

УДК 551.438.5:551.435.1(470.1/6)

## КАРТА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭРОЗИОННО-РУСЛОВЫХ СИСТЕМ НА ИНФРАСТРУКТУРУ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

© 2022 г. С. Н. Ковалев<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

\*E-mail: kovalevsn@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.03.2022 г.

После доработки 11.05.2022 г.

Принята к публикации 15.07.2022 г.

Для бассейнов рек Волги, Оки, Дона и Днепра (в пределах Российской Федерации) составлена карта оценки воздействия эрозионно-русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов. Основой для составления карты послужила физико-географическая карта России масштаба 1 : 8000000. На ней отмечены населенные пункты от крупных городов до поселков городского типа с населением более 10 тыс. человек. Всего на полученной карте отображено 120 населенных пунктов. В бассейне р. Волги – 84, р. Дона – 13 и в бассейне р. Днепра (в пределах Российской Федерации) – 24. Каждому населенному пункту по разработанной методике присваивался балл уровня воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру. Наибольшее распространение имеют небольшие значения баллов уровня воздействия инфраструктуры от эрозионных и русловых процессов: 1 балл – 45% и 2 балла – 29.5%. Значения в 3 балла имеют 28 населенных пунктов (23%) и только инфраструктура трех населенных пунктов очень сильно зависит (2.5%) от эрозионных и русловых процессов. Наименьшей – 1–2 балла – уровень воздействия от эрозионных форм рельефа и русловых процессов соответствует территориям, расположенным в пределах низменностей. Населенные пункты на Среднерусской и Приволжской возвышенностях в значительной мере (3–5 балла) зависят от овражной эрозии. Русловые процессы меньше воздействуют на инфраструктуру. Исключение – бассейн р. Оки. Здесь воздействие русловых процессов наибольшее. Полученные результаты показали, что уровень воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов неоднозначен. Большие и крупные города меньше зависят от эрозионно-русловых процессов. В то время как малые и средние населенные пункты больше зависят от них.

*Ключевые слова:* овраги, балки, эрозионный рельеф, река, русловые процессы, инфраструктура

**DOI:** 10.31857/S0435428122040071

### ВВЕДЕНИЕ

От степени расчленения рельефа эрозионными формами и расположения населенных пунктов (НП) на берегах рек зависит формирование их инфраструктуры – они определяют территориальную конфигурацию жилых кварталов, локализацию промышленных объектов, коммуникаций и т.д.

В статье “Типы взаимосвязи инфраструктуры населенных пунктов с эрозионно-русловыми системами” (Ковалев, Чалов, 2021) даны оценка взаимосвязи инфраструктуры НП (от малых сельских до крупнейших городов) и общая классификация городских и сельских поселений в зависимости от их соотношений с эрозионным рельефом, овражной эрозией и русловыми процессами. На основании этой классификации была составлена карта воздействия эрозионно-

русловых системам на инфраструктуру населенных пунктов.

Инфраструктура НП складывается из системы сети улиц и инженерных сетей (теплоснабжение, водоснабжение, канализация, электроснабжение и т.п.). Во многом она зависит от форм рельефа, которые определяют планировку территории НП. Наибольшее воздействие на инфраструктуру на застроенных территориях оказывают эрозионные формы рельефа – овраги, балки и овражно-балочные системы (ОБС) и речные долины, которые расчленяют территорию НП. При росте территории НП высокая степень эрозионной расчлененности территории приводит к усложнению и удлинению системы инженерных сетей, а планировка НП вынуждена подстраиваться к элементам эрозионной сети или преобразовывать их под свои нужды.

Большинство городов и малых населенных пунктов находится на берегах рек. 89% всех городов России расположены на одной реке (другие реки в их пределах существенно меньше главной реки), 5% – в устьях слияния равных по водности рек и 1% в устьях рек (Ковалев, Чалов, 2021). В пределах Европейской части России только городов в устьях крупных оврагов и овражно-балочных систем (ОБС) – 147. Вместе с тем овражная эрозия и русловые деформации сопровождаются возникновением опасности разрушения объектов, вывода их из эксплуатационного состояния, занесения наносами и обмеления акваторий (Ковалев, 2019). В зависимости от площади НП и направленности его развития уровень воздействия эрозионного рельефа на его инфраструктуру видоизменяется. Подмывы высоких берегов могут спровоцировать образование оврагов или интенсифицировать их рост. При отступании русла реки от берега и формировании конуса выноса на образовавшейся пойме в результате накопления наносов в их днище происходит выполаживание уклонов тальвега оврагов, что приводит к постепенному прекращению их роста (География ..., 2006).

В свою очередь выносы грунта из оврагов и балок оттесняют речной поток от одного берега и, изменяя положение стрежневой зоны потока, влияют на состояние судового хода, способствуют размывам противоположных берегов, вызывая разрушения в заречных частях городов (География..., 2006). Несмотря на то что инженерные сооружения – сугубо антропогенные объекты и в некоторой мере независимы от природных характеристик, тем не менее они в большинстве случаев вынуждены подчиняться природным характеристикам территории расположения.

Инфраструктура населенных пунктов зависит не только от рельефа местности, но и от длительности развития и изменения статуса НП (от села до города) и, соответственно, их технико-экономических возможностей. Чаще всего НП на берегах рек основывались в устье небольших рек, балок и оврагов. Это обуславливалось практическими соображениями, обеспечивающими безопасность НП. Строения располагались как вдоль речного берега, так и вдоль оврагов и балок.

#### МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ СООТНОШЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С ЭРОЗИОННЫМ РЕЛЬЕФОМ

Исследование проводилось южнее главного водораздела Восточно-Европейской равнины, поскольку северный мегаклон отличается от южного незначительным распространением овражной эрозии и практически полным исчерпанием ее потенциала (Ковалев, Никольская, 2016). К тому же для этой территории характерна наимень-

шая опасность для рек, русла которых формируются в трудноразмываемых грунтах – валунных суглинках, глинах. Это относится к ледниковому поясу Европейской России, занимающему западные, северо-западные, северные и северо-восточные ее территории. На реках севера Европейской части России антропогенно обусловленная опасность русловых процессов в основном слабая (Чалов и др., 2017).

Для сопоставления уровня воздействия овражной эрозии и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов для проведения исследования были выбраны бассейны рек Волги, Оки, Дона и Днепра (в пределах Российской Федерации).

