. В рамках географических координат 35°–41° в.д. и 54°–57° с.ш. были оцифрованы следующие показатели: амплитуда неотектонических движений (Nt) [11], максимальная (Nmax) и минимальная (Nmin) абсолютные высоты, глубина (D) и густота (C) эрозионного расчленения, интенсивность (в баллах) карстовых проявлений (K) и оползневых процессов (L) [12], среднегодовые суммы осадков (P), процент залесенности (F). Этот набор показателей несколько меньше, чем использованный при анализе экзогеодинамических режимов всей равнины, что связано как с отсутствием детальных данных, так и с малой изменчивостью (или отсутствием) некоторых показателей в пределах выделенного региона. Из-за недостатка фактических данных мы, конечно, не имели возможности принять во внимание весь спектр экзогенных процессов, развитых в пределах региона.

Выделение экзогеодинамических режимов проводилось с помощью метода k-средних кластерного анализа [13]. В работе [1] описаны некоторые особенности использования этого метода и здесь мы лишь напомним один важный момент – количество кластеров или типов, на которые разбивается совокупность переменных произвольно и определяется детальностью исходных данных, масштабом исследования и содержательностью получаемой классификации. Важным моментом является контрастность выделяемых типов. Она может быть охарактеризована по каждому из параметров так называемым F-отношением (хотя оно и не является строгой статистической мерой качества классификации [13]) или средней величиной F для всей совокупности параметров. Укажем, кроме того, что результаты кластеризации могут зависеть и от начального выбора центров кластеров в пространстве переменных, но эта зависимость тем слабее, чем более четко разделяются кластеры в действительности.

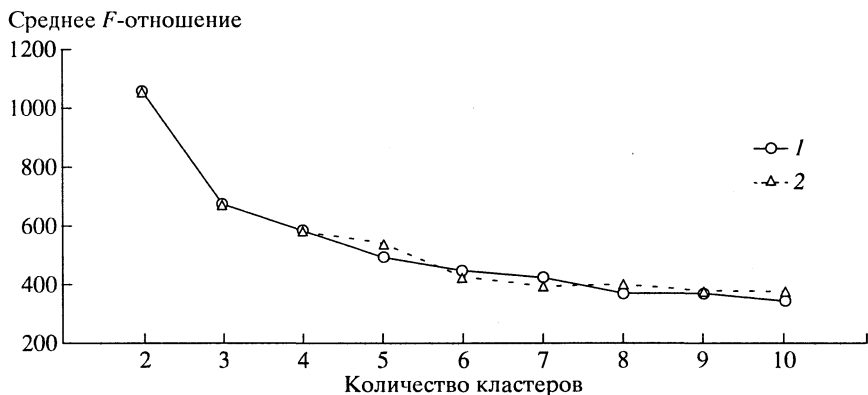


Рис. 2. Средние значения F-отношения для различного количества кластеров

1 – выбор начальных центров кластеров на равных расстояниях; 2 – то же, при условии максимизации расстояний

В данной работе мы последовательно проводили разбиение на 2,3...10 кластеров, с выбором начальных центров двумя способами – на равных расстояниях и при условии их максимизации [14]. Среднее по всем переменным F-отношение для разного количества кластеров показано на рис. 2. Его величина последовательно уменьшается с ростом числа кластеров, не образуя никаких «всплесков» на кривой, так что этот показатель не дает оснований для выбора какого-то определенного числа кластеров. С другой стороны, при выделении двух, трех и четырех кластеров результат не зависит от начального положения центров. Это свидетельствует о достаточно четком разделении совокупности переменных на такое количество групп. Мы рассмотрим здесь как три указанные варианта, так и некоторые другие, поскольку каждый из этих результатов имеет определенный смысл и сама последовательность разбиения территории на все большее количество относительно однородных по экзогеодинамическим условиям областей не лишена интереса.

Обсуждение результатов

Связь параметров между собой. Прежде чем перейти к описанию выделенных экзогеодинамических режимов, остановимся на характеристике корреляционных связей между перечисленными выше показателями. В таблице 1 приведена матрица ранговых коэффициентов корреляции Спирмена, вычисленных по всему массиву данных (1296 точек для каждой переменной). Нетрудно видеть, что большинство переменных заметно коррелированы друг с другом. Неотектонические движения, абсолютные высоты и показатели эрозионного расчленения образуют группу наиболее тесно связанных между собой переменных. Достаточно отчетливо проявляется и корреляция оползневой процесса с этими переменными ($r = 0.4 \div 0.6$); слабее связан с ними карст ($r = 0.2 \div 0.4$). Все эти связи положительны и смысл их вполне очевиден – влияние новейших поднятий и обусловленных ими абсолютных высот рельефа на интенсивность процессов. Среднегодовые суммы осадков и залесенность очень слабо связаны как между собой, так и с другими переменными. Прослеживается слабая отрицательная корреляция залесенности с показателями экзогенных процессов, что вполне естественно.

