

31. Косов Б.Ф., Любимов Б.П. Оценка деформаций овражных склонов гравитационными процессами для прогнозирования роста оврагов // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1979. Вып. 7. С. 90–100.
32. Blong R.J., Graham O.P., Veness J.A. The role of sidewall processes in gully development; some N.S.W. examples // Earth Surface Processes and Landforms. 1982. № 7. P. 381–385.
33. Crouch R.J. Erosion processes and rates for gullies in granitic soils. Bathurst, New South Wales, Australia // Earth Surface Processes and Landforms. 1990. V. 15. P. 169–173.
34. Зорина Е.Ф. Этапы в развитии оврагообразовательного процесса // XV Плен. межвуз. координ. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Волгоград: Перемена, 2000. С. 97–98.
35. Скоморохов А.И. О двух тенденциях в развитии овражно-балочного рельефа и возможностях противозерозионной защиты почв // Геоморфология. 1984. № 1. С. 103–111.
36. Кравченко Р.А. Аккумулятивный процесс в развитии овражных систем // Геоморфология. 2000. № 2. С. 12–18.

Московский государственный университет  
 Географический факультет

Поступила в редакцию  
 07.04.2003

## AN EMPLOYMENT OF RADIOISOTOPES FOR RECONSTRUCTION OF RECENT GULLIES DEVELOPMENT STAGES

V.R. BELYAEV, V.N. GOLOSOV, A.YU. SIDORCHOUK, P.J. WALLBRINK, E.S. MURRAY

### S u m m a r y

Authors suggest new method of gully history reconstruction for the last 50 years, based on  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ -dating of proluvium. The application of this method to a certain gully investigation together with a traditional geologic-geomorphologic studies has allowed to determine the thickness of the gully deposits, to fulfill their detailed stratification, to reveal the main events of the gully development during the period under consideration. The comparison with the data on land-use and precipitation has helped to suggest possible causes of these events.

УДК 551.4.012:551.435.162(470.1/.6)

© 2005 г. И.И. НИКОЛЬСКАЯ, С.Д. ПРОХОРОВА

## КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ<sup>1</sup>

Картографический метод является одним из основных при изучении особенностей распространения оврагов в различных регионах страны. Он позволяет дать общее представление о разных аспектах оврагообразовательного процесса: его последствиях, вероятности развития во всем многообразии природных условий, под влиянием разной степени антропогенной нагрузки на естественные ландшафты.

Суть картографического метода, согласно К.А. Салищеву [1], состоит во включении в процесс исследования промежуточного звена – географической карты, как модели изучаемых явлений. При этом карта выступает в двойной роли: в качестве средства исследования и как его предмет в виде модели, заменяющей собой реальное явление, непосредственное изучение которого невозможно или затруднено. А.М. Берлянт [2] вводит понятие картографического моделирования – создание, анализ и преобразование картографических произведений, рассматриваемых как модели реальных объектов и процессов с целью их использования для приобретения новых знаний об этих объектах и процессах.

В приложении к изучению овражной эрозии карта выступает как источник сведений о предмете. При этом, поскольку овраг является специфической формой рельефа,

<sup>1</sup> Работа выполнена по программе поддержки ведущих научных школ России (проект № НШ – 1443.2003.5).

размеры которой могут быть представлены лишь на картах достаточно крупного масштаба, где отражены линейные формы длиной свыше 70 м.

Картографический анализ позволяет с известным приближением дать характеристику морфометрии водосборов, в пределах которых происходит зарождение и развитие овражной эрозии, а также каждой из представленных на карте овражных форм – их длины, ширины, глубины, площади поперечного сечения, как функции ширины и глубины оврага, и объема, как произведение средней площади поперечного сечения на длину.

Анализ карт крупного масштаба позволил исследователям выделить типы оврагов в соответствии с их линейными размерами [3]. Это стало возможным, т.к. карта позволила перейти от единичного явления, зафиксированного на ней, к рассмотрению их распространения на крупных территориях и выявить особенности привязки к склонам с определенным продольным и поперечным профилем.

Анализ топографических карт позволяет также выделить типичные признаки, по которым различаются овраги склоновые, береговые и донные. Определенная длина, пересечение бровки склона, а главное – наличие морфометрически выраженного водосбора – это отличительные признаки склонового оврага. Береговые овраги не выходят за бровку склона и, как правило, являются образованиями чисто антропогенными, связанными с распашкой и другими видами сельскохозяйственной деятельности. Донные овраги наследуют крупные водосборные бассейны, поражая днища балок и суходолов: они создают условия для возникновения и развития овражных форм на их склонах.

