

## КАРТОМЕТРИЧЕСКИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Гайворонская Н.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия (308015, г. Белгород, Победы, 85), e-mail: gaivoronskay2012@yandex.ru

На основе топографической карты Белгородской области масштаба 1:200 000 была разработана серия морфометрических карт (вертикального и горизонтального расчленения земной поверхности, крутизны и экспозиции склонов, порядков эрозионной сети и др.), позволившая получить количественные показатели, характеризующие рельеф Белгородской области. Данные показатели определяют основные природные предпосылки развития экзогенных геологических процессов, интенсивность проявления которых отражает степень напряженности эколого-геоморфологической ситуации в Белгородской области. Для исследования насыщенности Белгородской области эрозионными формами разного порядка составлена карта порядков эрозионных форм, позволившая выявить эрозионные формы различной генетической разновидности. Данная карта явилась базовой основой для морфометрической карты горизонтального расчленения рельефа. Карта горизонтального расчленения дает наглядное представление о пораженности территории Белгородчины эрозионными процессами, позволяет установить количественные характеристики морфометрических параметров рельефа, выявить его потенциальные возможности для развития экзогенных геологических процессов. Значительное вертикальное расчленение способствует увеличению агрессивности эрозионных процессов. Глубина расчленения рельефа в пределах области колеблется в диапазоне 20-110 м. Наибольшими показателями отличается восточная часть области, которую можно отнести к зоне риска.

Ключевые слова: морфометрия рельефа, вертикальное расчленение, горизонтальное расчленение, уклоны земной поверхности.

## CARTOMETRIC AND MORPHOMETRIC INDICATORS AS A BASIS FOR DETERMINATION OF NATURAL PREREQUISITES FOR THE DEVELOPMENT OF EXOGENOUS GEOMORPHOLOGIC PROCESSES ON THE TERRITORY OF THE BELGOROD REGION

Gaivoronskaya N.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Russia (308015, Belgorod, street Pobed , 85), e-mail: gaivoronskay2012@yandex.ru

On the basis of topographic maps of Belgorod region scale 1:200000, a series of morphometric maps (vertical and horizontal dismemberment of the earth's surface, steepness and the exposition of the slopes, orders erosion network and others) was worked up, which allowed to obtain quantitative indicators of the relief of the Belgorod region. These indicators determine the main natural prerequisites for the development of exogenous geomorphologic processes, intensity of which reflect the degree of tension of ecological-geomorphologic situation in the Belgorod region. For research saturation erosive forms of a different order in the Belgorod region, a map of the orders of magnitude of erosion forms was worked up, it makes possible to reveal erosion forms of different genetic variations. This map was the basis for morphometric map of horizontal dismemberment of relief. The map of horizontal dismemberment gives a graphic representation of the infestation of the territory of Belgorod erosion processes, allows to establish the quantitative characteristics of morphometric parameters of a relief, to reveal its potential for the development of exogenous geological processes. Significant vertical dismemberment contributes to the increase of aggressiveness of erosion processes. Depth dissection of relief within the region varies in the range of 20-110 m. the Highest indicators differs the Eastern part of the region, which can be attributed to the zone of risk.

Keywords: morphometry of relief, vertical fragmentation, horizontal dismemberment, the slope of the earth's surface.

**Введение.** В условиях интенсивно нарастающего и усложняющегося освоения человечеством земной поверхности изучение ее трансформации в целях рационального

природопользования приобретает все большую актуальность, т.к. в результате антропогенных воздействий возникают экологические опасности, которые могут вызвать неблагоприятные изменения состояния объектов природной среды, угрожающие жизни, здоровью и благосостоянию людей. К числу факторов морфогенеза, непосредственно влияющих на формирование эколого-геоморфологических условий, относятся морфоструктурные, генетические, динамические, возрастные и другие качественные особенности рельефа, которые в конечном результате отражаются в его морфологии. А морфология элементов рельефа любого уровня выражает себя картометрическими и морфометрическими характеристиками, такими как гипсометрия, структура порядков эрозионных форм, длины эрозионных форм, рисунок эрозионных форм, вертикальное и горизонтальное расчленение поверхностей и характеристика их уклона, экспозиция склонов. Именно данные показатели определяют основные природные предпосылки развития экзогенных геоморфологических процессов, интенсивность проявления которых отражают степень напряженности эколого-геоморфологической ситуации в Белгородской области. Выше сказанное и определяет актуальность данного исследования.