Основой для составления карты послужила физико-географическая карта России масштаба 1: 8000 000 (Физическая карта России, 2004). На ней отмечены НП от “городов-миллионников” до поселков городского типа, численностью населения более 10 тыс. человек. Это НП, обладающие развитой системой инженерных коммуникаций. Для составления карты выбирались НП, административная территория которых пересекается рекой или она соприкасается с границей НП. То есть – либо река непосредственно воздействует на инфраструктуру НП, либо это происходит во время половодий и паводков, когда водный поток выходит на пойму, или других событий, которые могут воздействовать на инфраструктуру. Выбранные объекты совмещались с картой “Опасность русловых процессов на реках России” (Опасность русловых процессов..., 1989), которая была адаптирована к физико-географической карте, и в соответствии с легендой карты всем НП присваивался балл воздействия на инфраструктуру (опасности) (табл. 1).

Воздействие овражной эрозии оценивалось по космическим снимкам с интернет-ресурса Google Earth, программы SAS. Планета, а границы НП – в соответствии с данными Яндекс-карт. Оценивалось количество оврагов и овражно-балочных систем и, в основном, их воздействие на планировку НП и конфигурацию линейных коммуникаций. Для одних НП овраги вынуждают подстраивать селитебную территорию под их ориентацию (г. Вязники), что влечет за собой усложнение коммуникационной структуры, для других – это целенаправленное использование овражной сети (г. Воронеж) или полное подавление овражной эрозии и уничтожение оврагов (г. Москва) (Ковалев, 2019). В соответствии с разработанной легендой НП присваивался балл воздействия овражной эрозии на инфраструктуру (табл. 2).

К каждому НП на выноске подписывалось дробное значение, где в числителе показывались баллы воздействия овражной эрозии на инфра-

**Таблица 1.** Опасность русловых процессов (Зорина и др., 2010 с изменениями и добавлениями)  
**Table 1.** The danger of riverbed processes (Zorina et al., 2010 with changes and additions)

Тип процесса по степени опасности	Баллы	Размыв берегов, скорости средние/маж, м/год	Характер (периодичность) горизонтальных русловых деформаций	Характеристика чрезвычайных ситуаций
Опасный	4	>10/60	Быстрые (годы)	Разрушение причалов, набережных, портовых стенок; подмыв опор мостовых переходов, занесение наносами водозаборов, излом и разрыв подводных трубопроводов и других коммуникаций. Повсеместное сокращение прибрежных сельхозугодий. Частое изменение мест опасных проявлений
Умеренно опасный	3	2–10/30	Постепенные (десятки лет)	Разрушение отдельных строений на берегах, периодический выход из строя водозаборов и подмывы мостовых опор, сложные переформирования и мелководность отдельных перекаатов, местное сокращение прибрежных сельхозугодий
Малоопасный	2	<2/10	Медленные (сотни лет)	Возможное занесение подходов к причалам и портам, водозаборов, разрушение строений на берегах, сокращение сельхозугодий. Локализация мест опасных проявлений и редкая их встречаемость
Практически неопасный	1	в пределах точности определения	Отсутствуют	Эпизодическое обмеление отдельных перекаатов и подходов к причалам. Редко встречающиеся участки размыва и оползания речных берегов

структуру, а в знаменателе балл опасности воздействия русловой составляющей. Самому НП присваивалось общее значение влияния на его инфраструктуру (сумма баллов опасности овражной эрозии и русловых процессов).

Как показал анализ карты, значения баллов ближайших пар близки по своему содержанию. В основном они варьируются в сочетании воздействия овражной эрозии и русловых процессов – где-то превалирует овражная эрозия, где-то русловые процессы. Поэтому ближайшие пары – 1–2, 3–4 ... и т.д. были объединены (1–2 – 1, 3–4 – 2, 5–6 – 3, 7–8 – 4), а результирующие градации НП – генерализованы. В результате была получена карта воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП (рис. 1), а в табл. 3 приведена легенда к ней.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего на полученной карте отображен 120 НП. Из них 84 приходится на бассейн р. Волги (в том

числе 24 – р. Ока, 41 – р. Кама). На бассейн р. Дон приходится 13 НП и на бассейн р. Днепра (в пределах РФ) – 24. Наиболее распространенное значение баллов соподчинения НП – 1 (54) и 2 (35). Значение 3 приходится на 28 НП и 4 всего на 3.

*Населенные пункты с минимальным (1–2 балла) воздействием эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру.* Распределение значений воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП неравномерно по исследуемой территории. Но в то же время прослеживаются закономерности, определяемые природными условиями территорий, на которых расположены НП. Первое – это сосредоточение малых значений баллов в широтном направлении по линии г. Десногорск – г. Дзержинск, меридиональная группировка НП на междуречье р. Дона и р. Медведица от г. Сасово до станицы Клетская. А также вдоль западного склона Уральских гор от г. Красновишерска до с. Ермолаево.

Минимальные значения воздействия овражной эрозии и русловых процессов на НП, с одной

**Таблица 2.** Характеристика НП по уровню воздействия оврагов и овражно-балочных систем на инфраструктуру (Зорина и др., 2010)**Table 2.** Characteristics of settlements (NP) by the level of influence of ravines and gully-beam systems on infrastructure (Zorina et al., 2010)

Тип процесса по степени опасности	Баллы	Характеристика чрезвычайных ситуаций
Опасный	5	Подчиненные рельефу – все типы строений располагаются в зависимости от типа и форм рельефа; при их возведении рельеф не преобразовывается или преобразуется минимально по объему и площади
Умеренно опасный	4	Соподчиненные – большая часть строений в населенных пунктах вписана в рельеф; здесь учитывались особенности рельефа, или строительство осуществлялось по исторически сложившимся схемам. В условиях новой застройки перераспределение стока воды приводит к формированию новых оврагов
Малоопасный	3	Подчиняющие рельеф – населенные пункты, в которых при сооружении объектов происходит частичное преобразование рельефа. Большинство оврагов и овражно-балочных систем используются как элементы городской инфраструктуры
Практически неопасный	2	Подавляющие рельеф – населенные пункты или их части, крупные промышленные предприятия, в процессе роста которых застройка производится с полным преобразованием территории под нужды застройки. Уничтожено более 90% оврагов и овражно-балочных систем. Существующие овраги находятся под контролем
Неопасный	1	Овраги в городе отсутствуют

