

Научная статья

Original article

УДК 911.2

doi: https://doi.org/10.55186/2413046X_2026_11_6_88

edn: WMAGAL

**ПЛАСТИКА РЕЛЬЕФА КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ
ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОДТОПЛЕНИЯ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ, НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ
PLASTICITY OF THE RELIEF AS A FACTOR DETERMINING THE
SPATIAL REGULARITIES OF URBAN FLOODING, AS EXAMPLIFIED
BY THE CITY OF YAROSLAVL**



Кузнецов Егор Алексеевич, ассистент кафедры социально-экономической географии и туризма ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», Ярославль

Kuznetsov Egor Alekseevich, Assistant of the Department of Socio-Economic Geography and Tourism, Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, Yaroslavl

Аннотация. При помощи геоинформационных систем впервые создана цифровая база, отражающая локализацию участков подтопления на территории центральной части города Ярославля, описана их качественная и количественная характеристика относительно их распределения по геоморфологическим поверхностям. Статья посвящена исследованию закономерностей подтопления урбанизированных территорий на примере исторического центра города Ярославль с учетом влияния пластики рельефа и антропогенных преобразований городской среды. Рассматривается

проблема устойчивого сохранения естественной эрозионной сети в условиях урбанизации, несмотря на изменение рельефа, строительство инженерной инфраструктуры и развитие системы ливневой канализации. Цель исследования заключается в выявлении пространственно-временных закономерностей подтопления относительно геоморфологических поверхностей и элементов ложбинно-лощинной сети. В работе использованы методы геоинформационного анализа, пространственной привязки данных, обработки цифровой модели рельефа, а также анализа исторических и современных источников информации о подтоплениях. Сопоставлены два временных периода: 1911–1916 и 2011–2016 гг., что позволило проследить динамику изменений после создания системы закрытой ливневой канализации. Выделены исчезнувшие, сохраняющиеся и появившиеся участки подтопления. Установлено, что наибольшее число очагов подтопления приурочено к собирающим поверхностям высоких террас и срединным участкам ложбинно-лощинной сети. Доказано, что современное распределение подтопляемых территорий определяется сочетанием природных геоморфологических факторов и антропогенного воздействия. Полученные результаты могут быть использованы при планировании мероприятий по устойчивому водоотведению и совершенствованию городской инфраструктуры.

Abstract. Utilizing Geographic Information Systems (GIS), a digital database has been created for the first time that maps the locations of waterlogged areas within the central district of Yaroslavl; the qualitative and quantitative characteristics of these areas, specifically regarding their distribution across various geomorphological surfaces, are also described. This article investigates the patterns of waterlogging in urbanized territories—using the historical center of Yaroslavl as a case study—while taking into account the influence of terrain morphology and anthropogenic transformations of the urban environment. The study addresses the challenge of sustainably preserving the natural erosional network amidst

urbanization, despite alterations to the terrain, the construction of engineering infrastructure, and the development of stormwater drainage systems. The objective of this research is to identify the spatio-temporal patterns of waterlogging in relation to specific geomorphological surfaces and elements of the natural valley-and-ravine network. The methodology employed in this study includes GIS analysis techniques, spatial data referencing, digital elevation model (DEM) processing, and the analysis of both historical and contemporary sources of information regarding waterlogging incidents. Two distinct time periods—1911–1916 and 2011–2016—were compared, enabling the researchers to trace the dynamics of changes following the construction of a closed stormwater drainage system. Specific areas of waterlogging were categorized as either having disappeared, persisted, or newly emerged. The findings establish that the highest concentration of waterlogged zones is associated with the catchment surfaces of high river terraces and the mid-sections of the natural valley-and-ravine network. It is demonstrated that the current spatial distribution of waterlogged territories is determined by a combination of natural geomorphological factors and anthropogenic impacts. The results obtained from this study can be utilized in the planning of sustainable drainage strategies and for the enhancement of urban infrastructure.

Ключевые слова: городской поверхностный сток, подтопление, геоморфологические поверхности, точка подтопления, очаг подтопления, участок подтопления, ячейки подтопления

Keywords: urban surface runoff, flooding, geomorphological surfaces, flooding point, flooding center, flooding area, flooding cells

Введение

Несмотря на значительные антропогенные преобразования рельефа урбанизированных территорий, проявляющиеся как в трансформации его характеристик (форма склонов, их протяженность, уклон, высота), так и в появлении на нем новых типов подстилающих поверхностей, естественная

эрозионная система сохраняет способность к самовосстановлению, что приводит не только к разрушению и сравнительно быстрому износу подземных инженерных коммуникаций, но и подтоплению дневной поверхности водами городского поверхностного стока [7]. Это является одним из проявлений устойчивой тенденции самовосстановления естественной морфологической эрозионной сети.

