

УДК 911
DOI 10.52575/2712-7443-2025-49-3-633-646
EDN ZZORNG

Периферия мезо- и микроуровня: факторы фрагментации и разнообразия пространства

Преображенский Ю.В., Папилин Д.В.

Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
topofag@yandex.ru, dmitrypapillinv@mail.ru

Аннотация. Отношения в связке «центр-периферия» накапливают всё многообразие социально-экономических, социокультурных и экологических противоречий современного общества. Выявление периферии как проблемной территории, требующей специальных решений в рамках пространственного планирования, является важной теоретической и прикладной задачей. Изучение сложного характера процессов в системе «центр-периферия» требует полимасштабного подхода, который в современных исследованиях по данной проблематике носит скорее отрывочный характер. Большинство работ посвящены какому-то отдельному таксону, в результате чего отсутствует вертикальная структуризация фиксируемых пространственных различий. На микроуровне делимитации периферии возникают проблемы недостатка статистических данных на низовом уровне, что требует подхода, основанного на применении ГИС и использования геопространственных данных по характеру и мозаичности природопользования. Целью настоящего исследования является обоснование подхода к описанию периферии как сложной многокомпонентной зоны пространственной общественно-природной системы, требующей для делимитации на разных таксономических уровнях применения критериев фрагментации и разнообразия территории (как сочетания естественных и антропогенных ландшафтов). Исследование проводилось на уровнях макро-, мезо- и микрорайонов (в пределах Волго-Уральского макрорегиона, Саратовской области и Аткарского района соответственно) на основе программной обработки данных OpenStreetMap. Применялась гексагональная пространственная модель для локализации различий в проявлении признаков фрагментации и разнообразия природопользования на основе соответствующих индексов. Результатом исследования стала делимитация зоны внутренней периферии в пределах Волго-Уральского макрорегиона – территории за пределами базовой транспортной доступности по отношению к центральным местам – центрам обслуживания населения. На мезо- и микроуровне на основе предложенной методики были прослежены и проанализированы территориальные различия в степени фрагментации и разнообразия территории исследования. Используемая методика исследования неравномерности пространственного развития прежде всего на микроуровне (на основе различий в уровне разнообразия и фрагментированности землепользования) позволяет достаточно конкретно делимитировать периферию. Применённый полимасштабный подход в выделении зоны периферии может быть использован для целей пространственного планирования.

Ключевые слова: система центр-периферия, периферия, гексагональная пространственная модель, фрагментация, разнообразие, пространственная общественно-природная система, Саратовская область, Аткарский район

Для цитирования: Преображенский Ю.В., Папилин Д.В. 2025. Периферия мезо- и микроуровня: факторы фрагментации и разнообразия пространства. Региональные геосистемы, 49(3): 633–646. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-3-633-646 EDN: ZZORNG



The Periphery of the Meso- and Microlevel: Factors of Fragmentation and Diversity of Geospace

