

УДК 551.435.162 (470.45)

© 2019 г. А.В. СЕЛЕЗНЕВА, И.С. ДЕДОВА\*

## МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭРОЗИОННОГО РЕЛЬЕФА ВОЛГОГРАДСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

*Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия*

*\*E-mail: itrofimova@yandex.ru*

Поступила в редакцию 28.09.2017

После доработки 12.11.2017

Принята к печати 18.12.2018

По данным полевых наблюдений, дешифрирования космоснимков и морфометрической обработки топокарт, составлены картосхемы эрозионной расчлененности и проведено районирование Волгоградского правобережья (территории наиболее пораженной эрозией в Европейской части России) по интенсивности проявления эрозионных процессов. Средние значения густоты эрозионной сети составляют здесь от 0.1–0.3 до 3–4 км/км<sup>2</sup>. Дана оценка факторов развития эрозионных процессов: литологического, геоморфологического, климатического, биотического. На современном этапе развития рельефа Волгоградского правобережья активизация эрозионных процессов обусловлена антропогенным фактором. Наиболее распространены в Волгоградском правобережье сельскохозяйственные овраги, которые приурочены к территориям пашни и склоновых пастбищ. Установлено, что общие закономерности развития и распространения овражно-балочных систем зависят от зональных природных условий, а их специфика — от структурно-литологических и геоморфологических особенностей местности. По густоте эрозионных форм в Волгоградском правобережье выделены 4 группы районов. 1 — со слабым проявлением овражной эрозии — Хоперско-Бузулукская равнина — 0.2–0.5 км/км<sup>2</sup>; 2 — с умеренным проявлением овражной эрозии — Ергени и Чирско-Донское междуречье — 0.5–1 км/км<sup>2</sup>; 3 — со средним проявлением овражной эрозии — Гусельско-Тетеревятский кряж, Медведицкие Яры, междуречье Медведицы и Иловли, южное окончание Приволжской возвышенности и Арчедино-Донское плато (Волго-Донской водораздел) — 1–2 км/км<sup>2</sup>; 4 — с сильным проявлением овражной эрозии — Восточно-Донская гряда, Волго-Иловлинское междуречье, правобережье Хопра (восточная часть Калачской воз.) — 2–5 км/км<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** эрозия, овраг, балка, районирование, морфогенетический анализ.

<https://doi.org/10.31857/S0435-42812019488-101>

# MORPHOGENETIC ANALYSIS OF EROSION TOPOGRAPHY THE RIGHT VOLGA RIVER BANK (VOLGOGRAD REGION, RUSSIA)

A.V. SELEZNEVA AND I.S. DEDOVA\*

*Volgograd state socio-pedagogical University, Volgograd, Russia*

*\*E-mail: itrofimova@yandex.ru*

Received 28.09.2017

Revised 12.11.2017

Accepted 18.12.2018

## S u m m a r y

The article is devoted to a detailed morphogenetic analysis of erosion topography of the right Volga river bank (Volgograd region, Russia). The estimation of the factors in the development of erosion processes: lithological, geomorphological, climatic, biotic. It is established that the general trends of the development and the propagation of gully systems depend on the zonal conditions, and their specificity — from structural-lithological and geomorphological features of the area. The actual basis for the work, based on data from field observations, interpretation of satellite imagery, morphometric processing of topographic maps. The obtained results were used for compiling maps, morphometric characteristics of the relief and zoning of the right bank of the Volgograd city according to the intensity of erosion processes. It was established that the studied area is among the most erosion-affected territories in the European part of Russia with the average erosion density of the network from 0.1–0.3 up to 3–4 km/km<sup>2</sup>. Comparison of factors determining the intensity of the evolution and morphology of gully systems led to the conclusion that modern intensification of erosion is the result of economic activities.

**Keywords:** erosion, gully, beam system, zoning, morphogenetic analysis.

## Введение

Эрозионный рельеф доминирует в спектре форм Волгоградского правобережья. Активное развитие эрозионных процессов и широкое распространение созданного ими рельефа обусловлены давней земледельческой освоенностью, преобладанием в составе почвообразующих пород лёссов и лёссовидных суглинков, характеризующихся низкой противоэрозионной стойкостью, а также наличием естественных уклонов и значительных по протяженности склонов. Еще в начале XX в. Нижнее Поволжье было отнесено к территориям, наиболее пораженным эрозией, что отмечалось в трудах Н. И. Манилова (1938) и Н. И. Суца (1949), возглавлявших в регионе работы по противоэрозионной мелиорации [1]. В послевоенные годы морфогенетическое направление в эрозиоведении активно разрабатывает А. С. Козменко и находит обширный фактический материал в бассейне Среднего Дона и Нижнего Поволжья, где он выделил генетические типы древних и молодых эрозионных систем, а также обосновал плейстоцен-голоценовые флуктуации эрозионных процессов [2].

Позже, в 60–70-е годы XX в., исследования, проводимые НИЛ эрозии почв и русловых процессов МГУ под руководством Б. Ф. Косова, обосновали Нижнее Поволжье как район, наиболее пораженный эрозией, исходя из критериев широкого распространения литологических комплексов, различающихся по условиям и показателям размываемости ДНС (предельно допускаемые неразмывающие скорости), значительной вертикальной расчлененности и большими расходами твердого стока в створах малых водосборов [3]. Это подтверждается данными, полученными впоследствии нами [4], а также отражает набор факторов развития современных эрозионных процессов.

В 1960–1970-е гг. местной научной школой (Цыганков А. В.) была предпринята попытка районирования территории Волгоградской области с учетом показателей коэффициента эрозионной расчлененности ( $K_{эп}$ ), но без учета факторов активизации эрозионных процессов [5]. Впоследствии В. А. Брылевым были выделены циклы активизации эрозии в Нижнем Поволжье, начиная с раннего миоцена, скоррелированные с развитием древних речных систем, колебаниями Палео-Каспия и влиянием оледенений [6, 7]. В 1980–1990-е гг. вновь

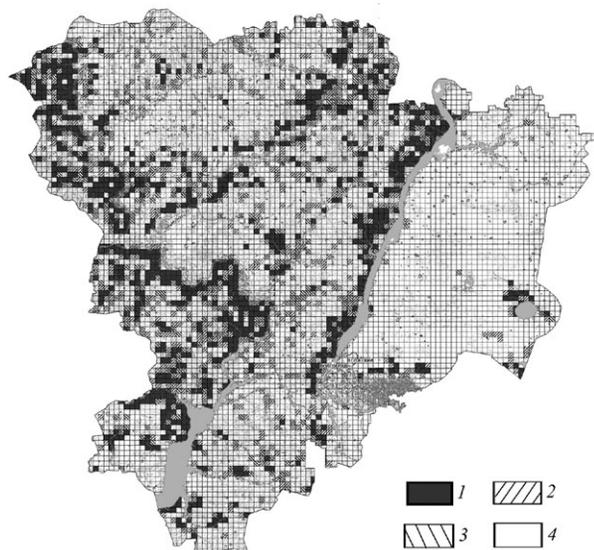


Рис. 1. Густота овражного расчленения Волгоградской области (составлено А. В. Селезневой с использованием пакета программ MapInfo)

Густота овражной сети, км/км<sup>2</sup>: 1 — более 0.75, 2 — 0.5–0.75, 3 — 0.1–0.5, 4 — овражная сеть отсутствует

го образования [13]. Пространственный анализ развития эрозионных форм в Волгоградском Поволжье позволяет выделить возвышенное правобережье, отличающееся наибольшими показателями эрозионного расчленения, и низменное Заволжье, почти лишенное эрозионных форм в силу палеогеографических и гипсометрических особенностей. Овражно-балочные системы особенно развиты по правым берегам рек Хопер, Дон, Волга, Медведица, Иловля и др. Показатели абсолютных высот Волгоградского правобережья колеблются от +100 м на юге правобережья и до +250...+300 м в его северо-восточной части. Густота общего эрозионного расчленения Волгоградского правобережья варьирует от 0.1–0.3 до 3–4 км/км<sup>2</sup>.