В еще большей степени роль картографического анализа проявляется при разделении оврагов на первичные и вторичные. Последние, как известно, наследуют водосборный бассейн древних эрозионных врезов.

Составление карт овражности, фиксирующих овраги не как единичные формы, а как результат эрозионного процесса в показателях, характеризующих их распространение по территории, предпринималось с конца XIX века. Однако, до настоящего времени не существует достаточно надежных, а главное, общепринятых методов отображения на картах результатов процесса овражной эрозии. Поскольку овражность на территории имеет дискретное распространение, для ее изображения не приемлем способ изолиний, которым, как правило, пользуются для отражения на картах некоторых природных характеристик, например, температуры воздуха, глубины, рельефа (изотермы, изобаты, изогипсы и др.

В настоящее время общепринятыми способами отображения дискретных форм на картах являются способы картограмм и картодиаграмм. Оба эти метода, как известно, предполагают суммарную характеристику объектов для принятого контура и не претендуют на возможность оценки размещения объектов в пределах контура, а также закономерного, плавного перехода количественных характеристик рассматриваемых объектов между контурами. При таком изображении все получаемые показатели относятся только к общей площади квадрата картограммы или другой территориальной единицы.

Традиционный метод картограмм, представляющий особый способ картографирования явлений в пределах территориальных единиц [1], был применен для отображения овражности обширной территории юга Нечерноземной зоны. Картограммы густоты овражной сети ( $\text{км}/\text{км}^2$ ) и плотности оврагов ( $\text{ед}/\text{км}^2$ ) были составлены для центра Среднерусской возвышенности, ее восточных отрогов, а также территорий северной части Окско-Донской равнины и Мещерской низменности. По методике Е.М. Николаевской [4] была рассчитана площадь репрезентативного квадрата, не нарушающая соотношений между площадью водосбора и длинами склонов гидрографической сети на картографируемой территории. По топографической карте м-ба 1 : 25 000 определялись суммарная густота и плотность овражной сети в целом, а также густота и плотность отдельно береговых, склоновых и донных оврагов. Анализ крупномасштабных карт позволил получить основные формы привязки оврагов к разным

звеньям эрозионной сети, дать характеристику склонов и типичных водосборных бассейнов оврагов разных типов, проанализировать влияние природных характеристик на густоту и плотность оврагов.

Метод картограмм также использовался для составления карты среднего слоя овражной денудации (мм), который определялся как:

$$\eta = p_1 S_1 + p_2 S_2 + \dots + p_i S_i,$$

где  $p_1, p_2, p_i$  – густота оврагов,  $S_1, S_2, S_i$  – площадь поперечного сечения оврагов разных типов, полученная по топографическим картам, литературным данным и результатам экспедиционных исследований.

Полученный показатель и его картографическая интерпретация позволяют дать сравнительную оценку антропогенной (ускоренной) и естественной линейной эрозии, а также сопоставить потери земельных ресурсов от процесса смыва и овражной эрозии в разных регионах, что представляет значительный интерес, особенно для территорий давнего и активного сельскохозяйственного освоения. Этот же метод картограмм был использован при составлении карты “непроявляющейся” линейной эрозии. Для этой цели использовались расчетные характеристики средних длин склонов долинно-балочной сети и средние длины оврагов. Разность между этими величинами являлась осредненной характеристикой зоны свободной от развития овражной эрозии.

Методом картограмм и картодиаграмм составлялись также карты природных “факторов” овражной эрозии: размываемости грунтов, глубин базисов, коэффициента стока, густоты долинно-балочной сети. В качестве территориальных единиц использовались водосборные бассейны рек I порядка. Контуры водосборных бассейнов рек имеют то преимущество, что они могут быть четко выделены по гипсометрической карте.

Использование водосборных бассейнов рек в этих целях позволяет рассматривать процесс дальнейшего дробления водосборной площади речных бассейнов и увеличения густоты эрозионной сети [5]. Исследование процесса в контурах водосборов обеспечивает возможность определения влияния изменения величины расхода реки на состояние верхнего звена эрозионной сети бассейна, в частности, оврагов. В этих контурах может решаться и обратная задача – расчет влияния мероприятий на водосборе (накопление воды в прудах, водозадержание на пашне, орошение, обводнение и т.п.) на режим водотоков разного порядка. При этом возможно изменение скорости (интенсивности) развития оврагов и, как результат, – уменьшение объемов ежегодного выноса склонового материала в реки.