**Цель исследования.** Главная цель исследования заключается в получении картометрических и морфометрических показателей рельефа Белгородской области как основы выявления природных предпосылок развития экзогенных геоморфологических процессов.

**Материалы и методы исследования.** При проведении данного исследования был проанализирован литературно-картографический материал, использованы сравнительно-географический, картометрический, морфометрический методы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Комплексный морфометрический анализ структуры рельефа позволяет выразить сущность наземного рельефа и его особенности. Карты густоты, глубины расчленения в совокупности дают очень полное и наглядное представление о морфометрии рельефа, а карта порядков эрозионных форм позволяет рассмотреть пространственное размещение овражно-балочной сети. Они дают возможность подвести объективные цифровые показатели под характеристики форм рельефа. По ним можно судить об интенсивности геоморфологических процессов, их качественном своеобразии.

Основой для анализа структуры овражно-балочных систем послужили работы трех исследователей: Р.Е. Хортонa [5], подчеркнувшего единство всей гидрографической сети; Н.И. Маккавеева [2], выделившего деятельность временных русловых потоков как отдельное звено единого эрозионно-аккумулятивного процесса; А.С. Козменко [3], впервые предпринявшего попытку рассмотреть структуру овражно-балочной системы. В настоящее

время наибольшее распространение получил метод А. Стралера - В.П. Философова, базирующийся на основе исследований вышеперечисленных авторов [5]. Для исследования насыщенности Белгородской области эрозионными формами разного порядка, характеризующими степень активности эрозионных процессов, составлена и проанализирована карта порядков эрозионных форм Белгородской области масштаба 1:200 000, которая является базовой основой для морфометрической карты горизонтального расчленения рельефа. В пределах Белгородской области было выявлено 9620 эрозионных форм рельефа, генетической разновидностью которых являются ложбины, лощины, склоновые овраги (7491 шт.); крупные балки, донные овраги и суходолы (1705 шт.); крупные донные овраги и малые водотоки (353 шт.); долины рек с четко выраженным руслом, поймой и террасами (70 шт.). Эрозионные формы первого порядка доминируют в рельефе Белгородской области: они формируются на длинных пологих склонах, как правило, в хозяйственном использовании – это агроландшафты.

В таблице 1 приведены количественные показатели генетических разновидностей эрозионных форм и их процентное соотношение.

Таблица 1.

Структура порядков эрозионных форм рельефа территории Белгородской области

Порядки	Генетическая разновидность эрозионных форм	Количество шт.	% от всех эрозионных форм
1	Ложбины, лощины, склоновые овраги	7491	77,87
2	Крупные балки, донные овраги и суходолы, образованные временными водотоками	1705	17,73
3	Крупные донные овраги, малые реки (7-10 км)	353	3,67
4, 5, 6, 7	Долины рек с четко выраженным руслом, поймой и террасами	70	от 0,49 до 0,01

Наглядное представление о пораженности территории Белгородчины эрозионными процессами дает карта горизонтального расчленения (рис. 1).