Любопытно, что максимальные высоты, N_{max} , обнаруживают существенно более тесную связь с рассматриваемыми показателями экзоморфогенеза, чем минимальные. Они же в большей степени отражают неотектонические деформации поверхности, связь которых с характеристиками эрозионного расчленения, оползней

Корреляционные связи между параметрами

Области	Параметры	F	P	K	L	C	D	Hmin	Hmax
А	P	0.28							
	K	-0.13	-0.10						
	L	-0.31	-0.09	0.62					
	C	-0.22	0.11	0.34	0.60				
	D	-0.31	-0.09	0.27	0.50	0.69			
	Hmin	0.07	0.18	0.23	0.40	0.50	0.22		
	Hmax	-0.11	0.14	0.35	0.60	0.78	0.60	0.78	
	Nt	-0.17	-0.10	0.40	0.58	0.68	0.56	0.63	0.77
Б	Nt			0.16	0.33	-0.04	0.44		
В	Nt			0.23	0.40	0.28	0.58		

Примечание. А – в пределах Московского региона, Б – в пределах области Русской равнины, подвергавшейся днепровскому оледенению, В – в пределах всей Русской равнины. Б и В по [15].

и карста также достаточно велика. Сравнивая соответствующие коэффициенты корреляции для Nt с аналогичными коэффициентами, рассчитанными для всей территории равнины или для ее части, подвергавшейся днепровскому оледенению, можно заключить, что в рассматриваемом регионе влияние неотектоники на экзоморфогенез существенно выше, чем в среднем на Русской равнине или в пределах всей области днепровского оледенения. Как мы увидим в дальнейшем, это проявляется и в особенностях выделяемых режимов – роль неотектоники в их пространственной организации достаточно велика.

Описание экзогеодинамических режимов. При выделении на всей территории Русской равнины пяти типов экзогеодинамических режимов [1] в пределы Московского региона вошли лишь два из них: режим равнин ледниковой и водноледниковой аккумуляции и режим глубинного расчленения и оползневой переработки склонов в условиях значительных новейших поднятий (рис. 3А). При более детальном разделении территории равнины – на восемь типов режимов – в пределы Московского региона вошли четыре из них (рис. 3Б). Большую часть территории занимает эрозионно-оползневой режим активных неотектонических поднятий, на втором месте – режим слабой переработки древнеледникового рельефа и аккумулятивных форм иного генезиса в условиях малоамплитудных и малококонтрастных новейших движений, небольшие участки относятся к режиму карстовой денудации в условиях высокой залесенности и увлаженности, и лишь одна ячейка занята режимом умеренной эрозионной переработки древнеледникового рельефа в условиях значительного стока и относительно контрастных новейших движений. (Следует иметь в виду, что эти названия даны на основе количественных характеристик режимов, и учитывают диапазон изменения последних в пределах всей равнины).

Посмотрим теперь, какие экзогеодинамические режимы могут быть выделены в пределах собственно Московского региона при использовании более подробной сетки данных. Простейшее разбиение территории на режимы двух типов дает две крупные зоны – относительно низменную, со слабым развитием процессов и относительно возвышенную, с интенсивным их развитием. В первую входят Мещерская и Верхневолжская низменности, во вторую – Смоленско-Московская и Среднерусская возвышенности, а также Москворецко-Окская равнина (рис. 4А). Соответствующие режимы сильно различаются по всем показателям, кроме осадков, причем, показатели залесенности находятся в обратном соотношении со всеми остальными (рис. 4Б). Нетрудно заметить, что граница между ними хорошо совпадает