На урбанизированных территориях естественные геоморфологические поверхности осложнены искусственно созданными объектами, относящимися как к водораздельным поверхностям (конструктивной частью которых, например, могут быть коньки крыш), так и килевым участкам (дорожные лотки улично-дорожной сети, формируемые бордюрным камнем). Однако, несмотря на то, что подобные искусственные объекты создают новые условия для поверхностного стока, даже после прерывания его движения он со временем имеет тенденцию к восстановлению старых траекторий. При этом как один из маркеров, показывающих естественные пути движения подземного стока, могут использоваться горизонтали.

В результате ряда процессов, связанных с урбанизацией, на городских территориях также произошла значительная трансформация природного поверхностного стока, проявляющаяся в его объеме, скорости и направлении, связанная с вертикальным планированием и перестройкой рельефа, появлением антропогенно сформированных поверхностей, имеющих более высокий коэффициент стока, нежели у естественных поверхностей, созданием и развитием искусственной дренажной сети, включающей в себя элементы ливневой канализации.

Актуальность: понимание особенностей локализации подтопляемых территорий позволяет определять основные меры по реорганизации отдельных участков, обеспечивающие устойчивое водоотведение.

Цель: установление закономерностей подтопления территории исторического центра города Ярославля, относительно основных геоморфологических поверхностей.

Изучение данной ситуации имеет большое теоретическое и практическое значение.

Теоретическая значимость заключается в том, что подобный подход позволяет выработать эффективную методику изучения достаточно актуальной ситуации, связанной с подтоплением городских территорий.

Практическая значимость заключается в том, что полученные наработки позволяют оптимизировать направление работ, в деятельности городских коммунальных служб, направленной на улучшение обстановки в рамках городской среды, снижением коммунальных рисков.

Понимание факторов повлиявших на сохранение подтапливаемых участков, их исчезновение или появление позволяет принимать наиболее действенные решения для устойчивого отведения поверхностного стока. А поскольку принятие конкретных мер, требует большого подготовительного этапа, теоретического характера, то в нашей работе в первую очередь были рассмотрены основные закономерности подтопления улиц города Ярославля во в зависимости от элементов пластики рельефа.

Материалы и методы

На сегодняшний день существуют различные способы установления городских подтопляемых территорий, связанные с автоматизированной обработкой данных. Одним из них является обработка поверхности при помощи индекса NDVI [2]. Однако данный метод не всегда позволяет рассматривать факторы, приводящие к подтоплению объектов городской улично-дорожной сети на более детальном уровне, поэтому в нашем исследовании был опробован метод пластики рельефа, как один из наиболее результативных за счет возможности выявления максимально элементарных поверхностей, характеризующих направление стока.

С целью установления пространственно-временной взаимосвязи между положением подтапливаемых участков и их распространением на урбанизированных геоморфологических поверхностях были выбраны два временных отрезка, продолжительность каждого из которых составляет 5 лет, а промежуток между ними 100 лет. Такой временной охват позволил не только определить масштабы и специфику пространственного размещения участков потопления, существовавших в Ярославле до обустройства в городе закрытой ливневой канализации, но и сравнить полученные данные с ситуаций наблюдающейся после ее возведения в условиях города XXI века и таким образом установить тенденции динамики развития процесса подтопления.

Выбор первого временного отрезка с 1911 по 1916 г., связан с началом проведения активных работ по проектированию в Ярославле централизованной системы канализации. В качестве основного источника данных о подтоплении улиц города в начале XX века была выбрана ежедневная газета «Голос», в которой информация о подтапливаемых участках представлена в виде текстовых описаний тех улиц, которые в период активного снеготаяния и выпадения обильных осадков испытывали значительное обводнение.

Второй временной отрезок - с 2011 по 2016 г., характеризуется функционированием в условиях современного города ливневой канализации, строительство которой, для большей части рассматриваемой территории, было завершено во второй половине XX века. С целью отображения актуальной ситуации о наличии участков подтопления в XXI веке были рассмотрены материалы, опубликованные местными средствами массовой информации, городскими сообществами в социальных сетях, а также записи с видеорегистраторов. В отличие от упомянутой выше газеты «Голос», материалы данных источников представлены не только в виде текстовых описаний, но также в виде фото и видео файлов, позволяющих по

изображению оценить общие масштабы и территориальный охват подтопления.