С другой стороны, бассейн любой реки, особенно крупной, выбранной в качестве территориальной единицы, представляет крайне пеструю картину развития овражной эрозии, на которую влияют как различия в природных параметрах, особенно морфометрии, так и антропогенное воздействие, что приводит к значительному осреднению показателей. Совмещение карт природных “факторов” развития оврагов позволяет объединить территории с близкими природными предпосылками оврагообразования. Однако, в этом случае возможны ошибки субъективного произвольного проведения границ контуров.

По оригинальной единой методике, разработанной под руководством Б.Ф. Косова, впервые были составлены авторские макеты карт плотности и густоты овражной сети в м-бе 1 : 2 500 000 на всю территорию бывшего СССР, на которых были учтены эрозионные формы длиной свыше 150 м [3]. Эти Созданные в начале 70-х гг. прошлого века, они являются уникальными и не потеряли своей актуальности до наших дней, отражая временной срез развития овражной эрозии. В последующем учениками Б.Ф. Косова работы по составлению карт были продолжены, содержание их было расширено за счет учета данных об оврагах длиной от 70 до 150 м, т.е. основной массы типичных современных склоновых оврагов [6].

В итоге были составлены авторские макеты карт густоты и плотности современных оврагов на территорию Европейской части России в м-бе 1 : 2 500 000 и на всю

территорию России в м-бе 1 : 8 000 000 со следующими ступенями шкал: для плотности, ед/км<sup>2</sup>: 1) <0.01; 2) 0.011–0.1; 3) 0.11–0.5; 4) 0.51–2.0; 5) 2.1–5.0; 6) >5.0; 7) – горные территории; для густоты, км/км<sup>2</sup>: 1) <0.01; 2) 0.011–0.02; 3) 0.021–0.1; 4) 0.11–0.5; 5) 0.51–1.3; 6) >1.3; 7) – горные территории.

Кроме общепринятых были предложены новые показатели овражности, такие как частота и приращение длины эрозионной сети за счет развития оврагов. Первый из них представляет собой количество оврагов на единицу длины более крупной эрозионной формы (реки или балки), к которым привязаны устьевые участки склоновых овражных водосборов. Второй показатель характеризует удлинение эрозионной сети за счет развития оврагов и определяется как частное от деления суммарной длины оврагов на исследуемом участке эрозионной сети на протяженность участка (км/км).

Также разработана система показателей овражности, отражающая результаты ее развития. К ним относятся, например, показатели: поражение оврагами площадей сельскохозяйственных угодий, длины склонов эрозионной сети. Нагрузка карт, составленных по этим характеристикам, получена в результате расчетного определения параметров с привлечением данных натурных, исследований, лабораторных экспериментов и топографических карт. Масштаб карты потерь площадей сельскохозяйственных угодий на территорию России за счет развития современной овражной сети – 1 : 1 500 000. Определение площади выполнялось в выделенных водосборных бассейнах рек I порядка (по карте м-ба 1 : 1 500 000), с привлечением данных о средней ширине и густоте оврагов разных типов в широком диапазоне природных условий. Данные о средней ширине оврагов получены по результатам детальных морфометрических измерений на ключевых участках, по натурным обследованиям и литературным источникам. Данные по густоте оврагов брались с одноименной карты. Для определения потерь площадей земельных угодий ( $F$ ) использовалась зависимость:

$$F = 100(p_1B_1 + p_2B_2 + \dots + p_iB_i), \%$$

где:  $p_1, p_2, p_i$  – густота оврагов разных типов;  $B_1, B_2, B_i$  – соответственно их средняя ширина.

Для определения градаций ступеней шкалы карты потерь площадей сельскохозяйственных земель (%) были построены гистограммы встречаемости различных значений показателя, анализ которых позволил выбрать следующие интервалы: 1) <0.01; 2) 0.011–0.1; 3) 0.11–0.5; 4) 0.51–1.0; 5) 1.1–1.5; 6) 1.51–2.0; 7) >2% [7].