Предлагаемая нами схема эрозионного районирования расширяет уже имеющиеся данные, поскольку опирается на две базовые методики расчета эрозионного расчленения территории: методика “квадратов” А. И. Спиридонова [14] и бассейновый подход, разработанный казанской геоморфологической школой. Расчет уклонов проводился по формуле, предложенной А. И. Спиридоновым. Для уточнения показателей густоты оврагов и балок и уклонов местности нами использовались методики Ф. Ф. Бойко, Г. Г. Хасановой [15]; А. П. Дедкова и др. [16]. Плотность овражно-балочных систем вычислялась по методике Н. П. Калиниченко [17].

### Факторы развития эрозионных систем

Одним из важнейших факторов, определяющих интенсивность эрозионных процессов и морфологию овражно-балочных систем, является *противоэрозионная устойчивость рельефообразующих пород*. Для регионального анализа размываемости горных пород использовались величины неразмывающих скоростей ( $V_n$  м/с) для литологических групп и комплексов пород, участвующих в формировании данного рельефа (табл. 1).

Таким образом, разнообразные по возрасту и генезису осадочные породы объединяются в пять литолого-стратиграфических комплексов [20]:

I — толща песков с прослоями глин и песчаников юры, нижнего мела, палеогена и неогена, слагающая междуречья Иловли и Медведицы, Медведицы и Волги. Для нее усредненный показатель неразмывающих скоростей составляет 0.5–0.6 м/с.

актуальным становится морфогенетический подход в изучении эрозионных систем. А. В. Селезневой устанавливается прямая зависимость между значениями густоты овражно-балочной сети ( $K_{эп}$ ) и вертикальным расчленением территории [8], в результате была составлена карта овражной расчлененности Волгоградской области (рис. 1). К 2000-м гг. исследования эрозионных процессов носят локальный характер, отражая морфогенетические особенности овражно-балочных систем конкретных геоморфологических единиц Волгоградской области [9–12 и др.]. В 2016 г. с учетом наработок предыдущих лет была издана первая унифицированная карта эрозионной расчлененности Волгоградской области, где каждый район выделен в границах геоморфологических единиц, а значения  $K_{эп}$  являются собой усредненную величину для конкретного геоморфологического

Размываемость основных литологических типов пород и их комплексов на территории Волгоградского правобережья (составлено авторами по методике Б.Ф. Косова и др. [18] и Ц.Е. Миряхулава [19])

| Литология пород                | Размываемость, $V_n$ м/с | Основные комплексы пород                              | Средний показатель размываемости, $V_n$ м/с для категории | Категория пород по размываемости |
|--------------------------------|--------------------------|---|---|----------------------------------|
| Песок мелкозернистый           | 0.17–0.32                | Пески<br>разнозернистые                               | 0.7   | I                                |
| Песок среднезернистый          | 0.27–0.57                |   |   |                                  |
| Песок крупнозернистый          | 0.47–0.75                |   |   |                                  |
| Лёсс                           | 0.60–0.80                | Легкие суглинки,<br>лёссовидные<br>супеси, лёссы      | 0.7   |                                  |
| Супесь                         | 0.65–0.70                |   |   |                                  |
| Легкий суглинок                | 0.45–0.80                |   |   |                                  |
| Глина среднеплотная            | 0.70–1.00                | Глина<br>среднеплотная                                | 1.0   | II                               |
| Глина плотная                  | 1.00–1.30                | Глины плотные   | 1.3   | III                              |
| Суглинок тяжелый<br>с валунами | 1.3                      | Суглинки тяжелые,<br>моренные с гравием<br>и валунами | 1.3   |                                  |
| Гравий крупный                 |                          |   |   |                                  |
| Мел                            | 2.1                      | Мел, мергель,<br>доломит                              | 2.1   | IV                               |
| Мергель, доломит               | 2.0–2.1                  |   |   |                                  |
| Известняк пористый             | 2.5–3.0                  | Известняки  | 3.7   | V                                |
| Известняк плотный              | 3.7–4.0                  |   |   |                                  |
| Песчаник доломитовый           | 3.7–4.0                  | Песчаники   |   |                                  |
| Песчаник известковый           | 2.5–3.0                  |   |   |                                  |

II — глины с прослоями песков и песчаников юры, залегающие там же, с усредненным показателем неразмывающих скоростей 1.2–1.3 м/с.

III — толща меловых отложений, опок, мергелей, с прослоями глин. Эти породы мела и палеогена развиты в междуречье Терсы и Медведицы. Усредненный показатель неразмывающих скоростей 2.1 м/с.

IV — пески и песчаники нижнего мела в комплексе с мелями, опоками и песчаниками верхнего мела. Занимают обширные площади междуречий Медведицы, Иловли и Волги в северной части Приволжской возвышенности. Усредненный показатель неразмывающих скоростей 3.7 м/с.

V — известняки и кварцевые песчаники карбона, развитые с правобережье р. Дон и в бассейне р. Арчеда. Усредненный показатель неразмывающих скоростей 4.5 м/с.

Взаимоотношение коренных и рыхлых покровных отложений, в которых развиваются эрозионные системы, обуславливают существование в Волгоградском правобережье двух-, трех- и многочленных сложно построенных литолого-стратиграфических комплексов. Именно они определяют особенности продольного профиля, морфологию склонов, их крутизну и т. д. (рис. 2).

*Геоморфологический фактор* развития эрозионных систем сводится к оценке уклонов, длины и формы склонов, а также глубины базиса эрозии [3]. Л. Е. Сетунская в качестве геоморфологических факторов развития эрозионных систем выделяет расстояния вершины оврага от линии водораздела, что определяет длину пробега временного потока, а также угол наклона ( $I$ ) поверхности, определяющий величину скорости потока [21]. Так, например, большинство склонов балочных и речных систем Восточно-Донской гряды относятся к категории длинных, а их размерность варьирует от 1500 м до более 10 000 м. Значительные показатели длины склонов отмечены для эрозионных систем древнего заложения (более 20 км), что является благоприятным фактором для активного оврагообразования. Этому также способствует и уклон местности. Известно, что при наличии уклонов в более чем  $0.38^\circ$  отмечается микроручейковый разрыв, а при наличии уклонов  $1.30^\circ$ – $2.36^\circ$  уже отмечается струйчатый разрыв [22]. Нами были подсчи-