**Таблица 3.** Уровень воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов (в баллах)**Table 3.** The level of influence of erosion and riverbed processes on the infrastructure of settlements (in points)

Тип процесса по степени опасности	Баллы	Характеристика чрезвычайных ситуаций
Сильное воздействие	4	Инфраструктура НП подчиненного типа подчинена структуре овражно-балочной сети – все типы строений располагаются в зависимости от типа и форм рельефа. Кварталы и линейные сооружения ориентированы по простиранию оврагов, балок и береговой линии. Берега и береговые строения подвержены подмыву. Возможно затопление строений, расположенных на пойме реки, размыв и разрушение подводных коммуникаций и сооружений
Среднее воздействие	3	Инфраструктура НП соподчиненного типа, большая часть строений и систем коммуникаций частично вписана в рельеф, частично зависит от структуры овражно-балочной сети. Периодическое занесение наносами подходов к причалам, портам и водозаборам
Слабое воздействие	2	Инфраструктура НП подчиняющего типа использует большинство элементов овражно-балочной сети как элементы своей структуры, при этом происходит частичное преобразование рельефа. Русловые процессы частично регулируются гидротехническими сооружениями. Возможно занесение подходов к причалам и портам, водозаборам. Локализация мест опасных проявлений и редкая их встречаемость
Практически не воздействует	1	Инфраструктура НП подавляющего типа в процессе роста, которых застройка производится с полным преобразованием территории под нужды застройки. Существующие овраги находятся под контролем или овраги в НП отсутствуют. Русло реки канализировано. Редко эпизодическое обмеление отдельных перекаатов и подходов к причалам, размыв и оползания речных берегов на небольших участках