Перечисленные выше карты, в которых отражены результаты развития современных оврагов на склоновых водосборах дают представление о негативных последствиях оврагообразования на картографируемой территории. Все они относятся к типу карт, которые, в первую очередь, использовались для характеристики территорий с точки зрения возможности использования земель под распашку, строительство жилых, хозяйственных и промышленных зданий, прокладку дорог, разного вида коммуникаций.

Количественной характеристикой интенсивности процесса овражной эрозии является т. н. “модуль” овражного выноса или суммарный объем выносимого из оврагов грунта на единицу площади в единицу времени. Величина модуля овражных выносов ( $\mu$ ) рассчитывается как:

$$\mu = \Pi \times V_{\text{ов}} \times S, \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2,$$

где:  $\Pi$  – плотность оврагов, ед/км<sup>2</sup>;  $V$  – средняя линейная скорость роста оврагов на территории, м/год;  $S$  – средняя площадь поперечного сечения оврага, м<sup>2</sup>. Расчет модуля овражных выносов выполнялся в контурах водосборных бассейнов рек первого порядка м-ба 1 : 2 500 000. Карта, содержащая сведения о ежегодном объеме выноса грунта из развивающихся оврагов на единицу площади контура, была составлена на территорию Европейской части России в соответствии со следующими градациями, м<sup>3</sup>/год × км<sup>2</sup>: 1) минимальный – <0.1; 2) очень слабый – 0.11–1.0; 3) слабый – 1.1–5.0; 4) умеренный – 5.1–10.0; 5) средний – 10.1–20.0; 6) выше среднего – 20.1–50.0; 7) значительный – 50.1–75.0; 8) высокий – 75.1–100.0; 9) очень высокий – >100.

## Оценка устойчивости территорий к овражной эрозии

Устойчивость, баллы	Потенциальные показатели овражности	
	плотность, ед/км <sup>2</sup>	густота, км/км <sup>2</sup>
0	>10	>1.5
1	5.1–10.0	1.1–1.5
2	2.1–5.0	0.51–1.1
3	0.11–2.0	0.021–0.5
4	0.1–0.01	0.02–0.01
5	<0.01	<0.01

Эта карта характеризует пространственную неравномерность интенсивности овражной эрозии в зависимости от зональных и региональных особенностей территории. Мозаика значений модулей обусловлена исключительным многообразием сочетаний природных условий, контуров карты плотности оврагов, их габаритов и характеристик современной динамики роста [8].

Картографическая интерпретация этого показателя позволяет при совместном рассмотрении с картой интенсивности склоновой эрозии (смысл с полевых угодий) оценить овражную составляющую в балансе наносов на водосборе, а также получить представление об объеме наносов, поступающих непосредственно от развивающихся оврагов в более крупные звенья эрозионной сети.

Карта длин склонов получена с использованием данных о суммарной протяженности всех линейных форм: рек, суходолов, балок, лощин и оврагов. В результате расчетным путем были определены средние длины склонов эрозионной сети Европейской части России и составлена карта в м-бе 1 : 2 500 000. Карта имеет семь градаций средних длин склонов в диапазоне от 0.15 до 5.0 км. Показатель средних длин склонов во многом определяет величину площадей склоновых водосборов, на которых линейная эрозия в настоящее время не развивается, а также размеры площадей, где образуются водотоки, способные сформировать крупные линейные врезы [9].

Один из наиболее существенных и интересных аспектов картографического анализа – это отображение расчетных параметров потенциала овражной эрозии, т.е. предельно возможного развития процесса. Причем в этом случае предпочтительнее метод картодиаграмм. В качестве территориальных единиц были выбраны водосборы рек I порядка т.к.: 1) необходимые для расчета “потенциала” данные о густоте долинно-балочной сети целесообразно определять в контурах водосборных бассейнов по одному из принятых в настоящее время методов расчета количества и протяженности потоков разных порядков; 2) в пределах водосборных бассейнов может быть применен метод пересчета глубин базисов эрозии для водотоков разных порядков, т.е. представляется возможность расчета одного из основных параметров, определяющих потенциал развития оврагов на территории; 3) контуры водосборных бассейнов, как ареалы для получения величин потенциала овражности, целесообразно использовать еще и постольку, поскольку это позволяет, при необходимости, сделать некоторые уточнения, проводя надежную границу по реке между двумя частями водосбора – правым и левым берегами, условия развития оврагов на которых нередко значительно различаются.