Поперечный (а) и продольный (б) профили балки Липкинская

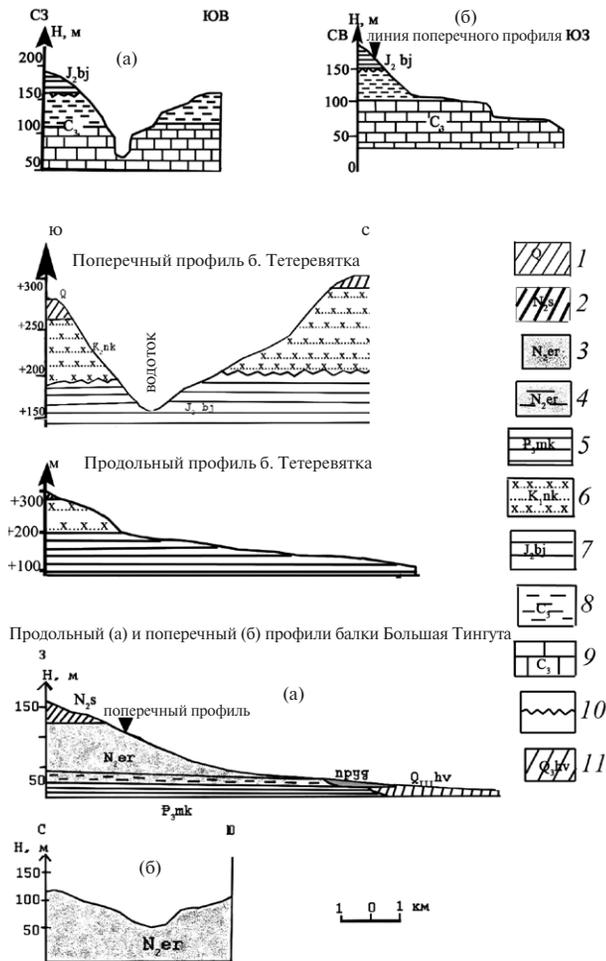


Рис. 2. Особенности строения продольного и поперечного профилей овражно-балочных систем Волгоградского правобережья в различных литолого-стратиграфических условиях (б. Липкинская, Арчединско-Донское плато; б. Тетеревятка, Гусельско-Тетеревятский кряж; б. Большая Тингута, возв. Ергени)

1 — суглинки покровные, четвертичная система нерасчлененная; 2 — суглинки и глины красно-бурые, скифская свита, плиоцен; 3 — пески древнеаллювиальные кварцевые, ергенинская свита, плиоцен; 4 — водоносный горизонт ергенинских песчаных отложений; 5 — глины слоистые, темно-серые, майкопская свита, олигоцен; 6 — песчаники железненные, неокомский ярус, нижний мел; 7 — глины слоистые, серые, байосский ярус, средняя юра; 8 — аргиллиты и глины, верхний карбон; 9 — известняки органогенные, местами окремненные, верхний карбон; 10 — стратиграфическое несогласие; 11 — глины слоистые, “шоколадные”, хвалынский ярус, верхний плейстоцен

таны средние показатели уклонов по сетке квадратов по картам масштаба 1:200 000 и 1:100 000 и по отдельным водосборным бассейнам. Установлено, что в Волгоградском правобережье преобладают уклоны 1°–2° и 2°–4°, составляющие на отдельных территориях до 70% (например, Калачская возвышенность). Однако, анализ отдельных балочных водосборов позволяет отследить уклоны в 3°–6° и 6°–12°. Уклон — определяющий фактор в выработке продольного профиля эрозионной формы, т.к. для данной территории прослеживается корреляция между этими показателями ( $K_{кор} = -0.73$ ) (рис. 3).

Форма склонов речных долин, оврагов и балок различна. На рассматриваемой территории представлены прямые, выпуклые и вогнуто-выпуклые профили склонов (рис. 2). Как правило, большую ширину и относительную высоту имеют склоны солнечной экспозиции, что является важным оврагообразующим фактором и следствием влияния климата. Именно здесь, за некоторым исключением, отмечается большая плотность и число овражных форм и промоин, чем на теневых склонах (табл. 2).

Большое значение для эволюционной активности эрозионных форм играет климатический фактор. Климатические условия Волгоградского правобережья активно влияют на развитие эрозионных форм. Так, средняя амплитуда температур в течение года составляет более 30 °С, а в отдельные годы до 50 °С, что оказывает влияние на механическое состояние грунтов и активизацию их термического выветривания, особенно в межсезонье. Оттаивание почвы отмечается в конце марта — начале апреля (до 4 апреля), с чем связана сезонная активизация эрозионных процессов в пределах рассматриваемой территории.

Водность временных потоков непосредственно связана

с характером, интенсивностью выпадения осадков и распределением их по сезонам. Большое влияние на рост и развитие молодых эрозионных форм оказывают осадки холодного времени года. Их количество варьирует от 100 до 150 мм [23]. Для подтверждения роли климата в активизации роста оврагов вершинной, переуглублении их тальвега и влияния на изменение профилей склонов, нами был заложен эксперимент на четырех эрозионных формах по методике Л. Е. Сетунской [24] в границах Восточно-Донской гряды. Мониторинговые исследования в течение весны и осени 2004–2006, 2010–2011 гг. показали, что прирост отдельных эрозионных форм вершиной происходит именно в весеннее время и составляет более 1 м. При этом, активизируется размыв бортов оврага и конусы выноса наращиваются на 3–5 см в год в высоту, увеличивается мощность осыпей до 1.1 м, тальвег ежегодно переуглубляется на 5–20 см и нарастает вширь до 1 м.

Таким образом, влияние климатических условий Волгоградского правобережья на динамику морфолитогенных процессов выражается в вершинном росте оврагов, изменении их продольных и поперечных профилей. Если развитие эрозионной формы тормозится биотическим компонентом (растительностью), то важную роль в изменении ее морфологии играют процессы термического выветривания в летнее время.

*Биотический фактор* эволюции эрозионных форм рельефа обусловлен противоэрозионной ролью растительности. На покрытых лесом участках даже при уклонах до 30° практически прекращается поверхностная эрозия, а кроны деревьев и кустарников уменьшают

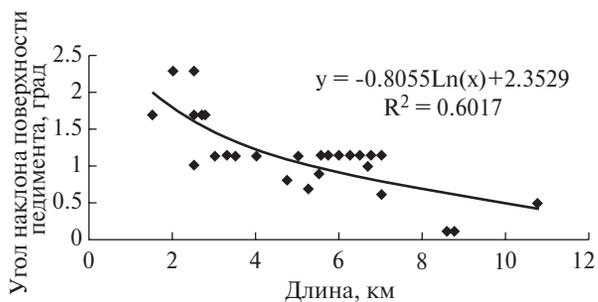


Рис. 3. Зависимость показателей длин эрозионных форм и угла наклона поверхности в пределах Восточно-Донской гряды

Таблица 2

**Пораженность оврагами склонов отдельных эрозионных систем Восточно-Донской гряды**

| Эрозионная система | Площадь склонов, км <sup>2</sup> |                    | Плотность оврагов, шт./км <sup>2</sup> |                           | K <sub>эп</sub> , км/км <sup>2</sup> |                           |
|--------------------|----------------------------------|--------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|                    | солнечной экспозиции             | теневой экспозиции | склоны солнечной экспозиции            | склоны теневой экспозиции | склоны солнечной экспозиции          | склоны теневой экспозиции |
| Перелазный         | 3.5                              | 2.6                | 5                                      | 5                         | 1.7                                  | 1.5                       |
| Облавной           | 6.1                              | 4.6                | 5.4                                    | 2.6                       | 2                                    | 0.8                       |
| Акимовский         | 6.2                              | 3.1                | 7.6                                    | 5                         | 3.5                                  | 1.1                       |
| Чекунов            | 2                                | 2.5                | 7                                      | 4                         | 1.4                                  | 0.8                       |
| Герасимовский      | 5.4                              | 3.8                | 10                                     | 8.4                       | 18.1                                 | 3.3                       |
| Бол. Акатовский    | 4                                | 3                  | 12                                     | 11                        | 5.6                                  | 1.4                       |
| Бузулук            | 5                                | 5                  | 5.2                                    | 3.6                       | 1.4                                  | 3.6                       |
| Широкий            | 5                                | 3                  | 4                                      | 4                         | 1.6                                  | 1                         |
| Медведев           | 1                                | 0.4                | 14                                     | 12.5                      | 4.25                                 | 3.1                       |
| Задано-Авиловский  | 2                                | 4.5                | 4.5                                    | 6.2                       | 1.5                                  | 3.6                       |
| Филимоновская      | 7.5                              | 7                  | 6.5                                    | 2.7                       | 6.25                                 | 1.4                       |
| Кисляковский       | 18                               | 12.5               | 3                                      | 3                         | 2                                    | 1.6                       |
| Сафроновский       | 3.75                             | 2.4                | 4                                      | 3.3                       | 2                                    | 0.9                       |
| Березовник         | 3                                | 1.6                | 7                                      | 6.3                       | 3.3                                  | 1.9                       |

капельную деструкцию грунтов и их смыв [25]. Влияние травянистого и древесно-кустарникового покрова на динамику эрозионных систем было отмечено для ключевых участков. Установлено, что приростом не обладали верховья с высокой концентрацией растительности. Важное значение играет лесопокрытая площадь водосборов, особенно степень облесенности верховий, которая колеблется от 0.01 км<sup>2</sup> у небольших по площади балочных систем, обладающих вторичным врезом, до 5.6 км<sup>2</sup> у древних протяженных балок.

