

Научная статья

УДК 631.613.02; 459; 551.4

doi: 10.17072/2079-7877-2023-2-49-61

## ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННО-РУСЛОВЫХ СИСТЕМ НА ИНФРАСТРУКТУРУ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Сергей Николаевич Ковалёв

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия  
kovalevsn@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4609-1123>, ResearcherID: 1078780

**Аннотация.** Инфраструктура населенного пункта – от деревни до городской агломерации – обеспечивает функционирование систем жизнеобеспечения населения. Независимо от возраста населенного пункта, его размеров и планировки система инженерных коммуникаций зависит от особенностей рельефа и эрозионно-русловых процессов на данной территории. Для выявления влияния овражной эрозии и русловых процессов на функционирование инфраструктуры был выбран южный мегасклон Русской равнины. Здесь отмечается высокая степень эрозионной расчлененности и активности русловых процессов. Для оценки влияния эрозионно-русловых процессов использовались космоснимки и картографический материал. Для бассейнов рек Волги, Оки, Дона и Днепра (в пределах Российской Федерации) составлена карта влияния эрозионно-русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов. Основой для составления карты послужили физико-географическая карта России масштаба 1:8000000 и карта опасности русловых процессов на реках России. На полученной карте отобрано 120 населенных пунктов: в бассейне р. Волги – 84; в бассейне р. Дона – 13 и в бассейне р. Днепра (в пределах Российской Федерации) – 24. Каждому населенному пункту по разработанной методике присваивался балл влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру. Наибольшее распространение имеют небольшие значения баллов влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру: 1 балл – 45%, 2 балла – 29,5%, 3 балла – 23%, 4 балла – 2,5% (всего 3 населенных пунктов). Наименьшим (1–2 балла) влиянием на инфраструктуру соответствуют территории в пределах низменностей и реликтов ледникового рельефа. Населенные пункты на Среднерусской и Приволжской возвышенностях больше зависят от овражной эрозии (3–5 балла) и мало от русловых процессов. Полученные результаты показали, что влияние эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов неоднозначно. Большие и крупные города меньше зависят от эрозионно-русловых процессов в отличие от малых и средних.

**Ключевые слова:** инфраструктура, овраг, овражная эрозия, река, русловые процессы

**Для цитирования:** Ковалёв С.Н. Влияние эрозионно-русловых систем на инфраструктуру населенных пунктов европейской части России // Географический вестник = Geographical bulletin. 2023. № 2(65). С. 49–61. doi: 10.17072/2079-7877-2023-2-49-61.

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2023-2-49-61

## THE IMPACT OF EROSION-CHANNEL SYSTEMS ON THE INFRASTRUCTURE OF SETTLEMENTS IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

Sergey N. Kovalev

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
kovalevsn@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4609-1123>, ResearcherID: 1078780

**Abstract.** The infrastructure of any settlement, whether it is a village or an urban agglomeration, ensures the functioning of the systems that serve the needs of the population. Regardless of the age of the settlement, its size and layout, the system of engineering communications depends on the features of the relief and erosion-channel processes in this area. To identify the impact of gully erosion and riverbed processes on the functioning of infrastructure, the southern megaslope of the Russian Plain was selected. There is a high degree of erosive dissection and activity of riverbed processes. Satellite images and cartographic material were used to assess the impact of erosion-channel processes. For the basins of the Volga, Oka, Don, and Dnieper rivers (within the territory of the Russian Federation), a map of the impact of erosion-channel processes on the infrastructure of settlements has been compiled. The basis for drawing up the map was a physical and geographical map of Russia on a scale of 1:8,000,000 and a map of the hazardousness of channel processes on the rivers of Russia. The resulting map shows 120 settlements: 84 – in the Volga River basin, 13 – in the Don River basin, and 24 – in the Dnieper River basin (within the Russian Federation). According to the developed methodology, each settlement was assigned a score of the impact of erosion and riverbed processes on the infrastructure. The most common are small values of such impact: 1 point – 45%, 2 points – 29.5%, 3 points – 23%, 4 points – 2.5% (only 3 settlements). The lowest (1–2 points) impact on the infrastructure corresponds to the territories within the lowlands and relicts of glacial relief. Settlements on the Central Russian and Volga Uplands are more dependent on gully erosion (3–5 points) and show a weak dependence on riverbed processes. The research results indicate an ambiguous impact of erosion and riverbed processes on the infrastructure of the settlements. Large and big cities are less dependent on erosion and riverbed processes, in contrast to small and medium-sized ones.



**Keywords:** infrastructure, ravine, gully erosion, river, channel processes

**For citation:** Kovalev S.N. (2023). The impact of erosion-channel systems on the infrastructure of settlements in the European part of Russia. *Geographical Bulletin*. No. 2(65). Pp. 49–61. doi: 10.17072/2079-7877-2023-2-49-61.

### Введение

Большинство населенных пунктов (НП) на Европейской части России представляют собой сложные инфраструктурные системы, которые постоянно модифицируются и усложняются. Наиболее изменчивы территории больших населенных пунктов, малые более консервативны. Это связано не только с общественно-экономическими факторами, но и их материально-техническими возможностями. Чем крупнее НП, тем сложнее его инфраструктура, которая постоянно усложняется из-за прироста населения, для которого требуются новые территории для его размещения [3]. В то же время расширение территории НП связано с проблемой выбора места для нового строительства, что приводит к локализации новых кварталов НП на заовраженных территориях или подверженных влиянию русловых процессов [10] (размывы берегов, затопление и т.п.).

Вопросам взаимодействия территории НП с рельефом посвящено множество работ: Н.В. Аникина, С.И. Большов, Е.Ф. Зорина и др. [10], Э.А. Лихачёва и др. [5], В.Р. Крогиус [18], С.Н. Ковалев [13], С.В. Крашенинникова [17], Э.А. Лихачева [6; 19; 25] и др. Много публикаций принадлежат градостроителям: В.М. Груздев [8], Н.М., Затолокина, Н.В. Лукашова [9], И.Я. Конторович, А.Б. Ривкин [16; 27], С.С. Папикян [23], С.М. Тащи, Е.А. Мясников [30]. Это также отражено в нормативных документах [26; 27]. В иностранной литературе не обсуждается взаимодействие территории НП и инфраструктуры. Обычно рассматриваются экологические проблемы или биоразнообразие растительных сообществ, распространенных в овражно-балочных системах (ОБС).

Однако все перечисленные работы посвящены общим вопросам взаимодействия территории НП с рельефом, природными, геолого-геоморфологическими и антропогенными условиями, но не конкретно с овражными и русловыми процессами. Цель данного исследования – оценить влияние эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов разного типа и его территориальное распределение картографическим способом.