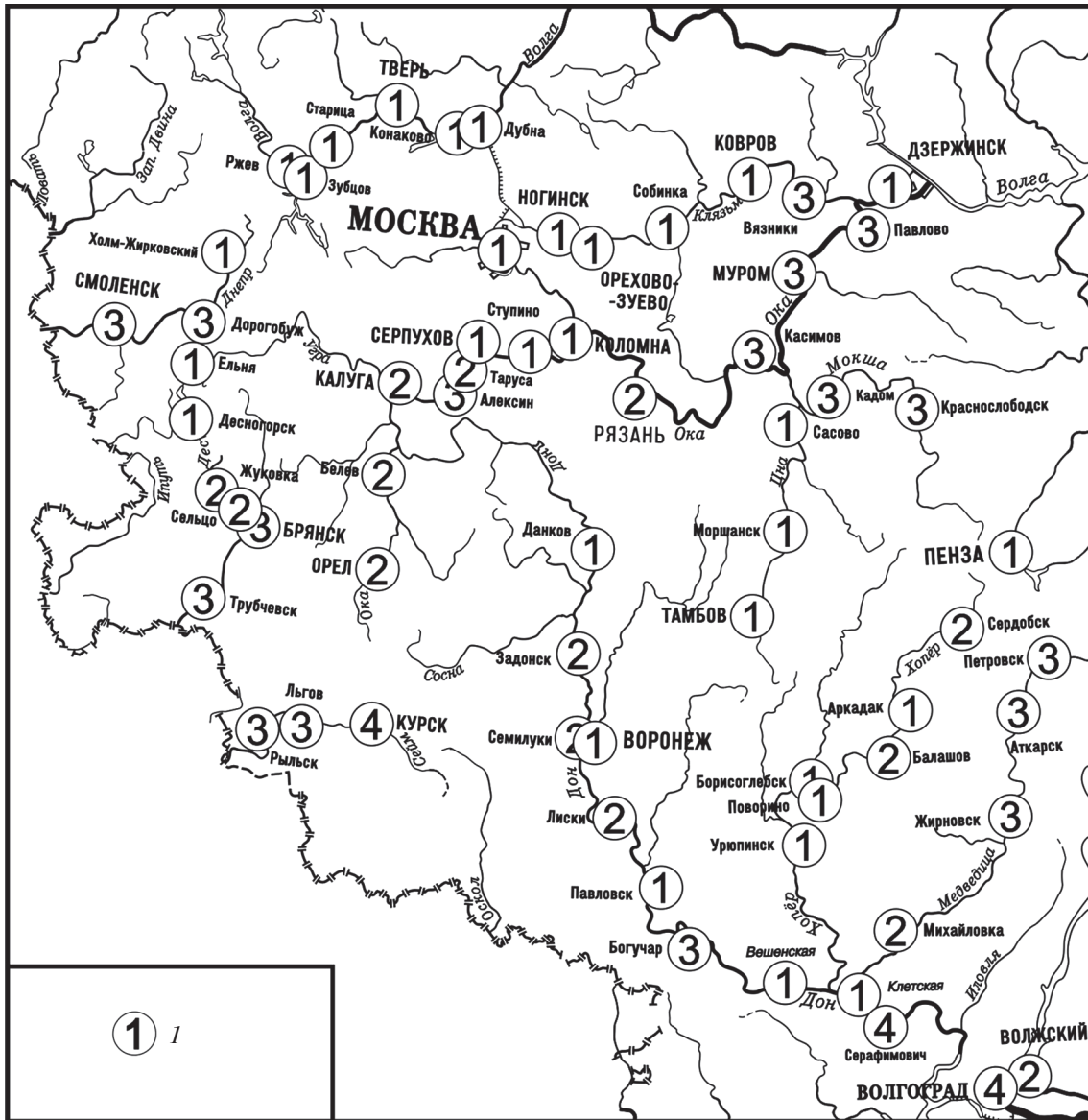


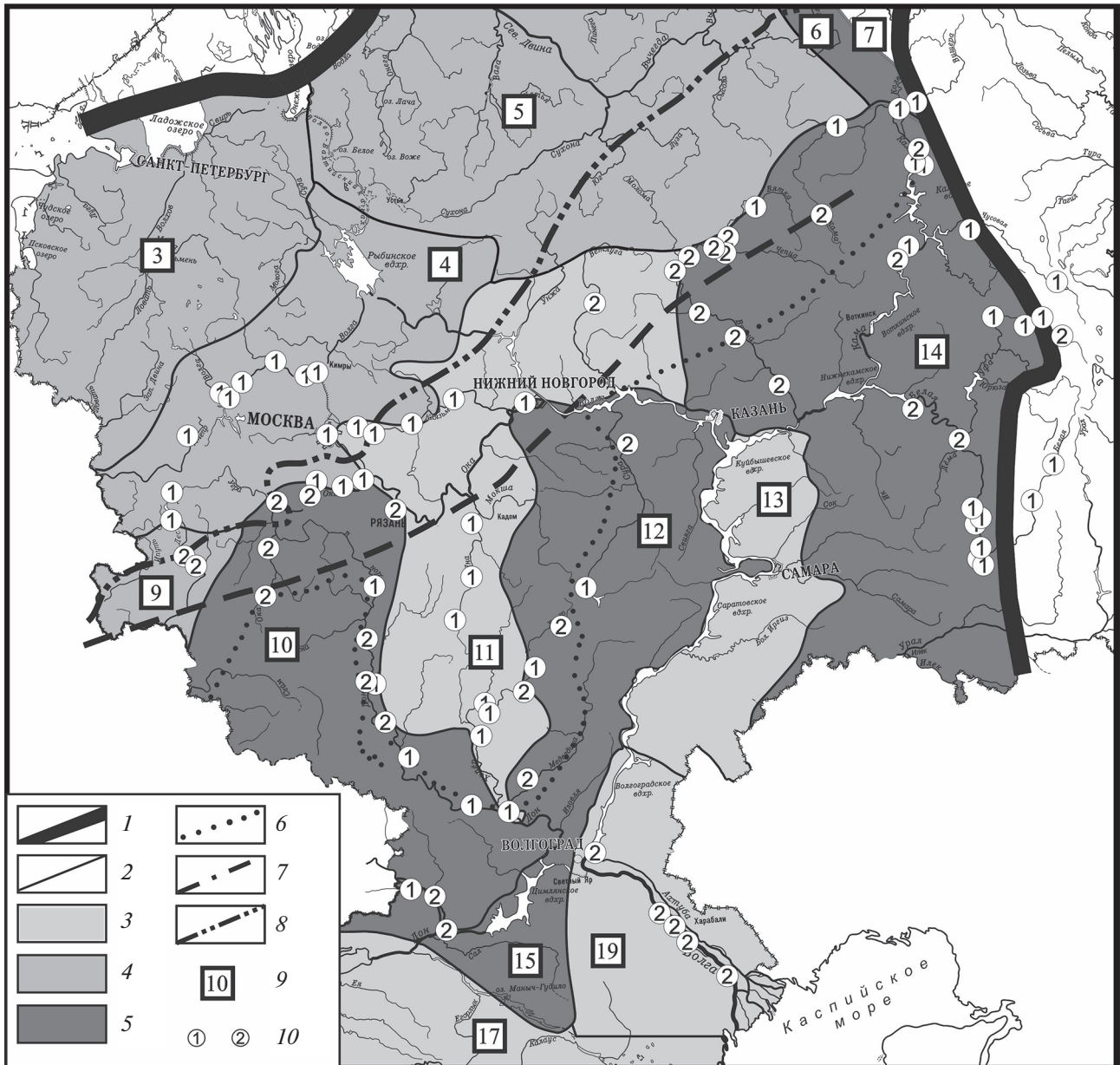
Рис. 1. Фрагменты карты воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП: 1 – баллы воздействия на инфраструктуру.

Fig. 1. Fragments of the map of the impact of erosion and riverbed processes on the infrastructure of settlements (NP): 1 – infrastructure impact scores.

стороны, приходится на территории, сложенные трудно размываемыми породами, в основном моренными отложениями – это верховья р. Волги. С другой, значительная часть минимальных значений (1–2) баллов воздействия на инфраструктуру НП располагается в пределах низменностей Волжско-Окско-Донского междуречья (Спиридонов, 1978), что связано с особенностями рельефа, препятствующими оврагообразованию и, прежде всего, с короткими склонами, небольшими по площади овражными водосборами, малыми перепадами высот, характерными для этой

территории, что не способствует оврагообразованию (рис. 2).

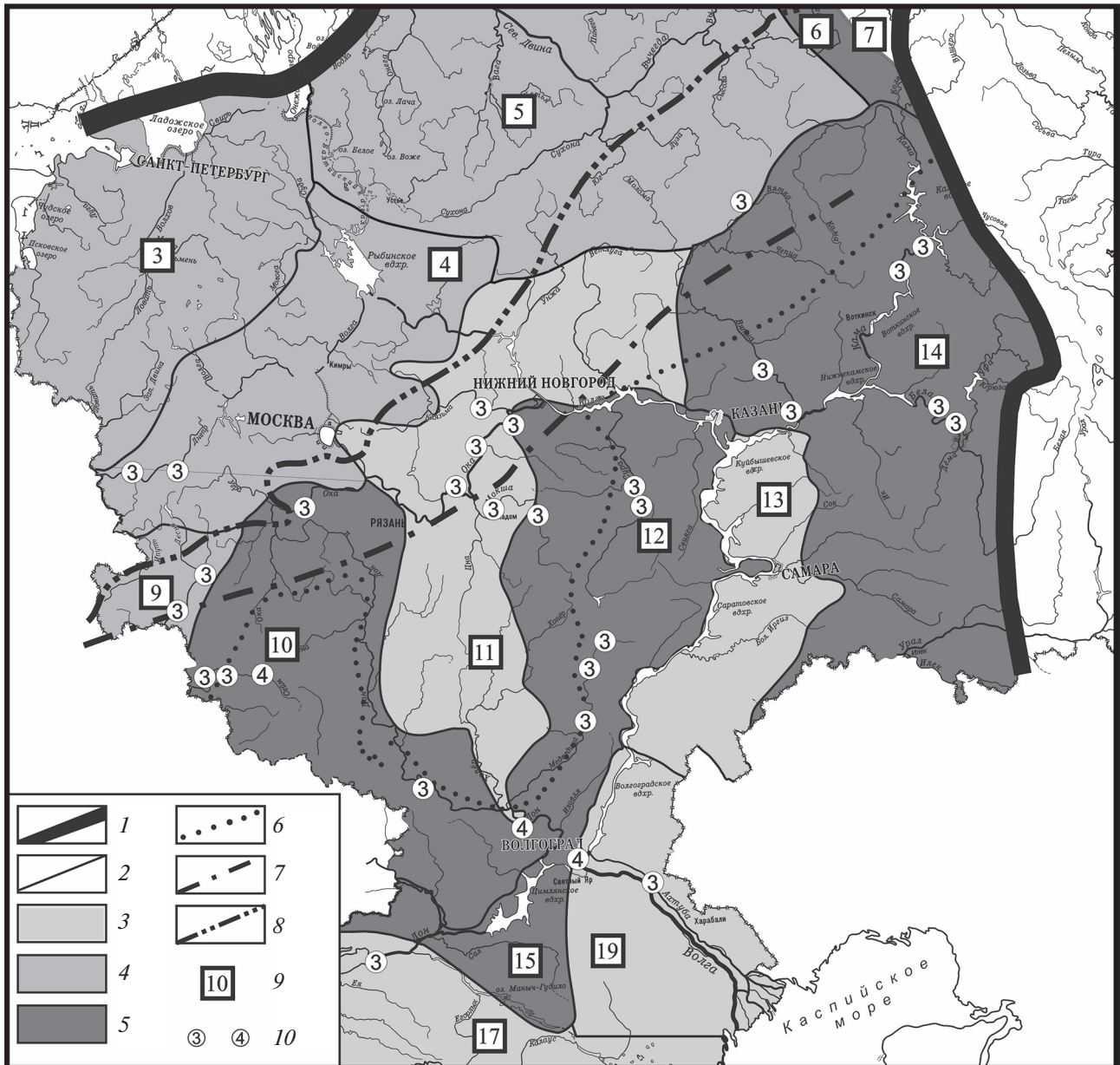
Другая группа малых значений приходится на Предуралье (от г. Красновишерска до с. Ермолаево). Территория сложена в основном трудноразмываемыми грунтами – глинами, алевролитами, мергелями татарского яруса, препятствующими развитию овражной эрозии. Также практически большинство НП в этом регионе основано в XVIII в., и, в отличие от НП Центральной России, не было необходимости располагать их с соблюдением оборонных свойств рельефа. Как следствие этого: их инфраструктура подчинялась