### Морфогенетический анализ отдельных районов развития эрозии Волгоградского правобережья

Рассмотренный комплекс факторов развития овражной эрозии определяет пространственную неоднородность в распределении густоты эрозионных форм в Волгоградском правобережье, что позволяет выделить следующие группы районов (рис. 4):

- 1 группа — со слабым проявлением овражной эрозии — Хоперско-Бузулукская равнина — 0.2–0.5 км/км<sup>2</sup>;
- 2 группа — с умеренным проявлением овражной эрозии — Ергени и Чирско-Донское междуречье — 0.5–1 км/км<sup>2</sup>;
- 3 группа — со средним проявлением овражной эрозии — Гусельско-Тетеревятский кряж, Медведицкие Яры, междуречье Медведицы и Иловли, южное окончание Приволжской возвышенности и Арчедино-Донское плато (Волго-Донской водораздел) — 1–2 км/км<sup>2</sup>;
- 4 группа — с сильным проявлением овражной эрозии — Восточно-Донская гряда, Волго-Иловлинское междуречье, правобережье Хопра (восточная часть Калачской возв.) — 2–5 км/км<sup>2</sup>.

С эколого-геоморфологических позиций указанные группы принадлежат территориям, имеющим достаточно высокий природно-ресурсный потенциал, длительную освоенность человеком и реальную возможность опасного проявления овражной эрозии. Основными критериями для их обоснования являются морфология и морфометрия овражно-балочных систем, вертикальное расчленение территории, анализ литолого-геоморфологических и антропогенных факторов оврагообразования. Климатические и биотические факторы являются единственными для всего Волгоградского правобережья и первостепенной роли в обосновании указанных групп районов не играют.

К **первой группе районов** нами отнесена только Хоперско-Бузулукская равнина, имеющая аккумулятивный водно-ледниковый генезис. Ее рельеф имеет полого-увалистый характер и представлен хорошо разработанной в послеледниковое время ( $Q_{II}$ ) речной сетью и пологими склонами водоразделов с абсолютными отметками от 100–120 до 160–170 м. Абсолютные отметки врезов речных систем данной территории (бассейн р. Бузулук) составляет +106... +69 м. В геологическом отношении территория сложена четвертичным комплексом осадков (валунные моренные суглинки, пески, глины) с незначительными показателями ДНС 0.7–1.3 м/с и монотонным строением литолого-стратиграфических комплексов (категория I). Здесь отмечаются крайне малые значения уклонов 0.18°–3.12°, которые при значительной ширине склонов в 1–5 км не способствуют активной денудации. Глубина вреза овражно-балочных систем небольшая и составляет 15–20 м. Молодые овраги и промоины встречаются вблизи населенных пунктов и дорог, зато превалируют древние балочные системы густотой до 1.6 км/км<sup>2</sup>.

**Вторая группа районов** включает возвышенности юга Волгоградского правобережья. Они характеризуются большой вертикальной расчлененностью в 60–100 м (абс. высоты +150...+180 м у Ергеней до +100...+150 м — Чирско-Донское плато) и низкими показателями ДНС (0.7–1.3 м/с), благоприятными для развития эрозионных процессов. Средние уклоны рассматриваемых территорий составляют 0.12°–4.18°. В пределах обеих возвышенностей густота эрозионных форм изменяется от 0.04 до 0.8 км/км<sup>2</sup>, лишь местами достигая 1 км/км<sup>2</sup> (водосборы балок Сухая, Калмышкая, Озерная, рр. Донская Царица, Аксенец, Цимла и т. д.). Овражно-балочные системы характеризуются разработанными выпукло-вогнутыми профилями, выположенностью склонов. Территории с коэффициентом от 0.01 до 0.6 км/км<sup>2</sup>

составляют 70.3% [10]. Среди оврагов преобладают склоновые, легко размывающие пески ергенинской свиты и покровные лёссовидные породы. Этому также благоприятствуют широкие склоны в 3–8 км древних балочных систем (Большая и Малая Тингута, Мышкова, Солоная и т.д.). Преобладающий коэффициент балочного расчленения — 0.2–0.4 км/км<sup>2</sup>. Для водосборов отдельных балочных эрозионных систем характерны показатели эрозионного расчленения более 0.8 км/км<sup>2</sup>.

К третьей группе районов относятся геоморфологические единицы, выделяемые в пределах Приволжской возвышенности, за исключением Волго-Иловлинского междуречья. Эта территория относится к наиболее опасным по интенсивности проявления овражной эрозии, так как густота овражно-балочной сети превышает 1 км/км<sup>2</sup>. В этих районах, имеющих глубину местных базисов эрозии больше 150 м, ежегодный прирост в каждом “свежем” овраге составляет в среднем от 2 до 7 м. В отдельных случаях прирост составляет более 20 м. В таких районах необходимы срочные меры по борьбе с интенсивным ростом оврагов.

Активные неотектонические движения, разнообразие рельефообразующих пород, сложная палеогеографическая обстановка в сочетании с интенсивной хозяйственной деятельностью обусловили высокие значения коэффициентов эрозионного расчленения (до 2.5–3 км/км<sup>2</sup>). Абсолютные отметки водоразделов изменяются от +300...+270 м до +200...+140 м в направлении с северо-запада на юго-восток, средняя глубина местного базиса эрозии колеблется от – 10 м (урез р. Волги у г. Волгограда) до +70...+150 м (Гусельско-Тетеревятский кряж). Развитие эрозионных форм протекает в сложно построенных литолого-стратиграфических трехчленных комплексах, относящихся к II, III и V категориям. Они формируются в толщах прочных песчаников верхнего мела (ДНС — 3.7 м/с), глин и песчаников (ДНС — 1.0–3.7 м/с) средней юры и покровных четвертичных суглинках (ДНС —

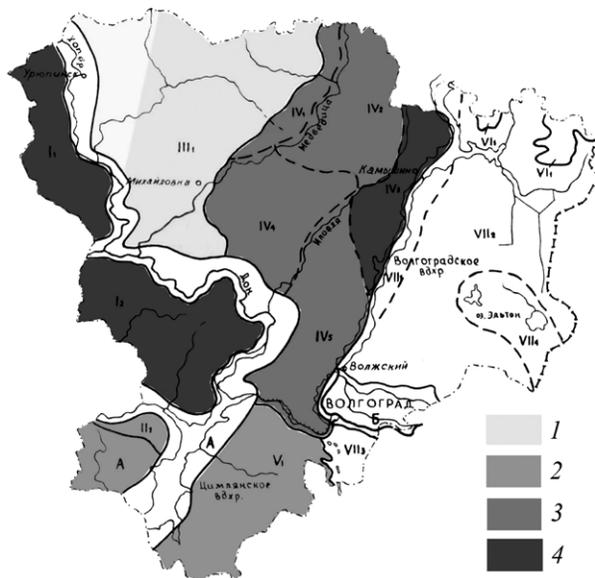


Рис. 4. Схема зонирования Волгоградского правобережья по морфогенетическим особенностям эрозионной сети Районы с проявлением водной эрозии: 1 — слабым, 2 — умеренным, 3 — средним, 4 — сильным.