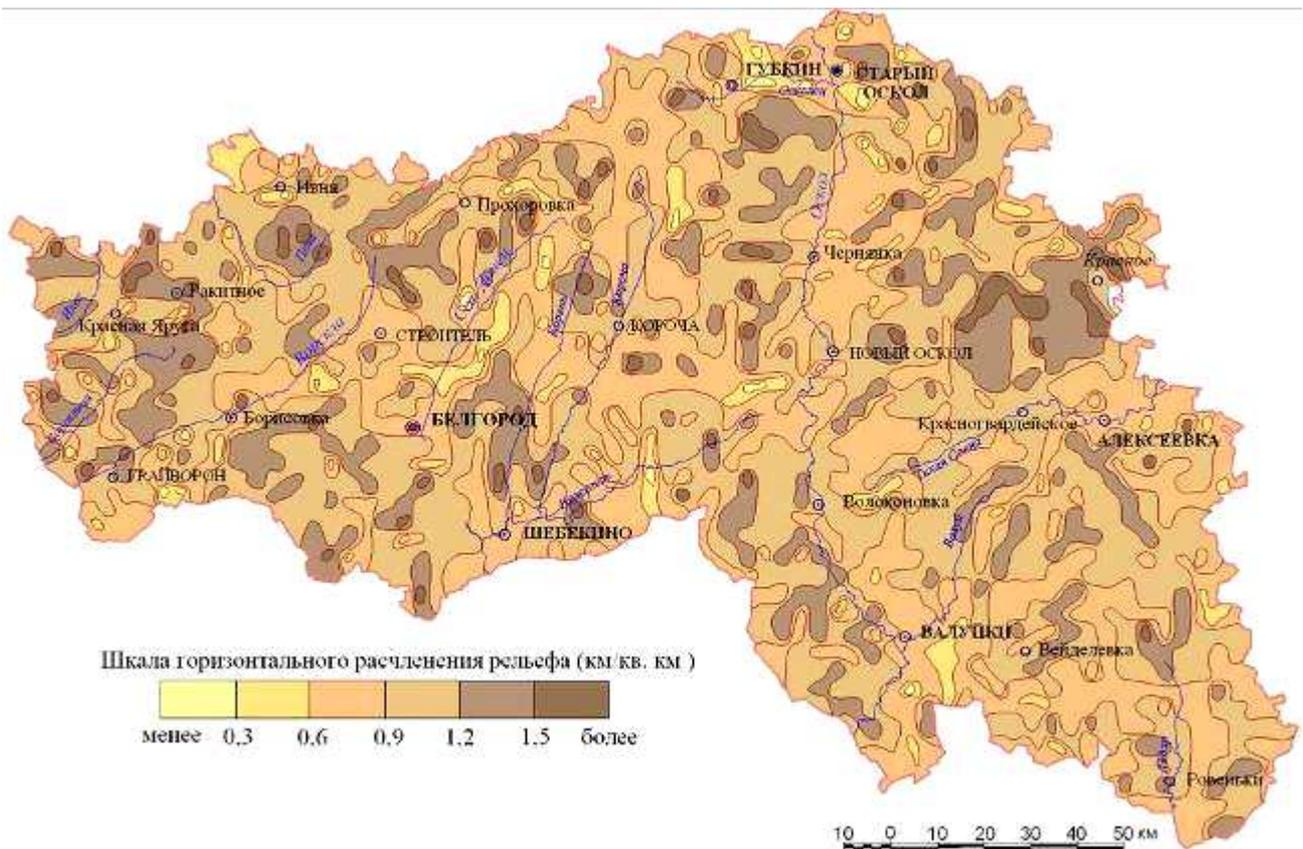


Рис. 1. Карта горизонтального расчленения

Густота эрозионной сети распределяется по территории Белгородской области неравномерно: она колеблется в пределах  $0,3\text{--}1,8 \text{ км/км}^2$ . Минимальные значения характерны для северной части области и приурочены к верховьям р. Сейм и его притоков. Здесь рельеф характеризуется сглаженными формами водоразделов шириной  $3,0\text{--}4,0 \text{ км}$ , с абсолютными отметками  $270\text{--}276 \text{ м}$ . Глубина эрозионного вреза балок и старых оврагов составляет  $10\text{--}15 \text{ м}$ . Молодые овраги и промоины по бортам балок практически не наблюдаются. Коэффициент густоты эрозионного расчленения не превышает  $0,8 \text{ км/км}^2$  (обычно  $0,6\text{--}0,7 \text{ км/км}^2$ ), а в верховье р. Сейм  $0,2\text{--}0,3 \text{ км/км}^2$ .