**Рис. 2.** Малая степень воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов геоморфологических районов (по Спиридонову, 1978) европейской территории России. *Границы:* 1 – геоморфологических стран, 2 – геоморфологических областей; 3 – низменности; 4 – низменности и возвышенности; 5 – возвышенности. *Границы оледенений:* 6 – Днепровское, 7 – Окское, 8 – Московское; 9 – индексы областей; 10 – значения баллов воздействия на инфраструктуру. *Геоморфологические области:* 3 – Балтийско-Валдайская (низменности и возвышенности северо-запада Русской равнины), 4 – Минско-Московская (возвышенности и низменности центра и запада Русской равнины), 5 – Двинско-Мезенская (низменности и возвышенности Северной Покатости Русской равнины); 6 – Тиманская, 7 – Печорская; 9 – Полеская и Приднепровская низменности, 10 – Среднерусская возвышенность, 11 – низменности Волжско-Окско-Донского междуречья, 12 – Приволжская возвышенность и Ергени, 13 – Низкое Заволжье, 14 – Высокое Заволжье, 15 – Донецкий кряж; 17 – Приазовско-Кубанская низменность, 19 – Прикаспийская низменность.

**Fig. 2.** A small degree of impact of erosion and riverbed processes on the infrastructure of settlements in geomorphological areas (according to Spiridonov, 1978) of the European territory of Russia. *Borders:* 1 – geomorphological countries, 2 – geomorphological regions; 3 – lowlands; 4 – lowlands and uplands; 5 – uplands. *Glaciation boundaries:* 6 – Dnieper, 7 – Oka, 8 – Moscow; 9 – area indexes; 10 – values of infrastructure impact points. *Geomorphological areas:* 3 – Baltijsko-Valdajskaya (nizmennosti i vozvshennosti severo-zapada Russkoj ravniny), 4 – Minsko-Moskovskaya (vozvshennosti i nizmennosti centra i zapada Russkoj ravniny), 5 – Dvinsko-Mezenkaya (nizmennosti i vozvshennosti Severnoj Pokatosti Russkoj ravniny); 6 – Timanskaya, 7 – Pechorskaya; 9 – Poleskaya i Pridneprovskaya nizmennosti, 10 – Srednerusskaya vozvshennost', 11 – nizmennosti Volzhsko-Oksko-Don'skogo mezhdurech'ya, 12 – Privolzhsкая vozvshennost' i Ergeni, 13 – Nizkoe Zavolzh'e, 14 – Vysokoe Zavolzh'e, 15 – Doneckij kryazh; 17 – Priazovsko-Kubanskaya nizmennost', 19 – Prikaspijskaya nizmennost'.





**Рис. 3.** Средняя и максимальная степень воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов геоморфологических районов (по Спиридонову, 1978) европейской территории России. Усл. обозначения см. рис. 2.

**Fig. 3.** The average and maximum degree of impact of erosion and riverbed processes on the infrastructure of settlements in the geomorphological regions (according to Spiridonov, 1978) of the European territory of Russia. See Fig. 2 for the notation.

только требованиям обеспечения работоспособности фабрик и горнодобывающих предприятий.

*Населенные пункты со средним (3 балла) воздействием эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру.* Таких населенных пунктов 28, что значительно меньше, чем в предыдущей группе (рис. 3). На бассейнах р. Оки приходится 6 таких НП, что в 2–3 раза больше по сравнению с бассейнами других рек. Во многом это связано с активными русловыми процессами на реке. Наибольшее влияние русловые процессы оказывают

на инфраструктуру 13 городов, таких как Касимов, Кадом, Краснослободск и др. В то же время для отдельных НП в формировании инфраструктуры велико значение крупных ОБС. Например, г. Павлово (Нижегородская обл.), где 10 крупных ОБС и несколько оврагов разделяют город более чем на 10 частей, тем самым значительно усложняют линейные элементы инфраструктуры. Перепад высот между водоразделом и урезом р. Оки, к которому привязаны ОБС, превышает 60 м. Почти такая же ситуация в г. Алексин. Здесь терри-

тория города иногда разделяется крупными ОБС на почти изолированные районы. В бассейне р. Оки, точнее по самой реке (между г. Коломной и пос. Пителино) и ее притоку р. Мокше, расположены НП с большими значениями воздействия на инфраструктуру как со стороны эрозионных, так и русловых процессов. Например, города Касимов и Кадом одновременно находятся под максимальным воздействием эрозионных и русловых процессов. Но в Вязниках, Муроме, Павлово, Алексине, Калуге, Белеве в большей мере на инфраструктуру оказывают овраги и балки и сопутствующие им эрозионные процессы.