Потенциал овражной эрозии определялся по следующим показателям: густоте, плотности и площадям оврагов на территории водосборного бассейна. Для составления карт по этим показателям выполнялся комплекс картометрических и расчетных работ:

1. Выделение водосборных бассейнов рек I порядка на основе гипсометрических карт м-бов 1 : 2 500 000 и 1 : 1 500 000.

2. Составление карты глубин базисов эрозии в выделенных водосборах по методике Е.М. Николаевской [4].

3. Совмещение карт “факторов” овражной эрозии для каждого из водосборных бассейнов, в результате чего получены необходимые природные предпосылки развития оврагов для расчета потенциала оврагообразования (глубины базисов эрозии,

фильтрационная способность грунтов, сопротивляемость размыву – размывающие скорости, форма склонов долин речной сети, протяженность долинно-балочной сети).

4. Вычисление параметров “частоты” ( $C$ , ед/км) оврагов и “удлинения” эрозионной сети за счет развития оврагов ( $\Delta l$ , км/км), а также потерь площади на единицу протяженности долинно-балочно-суходольной сети ( $\Delta f$ , км/км<sup>2</sup>) для возможных вариантов природных характеристик на ключевых участках по картам м-ба 1 : 25000. Расчет выполнен для крупных эрозионных форм нескольких порядков (балки и суходолы длиной 1.5, 3.0 и 5.0 км). Полученные показатели приняты за репрезентативные для водосборных бассейнов, условия развития оврагов на которых характеризуются соответствующим комплексом природных факторов.

5. Составление авторского макета карты густоты эрозионной сети (без оврагов), для чего расчетным путем определялась протяженность эрозионных форм всех порядков, начиная от главной реки водосборного бассейна и до балочно-суходольных форм, длиной порядка 1.5–2.0 км. Полученные количественные характеристики сопоставлялись с данными карты оценки эрозионной опасности рельефа СССР [10]. Коэффициент корреляции оказался достаточным для вывода о возможности расчетного определения густоты эрозионной сети. По ряду географических регионов со специфической структурой эрозионной сети, отличающейся от центра Русской равнины, в расчет были введены определенные коррективы, составлен авторский экземпляр карты густоты эрозионной сети.

6. Расчет потенциала густоты, плотности и площади овражной сети, как произведение удельных характеристик “ $C$ ”, “ $\Delta l$ ”, “ $\Delta f$ ” на густоту эрозионной сети в каждом из выделенных на карте водосборных бассейнов рек.

7. Разработка легенды карт: плотность, ед/км<sup>2</sup>: 1) <0.01; 2) 0.011–0.1; 3) 0.11–0.5; 4) 0.51–2.0; 5) 2.1–5.0; 6) 5.1–10.0; 7) 10.1–15.0; 8) >15.0; густота, км/км<sup>2</sup>: 1) <0.01; 2) 0.011–0.02; 3) 0.021–0.1; 4) 0.11–0.5; 5) 0.51–1.1; 6) 1.1–1.5; 7) 1.51–3.0; 8) >3.0; потенциальная площадь оврагов на сельскохозяйственных землях, %: 1) <0.1; 2) 0.11–0.3; 3) 0.31–0.6; 4) 0.61–1.3; 5) 1.31–2.6; 6) 2.61–5.0; 7) >5.0 [6].

8. Составление авторских макетов карт потенциала овражной эрозии: для густоты и плотности на территории Европейской части России в м-бе 1 : 2500000; по площадям возможных оврагов – на всю территорию России в м-бе 1 : 1500000.

Картографическая интерпретация потенциальных характеристик овражности территории позволила выделить категории земель, различающихся устойчивостью по отношению к оврагообразованию (в баллах). Территории, овражный потенциал которых “крайне высок”, оценивается минимальным баллом устойчивости, территории с минимальной потенциальной овражностью, такие как Карелия, Мещера, Прикаспийская низменность – максимальным баллом. В принятой легенде (баллы от 0 до 5) составлена карта “устойчивости” земель к развитию овражной эрозии в м-бе 1 : 4000000. Количественные характеристики густоты и плотности соответствующие баллам устойчивости, приведены в таблице.