Определение пространственной взаимосвязи между участками подтопления и геоморфологическими поверхностями включало следующие этапы. Во-первых, выявление упоминаний о подтоплении территории города Ярославля ливневыми и талыми водами, опубликованными новостными изданиями и очевидцами событий в период с 1911 по 1916 г и с 2011 по 2016 г. Во-вторых, пространственная привязка очаговых точек (установленных по упоминаниям) относительно системы ячеек (25x25м). В-третьих, графо-аналитическая обработка данных цифровой модели рельефа и выделение геоморфологических поверхностей, включенных в территорию исследования. В-четвертых, сопоставление данных о подтапливаемых участках, таких как их расположение, дата упоминания согласно отобраным источникам, с данными полученными в результате анализа рельефа, а также взаимно установленными геоморфологическими поверхностями. В-пятых, создание базы данных, ее обработка и анализ.

Результаты

Исследования охватывали историческую часть города Ярославля в пределах конформистского вала, закрепленного планом 1778 года (правобережная часть Волжской долины). В данных границах до принятия Проекта регулирования застройки Ярославля в 1924, размещалась большая часть городских и усадебных строений.

Поскольку данная территория относится к староосвоенным городским участкам, проведенное исследование позволило установить как пространственные, так и временные особенности подтопления этих территорий. Под подтоплением принято понимать появление на урбанизированной территории с уплотненным грунтом и преимущественно твердым покрытием временно обводненных участков, формирующихся в результате выпадения атмосферных осадков, их таяния и стока.

Данные полученные в результате анализа текстовых описаний, а также фото и видеоматериалов, отражающих картину подтопления улиц Ярославля за рассматриваемый период, во время выпадения обложных и ливневых дождей, активного снеготаяния, позволили установить основные точки подтопления.

Последующая пространственная привязка этих точек с помощью геоинформационных систем позволила выявить характерные участки подтопления и при этом установить три их разновидности по их пространственно-временной устойчивости: исчезнувшие – встречавшиеся только в период с 1911 по 1916 г., сохраняющиеся – встречающиеся как в начале XX века, так и спустя 100 лет в XXI веке, и появившиеся участки – появление, которых было зафиксировано после обустройства в Ярославле ливневой канализации.

Особое место с точки зрения их значимости имеют сохраняющиеся участки, поскольку ключевым фактором их постоянства является не только геоморфологическое положение, но и относительная морфологическая стабильность, в том числе примыкающей территории.

Изначальным условием подтопления тех или иных поверхностей являются геоморфологические факторы, в том числе характер грунта. Однако на сохранение и усиление масштаба подтоплений улично-дорожной сети, кроме уже перечисленных причин оказывают факторы, приводящие к снижению грунтовой инфильтрации. Среди таковых могут рассматриваться такие как, использование искусственных типов покрытий (бетон, кирпич, асфальт и др.), нарушающих естественный дренаж поверхностного стока, создание локальных водоразделов за счет бордюрной плитки, увеличение поверхностного стока, в том числе и за счет баражного эффекта, несоблюдение установленной высоты как уже существующих, так и реконструируемых водоприемных колодцев, не позволяющих естественному стоку эффективно функционировать. К тому же отдельные территории,

несмотря на проводившиеся на них работы, связанные с вертикальной планировкой рельефа при строительстве, сохранили не «благополучный» геоморфологический фон близкий к существовавшему здесь ранее.

Причинами стабильности подтапливаемых участков также может служить искусственное замыкание их контура, появление новых водораздельных территорий, нарушение естественного подземного стока, в том числе и в связи с изменением естественной дренажной сети.

В итоге сопоставления данных о подтапливаемых территориях, связанных в первую очередь с источниками получения данных и отсутствием определенной структурной комплиментарности между содержащейся в них информации, нами были выделены такие варианты подтопления как: точка подтопления, очаг подтопления и участок подтопления [5].

Под участком подтопления мы понимаем часть территории города (которая по своему охвату, может совпадать с перекрестком улично-дорожной сети, отдельными фрагментами дорожного лотка), характеризующаяся сходными условиями подтопления, объединяющая несколько очагов подтопления не разделенных водоразделом.

Очаг подтопления – локализованная и территориально выраженная часть участка подтопления, занимающая отдельные перекрестки и части улиц.