Для северо-западной части территории свойственна средняя степень эрозионного расчленения – от  $1,2$  до  $1,6 \text{ км/км}^2$ . Балки и овраги в основном узкие, плохо разработанные, отличаются большим количеством промоин на склонах. Древние балки и овраги переуглублены. Верховья оврагов имеют чаще всего ветвистую форму.

Наибольшими значениями коэффициентов густоты эрозионного расчленения ( $1,6\text{--}2,0 \text{ км/км}^2$ ) характеризуются северо-восточная и восточная части области, а также левобережная часть бассейна р. Северский Донец и бассейн р. Оскол в среднем его течении (рис. 2). Для этой части территории характерен значительный глубинный врез оврагов и балок до  $50\text{--}60 \text{ метров}$ . В северо-восточной части области на площади распространения ледниковых отложений и покровных суглинков рельеф представляет собой чередование балок и оврагов с узкими ( $1,5\text{--}2,0$

км) и извилистыми водоразделами, с абсолютными отметками высот 220-240 метров. Глубина вреза балок здесь составляет 45-60 метров.



Рис. 2. Береговой овраг в меловых породах долины реки Оскол

Балки начинаются пологими лощинами, в верховьях они осложнены деллями. Склоны балок и оврагов пересечены многочисленными промоинами. Южнее залегания ледниковых отложений верховья оврагов имеют циркообразную или продолговато-овальную форму, связанную с размывом и смывом рыхлых песчаных пород или с равномерным сходом небольших оползней. Слабое расчленение ( $0,3-0,5 \text{ км/км}^2$ ) приурочено к водоразделам. Активность овражных процессов нарастает к верховьям рек, достигая максимума в бассейнах эрозионных форм третьего порядка, где коэффициент колеблется от 1,5 и выше. Овражно-балочная и речная сети имеют древовидный тип рисунка. Их общая протяженность составляет 50 тыс. км. Для оценки потенциала оврагообразования на территории Белгородской области была построена карта плотности крупных оврагов и балок. На большей части территории овраги размещаются с плотностью  $0,5-0,75 \text{ ед/км}^2$ . На северо-западе и юго-востоке области располагаются ареалы с высокой концентрацией оврагов –  $1,0-1,5 \text{ ед/км}^2$ . Низкими показателями плотности оврагов –  $0,25-0,75 \text{ ед/км}^2$  отличается северо-восточная часть области.

Интенсивное эрозионное расчленение – один из главных показателей неблагоприятного экологического состояния земель Белгородской области. Ущерб, который эрозия наносит пахотным угодьям, как наиболее уязвимой категории земель, приводит к безвозвратной потере пахотного слоя, падению плодородия, к необходимости увеличения

объемов противоэрозионных работ и, следовательно, затратам на их осуществление.

Вертикальное расчленение характеризует активность эндогенной составляющей, в пределах которой происходит перераспределение энергии через разность геопотенциалов и вещества по вертикали. Для характеристики этих показателей нами была составлена изолинейная карта вертикального расчленения рельефа для Белгородской области по методике, разработанной А.И. Спиридоновым [3]. Показателем глубины вертикального расчленения рельефа является амплитуда колебания высот земной поверхности, то есть превышение вершин положительных форм над дном отрицательных форм. Глубина расчленения рельефа в области колеблется в диапазоне 20–110 м, что характерно для равнинных территорий. Ареалы с величиной расчленения 40-60 м расположены в западной и северо-западной частях Белгородской области. Большую часть территории занимают ареалы со средним и значительным расчленением (60-80 и 80-100 м). Небольшие площади, в виде отдельных пятен, представлены участками с сильным расчленением (100-120 м). В ареалах значительного и сильного вертикального расчленения в наибольшей степени проявляется агрессивность эрозионных процессов.