Одним из наиболее существенных аспектов изучения овражной эрозии является влияние ее на экологию. Если на урбанизированных территориях – в городах, местах разработки полезных ископаемых, при строительстве дорог, ущерб от овражной эрозии должен оцениваться в зависимости от отраслевой принадлежности повреждаемых объектов или затрат на их охрану и решаться индивидуально, то при региональной оценке совместного влияния “негативных” процессов на экологию, необходима разработка картографической интерпретации показателей ущерба. В зависимости от требований практики нередко бывают необходимы общие оценочные критерии для разного вида природно-техногенных, природных и природно-антропогенных процессов.

Анализ карт современной и потенциальной овражности позволяет дать оценку состояния территории по возможному продолжению процесса оврагообразования. Так, по разности современной и потенциальной плотности оврагов можно определить количество оврагов, которые могут образоваться на данной территории. Разность между потенциальной и современной густотой овражной сети показывает, на сколько может

удлиниться современная овражная сеть вследствие развития новых форм и от увеличения длины существующих оврагов, не выработавших потенциал длины. Разность между потенциальной и современной площадью оврагов дает представление о возможном ущербе для сельскохозяйственных угодий и о безвозвратных потерях гумусового горизонта. По полученным расчетным характеристикам, которые могут быть названы общим выражением “опасность оврагообразования”, составляются карты с количественными ареалами опасности развития процесса. Анализ количественных характеристик перечисленных карт “опасности” показывает в основном одинаковую направленность процесса образования оврагов на территории. Однако в отдельных регионах могут иметь место существенные различия. Например, при значительном потенциале плотности оврагов на территории с современными короткими склонами возможно лишь незначительное увеличение густоты овражной сети. Полученные карты распространения по территории “опасности” продолжения процесса позволяют рассматривать оврагообразование в общем комплексе природных “негативных” процессов, оценить его роль в экологическом состоянии регионов. Поскольку “потенциал” овражной эрозии является характеристикой предельно возможных размеров оврагообразования на территории, современную овражность можно рассматривать как его реализацию (полную или частичную). Карты “опасности”, как разность потенциала и его реализации, являются косвенным показателем длительности, активности и типа хозяйственного освоения территории. Например, некоторые регионы центра России, имеющие высокий “потенциал”, к настоящему времени его в значительной степени реализовали, что явилось результатом давнего и интенсивного развития сельского хозяйства. Картографическая интерпретация “потенциала” и его реализация позволяет наглядно проследить этот процесс.

Опасность развития овражной эрозии, как было отмечено выше, оценивается непосредственными показателями овражности: нереализованной плотностью, густотой и площадью оврагов, т.е. прогнозными параметрами. Однако, эти цифры без учета размеров потенциала не дают представления о его реализованной доли, т.е. не отвечают на вопрос о том, с какой активностью шел процесс оврагообразования. Например, на слабо освоенных территориях с высоким потенциалом или в регионах, где по природным условиям овраги как эрозионная форма развиты слабо, современная овражность может быть очень близкой, а потенциал отличаться в несколько раз. На территории давнего развития земледелия современная овражность может быть очень большой, а нереализованный потенциал соответственно низкий, приближающийся к характеристикам территорий, где овраги отсутствуют по природным предпосылкам.

Потенциал оврагообразования характеризует степень “уязвимости” территории по данному процессу. Отношение реализованного потенциала к “уязвимости” является оценкой прошлого в оврагообразовательном процессе на территории. Карта с показателями относительной реализации потенциала представляет собой одну из “специальных” карт экологического направления.

Известно, что овраги являются объектами, влияние которых негативно отражается на всех видах хозяйственной жизни, как в период их развития, так и после его завершения. При этом овраги растущие, зарастающие и заросшие оказывают разное влияние на экологию регионов.

Картографическая интерпретация современного состояния оврагообразования, его расчетного потенциала и нереализованной его части позволяет оценить экологическую обстановку в регионе с учетом всех негативных сторон процесса. При этом приоритет при оценке отдается современному развитию овражной эрозии, поскольку восстановление пораженных земель требует более значительных материальных затрат, чем охранные мероприятия. Овраги, расчлняющие в настоящее время водосборные бассейны рек и балок, для ограничения своего развития требуют больших объемов мелиоративных работ, чем зарождающиеся на склоновых водосборах промоины, которые при наличии концентрации в них стока могут превратиться в овраги.