Геоморфологическое районирование [13]: I — Среднерусская возвышенность (I<sub>1</sub> — Калачская пластовая возвышенность, I<sub>2</sub> — Восточно-Донская пластово-ярусная гряда); II — Доно-Донецкая равнина (II<sub>1</sub> — Чирско-Цимлянское плато (Чирско-Донское)); III — Окско-Донская низменность (III<sub>1</sub> — Хоперско-Бузулукская ледниково-эрозионная равнина); IV — Приволжская возвышенность (IV<sub>1</sub> — Медведицкие эрозионно-тектонические Яры, IV<sub>2</sub> — Медведицко-Иловлинская бронировано-ярусная гряда, IV<sub>3</sub> — Иловлинско-Волжская пластово-ярусная возвышенность, IV<sub>4</sub> — Арчдинско-Донское аккумулятивно-денудационное плато, IV<sub>5</sub> — аккумулятивно-денудационная южная часть Приволжской возвышенности); V — Ергени (V<sub>1</sub> — северное аккумулятивно-денудационное плато Ергеней); VI — Сыртовая равнина (VI<sub>1</sub> — отроги Низкого Сырта); VII — Прикаспийская низменность (VII<sub>1</sub> — Приволжская песчаная гряда, VII<sub>2</sub> — Хвальнская морская глинистая равнина, VII<sub>3</sub> — Сарпинская эрозионно-морская низменность, VII<sub>4</sub> — Лиманно-озерная низменность). А — долина Дона и его крупных притоков, Б — долина Волги, В — Волго-Ахтубинская пойма. Сплошной линией показана граница геоморфологических областей, пунктирной — геоморфологических районов

0.7–1.0 м/с) в северной части. На юге рассматриваемой группы районов показатели ДНС незначительные (0.7–1.0 м/с), благоприятные для быстрого роста овражной сети. Литолого-стратиграфические комплексы формируются в песчано-опоково-глинистых толщах палеоген-неогена.

Особенно активна овражная эрозия по правым берегам Медведицы, Иловли и Волги, где распространены береговые и приводораздельные овраги, с глубиной от 3 до 15 м и шириной от 5 до 25 м. Овраги чаще встречаются в междуречье Иловли и Медведицы, сложенном разнородными породами и имеющем нарушенное залегание пластов, где местность более расчленена и холмиста, а средние показатели уклонов составляют 6–11°. Особенностью этих территорий является развитие древних эрозионных форм, обладающих U-образными долинами со ступенчатыми склонами, врезанными на глубину 80–100 м (балки Гнилушка, Овраг Караульный, Семеновка и др.). Они начинаются на водоразделах небольшими лощинами, затем углубляются и расширяются. Междуречья представлены куэстовыми моноклиналиными плосковершинными грядами, выработанными в проточных железненых песчаниках неокома. Активизация оврагообразования здесь связана с наличием достаточно крутых и высоких склонов и соответствующих гидрогеологических условий. Вершины их древовидно разветвлены; часто в верховьях наблюдаются широкие циркообразные понижения, от которых веером расходятся мелкие овраги. Густота эрозионного расчленения колеблется от 0.6–1.2 км/км<sup>2</sup> (Гусельско-Тетеревятский край) до 2–3 км/км<sup>2</sup>. Глубина врезания оврагов и балок колеблется от 20 до 140 м.

Медведицкие Яры характеризуются снижением абсолютных высот с запада на восток от +240 м до +170 м. Здесь овражно-балочная сеть характеризуется густотой 1–1.5 км/км<sup>2</sup> и развивается в сложных геологических условиях. Верховья отличаются древовидным рисунком, обилием притоков первого порядка, т. к. развиты в породах с незначительными показателями ДНС (моренные суглинки — 1.3 м/с, пески ергенинской свиты плиоцена — 1.0 м/с). Среднее течение врезано в опоковидные глины и песчаники верхнего мела и палеогена с показателями ДНС 1.3–2.1 м/с. Глубина врезания овражно-балочных систем колеблется от 50 м (для эрозионных систем, относимых к водосбору р. Бузулук и развитых в песчано-суглинистых породах) до 100 м, впадающих в р. Медведицу. Склоны балочных и овражных систем неширокие, от 0.5 км до 3–4 км. Значительные перепады высот, наличие уклонов в 2–10° благоприятны для активного проявления овражной эрозии, основной ареал которой приурочен к восточному склону Яров. Здесь развиты короткие (несколько км), глубокие, с V-образным профилем, овраги, открывающиеся на пойму р. Медведицы мощными конусами выноса. Эрозионные системы западного склона Яров протяженные, выработанные, достигающие длины в 20 км и более (б. Крайшевка, Белые Пруды и др.), склоны которых отличаются вогнутым и полого-вогнутым профилем.

Южная часть Приволжской возвышенности отличается развитием холмисто-увалистого рельефа без резких перепадов высот. Эрозионная сеть отличается наличием древних разработанных балок, на склонах которых развиваются овраги, и суходолов. Этому способствуют средние показатели уклонов 0.5–3.5° и протяженные (10–20 км и более) и широкие склоны. Глубина эрозионных врезов колеблется здесь от 40–50 м (на донском макросклоне) до 60–80 м. Густота овражной эрозии составляет 0.8–1.0 км/км<sup>2</sup>. Благоприятны для развития эрозии и низкие показатели ДНС (0.7–1.3 м/с), характерные для песчано-глинистых литолого-стратиграфических комплексов.

**Четвертая группа** районов включает наиболее опасные в эрозионном отношении территории Калачской возвышенности, Восточно-Донской гряды и Волго-Иловлинского междуречья со средними показателями  $K_{\text{эп}}$  3–5 км/км<sup>2</sup>. Общими чертами для их выделения являются: средние абс. высоты +220...+280 м, ярусное строение, наличие вертикального расчленения 100–200 м и крутизна склонов водоразделов 15–25°. Геологическое строение отличается формированием сложно построенных многочленных литолого-стратиграфических комплексов, сформированных мело-мергельными отложениями (ДНС — 2.1 м/с), опоковидными глинами и песчаниками (ДНС — 1.3 м/с), относимыми к III–IV категориям размываемости.

В пределах Восточно-Донской гряды развиты протяженные эрозионные системы, имеющие плейстоценовый возраст. Для большинства из них отмечается обилие притоков, среди которых превалируют молодые овраги и промоины (около 60% от общего количества),

поэтому для данной территории характерна интенсивная современная эрозия. Для голоценовых форм глубина базиса эрозии незначительна, в среднем 20–40 м. Для балок базис эрозии возрастает до 60–100 м, и абсолютная высота истока колеблется от +100 до +150 м. Молодые эрозионные формы заложены в туронских и сантонских отложениях (окрестности ст. Клетская, Сиротинская, Трехостровская) и характеризуются значительными показателями базиса эрозии (70...100 м), обрывистыми склонами и каньонообразными поперечными профилями. Их густота достигает 1.9–3.5 км/км<sup>2</sup>. Наибольшие показатели  $K_{эп}$  (3.4 км/км<sup>2</sup>) характерны для древних балочных водосборов бб. Сухая, Тележенка, Зимовская, рек Голубая, Камышинка и др. [11]. Для береговых донских обрывов, верховий рр. Куртлак, Голубая и Цуцкан  $K_{эп}$  составляют более 1.6 км/км<sup>2</sup>. Из эрозионных форм преобладают молодые, плотность которых в окрестностях отдельных населенных пунктов (ст. Клетская) достигает до 10 шт./км<sup>2</sup>. Плотность балок небольшая — 0.8–1.0 шт./км<sup>2</sup>. Восточно-Донская гряда характеризуется следующим распределением уклонов:  $1/3$  балочных бассейнов имеет пологие склоны до 1° (24.5%), максимальные уклоны (от 3° до 14°) принадлежат верховьям рр. Куртлак, Цуцкан, Голубая, Лиска, а также крупным балочным системам, занимающим приводораздельные участки с наибольшими абсолютными высотами (29.5%).