Распределение значений среднего воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру в сочетании эрозионные/русловые процессы неравномерно по исследуемой территории. В основном овражная эрозия превалирует над русловой.

Помимо локализации этих значений по р. Оке, наблюдается большое количество высоких значений баллов воздействия на инфраструктуру в бассейнах рек Днепра, Суры, Дона, Вятки, Белой. В основном это эрозионные формы рельефа, которые достигают своих максимальных значений воздействия в 4–5 балла, в то время как русловые процессы проявляются относительно слабо (2–3 балла). Высокие значения баллов воздействия на инфраструктуру обуславливаются значительной заовраженностью территорий НП, связанной с особенностями рельефа. В таких городах как Смоленск, Дорогобуж и некоторых других река, на которой они расположены, делит их территорию на две части, что осложняет возведение и функционирование инженерных сооружений и транспортной структуры НП. Все эти территории характеризуются высокой степенью эрозионного расчленения.

*Населенные пункты с максимальным (4 балла) влиянием эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру.* Наиболее сложная ситуация с воздействием на инфраструктуру сложилась в трех городах (рис. 3) – Курске (Среднерусская возвышенность), Серафимовиче и Волгограде (Приволжская возвышенность).

Первоначально г. Курск развивался на север по междуречью рек Кур и Тускарь. Соответственно, все коммуникации вытягивались по направлению роста территории города, обходя ОБС и отдельные овраги. Со временем территория города сначала расширилась за счет заовраженных площадей на правобережье р. Тускарь. Появилась новая территория, разделенная ОБС на восемь частей. Принцип построения системы коммуникаций такой же, как в центральной части города – вдоль берега р. Тускарь. Следующий этап – переход городской территории через р. Кур. Все это в значительной мере усложнило конфигурацию и

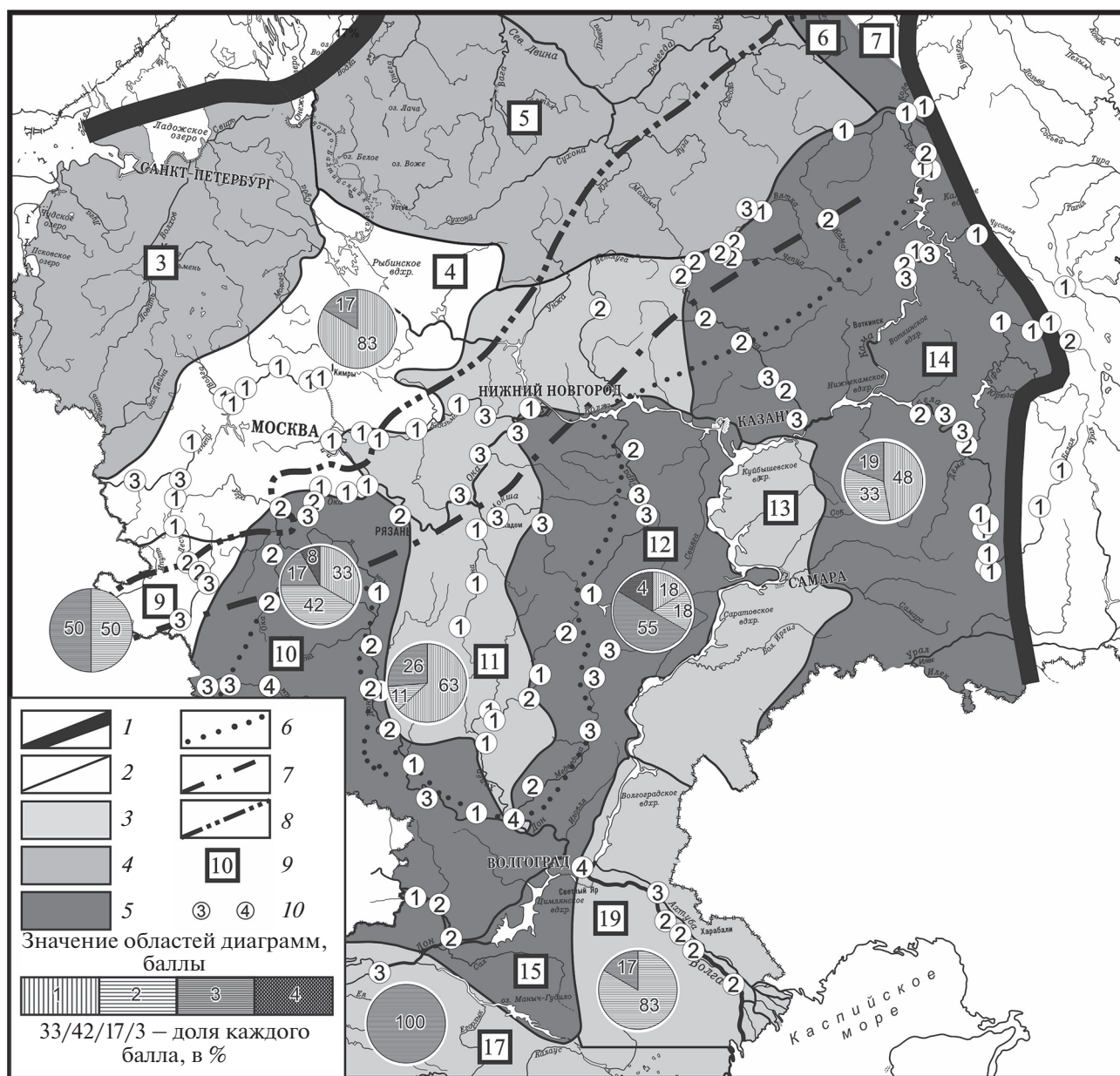
самой территории города, и системы коммуникаций. В связи с дальнейшим ростом городской территории, при котором она перешла через р. Сейм и захватила ее пойму, повысился уровень воздействия русловых процессов на инфраструктуру.