### Становление инфраструктуры и её взаимодействие с территорией населенных пунктов

Любой современный населенный пункт (НП) – от малого сельского поселения до сверхкрупных городов [7] обладает инфраструктурой, обеспечивающей его функционирование и жизнедеятельность населения. Инфраструктура зависит от типа НП и его месторасположения. Большинство городов и небольших 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 узлах слияния равных по водности рек и 1% в устьях рек [15]. При этом в пределах Европейской части России отмечается 147 крупных оврагов и овражно-балочных систем [13]. Вместе с тем овражная эрозия и русловые деформации приводят к возникновению опасности разрушения объектов эрозионными процессами или вывода их из эксплуатационного состояния, занесения наносами и обмеления акваторий в результате развития русловых процессов [15]. В зависимости от размеров НП и направленности его развития взаимосвязь инфраструктуры НП с эрозионным рельефом видоизменяется. Подмывы высоких берегов провоцируют образование оврагов, которое прекращается тогда, если русло отходит от берега или регулируется гидротехническими мероприятиями. В свою очередь, выносы грунта из оврагов и балок оттесняют речной поток от одного берега к другому и, изменяя положение стрежневой зоны потока, влияют на состояние судового хода, способствуют размывам противоположных берегов, вызывая разрушения в заречных частях городов [4]. Несмотря на то, что инженерные сооружения независимы от природных характеристик, тем не менее они в большинстве случаев вынуждены подчиняться природным характеристикам территории расположения.

Инфраструктура населенного пункта складывается из системы сети улиц и инженерных сетей (теплоснабжение, водоснабжение, канализация, электроснабжение). Во многом она зависит от форм рельефа, которые определяют планировку территории НП. Наибольшее влияние на инфраструктуру оказывают эрозионные формы рельефа – овраги, балки, разветвленные ОБС (в большинстве случаев они глубокие и широкие), а также речные долины, расчленяющие территорию НП. При росте территории НП это приводит к усложнению и удлинению системы инженерных сетей, а планировка НП вынуждена подстраиваться к элементам эрозионной сети или преобразовывать их под свои нужды.

Инфраструктура населенных пунктов во многом 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, что в большей мере обуславливалось соображениями обеспечения безопасности НП. Строения сооружались вдоль речного берега, территории, так и вдоль оврагов и балок. Первоначально вся инфраструктура заключалась в системе кварталов, улиц и примитивной ливневой канализации. По мере развития территории, и особенно значимости НП, все это усложнялось и модернизировалось. С течением времени появлялись система водоснабжения и водоотведения, линии электропередач, система газоснабжения и т.д.

Первым элементом инфраструктуры, учитывающей эрозионный рельеф, можно считать уличные проезды и кварталы, появившиеся около 1900 г. до н.э. в Китае [2]. А в России таким стало поселение Старая Ладога, основанное в 753 г. [20]. Водопровод (водоводы) появились в IV тысячелетии до н.э. в Месопотамии и Египте [31]. В I тысячелетии до н.э. водоводы существовали практически у всех народов Ближнего Востока, а также в Индии и Китае. В Европе первый водопровод (самотечный) появился в Париже в XII в., а в XIII в. в Лондоне, и в начале XV в. в германских городах [31]. На Руси водопроводы отмечаются в конце XI – начале XII вв. (в Новгороде, в Московском Кремле). В 1781 г. Екатерина II подписала указ о начале строительства первого в стране коммунального водопровода. Первые канализационные системы появились в V–VI в. до н.э. городах Ближнего Востока, Египта, Индии [1]. В Европе такие системы впервые построена в Англии в 1833 г. (в 50 городах) и в Германии (в Гамбурге с 1843 г.). В середине XVIII в. в Петербурге началось широкое использование каналов для отвода атмосферных и бытовых вод. В 1825 г. в Москве были запущены Самотечный и Неглинный каналы, служившие для отвода атмосферных и сточных вод от зданий. С 1829 г. было начато строительство таких каналов и в других городах [31].

Первая в мире электростанция общественного пользования была построена в Нью-Йорке в 1882 г. [35]. В середине 1880-х гг. городские электростанции, дававшие ток для освещения, активно строились в США и в Европе. В Москве первые 100 электросветильников зажгли в 1881 г. В декабре 1920 г. был принят план ГОЭЛРО, положивший начало массовой электрификации страны [25].

История газификации началась с изменения способа освещения улиц, когда керосиновые фонари стали менять на газовые рожки. В Европе это произошло в начале XIX в. В конце 60-х гг. XIX в. их стали применять для освещения улиц Петербурга, Москвы, других крупных городов России. После Великой Отечественной войны газификация охватила большинство городов СССР [12], однако до сих пор в сельских поселениях России далеко не везде прокладываются трубы к домовладениям, поскольку это слишком дорого (проще пользоваться баллонным газом).

Все эти элементы инфраструктуры в той или иной мере подчиняются особенностям рельефа. Овраги и овражно-балочные системы становились препятствием при освоении новых территорий. Строить обходные пути экономически не выгодно, а при пересечении овражно-балочных систем и рек приходится строить практически мостовые переходы.

Экономическая, социальная и политическая география  
Ковалёв С.Н.

Переход территории НП от первоначального места основания с одного берега реки на другой связан с большими инженерно-техническими проблемами и вследствие этого единая инфраструктура разбивается на несколько независимых кластеров.