Около 50% территории Калачской возвышенности (правобережье Хопра) имеют показатели овражного расчленения более 1 км/км<sup>2</sup>, при средней густоте эрозионной сети от 0.1 до 2.5 км/км<sup>2</sup>. Величины глубины местных базисов эрозии колеблются от 10–15 до 120–130 м. 78% площади рассматриваемой территории занимают участки с глубиной расчленения 50–100 м. Анализ средних уклонов местности свидетельствует, что правобережье Хопра заметно отличается от правобережья Дона и по крутизне склонов. В пределах Калачской возвышенности, при среднем значении 1.45°, 36.4% территории имеют уклон 2–4°, а 29.6% — 4–8°. Самые большие уклоны принадлежат бассейну р. Акишевки и правому берегу Хопра, где наблюдаются наибольшие высотные отметки.

Волго-Иловлинское междуречье представлено двумя главными водосборами — Волжским и Иловлинским. Балочные и речные системы, впадающие в Волгоградское водохранилище, отличаются большей крутизной продольного профиля. Показатель падения русел и тальвегов составляет от 7 м/км (р. Галка) до 30–40 м/км (притоки б. Даниловка, Мостовой Овраг, Сергичев Овраг и др.). Для долин водосбора р. Иловли отмечается сглаженность профиля, а показатель падения русла сокращается до 3–5 м/км, что обусловлено меньшей крутизной донского склона Приволжской возвышенности. Эрозионные системы, приуроченные к водосбору р. Иловли, имеют широкие долины и связаны перехватами с эрозионными системами Волжского бассейна. Они неглубоко врезаны (глубина базиса эрозии — 20–40 м).

Для рассмотренных эрозионных систем отмечается значительная протяженность долин, что благоприятно для развития склоновой эрозии. Она варьирует от нескольких сот метров у небольших промоин до 15–25 км у древних долин и балок (например, протяженность р. Галка — 15 км, Липового Оврага 20 км, Щербаковки и Даниловки — около 18 км). Малую длину (менее 1 км) имеют промоины, ложбины и прочие формы первого, реже второго порядка, более 1 км — эрозионные формы второго и третьего порядка, более 5 км — древние балочные и речные системы, обладающие порядком не ниже третьего. Широко развиты молодые формы с плотностью оврагов 2–5 шт./км<sup>2</sup>, плотность балочного звена 1–2 шт./км<sup>2</sup>. Преобладают показатели базиса эрозии более 100 м (68%).  $K_{эп}$  для Волго-Иловлинского междуречья отличается показателями от 3.2 км/км<sup>2</sup> (склоны ярусного рельефа) до 1.2 км/км<sup>2</sup> (склоны и поверхности с небольшими уклонами). Средние показатели уклонов составляют 0.2–2.5°, однако, как и на Дону, встречаются склоны водосборов с уклонами до 12°. Следует отметить, что уклоны, в совокупности с протяженными склонами (от 4 до 30 км) обуславливают высокий потенциал овражной эрозии.

### **Антропогенная активизация эрозионных процессов**

Из всего вышеизложенного очевидно, что распределение, характер и интенсивность эрозионных процессов находятся в тесной взаимосвязи с геологическим и геоморфоло-

гическим строением, а также с климатическими особенностями территории. Однако, на современном этапе развития рельефа Волгоградского правобережья активизация эрозионных процессов обусловлена антропогенным фактором.

Эта территория, освоенная на 60–70%, характеризуется высокой долей антропогенно-активизированных экзогенных процессов. Здесь развиваются те виды антропогенных оврагов, которые образованы при нарушении природных комплексов распашкой, сведением растительного покрова, обводнением территорий водосборов. Овраги формируются вдоль новых линий стока, приуроченных к дорогам, прогонам, или созданы они при прямом техногенном воздействии, связанном с производственной деятельностью.

В Волгоградском правобережье водной эрозии подвержено в разной степени 25.9% с.-х. угодий (2.3 млн га), 23.1% пашни (1.3 млн га) и 34% пастбищ (0.9 млн га). Средние потери горизонтом А гумуса в регионе составляют 0.2–0.8%, что провоцирует снижение урожайности зерновых культур от 5 до 15 ц/га, отчуждению земельных ресурсов, переводу их в залежь и др.

Наиболее распространены в Волгоградском правобережье сельскохозяйственные овраги, которые приурочены к территориям пашни и склоновых пастбищ. Н. П. Дьяченко была проведена оценка геоморфологических районов (табл. 3), из которой видно, что наибольшие показатели пораженности пашни овражно-балочными системами и современной эрозией приходится на территории, относимые нами к третьей и четвертой группам районов, то есть обладающих наиболее густой эрозионной сетью. Однако, также высокие показатели отмечены и для Окско-Донской равнины, что обусловлено развитием черноземных почв и давностью освоения этой территории.

Эрозионные формы представлены преимущественно оврагами и промоинами, развитыми вдоль борозд распашки и играющих немаловажную роль в смыве верхнего плодородного горизонта почв. Наиболее подвержена дегумификации Калачская возвышенность, распаханность отдельных балочных водосборов которой составляет 60–70%. В окрестностях населенных пунктов (г. Урюпинск, с. Кругловка и др.) отмечается высокая плотность антропогенно-активизированных оврагов (свыше 4 шт./км<sup>2</sup>). В пределах Восточно-Донской гряды распаханно около 50% площадей балочных водосборов. Активизация эрозионных процессов связана с близостью к населенным пунктам (ст. Клетская, Сиротинская, Трехостровская и др.), а плотность антропогенно-активизированных оврагов составляет 4 шт./км<sup>2</sup>. Они отличаются малым врезом (20–40 м), незначительной длиной и значительным приростом.

Приволжская возвышенность, относимая нами также к третьей и четвертой группам районов, отличается развитием смытых почв в южной части на 15–34% с.-х. угодий, на севере и западе — до 40%. Повышенная концентрация оврагов отмечается вдоль береговой линии Волгоградского водохранилища, обладающей значительными естественными уклонами. Одним из факторов, ускоряющих рост овражной сети, является перевыпас скота. Нами замечено, что на отдельных территориях (окрестности г. Дубовка, с. Олень, Песковатка и т. д.) животными создается разуплотнение грунтов, приводящее к смыву до 0.3–0.5 м почвогрунтов в водохранилище. В результате возникает типичная “гофрировка”, созданная продольными рытвинами и бороздами, длиной до нескольких десятков метров. Возникновению эрозионной сети способствует также формирование антропогенных и техно-