Инфраструктура города Серафимович практически полностью зависит от эрозионных форм рельефа – в городе 3 крупные ОБС и 4 значительно меньших, а еще одна ограничивает городскую территорию с юго-востока. Самая крупная ОБС в центре города делит его на две почти равные части. Ориентировка городских кварталов в основном соответствует простиранию ОБС. Кроме того, территория города практически вписана в излучину р. Дона. В соответствии с этим все основные магистрали вытянуты вдоль как ОБС, так и соответствуют плановому рисунку излучины. Также необходимо отметить, что город располагается на правом подмываемом берегу р. Дона. Таким образом, строение инфраструктуры города определяют как эрозионные формы рельефа, так и русловые процессы.

Волгоград расположен на Приволжской возвышенности на высоком правом берегу р. Волги. Вся территория делится на несколько частей малыми реками (Сухая и Мокрая Мечетка, Царица), также на территории города располагается 33 эрозионные формы рельефа – крупные балки и овраги. Ими поражено 48% площади города (Инженерная..., 2007). Все это приводит к усложнению инфраструктуры. На нижней части склона Приволжской возвышенности сосредоточено большинство промышленных предприятий и административных учреждений, а селитебная застройка занимает ее склоны и приводораздельную часть. Высокая эрозионная расчлененность территории привела к тому, что до 70-х годов прошлого столетия значительная часть жилых зданий была лишена центрального отопления, и не все дома были газифицированы (Инженерная..., 2007). Русловые процессы напрямую не влияют на инфраструктуру, но могут представлять определенную опасность прибрежным территориям. Ежегодное отступление бровки правого берега р. Волга в черте Волгограда составляет в среднем 0.3–0.5 м, достигая в отдельные годы 2.5 м, при протяженности размываемого берега около 30 км (Инженерная..., 2007).

Распределение баллов воздействия на инфраструктуру всех рассмотренных НП неравномерно по исследуемой территории. Минимальные значения – 1–2 балла – часто соседствуют со значениями 3–4 балла. На рис. 4 показано сочетание баллов для разных геоморфологических областей. Значения баллов воздействия на инфраструктуру зависят как от геолого-геоморфологических условий, характерных для территории местоположения НП (рис. 4), так и особенностей проте-





**Рис. 4.** Диаграммы распределения значений обобщенных баллов влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП по геоморфологическим областям. Усл. обозначения см. рис. 2.

**Fig. 4.** Diagrams of the distribution of the values of generalized points of the influence of erosion and riverbed processes on the infrastructure of settlements (NP) by geomorphological areas. See Fig. 2 for the notation.

кания русловых процессов. Необходимо отметить значительное воздействие антропогенного фактора. Так, для НП, расположенных на р. Оке и ее притоке р. Мокше, высокие баллы воздействия связаны с активизацией русловых процессов, вызванных активной разработкой русловых карьеров. Высокие значения баллов в Курске, Серафимовиче и Волгограде, по сравнению с Москвой, Нижним Новгородом и Воронежем, связаны с невозможностью использовать овраги для нужд города или их уничтожения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расположение населенных пунктов на территории Европейской части России подчиняется основным правилам, соответствующим требованиям обеспечения жизнедеятельности человека и функционирования их инфраструктуры. Изначально выбор участков основания НП обуславливался наличием ограниченных с двух-трех сторон глубоких естественных понижений – узких долин небольших рек, балок и оврагов на берегу большой реки, что, с одной стороны, обеспечивало за-

щиту поселения от врага, с другой, облегчало доступ к главной реке. На составленной карте этому условию соответствует большинство НП, за исключением располагающихся в предгорьях Урала. Первые поселения располагались и строились в тесной связи с рельефом территории и чаще всего под его “диктовку”. Водные преграды и естественные понижения рельефа (балки и овраги) — наиболее часто используемые формы рельефа в градостроительстве, и зачастую вся селитебная застройка ориентировалась в соответствии с простиранием эрозионных форм рельефа. С течением времени по мере роста НП инфраструктура усложнялась. Но это происходило не во всех НП и зависело от административно-экономической их значимости. В результате крупные города, имеющие технико-экономические возможности, смогли игнорировать эрозионный рельеф или приспособлять для своих нужд. Малые НП, не имеющие такой возможности, вынуждены подстраивать свою инфраструктуру под особенности рельефа.

Инфраструктура населенных пунктов зависит и подчиняется особенностям природных условий территории расположения — в частности, овражной эрозии и русловых процессов. На составленной карте четко видно, что на территориях, расположенных в пределах реликтов ледникового рельефа и низменностей, НП обладают наименьшей — 1–2 балла — зависимостью от эрозионных форм рельефа и русловых процессов. Это вызвано как особенностями рельефа — короткие склоны, небольшие по площади водосборы и небольшие перепады высот, так и геологическим строением — склоны сложены трудно размываемыми грунтами. Выпадают из этой зависимости НП в Предуралье. Здесь нет оврагов и низкий уровень опасности русловых процессов, и они основывались в XVIII в. на относительно удобных территориях без необходимости учитывать оборонительные свойства рельефа.

Особенности рельефа, в частности, расположение НП в пределах возвышенностей усложняет инфраструктуру в них распространением оврагов и ОБС. Это относится ко всем типам НП, расположенных на Среднерусской и на Приволжской возвышенностях (для них характерна высокая степень зависимости от овражной эрозии — 3 балла). В то же время НП, расположенные на р. Оке, подвержены воздействию русловых процессов в большей мере, чем остальные в градации 3 балла.

Наиболее высокая зависимость инфраструктуры НП от эрозионных и русловых процессов приходится на 3 разных по статусу и площади — это Курск, Волгоград и Серафимович. Для них характерна как высокая заовраженность (5 баллов), так и высокая подверженность опасным русловым процессам (3–4 балла).

Наибольшее распространение имеют небольшие значения баллов зависимости инфраструктуры от эрозионных и русловых процессов: 1 балл — 45% (54 НП) и 2 балла — 29.5% (35 НП). Значения в 3 балла имеют 28 НП (23%) и только инфраструктура 3 НП (2.5%) очень сильно зависит от эрозионных и русловых процессов.