### Объекты и методика исследования

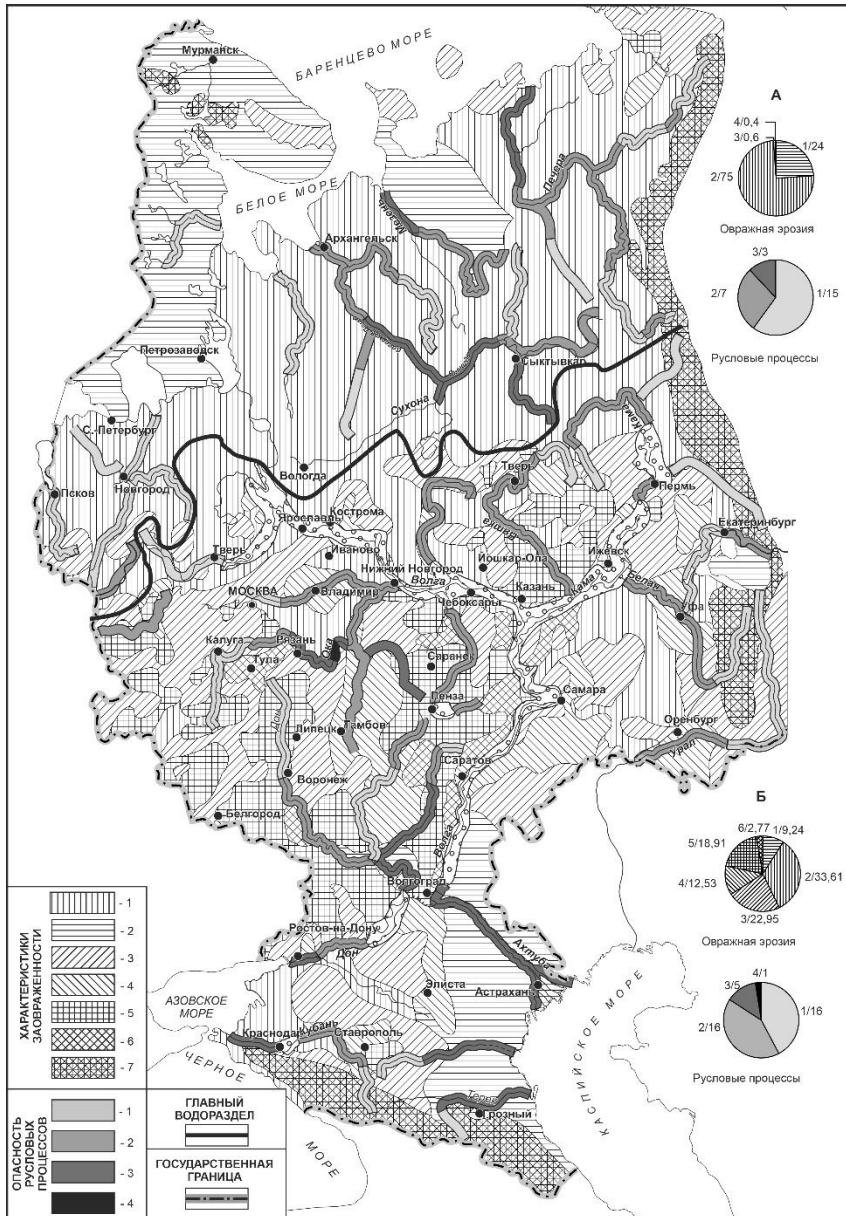


Рис. 1. Эрозионно-русловая обстановка на Европейской части России.

Характеристика заовраженности, плотность ед/км<sup>2</sup>: 1 – 0,011–0,1; 2 – 0,11–0,5; 3 – 0,51–2,0; 4 – 2,1–5,0; 5 – >5,0. Опасность русловых процессов в баллах – значения баллов представлены в табл. 1. Диаграммы: заливка соответствует легенде карты, цифры 2/16 – в числителе балл по табл. 1, в знаменателе процент от общего числа рек:

А – характеристика эрозионно-русловой обстановки на северном мегасклоне;

Б – характеристика эрозионно-русловой обстановки на южном мегасклоне

Fig. 1. Erosion-channel situation in the European part of Russia.

Gully occurrence, density in units/km<sup>2</sup>: 1 – 0.011–0.1; 2 – 0.11–0.5; 3 – 0.51–2.0; 4 – 2.1–5.0; 5 – >5.0. The hazardousness of channel processes in points – the values of points are given in Table 1. Diagrams: the filling corresponds to the legend of the map, figures 2/16 – in the numerator is the score according to Table 1, in the denominator is the percentage of the total number of rivers: A – characteristics of the erosion-channel situation on the northern megaslope; B – characteristics of the erosion-channel situation on the southern megaslope

Северный и южный мегасклоны Восточно-Европейской равнины имеют разную структуру эрозионных и русловых процессов. Северный мегасклон отличается незначительным распространением овражной эрозии. Это хорошо видно на карте-схеме, составленной на основании карты опасности овражной эрозии из Национального атласа России [21] и карты опасности русловых процессов [22]. На 24% площади территории полностью отсутствуют овраги, а на 75% плотность оврагов не превышает 0,1 ед/км<sup>2</sup> и только на 1% территории плотность оврагов близка к 0,51–2,0 ед/км<sup>2</sup>. Это же относится и к проявлению русловых процессов – преобладающее количество рек со значениями баллов опасности 1–2 составляет 22 из 25 НП, представленных на карте опасности русловых процессов [22] (рис. 1, диаграмма А). К тому же территория отличается практически полным исчерпанием потенциала ее оврагообразования [14]. Для этой территории характерно меньшее влияние русловых процессов на русла и берега рек, которые формируются в трудно-

размываемых 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 в основном слабая [33].

Совсем другая обстановка наблюдается на южном мегасклоне. Практически на 57% территории плотность оврагов колеблется от 0,5 ед/км<sup>2</sup> до более чем 2,1 ед/км<sup>2</sup>, а на площади 2,77% она превышает 5 ед/км<sup>2</sup> (рис. 1, диаграмма Б) [4]. Также здесь выше число рек с повышенной опасностью проявления русловых процессов – 16% против 10% на севере.

В соответствии со сложившейся эрозивно-русловой обстановкой на Европейской части России исследование проводилось южнее главного водораздела Восточно-Европейской равнины.

Для сопоставления уровня влияния овражной эрозии и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов были выбраны бассейны рек Волги, Оки, Дона и Днепра (в пределах Российской Федерации), в значительной мере подверженные влиянию овражной эрозии.

Основой для составления карты послужила физико-географическая карта России масштаба 1:8000000 [32]. На ней отмечены НП от городов «миллионников» до поселков городского типа численностью населения более 10 тыс. чел. (в соответствии с условными обозначениями карты). Это НП, обладающие развитой системой внутри территориальных коммуникаций. Для составления карты выбирались НП, административная территория которых пересекается рекой или она соприкасается с границей НП. То есть либо река непосредственно влияет на инфраструктуру НП, либо это происходит во время паводков и паводков, когда водный поток выходит на пойму в границах НП или других событий, которые могут влиять на инфраструктуру. Выбранные объекты совмещались с картой «Опасность русловых процессов на реках России» [22], которая была адаптирована к физико-географической карте, и в соответствии с легендой карты НП присваивался балл влияния на инфраструктуру (опасности) (табл. 1).

Влияние овражной эрозии оценивалось по космическим снимкам Google Earth, SAS.Планета, границы НП по Яндекс-карты. Оценивалось количество оврагов и овражно-балочных систем, их влияние на планировку НП в соответствии с простираем рисунка главных магистралей и овражно-балочных систем. 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) [13.]. В соответствии с разработанной легендой НП присваивался балл влияния овражной эрозии на инфраструктуру (табл. 2).

Таблица 1

Опасность русловых процессов [10]  
The hazardousness of channel processes

Тип процесса по степени опасности	Баллы	Характеристика чрезвычайных ситуаций
Опасный	4	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	Разрушение отдельных строений на берегах, периодический выход из строя водозаборов и подмывы мостовых опор, сложные переформирования и мелководность отдельных перекатов, местное сокращение прибрежных сельхозугодий
Малоопасный	2	Возможное занесение подходов к причалам и портам, водозаборов, разрушение строений на берегах, сокращение сельхозугодий. Локализация мест опасных проявлений и редкая их встречаемость
Практически не опасный	1	Эпизодическое обмеление отдельных перекатов и подходов к причалам. Редко встречающиеся участки размыва и оползания речных берегов

Экономическая, социальная и политическая география  
Ковалёв С.Н.