Yuri V. Preobrazhenskiy, Dmitry V. Papilin

Saratov State University

83 Astrakhanskaya St, Saratov 410012, Russia

topofag@yandex.ru, dmitrypapilinv@mail.ru

Abstract. The center-periphery relationship encompasses the entire range of socio-economic, socio-cultural, and environmental contradictions in modern society. Identifying the periphery as an area requiring special attention within the framework of spatial planning is a significant theoretical and practical task. Studying the intricate nature of processes within the center-periphery system necessitates a multi-scale approach, which is often lacking in current research on this subject. Most studies focus on a particular aspect, resulting in a lack of vertical structuring of recorded spatial differences. At the micro-level, delineating the periphery presents challenges due to a lack of statistical data at the grassroots level. This requires an approach that utilizes GIS and geospatial data to analyze environmental management patterns. The aim of this study is to support the approach to understanding the periphery as a complex, multi-component area of a spatial socio-natural system, which requires the use of criteria for the fragmentation and diversity of the territory (a combination of natural and human-made landscapes) for delineation at different taxonomic levels. The study was carried out at three levels: macro, meso, and micro-districts, within the Volga-Ural macroregion, the Saratov region, and the Atkarsky district, respectively. The data were processed using the OpenStreetMap software. A hexagonal spatial model was employed to analyze differences in the signs of fragmentation and environmental management diversity, based on relevant indices. The study resulted in the delineation of the inner peripheral zone within the Volga-Ural macroregion, which is the area beyond the basic transportation accessibility to the central cities and public service centers. Based on the proposed methodology, we traced and analyzed territorial differences in the level of fragmentation and diversity at the meso- and micro- levels. The methodology used to analyze the unevenness of spatial development, particularly at the micro level (based on differences in the diversity and fragmentation of land use) enables a fairly specific definition of the periphery. A multi-scale approach to the identification of the peripheral area can be applied for spatial planning purposes.

Keywords: center-periphery system, periphery, hexagonal spatial model, fragmentation, diversity, spatial socio-natural system, Saratov region, Atkarsky district

For citation: Preobrazhenskiy Yu.V., Papilin D.V. 2025. The Periphery of the Meso- and Microlevel: Factors of Fragmentation and Diversity of Geospace. Regional Geosystems, 49 (3): 633–646 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-3-633-646 EDN: ZZORNG

Введение

Сложный, многоаспектный характер проявления феномена периферийности происходит от комплекса дихотомий (оппозиций, одной из которых выступает периферия) и их многоуровневости. Полимасштабные проявления периферии эпизодически поднимаются в исследованиях, но, насколько известно авторам, данный феномен не в полной мере описан именно в процессе перехода с верхнего таксона на нижний (или наоборот). Недостаёт и точных, абсолютных критериев делимитации периферии по разным признакам: как правило, периферия маркируется относительно центра, соответственно, слабый центр подразумевают слабую периферию и наоборот. В результате периферии одних систем не сопоставимы с перифериями других систем.

В рамках настоящего исследования предлагаются подходы к выявлению центр-периферийных различий на мезо- и микроуровне, что соответствует масштабу региона-субъекта РФ и муниципального района (или двух–трёх районов). В основе подходов лежит представление о различии зон центра и периферии по степени фрагментации и разно-

образия. Полимасштабный характер центр-периферийных систем определил характер исследования на нескольких пространственных уровнях. Он изучается в пределах трёх таксонов: макро-, мезо- и микрорайона. Им соответствуют Волго-Уральский макрорегион, правобережье Саратовской области (из соображений технического характера (удобство визуализации) регион взят не целиком) и отдельный её район. Цель работы состоит в обосновании выделения периферии как сложного природно-хозяйственного пространственного образования, имеющего полимасштабный характер и требующего применения различных методик для выявления на разных тексономических уровнях. На макроуровне решается задача выделения внутренней периферии на основе оконтуривания зон транспортной доступности городов (центральных мест); на мезо- и микроуровне производится анализ степени фрагментации и разнообразия участков территории в пределах гексагональной сетки, демонстрируются и обсуждаются различия по двум данным показателям.

Объекты и методы исследования

Среди подходов к выделению центра и периферии можно выделить две различные группы. Первая связана с качественными и количественными различиями между зоной центра и зоной периферии (в том числе, и в динамике [Грицай и др., 1991; Ридевский, 2023; Кузин, 2024]). В этом случае между ними можно проследить определённый континуальный градиент. И центр, и периферия являются в такой конструкции именно зонами, характеризующимися некоторой интенсивностью проявления какого-то процесса. Вторая группа объединяет подходы, для которых определяющими являются характер, направление и интенсивность трансляций между зонами, в том числе перемещение населения (маятниковая миграция) и пр.