Точка подтопления – скопление воды в локализованных понижениях городского рельефа, представляющее собой отдельный локальный замкнутый контур, остающийся длительное время в своих границах в пределах городской инфраструктуры (городского микро и мезорельефа). Часто несколько точек могут иметь достаточно близкую локализацию, объединяться в общий контур в период интенсификации выпадения осадков или же распадаться на самостоятельные отдельные во время схода большой воды. (Точка подтопления устанавливается согласно зафиксированному текстовому или фото упоминанию подтопления в конкретном месте и на основе адресных данных с помощью геоинформационных систем

фиксируется ее пространственное размещение, тем самым она выступает в роли базового структурного элемента служащего для последующего определения очагов и участков подтопления).

С целью упрощения установления пространственно-временных взаимосвязей между пластикой рельефа и расположением участков подтоплений, на территорию города была наложена сетка, состоящая из квадратов (ячеек) со стороной 25 м. Выбор данного значения обусловлен наиболее распространенной шириной улиц в дореволюционном городе.

Поскольку в пределах собирающих поверхностей благодаря скоплению значительного по объему городского поверхностного стока, наиболее вероятно формирование временных участков подтопления, в созданную сетку ячеек, кроме информации о дате и причине подтопления были внесены данные, как о типах геоморфологических поверхностей, представленных высокими и низкими террасами, пойменными участками, так и выделенными на них и ограниченными морфоизографами собирающими поверхностями долинно-лощинной сети, сведения о которых были получены в результате анализа цифровой модели рельефа.

Как оказалось, на рассматриваемой территории геоморфологические поверхности, относящиеся к высоким и низким террасам по охватываемой ими площади, имеют почти равнозначные значения. Однако наибольшее количество установленных ячеек подтопления приурочено именно к территориям высоких террас, что в первую очередь связано с разветвленностью (древовидным рисунком) ложбинно-лощинной сети.

Большинство выявленных в ходе исследования участков подтопления приурочены к собирающим поверхностям, границы которых лучше всего отражают морфоизографы, потому что данная структурная линия является наиболее наглядной и удобной для понимания динамических процессов, происходящих с естественным рельефом.

Установленное по текстовым и фотоматериалам расположение точек и очагов подтопления относится к наиболее ярко выраженным территориям, подтапливаемым в период выпадения ливневых осадков и активного снеготаяния.

В пределах изучаемых геоморфологических поверхностей очаги подтопления по положению относительно элементов ложбинно-лощинной сети были объединены в три группы. Первая группа – очаги подтопления, относящиеся к фрагментам ложбинно-лощинной сети, приуроченным к переходу от рассеивающей поверхности к собирающей (переходное расположение). Вторая группа – очаги подтопления, относящиеся к фрагментам срединного участка ложбинно-лощинной сети (срединное расположение). Третья группа – очаги подтопления, относящиеся, к устьевым участкам ложбинно-лощинной сети (устьевое расположение).

В итоге проведения пространственного анализа, закономерностей расположения участков подтопления относительно фрагментов ложбинно-лощинной сети, нами было установлено, что наибольшее количество ячеек подтопления (71,92 %) приурочено к первой из рассмотренных выше групп, что связано с небольшим врезом килевых линий на данных участках, приводящим к застою поверхностного стока с этих территорий.

Для систематизации полученных данных нами была составлена таблица Распределение очагов подтопления по основным элементам рельефа долинно-речной сети центральной части города Ярославля, содержащая сведения о количественных показателях, отражающих пространственные закономерности подтопления исследуемой территории города Ярославля. В результате обработки полученных нами данных, было установлено, что в границах исследуемой территории элементы речной долины, такие как высокие и низкие террасы занимают практически равнозначные по площади территории. Из них наиболее подверженными подтоплению водами городского поверхностного стока в период с 1911 по 2016 год оказались

поверхности высоких террас, для которых, как и для поверхности низких террас свойственно преимущественно срединное расположение участков ложбинно-лощинной сети.

Рассматривая расположение очагов подтопления относительно участков развития ложбинно-лощинной сети (в ячейках) было установлено количественное преобладание очагов подтопления на срединных участках ложбинно-лощинной сети.

По видам устойчивости очагов подтопления в период с 1911 по 2016 год для Ярославля характерно сокращение площадей подверженных подтоплению водами городского поверхностного стока (преобладание исчезнувших ячеек подтопления), что связано с обустройством в рассматриваемый период системы закрытой ливневой канализации.