Таблица 2

Характеристика НП по уровню влияния оврагов и овражно-балочных систем на инфраструктуру [10]  
Settlement characteristics by the level of influence of ravines and gully-ravine systems on the infrastructure

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
Мало опасный	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	Поддавливающие 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

К каждому НП на выноске подписывалось дробное значение, где в числителе показывались баллы влияния овражной эрозии на инфраструктуру, а в знаменателе – балл опасности влияния русловой составляющей. К самому НП присваивалось общее значение (сумма баллов опасности овражной эрозии и русловых процессов) влияния на его инфраструктуру.

В результате была получена карта влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП (рис. 2).

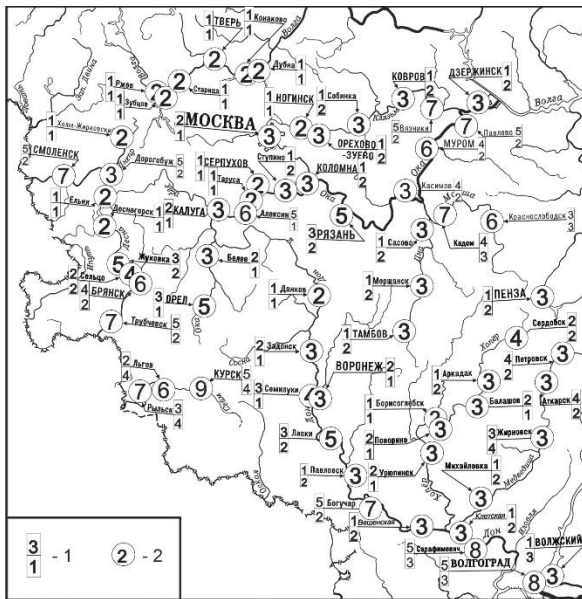


Рис. 2. Фрагмент карты влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенного пункта:  
1 – баллы влияния овражной эрозии и влияния русловой составляющей на инфраструктуру населенного пункта;  
2 – общее значение баллов влияния на его инфраструктуру

Fig. 2. Fragment of the map of the influence of erosion and channel processes on the settlement infrastructure.  
1 – points of the impact of gully erosion and the channel component on the settlement infrastructure; 2 – the total value of the points of influence on its infrastructure

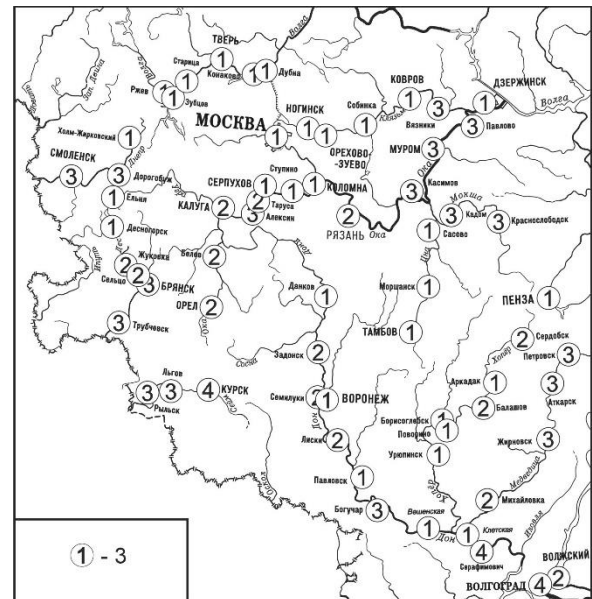


Рис. 3. Окончательный вариант карты влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенного пункта:  
1 – значение влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов (в баллах)

Fig. 3. The final version of the map of the impact of erosion and channel processes on the infrastructure of the settlement. 1 – the value of the impact of erosion and channel processes on the infrastructure of settlements (in points)

Как показал анализ карты, значения баллов ближайших пар близки по своему содержанию. В основном они варьируются в сочетании влияния овражной эрозии и

## Экономическая, социальная и политическая география

Ковалёв С.Н.

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**). В результате был получен окончательный вариант карты (рис. 3), а в табл. 3 приведена легенда к ней.

Таблица 3

Уровень влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру населенных пунктов (в баллах)  
The level of influence of erosion and channel processes on the infrastructure of settlements (in points)

Уровень		НП, подавляющие рельеф – населенные пункты или их части, крупные промышленные предприятия, в процессе роста которых застройка производится с полным преобразованием территории под нужды застройки. Существующие овраги находятся под контролем или овраги в городе отсутствуют. Эпизодическое обмеление отдельных перекаатов и подходов к причалам. Редко встречающиеся участки размыва и оползания речных берегов
Практически не влияет	1	
Слабое влияние	2	НП, подчиняющие рельеф – населенные пункты, в которых при сооружении объектов происходит частичное преобразование рельефа. Большинство оврагов и овражно-балочных систем используются как элементы городской инфраструктуры. Разрушение отдельных строений на берегах, периодический выход из строя водозаборов и подмывы мостовых опор, сложные переформирования и мелководность отдельных перекаатов, местное сокращение прибрежных сельхозугодий
Среднее влияние	3	НП, соподчиненные с рельефом – большая часть строений и систем коммуникаций частично вписана в рельеф, но большая часть инфраструктуры зависит от форм рельефа. Возможное занесение подходов к причалам и портам, водозаборов, разрушение строений на берегах, сокращение сельхозугодий. Локализация мест опасных проявлений и редкая их встречаемость
Сильное влияние	4	НП, подчиненные рельефу – все типы строений располагаются в зависимости от типа и форм рельефа; при их возведении рельеф не преобразовывается. Разрушение причалов, набережных, портовых стен; подмыв опор мостовых переходов, занесение наносами водозаборов, излом и разрыв подводных трубопроводов и других коммуникаций. Повсеместное сокращение прибрежных сельхозугодий. Частое изменение мест опасных проявлений

## Результаты и обсуждение

Всего на полученной карте отображено 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 24 на бассейн р. Днепра (в пределах РФ). Наиболее распространенное значение баллов соподчинения НП – 1 (55 НП) и 2 (35 НП). Значение 3 приходится на 28 НП и 4 – всего на 3 НП.

*Населенные пункты с минимальным (1–2 балла) влиянием эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру.* Распределение значений влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру НП неравномерно по исследуемой территории. Но в то же время прослеживаются определенные закономерности, определяемые природными условиями территорий, на которых расположены НП. Первое – это сосредоточение малых значений зависимостей, т.е. незначительного влияния как овражных, так и русловых процессов на планировку городов, в широтном направлении по линии г. Десногорск – г. Дзержинск, в меридиональном направлении на междуречье р. Дона и р. Медведицы от г. Сасово до станицы Клетская. Невысокие значения корреляции между эрозионными формами рельефа и планировкой НП отмечаются также в пределах Предуральяского краевого прогиба вдоль западного склона Уральских гор от г. Красновишерска до с. Ермолаево (рис. 4).