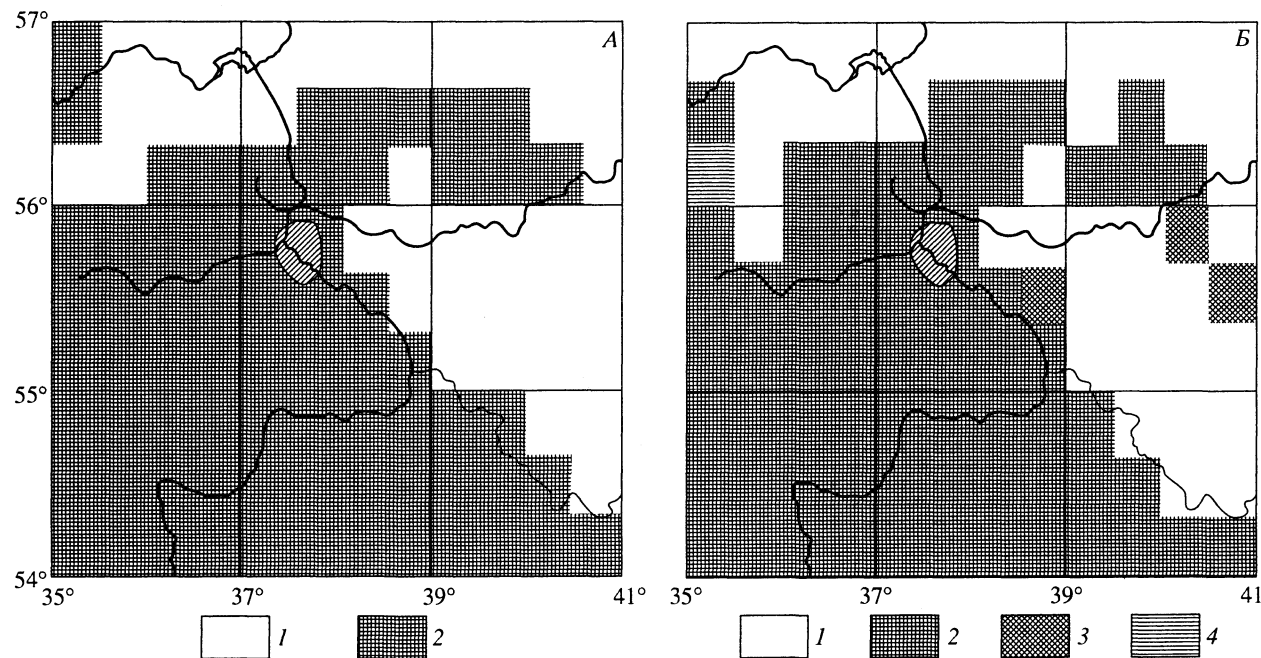


Рис. 3. Экзогеодинамические режимы Русской равнины в пределах Московского региона (по [1])

А – при 5 режимах в пределах всей Русской равнины: 1 – режим равнин ледниковой и водноледниковой аккумуляции; 2 – режим глубинного расчленения и оползневой переработки склонов в условиях значительных новейших поднятий.

Б – при 8 режимах в пределах всей Русской равнины: 1 – режим слабой переработки древнеледникового рельефа и аккумулятивных форм иного генезиса в условиях малоамплитудных и малококонтрастных новейших движений; 2 – эрозионно-оползневой режим активных неотектонических поднятий; 3 – режим карстовой денудации в условиях высокой залесенности и увлаженности; 4 – режим умеренной эрозионной переработки древнеледникового рельефа, в условиях значительного стока и относительно контрастных новейших движений

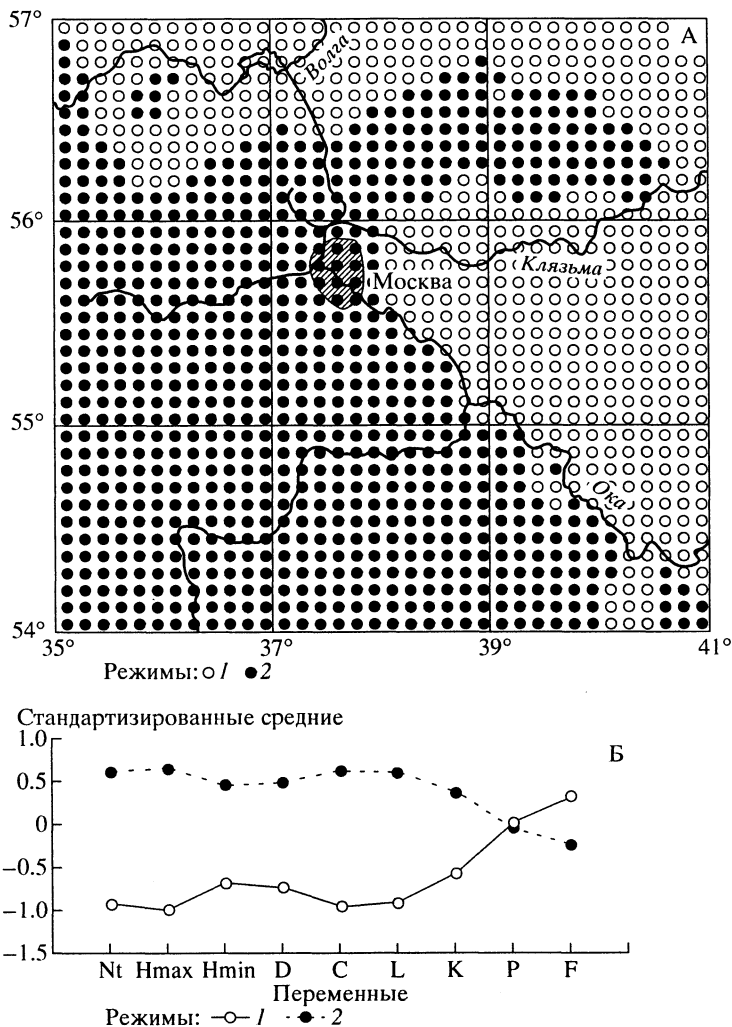


Рис. 4. Два типа экзогеодинамических режимов Московского региона

А – распределение режимов по территории; Б – стандартизированные средние значения параметров. (На рис. 5–8 обозначения те же)

с границами основных морфоструктурных подразделений данной территории (рис. 1), а также весьма точно соответствует границе между двумя типами режимов, полученными при районировании всей равнины (рис. 3).