Полученные результаты показали, что высокие баллы воздействия эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов неоднозначны. Большие и крупные города, в зависимости от особенностей рельефа, меньше зависят от эрозионно-русловых процессов в силу технико-экономических возможностей по преобразованию рельефа и его использования для нужд города. В то время как малые и средние населенные пункты в большой мере зависят от них, так как вынуждены подстраиваться под особенности эрозионного рельефа и влияния реки.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Выполнено по госзаданию НИЛаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического ф-та МГУ № АААА-А16-116032810084-0 (овражная эрозия и овражно-балочные системы).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- География овражной эрозии / Е.Ф.Зорина. М.: Изд-во МГУ, 2006. 324 с.
- Зорина Е.Ф., Ковалев С.Н., Рулева С.Н., Чалов Р.С. Опасности проявления процессов, обусловленных поверхностными водами, на урбанизированных территориях // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 17. М.: Изд-во МГУ, 2010. С. 71–94.
- Инженерная геология и геоэкология Волгограда / В.Н.Синяков, С.В. Кузнецова, С.В. Честнов, С.И. Махова, А.П. Долганов. Волгоград: ВолгГАСУ, 2007. 126 с.
- Ковалев С.Н. Города и овраги — история и современность. М.: Компания ПринтКов, 2019. 189 с.
- Ковалев С.Н., Никольская И.И. Реализация потенциала оврагообразования на Европейской территории России // Маккавеевские чтения — 2015. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2016. С. 43–50.
- Ковалев С.Н., Чалов Р.С. Типы взаимосвязи инфраструктуры населенных пунктов с эрозионно-русловыми системами // Геоморфология. 2021. Т. 52. № 2. С. 52–62.  
<https://doi.org/10.31857/S0435428121020048>
- Опасность русловых процессов на реках России / Карта м-ба 1: 4 000 000 / Сост. К.М. Беркович, Р.С. Чалов, А.В. Чернов. Минск: Минская картографическая фабрика ГУГК СССР, 1989. 4 л.
- Спирidonov А.И. Геоморфология европейской части СССР. М.: Высш. школа, 1978. 335 с.
- Физическая карта России. Масштаб 1: 8 000 000. Омск: Омская картографическая фабрика, 2005.
- Чалов Р.С., Чернов А.В., Михайлова Н.М. География опасных проявлений на реках России // Изв. РГО. 2017. Т. 149. Вып. 4. С. 13–33.

# ASSESSMENT MAP OF THE IMPACT OF EROSION-CHANNEL SYSTEMS ON THE INFRASTRUCTURE OF SETTLEMENTS

S. N. Kovalev<sup>a,#</sup>

<sup>a</sup>*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: kovalevsn@yandex.ru*

A map reflecting the influence of erosion-channel processes on the infrastructure of settlements for Volga, Oka, Don and Dnieper rivers basins (within the Russian Federation) has been compiled. The physical-geographic map of Russia, scale of 1: 8000000, served as the basis for compiling the map. It shows settlements from large cities to urban-type settlements with population of more than 10 thousand people. In total, 120 settlements are displayed on the created map; 84 in the Volga river basin; 13 in the Don river basin, 24 in the Dnieper river basin (within the Russian Federation). According to the developed methodology, each settlement was assigned a score reflecting the influence of erosion and channel processes on the infrastructure. The most common are values of 1 and 2 points, 45% and 29.5% of all the settlements, respectively. Values of 3 points were assigned to 28 settlements (23%) and only three settlements (2.5%) are very dependent on erosion and channel processes. The infrastructure is an anthropogenic feature and mostly depends on the historic development of the settlement, however, it is adjusted to the natural conditions of the location. Infrastructures the least dependent on erosional forms and channel processes (scores 1 and 2) correspond to the territories located within the lowlands and relics of glacial relief. Settlements on the Central Russian and Volga Uplands with scores of 3–5 points to a large extent depend on ravine erosion. Channel processes have less impact on infrastructure with the exception of settlements within the Oka river basin. Here the influence of channel processes is the greatest. The results of the study showed that the impact of erosion and channel processes on the infrastructure of settlements is ambiguous. Infrastructure of large cities is less dependent, while the small and medium-sized settlements are largely dependent on erosion-channel processes.

*Keywords:* ravines, gullies, erosion relief, river, channel processes, infrastructure

## ACKNOWLEDGMENTS

Completed according to the state order of the Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes named after N.I. Makkaveev of the geographical department of Moscow State University No. AAAA-A16-116032810084-0 (ravine erosion and gully-ravine systems).

## REFERENCES

- Berkovich K.M., Chalov R.S., and Chernov A.V. (Eds.) *Opasnost' ruslovykh protsessov na rekakh Rossii* (The danger of channel processes on the rivers of Russia). 1 : 4000000. Minsk: Minskaya kartograficheskaya fabrika GUGK SSSR (Publ.), 1989. 4 p. (in Russ.)
- Chalov R.S., Chernov A.V., and Mihajlova N.M. Geography of dangerous manifestations on the rivers of Russia. *Izv. Russ. geogr. ob-va.* 2017. Vol. 149. Iss. 4. P. 13–33. (in Russ.)
- Fizicheskaya karta Rossii. Masshtab 1 : 8000000* (Physical map of Russia. Scale 1 : 8000000). Omsk: Omskaya kartograficheskaya fabrika (Publ.), 2005. (in Russ.)
- Kovalev S.N. and Chalov R.S. Types of interrelation of infrastructure of settlements with erosion-fluvial systems. *Geomorfologiya.* 2021. Vol. 52. No. 2. P. 52–62. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0435428121020048>
- Kovalev S.N. and Nikol'skaja I.I. Realizing the potential of ravine formation on the European territory of Russia. *Makkaveevskie chteniya – 2015.* M.: Faculty of Geography MSU (Publ.), 2016. P. 43–50. (in Russ.)
- Kovalev S.N. *Goroda i ovragi – istoriya i sovremennost'* (Cities and ravines – history and modernity). M.: Kompaniya PrintKoV (Publ.), 2019. 189 p. (in Russ.)
- Spiridonov A.I. *Geomorfologiya evropeiskoi chasti SSSR* (Geomorphology of the European part of the USSR). M.: Vysshaya shkola (Publ.), 1978. 335 p. (in Russ.)
- Zorina E.F. (Ed.) *Geografiya ovrazhnoi erozii* (Geography of gully erosion). M.: MSU (Publ.), 2006. 324 p. (in Russ.)
- Zorina E.F., Kovalev S.N., Ruleva S.N., and Chalov R.S. The dangers of the manifestation of processes caused by surface waters in urbanized territories. *Eroziya pochv i ruslovye protsessy.* Vyp. 17. M.: MSU (Publ.), 2010. P. 71–94. (in Russ.)