Заметим, что значительная часть минимальных значений баллов (1–2) влияния на инфраструктуру НП располагается в пределах ледниковых равнин времени Московского оледенения и низменностей Волжско-Окско-Донского междуречья. Минимальные значения овражной эрозии и русловых процессов, с одной стороны, приходятся на территории, сложенные трудноразмываемыми породами, в основном моренными отложениями. С другой – особенностями рельефа, препятствующими оврагообразованию, и прежде всего короткими склонами с небольшими по площади овражными водосборами. Для Волжско-Окско-Донского междуречья короткие склоны и небольшие перепады высот также не способствуют оврагообразованию.

Большое значение в развитии овражной эрозии и русловых процессов имеет история развития НП. На исследуемой территории расположены древние города с численностью

## Экономическая, социальная и политическая география

Ковалёв С.Н.

населения более 100 тыс. чел., такие как Москва, Воронеж, Тамбов и др., для которых характерны обустройство речных берегов и контролируемая овражная эрозия. В Москве уничтожены практически все овраги, а в Воронеже они входят в состав магистрально-уличной инфраструктуры. В Тамбове оврагов нет, и застройка (в основном частная) частично выстраивается по берегам и протокам р. Цны. Малые НП с численностью населения 100 тыс. и менее на данной территории, это, чаще всего, древние города и поселения, основанные в XI–XII вв. Естественно, что их застройка и дальнейшая система жизнеобеспечения при отсутствии оврагов и невысокой интенсивности русловых процессов на протекающих по их территории или рядом реках приспособились к условиям рельефа.

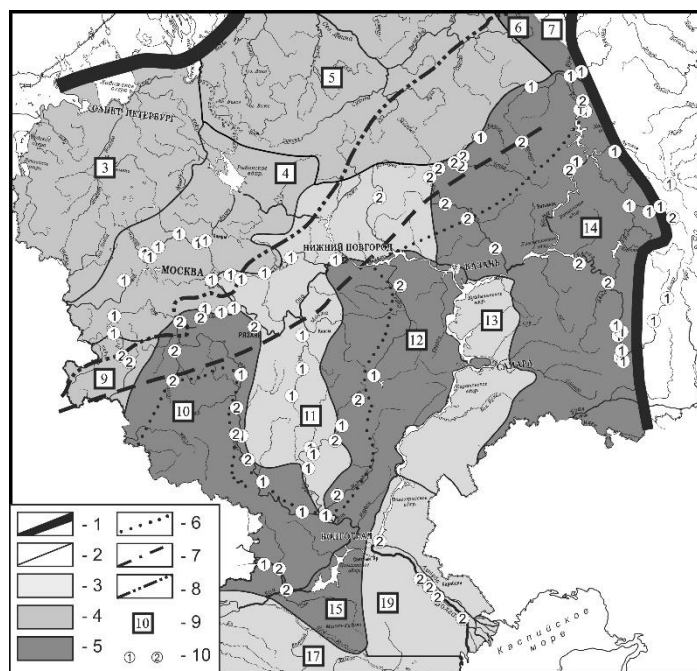


Рис. 4. Положение малых значений взаимозависимостей эрозионных и русловых процессов с инфраструктурой населенных пунктов (в баллах) на картограмме геоморфологического районирования европейской территории СССР [28].

Границы: 1 – областей; оледенений: 2 – Московское, 3 – Окское, 4 – Днепровское, 5 – геоморфологических стран; 6 – возвышенности и низменности, 7 – низменности, 8 – возвышенности, 9 – индексы областей, 10 – 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 – Полесская 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. 4. The position of small values of the interdependencies between erosion-riverbed processes and the infrastructure of settlements (in points) on the cartographic scheme of geomorphological zoning of the European territory of the USSR [29]. Borders of:

1 – the regions; glaciations: 2 – Moscow, 3 – Oka, 4 – Dnieper, 5 – geomorphological countries; 6 – uplands and lowlands, 7 – lowlands, 8 – uplands, 9 – indices of regions, 10 – geomorphological regions: 3 – Baltic-Valdai (lowlands and uplands of the north-west of the Russian Plain), 4 – Minsk-Moscow (uplands and lowlands of the center and west of the Russian Plain), 5 – Dvina-Mezen (lowlands and uplands of the Northern Slope of the Russian Plain); 6 – Timanskaya, 7 – Pechora; 9 – Poleskaya and Dnieper lowlands, 10 – Central Russian Upland, 11 – lowlands of the Volga-Oka-Don interfluvium, 12 – Volga Upland and Ergeni, 13 – Low Zavołzhye, 14 – High Zavołzhye, 15 – Donetsk Ridge; 17 – Cis-Azov-Kuban Lowland, 19 – Caspian Lowland

Другая группа малых значений зависимостей приходится на Предуралье (от г. Красновишерска до с. Ермолаево). Территория сложена в основном трудно-размываемыми грунтами, препятствующими развитию овражной эрозии. Также большая часть НП была основана в XVIII в. Поэтому, в отличие от НП Центральной России, здесь не было необходимости располагать их с соблюдением оборонных свойств рельефа. И, как следствие, их инфраструктура подчинялась только требованиям обеспечения работоспособности фабрик и горнодобывающих предприятий.



Населенные пункты со средним (3 балла) влиянием эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру. Среднее влияние (3 балла) эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру менее распространено по сравнению со значениями 1–2 балла (рис. 5). Наибольшее количество НП со средним влиянием на инфраструктуру приходится на реки бассейна средней и нижней Оки. Во многом это связано с активными русловыми процессами на всем протяжении этого участка Оки и ее притоков, дренирующих Окско-Донскую низменную равнину. Наиболее сильное влияние овражная эрозия оказывает на геометрию городов Касимов, Елатьма, Муром, находящихся в пределах Окско-Цнинского поднятия, тогда как фактор русловых процессов преобладает в организации других городов, в частности, Кадома, Краснослободска и др., находящихся на низменных берегах р. Мокши.

Значительную роль в формировании инфраструктуры играют крупные ОБС. Например, в г. Павлово (Нижегородская обл.) 10 крупных ОБС и несколько оврагов разделяют город более чем на 10 частей, тем самым значительно усложняя линейные элементы инфраструктуры. Перепад высот между водоразделом и урезом р. Оки, к которому привязаны ОБС, превышает 60 м. Почти такая же ситуация отмечается в городах Калуге и Алексине, находящихся на берегах верхней Оки в пределах врезанного (беспойменного) участка долины, известного под названием Калужско-Алексинский каньон. Территория этих городов разделяется крупными ОБС на почти изолированные районы. Преобладающее влияние оказывают эрозионные процессы на инфраструктуру городов, расположенных на высоких коренных берегах долин Оки (Белев) и Клязьмы (Вязники); овраги и балки, прорезающие эти берега, также разделяют эти города на отдельные микрорайоны.