Заключение

Анализ результатов проведенного исследования позволяет сделать следующие выводы.

Пластика рельефа как фактор, определяющий пространственные закономерности подтопления городских территорий является ключевым, поскольку может оставаться неизменной в течение многих десятков и даже сотен лет. В тоже время рельеф может меняться, например, в следствии антропогенного воздействия, что влечет территориальные изменения как общей картины подтопления, так и отдельных ее аспектов.

В таких условиях наиболее оптимальными условиями выделение границ подтапливаемых участков наиболее удобным оказалось посредством отрисовки морфоизограф, поскольку данные линии в отличие от водоразделов показывают более детализованное изображение собирающих поверхностей.

При изучении закономерностей подтопления городских территорий повышается необходимость использования исторических материалов и архивных документов. При этом предполагается использование не только

современных материалов, но и ретроспективных данных. Одним из значимых источников исторической информации являются местные периодические издания, на страницах которых представлены сведения о жизни города в конкретный период. Для Ярославля таковым является газета Голос, выступившая в качестве основного ретроспективного источника информации нашего исследования.

Кроме того большое значение имеют современные информационные ресурсы, сделанные в местах подтоплений и представленные в виде фото и видео материалов. Графические возможности пространственной привязки подобных файлов, в отличие от текстовых данных, содержащихся в периодических изданиях, позволили более точно локализовать участки подтопления.

Быстро и эффективно сравнить разрозненные данные, путем их пространственной и векторной обработки позволяют программные возможности геоинформационных систем. В рамках их использования одним из средств оптимизации визуализации является широко применяющееся в науке использование регулярной сети ячеек (например, при описании биотопов, характеристике бонитета).

Отдельный анализ каждой точки подтопления в настоящее время не представляется возможным в виду их высокой численности.

Большое количество точек подтопления, их территориальная разбросанность, либо же слишком близкое расположение в случае снеготаяния и ливневых дождей, делают нерациональным отдельный анализ каждой точки, поэтому оптимизация структурирование и обработка данных о рельефе и связанных с ним подтоплениях городской территории, поэтому структуризация и обработка данных была обеспечена использованием системы ячеек.

В результате анализа полученных нами данных, было установлено, что в границах исследуемой территории элементы речной долины, такие как

высокие и низкие террасы занимают равнозначные по площади территории. Однако наиболее подверженными подтоплению водами городского поверхностного стока в период с 1911 по 2016 год оказались поверхности высоких террас.

После обустройства в городе ливневой канализации в период с 1916 по 2016 г на рассматриваемой территории произошло заметное сокращение территориального охвата участков, подверженных подтоплению дождевыми и талыми водами. Из всех установленных ячеек подтопления 64,56% относится к исчезнувшим, что примерно составляет 40 350 м².

На сегодняшний день для территории города Ярославля наиболее характерно подтопление участков высоких террас, в то время как в начале XX века напротив преобладало подтопление дождевыми и талыми водами нижних террас.

При изучении расположения очагов подтопления относительно участков развития ложбинно-лощинной сети в рамках ячеек было установлено количественное преобладание очагов подтопления на срединных участках ложбинно-лощинной сети.

По видам устойчивости очагов подтопления в период с 1911 по 2016 год для Ярославля характерно сокращение площадей подверженных подтоплению водами городского поверхностного стока (преобладание исчезнувших ячеек подтопления), что связано с обустройством в рассматриваемый период системы закрытой ливневой канализации.

Таким образом, закономерности территориального характера подтопления, сложившиеся в пределах исследуемой территории, определяются не только существующей геоморфологической ситуацией, являющейся природным фоном развития процесса подтопления, но и накладывающимися на него антропогенными воздействиями, которые во многом ряде случаев существенно корректируют естественные природные

процессы. В связи с этим учет всех этих факторов, является базой решения проблем подтопления городских территорий.

Как представляется, проблема, рассматриваемая в нашей работе, имеет не только теоретический интерес, но и позволяет более эффективно организовать благоустройство городской среды, оптимизируя ее развитие.

Установление закономерностей подтопления, как в территориальном плане, так и пространственно-временном относится не только к Ярославлю, но и другим сходным населенным пунктам, относящимся к сходным ландшафтно-климатическим условиям, по крайней мере, в рамках центральной России.

Можно утверждать, что грамотный подход с использованием имеющихся технических средств и информационных источников при правильной организации деятельности во многом позволит решить проблемы, связанные с подтоплением городских территорий.