По сочетанию показателей современной овражности и ее нереализованного потенциала по заданию МЧС был составлен авторский макет карты “Экологического состояния территории России по фактору овражной эрозии” в м-бе 1 : 5000000. Основным цветовым фоном или штриховкой на карте представлены четыре категории экологического состояния: опасная, умеренно опасная, мало опасная и незначительно опасная. Показатели нереализованного потенциала (прогноз) даны на карте значками. Количественные характеристики современной овражности определяются при совместном рассмотрении карты и прилагаемой к ней таблице. Помимо количественных показателей овражности, характеризующих негативную нагрузку на экологию территории, таблица содержит описание возможной разрушительной силы каждой из четырех категорий [11].

Одним из показателей ухудшения экологического состояния территории может считаться увеличение общей расчлененности рельефа и связанное с ней уменьшение длин склонов эрозионной сети. Известно, что дальнейшее развитие эрозионной сети осуществляется в основном за счет роста современных и образования новых склоновых оврагов. Потенциал густоты эрозионных форм на территории может быть определен путем совмещения карты прогнозной густоты оврагов и карты современной густоты балочно-суходольной и речной сети. Таким образом, с использованием полученных данных о суммарной густоте эрозионной сети были рассчитаны средние длины склонов и составлен авторский макет карты потенциальных длин в следующих градациях, км: 1) 0.08–0.15; 2) 0.16–0.3; 3) 0.31–0.5; 4) 0.51–0.8; 5) 0.81–1.25; 6) 1.26–2.5; 7) 2.6–5.0. Анализ карт позволяет оценить ущерб, который способна нанести овражная эрозия земельному фонду. Короткие склоны, кроме того, значительно усложняют прокладку всех видов коммуникаций, от дорожного строительства до трубопроводов и линий электропередач, а также все виды хозяйственных работ [9].

Таким образом, комплекс составленных карт различных проявлений овражной эрозии является основой получения сведений о современной овражной сети, источником материалов для анализа особенностей ее развития в разных регионах страны в широком диапазоне природных и антропогенных характеристик. Оценка природных “факторов”, проведенная по соответствующим картам, позволила расчетным путем определить перспективу оврагообразования (потенциал) в разных регионах. Совместное рассмотрение карт современной и потенциально возможной овражности дает материал для оценки “негативного” влияния оврагообразования на экологическое состояние регионов, а также для определения места разрушительных последствий оврагообразования в ряду других неблагоприятных явлений, характеризующих экологическую напряженность на территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салищев К.А. Картография. М.: Высш. шк., 1982. 272 с.
2. Берлянт А.М. Карта – второй язык географии. М.: Просвещение, 1985. 192 с.
3. Косов Б.Ф., Константинова Г.С. О новом содержании карты овражности // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ. 1972. № 2. С. 177–185.
4. Николаевская Е.М. Морфометрические карты: методические указания по проектированию и составлению комплексных научно-справочных атласов М.: Изд-во МГУ, 1966. Вып. 4. 29 с.
5. Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа. М.-Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. 272 с.
6. Зорина Е.Ф., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Заовраженность равнинных территорий России // Проблемы оценки экологической напряженности территории России: факторы, районирование. М.: Изд-во МГУ. 1993. С. 33–42.
7. Веретенникова М.В., Зорина Е.Ф., Любимов Б.П. и др. Карты современного и прогнозного поражения оврагами земель сельскохозяйственного фонда // Геоморфология. № 4. 1997. С. 27–33.
8. Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Интенсивность современной овражной эрозии на Европейской территории России // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 12. С. 96–100.
9. Никольская И.И., Прохорова С.Д. Картографическая оценка современных и прогнозных длин склонов эрозионной сети // Геоморфология. 1999. № 3. С. 50–56.

10. Тимофеев Д.А., Былинская Л.Н. Карта оценки эрозионной опасности рельефа СССР // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 24–25.
11. Зорина Е.Ф., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Оценка опасности оврагообразования // Геоморфология. 2002. № 2. С. 60–67.

Московский государственный университет  
Географический факультет

Поступила в редакцию  
01.08.2003

## CARTOGRAPHIC METHOD OF GULLY EROSION ANALYSIS

I.I. NIKOL'SKAYA, S.D. PROKHOROVA

### S u m m a r y

Authors consider the geographic map as the main source of information about gully erosion. Special maps of erosion factors make it possible to show the different aspects of the distribution and the development of gully formation. They involve quantitative characteristics of gully density, area affected and intensity of the process. The latter may be represented as gully runoff module on the catch basin of the larger links of drainage network.