Распределение значений среднего влияния эрозионных и русловых процессов на инфраструктуру в сочетании «эрозионные/русловые процессы» неравномерно по исследуемой территории. В пределах возвышенных равнин эрозионные процессы преобладают над русловыми.

Большое количество высоких значений баллов влияния эрозии/русловых процессов на инфраструктуру отмечается в бассейне р. Днепра. В основном это влияние овражной эрозии. Величины баллов влияния достигают своих максимальных значений – 4–5, в то время как русловые процессы проявляются относительно слабо – 2–3 балла. Наиболее сложная ситуация в городах Смоленск, Дорогобуж, Трубчевск, расположенных на Смоленско-Московской возвышенности. Аналогичная закономерность типична для НП, расположенных на Приволжской возвышенности, например в г. Алатырь и р.п. Сурское на берегах Суры. В бассейне р. Дон эрозионный (овражно-балочный) фактор превалирует в

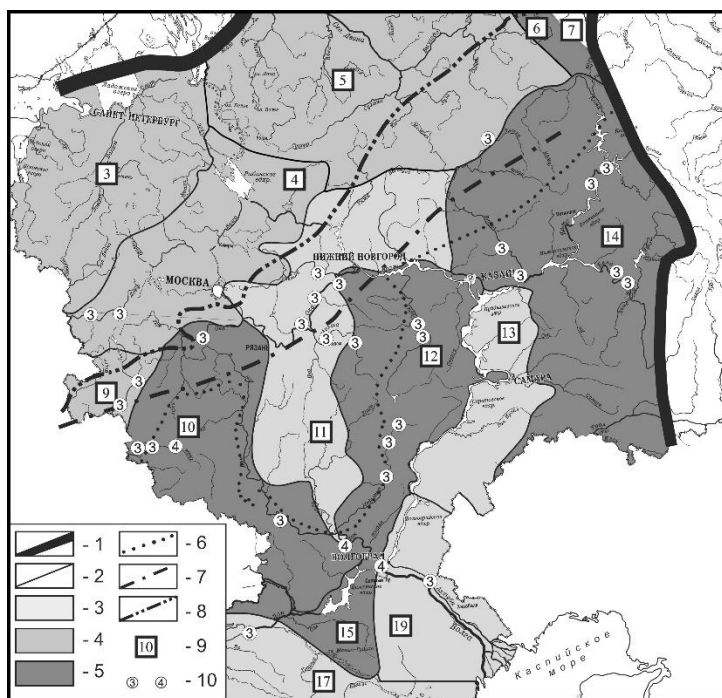


Рис. 5. Положение средних значений взаимозависимостей эрозионных и русловых процессов с инфраструктурой населенных пунктов (в баллах) на картосхеме геоморфологического районирования европейской территории СССР [28]. Условные обозначения см. рис. 4

Fig. 5. The position of the average values of the interdependencies between erosion-riverbed processes and the infrastructure of settlements (in points) on the cartographic scheme of the geomorphological zoning of the European territory of the USSR [28]. For symbols, see Fig. 4

городах Петровск, Аткарск, Жирновск, приуроченных к возвышенному Волго-Донскому междуречью, а также в городах Малмыж, Мамадыш (бассейн р. Вятки), Бирск и Благовещенск (бассейн р. Белой), находящиеся на Высоком Заволжье. Высокие значения баллов влияния на инфраструктуру обуславливаются значительной заовраженностью территорий НП, связанной с особенностями рельефа.

Своеобразное сочетание факторов инфраструктуры отмечается в НП, которые разделяются на две части реками. Все территории этих НП характеризуются высокой степенью эрозионного расчленения, однако наибольшую сложность для инфраструктуры создает не сооружение и функционирование инженерных сооружений и транспортного сообщения внутри НП, а разделение этих городов достаточно крупными реками. Таковы города Смоленск, Дорогобуж, Алексин, Алатырь, Петровск, Аткарск, Бирск, Трубчевск.

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

**Курск.** 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 правом берегу р. Тускарь, но затем 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. Помимо этого в связи с ростом городской территории, при котором она перешла через р. Сейм и захватила её пойму и даже прирусловые отмели, повысился уровень влияния на инфраструктуру русловых процессов.

**Серафимович.** Инфраструктура города практически полностью зависит от эрозионных форм рельефа – в городе 3 крупные ОБС и 4 значительно меньших, а ещё 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. Помимо этого 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 крутом коренном берегу р. Дона, испещрённом балками и оврагами. Таким образом, строение инфраструктуры города определяют как эрозионные формы рельефа, так и русловые процессы.

**Волгоград.** Город расположен на Приволжской возвышенности на высоком правом берегу р. Волги. Протяженность города более 85 км, ширина до 10 км, общая площадь около 400 км<sup>2</sup>. 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 [11]. Ширина балок до 200 м, глубина до 20–30 м. Все это приводит к усложнению инфраструктуры. На нижней части склона Приволжской возвышенности сосредоточено большинство промышленных предприятий и административных учреждений, а селитебная застройка занимает её склоны и приводораздельную часть. Высокая эрозионная расчлененность территории привела к тому, что до 70 гг. прошлого столетия значительная часть жилых зданий была лишена центрального отопления и не все дома были газифицированы [11]. 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  $0,3 \pm 0,5$  м, достигая в отдельные годы 2,5 м, при протяженности размываемого берега около 30 км [11].

### **Выводы**

Расположение населённых пунктов на территории Европейской части России подчиняется основным правилам, соответствующим требованиям обеспечения жизнедеятельности человека и функционирования их инфраструктуры. Изначально выбор участков основания НП диктовался наличием ограниченных с двух-трех сторон глубоких естественных понижений – узкими долинами небольших рек, балками и оврагами на берегу большой реки, что, с одной стороны, обеспечивало защиту поселения от врага, с другой, облегчало доступ к главной реке. На составленной карте этому условию соответствует большинство НП, за исключением находящихся 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, согласно чему вся селитебная застройка ориентировалась в соответствии с простираем эрозионных форм рельефа. Собственно вся инфраструктура включала в себя строения разного назначения и примитивную систему водоотведения. С течением времени по мере роста НП инфраструктура усложнялась. Но это происходило не во всех НП, т.е. 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, были вынуждены подстраивать свою инфраструктуру под особенности рельефа.