Схожи между собой и характеристики режимов, выделяемых для всей равнины и для данного региона. В пределах области развития режима первого типа (рис. 4) относительные новейшие опускания, малые абсолютные высоты как базисной (Hmin), так и вершинной поверхностей (Hmax) не создают условий для заметного развития экзогенных процессов: характеристики эрозионного расчленения, оползневых явлений, карста здесь минимальны. Этому способствует и высокая залесенность территории. По существу, это режим консервативного развития низменностей в условиях высокой залесенности. Для второго режима, напротив, характерны значительные амплитуды новейших поднятий и абсолютные высоты, чему соответствуют повышенные показатели интенсивности экзогенных процессов, хотя различия в интенсив-

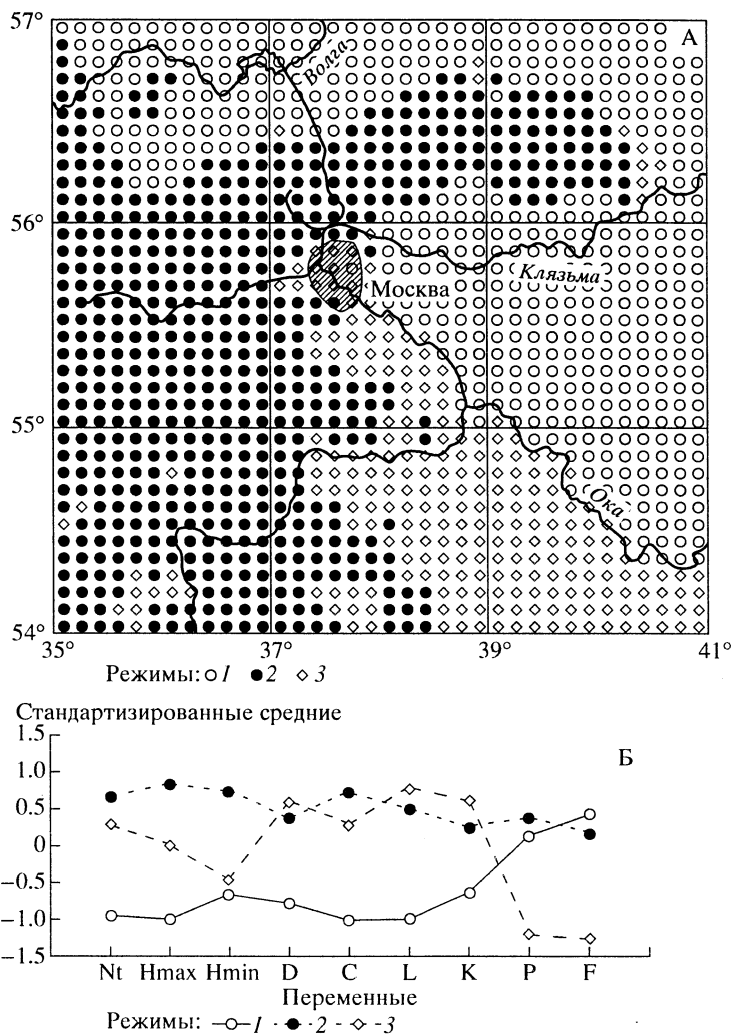


Рис. 5. Три типа экзогеодинамических режимов Московского региона

ности карста несколько меньше, чем по другим показателям. Меньшая залесенность возвышенностей, является ли она естественной, или результатом деятельности человека, также благоприятствует интенсификации эрозионно-оползневых процессов. Этот режим эрозионно-оползневой денудации активных новейших поднятий, в противоположность первому, можно считать деструктивным.

При разделении территории на три типа (рис. 5) первый из выделяемых режимов – режим низменностей – оказывается расположенным практически в тех же границах и обладает такими же характеристиками, что и первый режим в предыдущем случае. Режим возвышенностей распадается на два отдельных, один из которых (режим 2) располагается на большей части территории предыдущего второго режима, а другой (режим 3) занимает часть Мещерской низменности и Среднерусской возвышенности, а также несколько небольших участков на южной границе территории и по периферии Клинско-Дмитровской гряды. Если режим 2 по значениям параметров близок к режиму возвышенностей предыдущего случая, то режим 3 резко контрастирует как с тем, так и с другим. Он имеет меньшие амплитуды новейших поднятий и сущест-