Таблица 3

Средние показатели площадей земель, подверженных водной эрозии  
(в процентах к площади геоморфологических областей) [26]

| Геоморфологические области   | Площадное распространение водной эрозии |       |       |
|------------------------------|---|-------|-------|
|                              | сельхозугодья                           | пашня | Всего |
| Средне-Русская возвышенность | 26.1                                    | 14.5  | 40.6  |
| Доно-Донецкая равнина        | 18.5                                    | 10.5  | 29.0  |
| Окско-Донская равнина        | 27.6                                    | 17.7  | 45.3  |
| Приволжская возвышенность    | 31.6                                    | 20.4  | 52.0  |
| Ергенинская возвышенность    | 18.4                                    | 9.5   | 27.9  |
| Сыртовая равнина             | 4.1                                     | 1.7   | 5.8   |
| Прикаспийская низменность    | 4.7                                     | 2.0   | 6.7   |

генных отрицательных форм рельефа (карьеров, каналов, котлованов, траншей и т.д.) на окраинах городов (Волгограда, Дубовки, Камышина). Так, для песчано-глинистых отвалов карьеров Разгуляевский, Орловский, Гумракский, находящихся на ССЗ окраине г. Волгограда, характерна концентрация эрозионных борозд и рытвин плотностью до 10–30 шт. на площадь конкретного отвала. В то же время, в пределах самих городских поселений отмечается нивелировка рельефа, выражающаяся в уничтожении эрозионной сети, засыпке оврагов и балок, спрямлении склонов. Густота эрозионной сети г. Волгограда сократилась по сравнению с довоенным периодом на 42%, за счет ликвидации 91 км овражно-балочных систем, густота эрозионной сети уменьшилась с 1.3–1.9 км/км<sup>2</sup> до 0.8–1.0 км/км<sup>2</sup>, а средняя глубина эрозионного вреза — с 15.9 до 10.9 м [27].

Ергенинская возвышенность и Чирско-Донское плато характеризуются высокими значениями распаханности территории (до 52%), показателями водной эрозии почв в пределах 8–32% на пашне и около 6–20% на пастбищах. Основные ареалы смытых почв приурочены к склонам, спускающимся к Цимлянскому водохранилищу. Ергенинская возвышенность характеризуется увеличением показателей  $K_{эр}$  для отдельных балочных водосборов, прилегающих к Генераловской и Сарпинской оросительным системам на западном макросклоне возвышенности. Этому также способствует высокий показатель распаханности.

### Выводы

Волгоградское правобережье относится к наиболее пораженным овражной эрозией территориям Европейской части России. Это обусловлено литолого-геоморфологическими условиями (широкое распространение литологических комплексов с небольшими показателями ДНС, значительная вертикальная расчлененность, наличие естественных уклонов, большая протяженность склонов) и влиянием хозяйственной деятельности человека (значительные показатели распаханности территории, широкие ареалы смытых почв и т.д.).

Исходя из указанных факторов в пределах Волгоградского правобережья нами были выделены 4 группы районов по густоте эрозионной сети и ее морфогенетическим особенностям.

В качестве наиболее неблагоприятных в эколого-геоморфологическом отношении территорий, характеризующихся потерей отдельных ценных для человека свойств рельефа, почв, растительного покрова за счет роста и развития эрозионной сети, являются Восточно-Донская гряда, Волго-Иловлинское междуречье и Калачская возвышенность. Наименее острая эколого-геоморфологическая ситуация характерна для Хоперско-Бузулукской равнины, отличающейся замедленной динамикой эрозионных процессов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кравченко Е. И., Мухин Ю. П.* Изучение и освоение природных ресурсов // Природные условия и ресурсы Волгоградской области / Под ред. В. А. Брылева. Волгоград: Перемена, 1995. С. 3-23.
2. *Козменко А. С.* Основы противозэрозионной мелиорации. М.: Гос. изд-во сельскохозяйственной лит-ры, 1954. 421 с.
3. Эрозионные процессы / Н. И. Маккавеев, Р. С. Чалов, М. Ю. Белоцерковский и др. М.: Мысль, 1984. 256 с.
4. *Селезнева А. В., Мелихова Е. В.* Эрозионный рельеф Волго-Донского водораздела // Изв. высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 2010. № 2. С. 106-111.
5. Густота овражно-балочной сети // Атлас Волгоградской области / Под ред. А. В. Цыганкова, Б. А. Мишина. М.: ГУГКиК, 1967. С. 14.
6. *Брылев В. А.* Развитие и современное состояние эрозионной сети на юго-востоке Европейской части России // Геоморфология. 1997. № 4. С. 51-53.
7. *Брылев В. А.* Эволюционная геоморфология юго-востока Русской равнины. Волгоград: Перемена, 2006. 350 с.
8. *Брылев В. А.* Современные экзогенные процессы // Природные условия и ресурсы Волгоградской области / Под ред. В. А. Брылева. Волгоград: Перемена, 1995. С. 91-109.
9. *Селезнева А. В.* Особенности развития эрозионных процессов на территории Волгоградского Правобережья // Проблемы флювиальной геоморфологии: материалы XXIX Пленума Геоморфологической Комиссии РАН. Ижевск: Ассоциация “Научная книга”, 2006. С. 252-254.

10. Дьяченко Н. П., Селезнева А. В. Эколого-геоморфологический анализ плато Ергеней // Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Астрахань: АГУ, ИД "Астраханский университет", 2010. С. 128-130.
11. Трофимова (Дедова) И. С. Формирование рельефа больших коренных излучин Волги и Дона (на примере Волгоградской области): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: Ин-т географии РАН, 2008. 24 с.
12. Мелихова Е. В. Древний и современный морфогенез Волго-Донского междуречья в пределах Волгоградской области: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011. 18 с.
13. Геоморфологическое районирование и эрозионная расчлененность / Брылев В. А., Дедова И. С., Мелихова Е. В. // Географический атлас-справочник Волгоградской области. М.: Планета, 2016. С. 28-29.
14. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования. М.: Высш. шк., 1970. 456 с.
15. Бойко Ф. Ф., Хасанова Г. Г. Опыт составления карт наклона рельефа разными методами // Геодинамика равнинного рельефа. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1992. С. 90-102.
16. Овражная эрозия востока Русской равнины / Под ред. А. П. Дедкова. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1990. 142 с.
17. Калининченко Н. П. Методические указания по оценке эрозионной пораженности балочных земель при комплексном их освоении. М.: ВНИИЛ, 1979. 28 с.
18. Косов Б. Ф., Любимов Б. П., Никольская И. И. О методике составления карт противоэрозионной устойчивости горных пород для целей учета потенциальной опасности развития линейной эрозии // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1973. Вып. 3. С. 116-125.
19. Мирихулава Ц. Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М. 1970. 239 с.
20. Селезнева А. В., Дедова (Трофимова) И. С. Географические закономерности развития эрозионных процессов на территории Волгоградской области // Двадцать шестое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Арзамас: АГПИ, 2011. С. 196-197.
21. Сетунская Л. Е. Опыт количественной оценки факторов, влияющих на активность оврагов // Вопросы географии. 1963. Сб. 63. 140 с.
22. Хортон Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М.-Л.: Изд-во иностр. лит., 1948. 158 с.
23. Сажин А. Н. Климатические ресурсы // Природные условия и ресурсы Волгоградской области / Под ред. В. А. Брылева. Волгоград: Перемена, 1995. С. 109-132.
24. Сетунская Л. Е., Волкова М. И. Анализ рельефа как фактора развития эрозии // Экзогенный морфогенез в различных типах природной среды. М. 1990. Вып. 3. С. 193-194.
25. Географический анализ овражно-балочных систем в пределах Татарской АССР / А. В. Ступишин, В. Н. Дуглав, Н. Н. Лаптева. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1980. 152 с.
26. Дьяченко Н. П. Техноморфогенез и активизация водной эрозии на территории Волгоградской области // Пятнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Волгоград: МГУ, ВГПУ, 2000. С. 97-98.
27. Дьяченко Н. П., Селезнева А. В. Историко-географические аспекты динамики эрозионных систем г. Волгограда // Двадцать второе пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Новочеркасск. 2007. С. 135-137.