Одним из важнейших показателей рельефа являются углы наклона земной поверхности и экспозиция склонов. От величины углов наклонов земной поверхности в значительной степени зависят интенсивность и скорость перемещения грунтовых масс, поверхностных и подземных вод. В зависимости от ряда характеристик, главной из которых является величина угла наклона склонов, можно наблюдать распространение различных типов склоновых процессов. Так, при малых углах наклона наблюдается, как правило, медленное массовое смещение чехла обломочного материала (дефлюкция и др.), что говорит об устойчивости склонов; при возрастающей крутизне начинают проявляться процессы блоков движений, а также активного делювиального смыва; при условиях крутых склонов основными процессами являются собственно гравитационные (обвалы, осыпи). Анализ карты уклонов земной поверхности показал, что в пределах Белгородской области более 65% территории имеют уклон земной поверхности от 0° до 3°, 30% - 3-8°, около 5% - более 10°.

Карта экспозиции склонов в морфометрии имеет особое значение, так как синтезирует в себе многочисленную климатическую информацию. Анализ карты экспозиции склонов, полевые исследования позволили сделать некоторые выводы: при равенстве склонов по высоте, крутизне южные склоны пересечены эрозионными формами глубже и гуще, чем северные; на южных склонах гораздо больше первичных эрозионных форм, т.е. южные склоны более подвержены интенсивному разрушению, чем северные. О более интенсивном разрушении южных склонов свидетельствуют также многочисленные свежие конусы выноса у их подножий.

Составленная серия морфометрических карт позволила оценить природные предпосылки развития и распространения экзогенных рельефообразующих процессов. Основным процессом, во многом регулирующим и определяющим развитие рельефа на значительной части Белгородской области, является эрозионный процесс, поражающий около 60% ее территории. Территория Белгородской области является наиболее эродированной среди областей Центрально-Черноземного района. Активно развивающиеся овражно-балочные системы создают сильно расчлененный рельеф, увеличивают уклоны земной поверхности, что приводит к активизации делювиального смыва (рис. 3).



Рис. 3. Делювиальный смыв в Красногвардейском районе

Склоны речных долин и крупных овражно-балочных систем с уклонами от  $5-10^\circ$  и более часто являются областями активизации таких процессов, как оползни, осыпи. Приводораздельные склоны с углом наклона до  $5^\circ$  характеризуются средним геоморфологическим риском. Водораздельные пространства и слабо покатые склоны с углом наклона земной поверхности до  $2-3^\circ$  отличаются слабым развитием геоморфологических рисков.

### **Выводы**

Проведенные картометрические и морфометрические исследования территории Белгородской области позволили сформулировать следующие выводы:

- комплексный морфометрический анализ структуры рельефа позволяет не только детально охарактеризовать наземный рельеф не традиционным геоморфологическим языком (описанием), но и выразить его сущность и особенности при помощи морфометрических показателей; дает возможность создания банка данных морфометрической информации, важных для проведения геоморфологических исследований на разных уровнях и позволяет прогнозировать развитие негативных ЭГП, выявлять зоны риска при хозяйственном освоении территории, в том числе промышленном строительстве;
- морфометрические карты (вертикального и горизонтального расчленения земной поверхности, крутизны и экспозиции склонов, порядков эрозионной сети и др.), созданные на основе топографической карты масштаба 1:200 000, позволили получить количественные показатели, характеризующие рельеф Белгородской области.

*Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта по программе «Инициатива» НИУ «БелГУ», ВКГИ-030-2013.*

### Список литературы

1. Козменко А.С. Борьба с эрозией почв. – М. : Сельхозгиз, 1954. – 232 с.
2. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М. : АН СССР, 1955. – 346 с.
3. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. – М. : Недра, 1975. – 183 с.
4. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. – Саратов : Изд-во Саратовск. ун-та, 1975. – 230 с.
5. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. – М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1948. – 156 с.

### Рецензенты:

Петин А.Н., д.г.н., профессор, декан факультета горного дела и природопользования Белгородского государственного национального исследовательского университета (НИУ «БелГУ»), г. Белгород.

Корнилов А.Г., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой географии и геоэкологии факультета горного дела и природопользования Белгородского государственного национального исследовательского университета (НИУ «БелГУ»), г. Белгород.