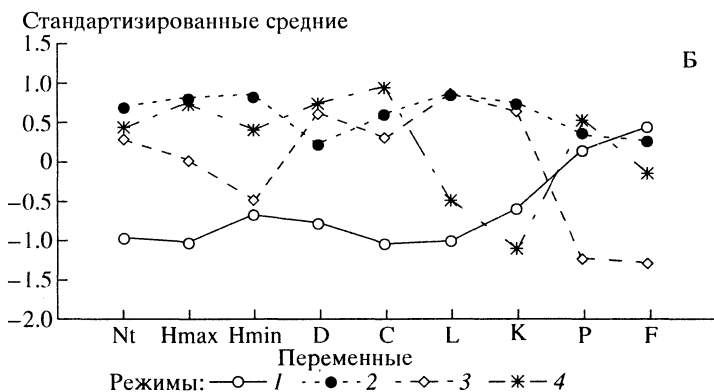
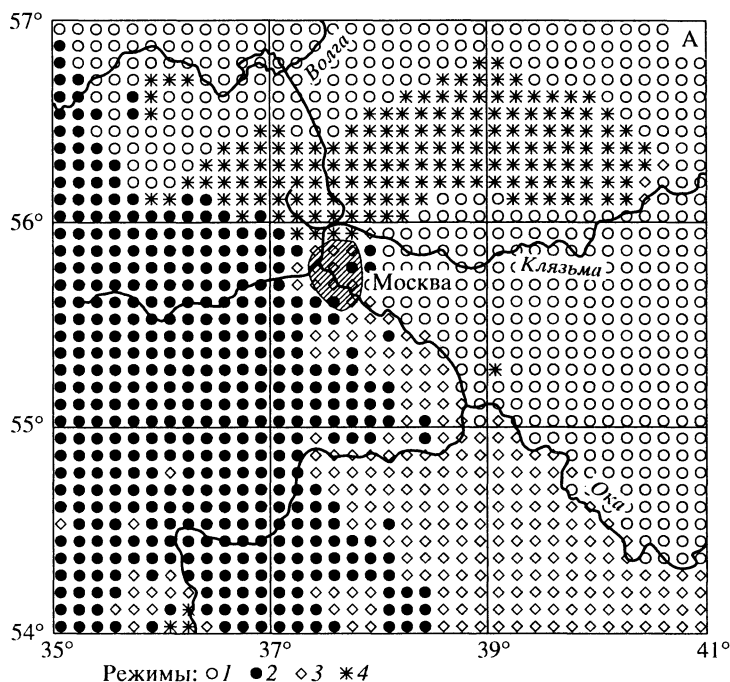


Рис. 6. Четыре типа экзогеодинамических режимов Московского региона

венно меньшие абсолютные высоты, но при этом максимальную глубину расчленения, что достигается здесь только за счет резкого снижения базисной поверхности (Hmin). Таким образом, эрозионное расчленение, вероятно, достигло здесь более зрелой стадии, при которой базисная поверхность приблизилась к уровню поверхности прилегающей низменности. Кроме того, для этого режима характерна минимальная залесенность и минимальные среднегодовые осадки. Если в пределах режима 2 высокая интенсивность экзогенных процессов достигается за счет значительных новейших поднятий и абсолютных высот рельефа, то в пределах режима 3 такая же и даже большая интенсивность процессов связана, возможно, с малой залесенностью. Его можно охарактеризовать как режим зрелой деградации.

При следующем шаге – выделении четырех режимов – первый и третий режимы предыдущего варианта остаются почти без изменений, а второй режим разделяется на два самостоятельных – второй и четвертый. Ко второму режиму (рис. 6) оказалась

отнесена возвышенная юго-западная часть территории: Западное плато и часть Среднерусской возвышенности, к четвертому – Клинско-Дмитровская гряда. Эти два режима наиболее сильно отличаются по интенсивности карстовых и оползневых процессов: у четвертого режима они весьма незначительны, у второго столь же интенсивны, как и у третьего. Глубина и густота эрозионного расчленения несколько выше у второго режима. Если второй режим можно считать режимом комплексной денудации положительных новейших морфоструктур, то четвертый – режим их преимущественного эрозионного расчленения. Для обоих характерны высокие значения залесенности и осадков.

Выше указывалось, что при делении на 2, 3 и 4 кластера результаты не зависят от положения их начальных центров. Начиная с 5 кластеров, такая зависимость появляется, и возникает задача выбора того или иного варианта кластеризации. В нашем случае, при делении Московского региона на пять режимов, три режима на рис. 6, соответствующие возвышенностям, остаются практически без изменений, а низменности разбиваются на два режима. В одном из вариантов, в пределах низменностей отдельным режимом выделяются области с повышенной интенсивностью карста, соответствующие участкам карстового режима на рис. 3Б, в другом разбиение низменностей происходит несколько иначе и дополнительный режим выделяется не только по показателю карстовых процессов, K , но и по ряду других – Nt , $Hmin$, P . Однако, в первом случае контрастность режимов низменностей (расстояние между двумя кластерами в пространстве переменных) больше, чем во втором, а интерпретация режимов проще. Именно этот вариант (который соответствует условию максимизации начальных расстояний между кластерами) показан на рис. 7.

В заключение рассмотрим разбиение на шесть режимов, которое также допускает, по крайней мере, два варианта, соответствующие двум упомянутым способам выбора начальных центров кластеров. В обоих вариантах в пределах низменностей выделяется два режима, а в пределах возвышенностей четыре. Оба варианта имеют весьма определенный смысл, но из-за недостатка места мы покажем лишь один из них (рис. 8), соответствующий условию максимизации расстояний между начальными центрами.

Два режима низменностей имеют большое сходство с аналогичными режимами предыдущего разбиения. Один из них, первый, характеризуется минимальной интенсивностью экзогенных процессов, умеренно низкими осадками и максимальной залесенностью. Это режим весьма консервативного развития рельефа, свойственный областям относительных неотектонических погружений в данном районе платформы. Другой режим, развитый в пределах низменностей (пятый) отличается несколько повышенными, по сравнению с первым, значениями характеристик экзогенных процессов. Это может быть вызвано как несколько большими максимальными высотами рельефа (при том, что положение базисной поверхности и амплитуды новейших движений практически не отличаются от соответствующих значений для первого режима) так и наибольшими из всех режимов значениями годовых сумм осадков при чуть меньшей залесенности. Это тоже режим консервативного развития, но со слабой деструкцией.