## REFERENCES

1. Kravchenko E. I. and Mukhin Yu. P. Study and development of natural resources, in *Prirodnye usloviya i resursy Volgogradskoi oblasti* (Natural conditions and resources of the Volgograd region). V. A. Brylev. Ed. Volgograd: Peremena (Publ.), 1995. P. 3-23. (in Russ)
2. Kozmenko A. S. *Osnovy protiverozionnoi melioratsii* (Fundamentals of erosion control reclamation). Moscow: Gos. izd-vo sel'khoz. lit-ry (Publ.), 1954. 421 p.
3. *Eroziionnye protsessy* (Erosion processes). N. I. Makkaveev, R. S. Chalov, M. Belotserkovskiy, etc. Ed. Moscow: Mysl' (Publ.), 1984. 256 p.
4. Selezneva A. V. and Melikhova E. V. Erosional relief of the Volga-Don watershed. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Sev.-Kav. Reg.* 2010. No. 2. P. 106-111. (in Russ)
5. Map of the density of gully network, in *Atlas Volgogradskogo regiona* (Atlas of the Volgograd region). A. V. Tsygankov, A. B. Mishin. Ed. Moscow: GUGKiK (Publ.), 1967. P. 14.
6. Brylev V. A. The development and current state of erosion network in the South-East of the European part of Russia. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1997. No. 4. P. 51-53. (in Russ)
7. Brylev V. A. *Evolutsionnaya geomorfologiya yugo-vostoka Russkoi ravniny* (Evolutionary geomorphology of the South-East of the Russian plain). Volgograd: Peremena (Publ.), 2006. 350 p.

8. Brylev V. A. Modern exogenous processes, in *Prirodnye usloviya i resursy Volgogradskogo regiona* (Natural conditions and resources of the Volgograd region). Volgograd: Peremena (Publ.), 1995. P. 91-109. (in Russ)
9. Selezneva A. V. Peculiarities of development of erosive processes on the territory of Volgograd of the right Bank, in *Problemy flyuvial'noi geomorfologii* (Problems of the fluvial geomorphology: proceedings of the XXIX plenary session of Geomorphologic Commission of Russian Academy of the Sciences). Izhevsk: Nauchnaya kniga (Publ.), 2006. P. 252-254. (in Russ)
10. Dyachenko N. P. and Selezneva A. V. Ecologic-geomorphologic analysis of the Yergeni plane, in *Dvadsat' pyatoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* (The twenty-fifth plenary interuniversity coordination meeting on the problem of erosive, channel and the estuary processes). Astrakhan: AGU (Publ.), 2010. P. 128-130. (in Russ)
11. Trofimova (Dedova) I. S. *Formirovanie rel'efa bol'shikh korennykh izluchin Volgi i Dona (na primere Volgogradskoi oblasti)* (The formation the relief of megabends territory of the Volga and the Don (on the example of Volgograd region)). PhD thesis. Moscow: IG RAS (Publ.), 2008. 24 p.
12. Melikhova E. V. *Drevnii i sovremenniy morfogenez Volgo-Don'skogo mezhdurech'ya v predelakh Volgogradskoi oblasti* (Ancient and modern morphogenesis of the Volga-Don interfluvium within the Volgograd region). PhD thesis. Krasnodar: KGU (Publ.), 2011. 18 p.
13. *Geomorfologicheskoe raionirovanie i erozionnaya raschlenennost'* (Geomorphological zoning and erosion dismemberment). Brylev V. A., Dedova I. S., Melikhova E. V. Ed. Atlas-Handbook of the Volgograd region. Moscow: Planeta (Publ.), 2016. P. 28-29. (in Russ)
14. Spiridonov A. I. *Osnovy obschei metodiki polevykh geomorfologicheskikh issledovaniy i geomorfologicheskogo kartirovaniya* (Fundamentals of general methods of the field geomorphological studies and geomorphological mapping). Moscow: Vyssh. shkola (Publ.), 1970. 456 p.
15. Boyko F. F. and Khasanova G. G. The experience of mapping the slope of the terrain using different methods, in *Geodinamika ravninnogo rel'efa* (Geodynamics of flat terrain). Kazan: KGU (Publ.), 1992. P. 90-102. (in Russ)
16. *Ovrazhnaya eroziya vostoka Russkoi ravniny* (Gully erosion of the Russian plain east part). A. P. Dedkov. Ed. Kazan: KGU (Publ.), 1990. 142 p.
17. Kalinichenko N. P. *Metodicheskie ukazaniya po otsenke erozionnoi porazhennosti balochnykh zemel' pri kompleksnom ikh osvoenii* (Guidelines for the assessment of erosion of the impact beam lands under integrated their development). Moscow: VNIIL (Publ.), 1979. 28 p.
18. Kosov B. F., Lyubimov B. P., and Nikol'skaya I. I. On the mapping of anti-erosion stability of mountain rocks for the purpose of accounting for the potential risk of development of linear erosion, in *Eroziya pochv i ruslovye protsessy* (Erosion of soils and channel processes). Moscow: MGU (Publ.), 1973. Vol. 3. P. 116-125. (in Russ)
19. Mirtskhulava T. E. *Inzhenernye metody rascheta i prognoza vodnoi erozii* (Engineering methods of calculation and forecast of water erosion). Moscow. 1970. 239 p.
20. Selezneva A. V. and Dedova (Trofimova) I. S. Geographical patterns of development of erosive processes on the territory of the Volgograd region, in *Dvadsat' shestoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* (The twenty-sixth plenary interuniversity coordination meeting on the problem of erosive, channel and mouth processes). Arzamas: AGPI (Publ.), 2011. P. 196-197. (in Russ)
21. Setunskaya L. E. Experience of quantitative assessment of factors affecting the activity of ravines. *Vopr. Geogr.* 1963. Coll. 63. 140 p.
22. Horton R. E. *Eroziionnoe razvitiye rek i vodnykh basseinov* (Erosional development of rivers and watersheds). Moscow-Leningrad: Izd-vo inostr. Liter. (Publ.), 1948. 158 p.
23. Sazhin A. N. Climatic resources, in *Prirodnye usloviya i resursy Volgogradskogo regiona* (Natural conditions and resources of the Volgograd region). Volgograd: Peremena (Publ.), 1995. P. 109-132.
24. Setunskaya L. E. and Volkova M. I. Analysis of the relief as a factor of development of the erosion, in *Ekzogenniy morfogenez v razlichnykh tipakh prirodnoi sredy* (Exogenous morphogenesis in various types of natural environment). Moscow, 1990. Vol. 3. P. 193-194. (in Russ)
25. *Geograficheskii analiz ovrazhno-balochnykh sistem v predelakh Tatarskoi ASSR* (Geographical analysis of gully systems within the Tatar ASSR). A. V. Stupishin, V. N. Douglav, N. N. Lapteva. Ed. Kazan: KGU (Publ.), 1980. 152 p.
26. Dyachenko N. P. Tehnosorbent and intensification of water erosion on the territory of the Volgograd region, in *Pyatnadsat' plenarnoe mezhvuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* (The fifteenth plenary interuniversity coordination meeting on the problem of erosive, channel and mouth processes). Volgograd: MGU, VGPU (Publ.), 2000. P. 97-98. (in Russ)
27. Dyachenko N. P. and Selezneva A. V. Historical and geographical aspects of the dynamics of erosion systems in the city of Volgograd, in *Dvadsat' vtoroe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* (Twenty-second plenary interuniversity coordination meeting on the problem of erosive, channel and mouth processes). Novocheboks. 2007. P. 135-137. (in Russ)