Несмотря на то, что инфраструктура населенных пунктов в настоящее время имеет антропогенно-техногенное происхождение, она зависит и подчиняется особенностям природных условий территории расположения, в частности, от овражной эрозии и русловых процессов. 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 трудноразмываемыми грунтами. Выпадают из этой зависимости НП в Предуралье: отсутствие оврагов, низкий уровень опасности русловых процессов. Кроме того, 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 отдельных оврагов и ОБС. Это относится ко всем типам НП, расположенных на Среднерусской и на Приволжской возвышенностях; высокий интегральный балл опасности (3 балла) определяется здесь овражной эрозией. В то же время, НП, расположенные в среднем и нижнем течениях р. Оки, подвержены влиянию русловых процессов в большей мере, чем остальные, находящиеся в градации 3 балла.

Наиболее высокая зависимость инфраструктуры НП от эрозионных и русловых процессов приходится на три разных по статусу и площади города – 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%) (уже упомянутых выше) очень сильно зависит от эрозионных и русловых процессов.

Экономическая, социальная и политическая география  
Ковалёв С.Н.

Таким образом, следует признать, что инфраструктура НП на Восточно-Европейской равнине подвержена влиянию эрозионных и русловых процессов в незначительной мере. Полученная карта, при сравнении существующих ситуаций построения инфраструктуры для разных НП, может помочь в прогнозировании возникновения возможных осложнений в проектировании и эксплуатации отдельных элементов инфраструктуры.

Список источников

1. Воронов Ю.В. Канализация // Большая российская энциклопедия. Т. 12. М., 2008. 703 с.
2. Всеобщая история архитектуры. Т. I. Архитектура Древнего мира / О.Н. Глухарева. М.: Стройиздат, 1970. С. 419–448.
3. География городов / Г.М. Лаппо. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 1997. 478 с.
4. География овражной эрозии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. 324 с.
5. Геоморфология городских территорий: конструктивные идеи / Н.В. Аникина, С.И. Болысов, Э.А. Лихачёва и др. М.: Медиа-Пресс 2017. 176 с.
6. Город – экосистема. М.: Медиа-ПРЕСС, 1997. 250 с.
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 07.05.1998. № 73-ФЗ (принят ГД ФС РФ 08.04.1998). М., 1998.
8. Груздев В.М. Основы градостроительства и планировка населенных мест. Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2017. 105 с.
9. Затолокина Н.М., Лукашова Н.В. Отрицательный рельеф на городских территориях // Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2. №1. С. 27–32.
10. 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 Моск. гос. ун-та. 2010. С. 71–94.
11. Инженерная геология и геоэкология Волгограда / В.Н. Синяков, С.В. Кузнецова, С.В. Честнов, С.И. Махова, А.П. Долганов. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ. 2007. 126 с.
12. Истоки газовой отрасли России. 1811–1945 гг. Исторические очерки / Матвейчук А.А., Евдошенко Ю.В. М.: Граница. 2011. 592 с.
13. Ковалев С.Н. Города и овраги – история и современность. М.: Компания ПринтКов. 2019. 189 с.
14. Ковалёв С.Н., Никольская И.И. Реализация потенциала оврагообразования на Европейской территории России // Маккавеевские чтения 2015. М.: Изд-во Моск гос. ун-та. 2016. С. 43–50.
15. Ковалёв С.Н., Чалов Р.С. Типы взаимосвязи инфраструктуры населённых пунктов с эрозионно-русловыми системами // Геоморфология. 2021. Т. 52. № 2. С 52–62.
16. Контарович И.Я., Ривкин А.Б. Рациональное использование территории городов. М.: Стройиздат, 1986. 162 с.
17. Крашенинникова С.В. К вопросу об эколого-геоморфологической оценке территории города // Известия ПГУ им. В.Г. Белинского. 2006. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ekologo-geomorfologicheskoy-otsenke-territorii-goroda> (дата обращения: 30.05.2022).
18. Крогус В.Р. Город и рельеф. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.
19. Лихачева Э.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. Специальность 11.00.04 (Геоморфология и эволюционная география). М.: ИГ РАН, 1992. 34 с.
20. Малые города Древней Руси / А. В. Куза. АН СССР. Ин-т археологии. М.: Наука, 1989. 166 с.
21. Национальный Атлас России. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография; 2007. С. 127–129.
22. Опасность изменения речных русел и пойм Российская федерация. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. М.: Изд-во «ДИК», 2010. С. 452–465.
23. Латкян С.С. Организация рельефа и инженерное оборудование территории // Актуальные исследования. 2020. № 9(12). Ч. I. С. 35–37. URL: <https://apni.ru/article/683-organizatsiya-relefa-i-inzhenernoe-oborudovani> (дата обращения: 29.05.2022).
24. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.
25. Симонов Н.С. Развитие электроэнергетики Российской империи: предыстория ГОЭЛРО. М.: Русский фонд содействия образованию и науке, 2016. 320 с.
26. СНиП 2.06. 15–85. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. М.: 1986. 25 с.
27. СНиП 22–02–2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. М.: 2003. 34 с.
28. Спиридонов А.И. Геоморфология европейской части СССР. М.: Высш. школа. 1978. 335 с.
29. Справочник проектировщика. Градостроительство / под ред. В.Н. Белоусова, изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1978. 367 с.
30. Тащи С.М., Мясников Е.А. Геолого-геоморфологические системы территории агломерации Владивосток–Артем: учеб. пос. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. 181 с.
31. Фальковский Н.И. История водоснабжения в России. М.: Книга по Требованию, 2012. 310 с
32. Физическая карта России. Масштаб 1:8000000. Омск: Изд-во картограф. фабрики. 2005.
33. Чалов Р.С., Чернов А.В., Михайлова Н.М. География опасных проявлений на реках России // Изв. Русс. геогр. об-ва. 2017. Т.149. Вып. 4. С. 13–33.
34. Чалов Р.С., Чернов А.В., Михайлова Н.М. Опасность русловых процессов на реках России: критерии оценки, картографирование, региональный анализ // Географический вестник. 2021. № 1(56). С. 53–67. doi: 10.17072/2079-7877-2021-1-53-67.
35. Шухардин С.В., Ламан Н.К., Федоров А.С. Техника в ее историческом развитии. М.: Наука, 1979. 416 с.

## Экономическая, социальная и политическая география

Ковалёв С.Н.