Четыре режима возвышенных частей региона образованы из трех режимов предыдущего варианта не путем разбиения одного из них на два, как это происходило на предыдущих этапах, а путем большего или меньшего преобразования каждого, что хорошо видно на рисунке 8. Так, второй режим предыдущего случая пяти режимов распался на второй, шестой и четвертый режимы, четвертый – на второй и четвертый и только третий режим претерпел наименьшие изменения – его границы несколько сузились.

Ко второму режиму (в последнем варианте) относятся наиболее высокие, водораздельные области с максимально высокой базисной поверхностью. Это режим интенсивных новейших тектонических поднятий и умеренной комплексной денудации с относительно неглубоким, но густым расчленением в условиях умеренно повышен-

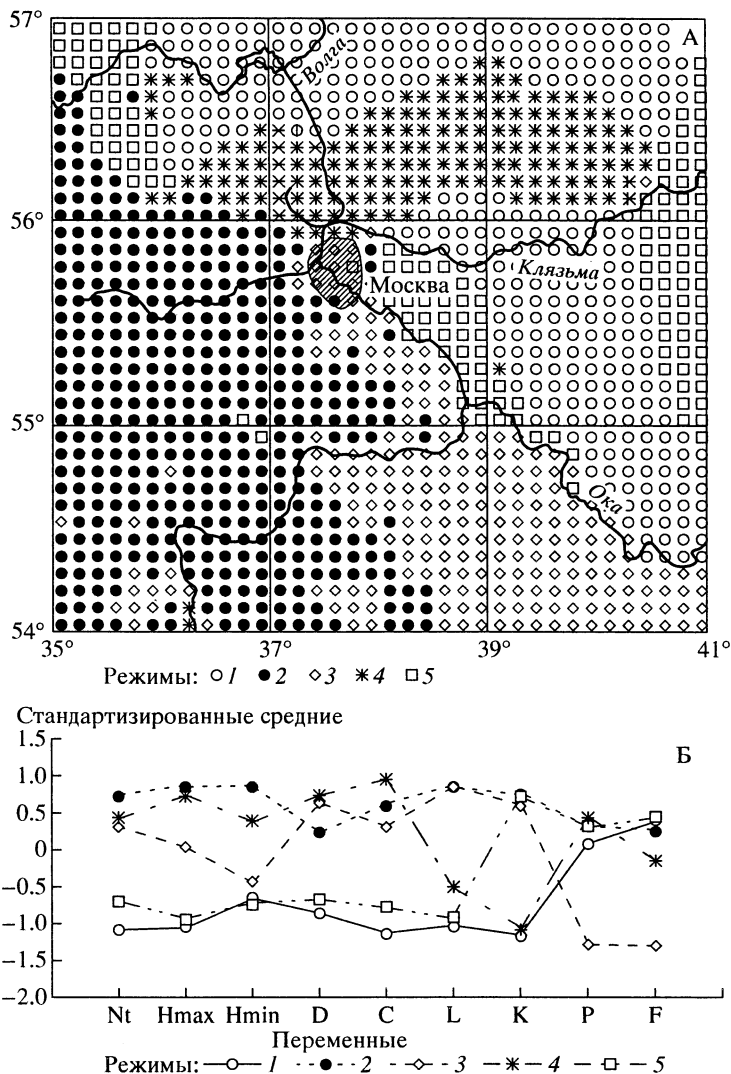
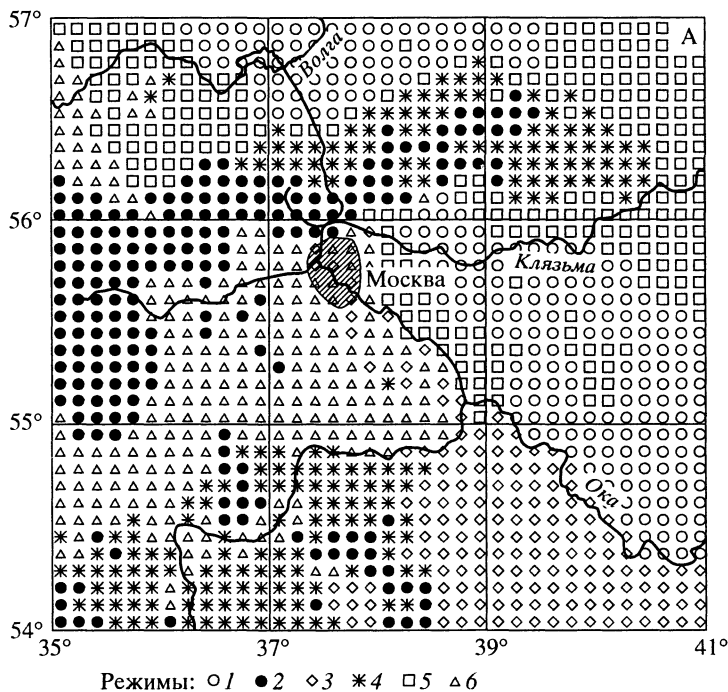