Список источников

1. Баранов И.П. Использование концепции пластики рельефа в решении проблем современного градостроения // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». 2014. №20. С. 575–587.
2. Жидовцева С.А., Саянов А.А., Голубева Е.И. Пространственный анализ риска подтопления городских территорий / Вестник Московского городского педагогического университета. Серия Естественные науки. — Москва : Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», 2025. № 1 (57) — С. 89–99.
3. Кинг Л. Морфология Земли (Изучение и синтез сведений о рельефе Земли). — Москва : Прогресс, 1967. — 559 с.
4. Кузнецов Е.А. Особенности использования информации о видах покрытий при изучении запечатанности по ретроспективным материалам / Е.А. Кузнецов // География, экология, туризм: Научный поиск студентов и

аспирантов : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. — Тверь, 2025. — С. 30–33.

5. Кузнецов Е.А. Пространственно-временная динамика участков территории города Ярославля, испытывающих подтопление в результате выпадения атмосферных осадков (в период с 2012 по 2024 год) // Сборник материалов участников международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках XXI Большого географического фестиваля, посвящённого 100-летию вхождения Географического Института в состав СПбГУ. — Санкт-Петербург : Свое издательство, 2025. — С. 315–319.

6. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. — Ленинград : Недра, 1987. — 256 с.

7. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. и др. Город — экосистема. — Москва : ИГРАН, 1996. — 336 с.

8. Степанова В.И., Ишханова А.А., Степанов М.Р. Ландшафтный подход к территориальному планированию экологических поселений с помощью карт пластики рельефа // Вестник ОрелГАУ. — Орел : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», 2018. — №5 (74). — С. 30–37.

9. Степанов И.Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. — Москва : Наука, 2006. — 230 с.

10. Степанов И.Н., Степанова В.И., Баранов И.П., Винокуров И.Ю. Потоки карт пластики рельефа — физико-математические экологические системы // Известия Самарского научного центра РАН. — Самара : Издательство Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 2009. — №1-7 т.11. — С. 1581–1586.

References

1. Baranov I.P. The use of the concept of relief plasticity in solving the problems of modern urban planning // Materials of the International conference "InterCarto. InterGIS. 2014. No. 20. pp. 575-587.
2. Zhidovtseva S.A., Sayanov A.A., Golubeva E.I. Spatial analysis of the risk of flooding of urban areas / Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. The Natural Sciences series. — Moscow : State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the city of Moscow "Moscow City Pedagogical University", 2025. № 1 (57) — Pp. 89-99.
3. King L. Morphology of the Earth (Study and synthesis of information about the relief of the Earth). Moscow : Progress Publ., 1967. 559 p.
4. Kuznetsov E.A. Features of using information about types of coatings in the study of sealing based on retrospective materials / E.A. Kuznetsov // Geography, ecology, tourism: Scientific search for students and postgraduates : Proceedings of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Tver, 2025. pp. 30-33.
5. Kuznetsov E.A. Spatial and temporal dynamics of the areas of the territory of the city of Yaroslavl experiencing flooding as a result of precipitation (from 2012 to 2024) // Collection of materials of participants of the international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists within the framework of the XXI Great Geographical Festival dedicated to the 100th anniversary of the Geographical Institute It is a part of St. Petersburg State University. Saint Petersburg : Svo Publishing House, 2025. pp. 315-319.
6. Lastochkin A.N. Morphodynamic analysis. Leningrad : Nedra Publ., 1987. 256 p.
7. Likhacheva E.A., Timofeev D.A., Zhidkov M.P. and others. The city is an ecosystem. Moscow : IGRAN Publ., 1996. 336 p.
8. Stepanova V.I., Ishkhanova A.A., Stepanov M.R. Landscape approach to territorial planning of ecological settlements using relief plastic maps // Bulletin of the Orelgau. — Orel : Federal State Budgetary Educational Institution of Higher

Professional Education Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", 2018. — №5 (74). — Pp. 30-37.

9. Stepanov I.N. Theory of relief plasticity and new thematic maps. Moscow : Nauka Publ., 2006. 230 p.

10. Stepanov I.N., Stepanova V.I., Baranov I.P., Vinokurov I.Yu. Flows of relief plastic maps — physical and mathematical ecological systems // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - Samara : Publishing House of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2009. — №1-7 vol.11. — pp. 1581-1586.

© Кузнецов Е.А., 2026. *Московский экономический журнал*, 2026, № 6.