## Reference

1. Voronov, Yu.V. (2008), *Kanalizatsiya, Bol'shaya Rossijskaya e'nciklopediya*, vol. 12, Moscow, Russia.
2. *Vseobshhaya istoriya arkhitektury. Tom I. Arkhitektura Drevnego mira* (1970), ed. O.N. Gluxareva, Moscow, Russia, pp. 419–448.
3. *Geografiya gorodov* (1997), ed. G.M. Lappo, Gumanitar. izd. centr VLADOS, Moscow, Russia.
4. *Geografiya ovrazhnoj e'rozii* (2006), Izd-vo MGU, Moscow, Russia.
5. *Geomorfologiya gorodskix territorij: konstruktivny'e idei* (2017), Media-Press, Moscow, Russia.
6. *Gorod – e'kosistema* (1997), Media-PRESS, Moscow, Russia.
7. Gradostroitel'ny'j kodeks Rossijskoj Federacii ot 07.05.1998. № 73-FZ (prinyat GD FS RF 08.04.1998).
8. Gruzdev, V.M. (2017), *Osnovy gradostroitel'stva i planirovka naselenny'x mest*, NNGASU, N. Novgorod, Russia.
9. Zatolokina, N.M., Lukashova, N.V. (2019), Otriczatel'ny'j rel'ef na gorodskix territoriyax, *Vektor GeoNauk*, vol. 2, no. 1, pp. 27–32.
10. Zorina, E.F., Kovalev, S.N., Ruleva, S.N., Chalov, R.S. (2010), Opasnosti proyavleniya processov, obuslovlenny'x poverkhnostny'mi vodami, na urbanizirovanny'x territoriyax, *E'roziya pochv i ruslovy'e processy*, vol. 17, pp. 71–94.
11. *Inzhenernaya geologiya i geo'kologiya Volgograda* (2007), VolgGASU, Volgograd, Russia.
12. *Istoki gazovoj otrasli Rossii. 1811–1945 gg. Istoricheskie ocherki* (2011), Granicza, Moscow, Russia.
13. Kovalev, S.N. (2019), *Goroda i ovragi – istoriya i sovremennost*, Kompaniya PrintKoV, Moscow, Russia.
14. Kovalyov, S.N., Nikol'skaya, I.I. (2016), Realizatsiya potentsiala ovragoobrazovaniya na Evropejskoj territorii Rossii, *Makkaveevskie chteniya – 2015*, Moscow, Russia, pp. 43–50.
15. Kovalyov, S.N., Chalov, R.S. (2021), Tipy' vzaimosvyazi infrastruktury' naselenny'x punktov s e'rozionno-ruslovy'mi sistemami, *Geomorfologiya*, vol. 52, no. 2, pp. 52–62.
16. Kontorovich, I.Ya., Rivkin, A.B. (1986), *Racional'noe ispol'zovanie territorii gorodov*, Strojizdat, Moscow, Russia.
17. Krashenninnikova, S.V. (2006), K voprosu ob e'kologo-geomorfologicheskoy ocenke territorii goroda, *Izvestiya PGU im. V.G. Belinskogo*, no. 5, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ekologo-geomorfologicheskoy-otsenke-territorii-goroda> (Accessed 30.05.2022).
18. Krogius, V.R. (1979), *Gorod i rel'ef*, Strojizdat, Moscow, Russia.
19. Lixacheva, E' .A. (1992), Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskix nauk. Special'nost' 11.00.04 (Geomorfologiya i e'volucionnaya geografiya), IG RAN, Moscow, Russia.
20. *Maly'e goroda Drevnej Rusi* (1989), AN SSSR, Nauka, Moscow, Russia.
21. Nacional'ny'j Atlas Rossii. Tom 2. Priroda. E'kologiya, Roskartografiya, Moscow, Russia, pp. 127–129.
22. Opasnost' izmeneniya rechny'x rusel i pojm Rossijskaya federaciya. Atlas prirodny'x i texnogenny'x opasnostej i riskov chrezvy'chajny'x situacij (2010), Izd-vo «DIK», Moscow, Russia, pp. 452–465.
23. Papikyan, S.S. (2020), Organizatsiya rel'efa i inzhenernoe oborudovanie territorii, *Aktual'ny'e issledovaniya*, no. 9(12), pp. 35–37, available at: <https://apni.ru/article/683-organizatsiya-relefa-i-inzhenernoe-oborudovani> (Accessed 29.05.2022).
24. *Rel'ef sredi' zhizni cheloveka (e'kologicheskaya geomorfologiya)* (2002), Media-PRESS, Moscow, Russia.
25. Simonov, N.S. (2016), *Razvitie e'lektroenergetiki Rossijskoj imperii: predy'storiya GOE'LRO*, Russkij fond sodejstviya obrazovaniyu i nauke, Moscow, Russia.
26. SNiP 2.06. 15–85. Inzhenernaya zashhita territorij ot zatopeniya i podtopleniya (1986), Moscow, Russia.
27. SNiP 22–02–2003. Inzhenernaya zashhita territorij, zdaniy i sooruzhenij ot opasny'x geologicheskix processov. Osnovny'e polozheniya (2003), Moscow, Russia.
28. Spiridonov, A.I. (1978), *Geomorfologiya evropejskoj chasti SSSR*, Vy'ssh. Shkola, Moscow, Russia.
29. *Spravochnik proektirovshhika. Gradostroitel'stvo* (1978), Strojizdat, Moscow, Russia.
30. Tashhi, S.M., Myasnikov, E.A. (2003), *Geologo-geomorfologicheskie sistemy' territorii aglomeracii Vladivostok–Artem*, Izd-vo DVG TU, Vladivostok, Russia.
31. Fal'kovskij, N.I. (2012), *Istoriya vodosnabzheniya v Rossii*, Kniga po Trebovaniyu, Moscow, Russia.
32. Fizicheskaya karta Rossii. Masshtab 1:8000000. Omskaya kartograficheskaya fabrika. 2005. Kartograficheskaya osnova (2004), Roskartografiya, Russia.
33. Chalov, R.S., Chernov, A.V., Mixajlova, N.M. (2017), Geografiya opasny'x proyavlenij na rekax Rossii, *Izv. Russ. geogr. ob-va*, vol. 149, iss. 4, pp. 13–33.
34. Chalov, R.S., Chernov, A.V., Mixajlova, N.M. (2021), Opasnost' ruslovy'x processov na rekax Rossii: kriterii ocenki, kartografirovaniye, regional'ny'j analiz, *Geograficheskij vestnik*, no. 1(56), pp. 53–67. doi: 10.17072/2079-7877-2021-1-53-67
35. Shuxardin, S.V., Laman, N.K., Fedorov, A.S. (1979), *Texnika v ee istoricheskom razvitii*, Nauka, Moscow, Russia.

Статья поступила в редакцию: 11.11.2022; одобрена после рецензирования: 30.12.2022; принята к опубликованию: 23.05.2023.

The article was submitted: 11 November 2022; approved after review: 30 December 2022; accepted for publication: 23 May 2023.

Информация об авторе

Information about the author

**Сергей Николаевич Ковалёв**

кандидат географических наук, старший научный сотрудник,  
Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова, Научно-исследовательская лаборатория  
эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева;  
119991, Россия, г.Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1

**Sergey N. Kovalev**

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher,  
Lomonosov Moscow State University, N.I. Makkaveev  
Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes;  
Leninskie gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russia

e-mail: kovalevsn@yandex.ru