Рис. 7. Пять типов экзогеодинамических режимов Московского региона

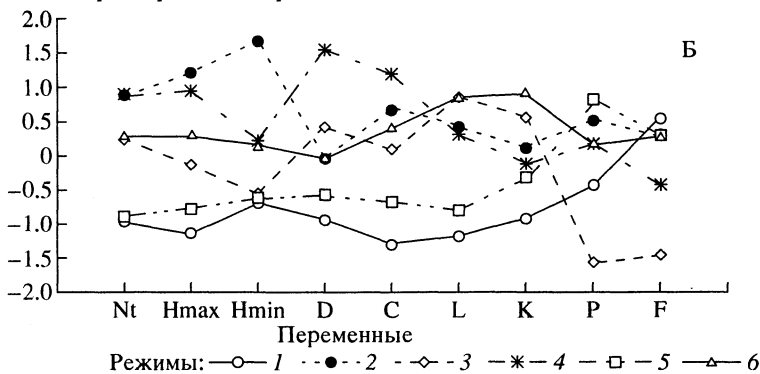
ных осадков и залесенности – режим молодой деструкции. Четвертый режим при тех же показателях новейших движений характеризуется более низким положением базисной поверхности и экстремальными для данной территории значениями глубины и густоты расчленения. Кроме того, залесенность в его пределах несколько ниже средней. По другим показателям он не сильно отличается от второго режима и свойственен краевым частям новейших поднятий (Клинско-Дмитровской гряды, Среднерусской возвышенности), подвергающимся интенсивному эрозионному расчленению. По сравнению со вторым – это режим более зрелой деструкции.

Третий режим характеризуется высокими показателями карстовой и оползневой денудации, минимальными значениями осадков и залесенности. Он сохраняет основные черты третьего режима на рис. 5 – режима зрелой деструкции. Базисная поверхность (Hmin) в его пределах (правобережье Оки в юго-восточной части территории) достигла уровня прилегающей Мещерской низменности.



Режимы: ○ 1 ● 2 ◇ 3 * 4 □ 5 △ 6

Стандартизированные средние



Режимы: —○— 1 - -●- 2 - -◇- 3 - -* 4 - -□- 5 —△— 6

Рис. 8. Шесть типов экзогеодинамических режимов Московского региона

Шестой режим по показателям экзогенных процессов не сильно отличается от третьего, но осадки и залесенность в его пределах гораздо выше. Выше, также, и высоты, особенно минимальные. Его можно считать режимом умеренных поднятий и расчленения с существенной ролью оползневых и карстовых процессов в условиях умеренных осадков и повышенной залесенности.

В табл. 2 приведены расстояния между центрами шести кластеров (в пространстве переменных), показывающие насколько схожи между собой или контрастны соответствующие режимы. Очевидно, что наиболее близкими являются два режима низменностей – первый и пятый. Достаточно близки также второй, четвертый и шестой режимы. Отметим, что в другом варианте выделения шести режимов области, занятые именно этими двумя группами, оказываются разбитыми несколько иначе, хотя многие особенности режимов и их территориального распределения сохраняются без изменений.

Расстояние между центрами кластеров, соответствующих шести режимам Московского региона

Номера режимов	1	2	3	4	5
2	1.63				
3	1.40	1.32			
4	1.67	0.80	1.03		
5	0.55	1.34	1.31	1.37	
6	1.34	0.70	0.91	0.79	1.02

Четыре режима возвышенностей могут быть выстроены в некоторую последовательность, соответствующую стадиям развития рельефа. Наиболее поднятые, еще слабо расчлененные территории второго режима – юная стадия; области глубокого расчленения четвертого и достаточно интенсивной комплексной денудации шестого – более зрелая стадия; области с интенсивными процессами, но с наиболее низкой базисной поверхностью третьего режима – наиболее зрелая стадия. То же справедливо и для трех режимов возвышенностей, выделенных в предыдущем случае.

При дальнейшем увеличении числа режимов разница в их количественных характеристиках постепенно уменьшается (как и F-отношение), соответственно, уменьшается и контрастность режимов. В нашем описании мы остановились на шести режимах как на варианте, дающем достаточно подробную и в то же время легко обозримую картину распределения режимов по территории, при том что сами режимы четко отделяются друг от друга по своему содержанию.

Полученные результаты можно расценивать двояким образом. С одной стороны, мы получили некоторую классификацию (точнее, несколько вариантов такой классификации) множества объектов по комплексу признаков. Поскольку для всех этих объектов определены географические координаты, такая классификация является одновременно и районированием территории по тому же комплексу признаков. С другой стороны, области с относительно однородными значениями признаков, характеризующих процессы экзоморфогенеза и условия их развития, удобно трактовать, как области развития того или иного экзогеодинамического режима. Поэтому такое районирование можно рассматривать как способ выделения экзогеодинамических режимов, который дает возможность получать их количественные характеристики и пространственное распределение.

Неоднозначность результатов, возникающая на определенном шаге разбиения, является естественным следствием недостаточно сильного различия районов по выбранному набору показателей. При районировании, опирающемся не на формальный метод, а на качественно-интуитивные оценки, исследователь столкнется с той же неопределенностью в проведении границ районов и необходимостью выбирать тот вариант из нескольких возможных, который более отвечает его вкусам, или конкретным задачам работ. Вместе с тем, при заданном наборе характеристик и приемах анализа районирование, опирающееся на количественные методы и использование баз данных, имеет вполне определенные, воспроизводимые результаты.

Заключение

В пределах Московского региона вполне отчетливо выделяются, по крайней мере, четыре современных экзогеодинамических режима – консервативный режим низменностей с весьма слабыми показателями экзогеодинамики и три режима возвышенностей, отличающиеся как набором ведущих экзогенных процессов, так и стадий деструктивного преобразования новейших положительных морфоструктур. В своих основных чертах эти два типа режимов соответствуют режимам, выделяемым на

данной территории при районировании всей Русской равнины в целом. Это свидетельствует об устойчивости результатов примененного метода k-средних кластерного анализа при изменении масштаба исследования. Более дробное деление территории (на 5 или более режимов) для использованного набора характеристик не столь однозначно и допускает разные варианты.

Экзогеодинамические режимы Московского региона в значительной степени контролируются морфоструктурной дифференциацией – важную роль в их особенностях играют амплитуды неотектонических движений, отражающие интенсивность поднятий. Стадии эрозионной переработки рельефа, с которой в той или иной степени связано положение вершинной и базисной поверхностей, также являются существенной характеристикой некоторых режимов. Количественные показатели интенсивности экзогенных процессов позволяют оценить устойчивость рельефа и активность экзоморфогенеза, свойственные тем или иным современным режимам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бронгулеев В.Вад. Экзогеодинамические режимы Русской равнины // Геоморфология. 2000. № 4. С. 11–23.
2. Кофф Г.Л., Петренко С.И., Лихачева Э.А., Котлов В.Ф. Очерки по геологии и инженерной геологии Московского столичного региона. М.: РЭФИА. 1997. 185 с.
3. Лихачева Э.А., Макавеев А.Н., Тимофеев Д.А. и др. Геоморфология Москвы по материалам карты «Геоморфологические условия и инженерно-геологические процессы г. Москвы» // Геоморфология. 1998. № 3. С. 41–51.
4. Бронгулеев В.Вад., Тимофеев Д.А., Чичагов В.П. Геоморфологические режимы // Геоморфология. 2000. № 4. С. 3–10.
5. Казакова Н.М. Основные черты рельефа Московской области // Труды Института географии Академии наук СССР. 1957. LXXI. М.: Изд-во АН СССР, С. 5–14.
6. Спиридонов А.И., Веденская А.И., Немцова Г.М., Судакова Н.Г. Комплексное палеогеографическое районирование Московской области // Геоморфология. 1994. № 3. С. 32–42.
7. Большов С.К., Рубина Е.А. Современные геоморфологические процессы на территории Московской области // Геоморфология. 1994. № 3. С. 42–48.
8. Геоморфология СССР. Равнины европейской части СССР. М.: Наука, 1974. 255 с.
9. Судакова Н.Г., Веденская А.И., Немцова Г.М. Устойчивость литолого-палеогеографической основы природной среды Московского региона. Изв. РАН. Сер. геогр. 1997. № 1. С. 43–53.
10. Геоморфологическая карта СССР в м-бе 1:2 500 000. М.: ГУГК, 1987.
11. Карта новейшей тектоники Северной Евразии в м-бе 1: 5 000 000 / А.Ф. Грачев. М.: ГЕОС, 1997.
12. Бронгулеев В.Вад., Благоволин Н.С., Денисова Т.Б. и др. Некоторые особенности современной экзогеодинамики Русской равнины и вопросы ее картографирования // Геоморфология. 1997. № 3. С. 42–50.
13. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. 214 с.
14. Боровиков В.П. Популярное введение в программу STATISTICA. М.: Компьютер-Пресс, 1998. 246 с.
15. Бронгулеев В.Вад., Макаренко А.Г. О влиянии неотектонических движений на экзоморфогенез Русской равнины // Геоморфология. 2000. № 3. С. 3–14.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
19.09.2000

EXOGEODYNAMIC REGIMES OF THE MOSCOW REGION

V.Vad. BRONGULEYEV, M.P. ZHIDKOV, A.G. MAKARENKO

S u m m a r y

Recent exogeodynamic regimes in the central part of the Russian Plain – Moscow region – are under consideration. Their distinguishing is based on k-means method of cluster analysis; different sets of regimes are determined: from two to six regimes within the region. The quantitative characteristics of regimes and spatial distribution of the latter are described. Within the accumulative plains the regimes of conservative development are dominant, within the denudation plains the sequence of regimes may be revealed, which correspond to different stages of erosion development of landforms. Exogeodynamic regimes of Moscow region are strongly influenced by morphostructural differentiation: amplitudes of neotectonic movements play significant role in their distinctions.