Именно с ориентацией на последнее направление всё большее внимание в исследованиях уделяется не сравнительным показателям между районами, а характеристикам связности между основными узлами, потокам трансляций, внешним эффектам развития (потокам знания и др.). Сама морфология центр-периферийной системы может рассматриваться как предпосылка и в то же время как результат взаимодействия между составляющими её зонами. В рамках территории исследования по данной проблематике можно назвать работы [Сомов и др., 2018; Преображенский, Молочко, 2019; Казаков, 2020; Бляхер, Григоричев, 2023; Шпенглер и др., 2023]. Центростремительный характер организации пространства (ориентированный на взаимодействие, прежде всего обслуживание центра) предопределяет формирование специализаций отдельных зон социально-экономического пространства при приближении к центру, разнообразие видов деятельности (природопользования и экономики в целом). При этом конкуренция за оптимальное положение вблизи центра обуславливает мелкоконтурность прицентральных зон, их дисперсное положение. Границы между такими зонами вместе с инфраструктурой разного типа, по которой осуществляются трансляции в центр и из центра, в той или иной степени фрагментируют прицентральное пространство. В самом центре степень фрагментации ещё больше, однако на городском уровне она оценивается при помощи показателей разнообразия функциональных зон и барьерности городской среды (см., например, [Волков и др., 2025]).

Таким образом, процессы увеличения разнообразия и фрагментации взаимно определяют и обуславливают друг друга. Эти показатели могут быть использованы для анализа центр-периферийного градиента территории. Нужно отметить, что измерение разнообразия и фрагментации ландшафтов представляет собой отработанную методику в ландшафтоведении, в частности, предложены и успешно опробованы индексы, позволяющие описывать дробность, мозаичность и другие характеристики естественных ландшафтов (см., например, работы по применению данных индексов на примере Астраханской области в работе [Занозин и др., 2024]). В общественногеографических исследованиях подобный подход более уязвим, поскольку необходимо анализировать как естественные, так и техногенные (в той или иной степени трансформации) ландшафты как сопоставимые единицы. Тем не менее,

мы полагаем, что процессы периферизации носят сложный общественно-природный характер и должны рассматриваться относительно комплексных пространственных общественно-природных систем (ПОПС), поэтому считаем такой подход оправданным.

Полимасштабный характер системы «центр-периферия» выражается в том, что периферийность проявляет себя от макроуровня до локального уровня, причём на каждом уровне можно фиксировать определённые её маркеры. Ключевыми показателями её делимитации являются геометрическая удалённость от центров обслуживания, сравнительно низкая плотность населения (причём во внутренней периферии она определённо выше, чем у периферии внешней), транспортная обеспеченность и относительные стоимостные показатели (ВРП на единицу площади или на одного человека). При этом применение разных методик показывает разные результаты, хотя прослеживаются стабильные ядра внутренней периферии (см., например, [Царев, 2019]). Если на макро- и мезоуровне обеспеченность транспортной инфраструктурой вполне достаточно оценивать с помощью известных коэффициентов Энгеля, Гольца, Успенского, то на микроуровне морфология транспортной сети оказывается не менее важна, чем её удельная протяжённость.

Отдельной проблемой является дискретный характер периферии, это касается локальных зон и зон микроуровня (общественно-географических микрорайонов), зачастую представляющих собой мозаику с большим разбросом площади и формы выдела (структурной единицы). В результате возникают сложности при «собрании» периферии в направлении снизу вверх: локальные внутренние периферии не поддаются генерализации и «затмеваются» центрами. Только внешняя периферия, гомогенная в отношении крайне низкой плотности населения и дисперсного характера природопользования на макроуровне, делимитируется достаточно уверенно. Исходя из сказанного, очевидно, на наш взгляд, что изучение центр-периферийных процессов должно идти как сверху, так и снизу, что позволит если не избавиться от сложностей дискретно-таксономического перехода, то хотя бы смягчить его.

Если на верхних уровнях идеальная модель «центр-периферия» представляет собой правильные концентрические круги, то на локальном уровне она имеет скорее сложный лепестковый характер. Периферия здесь наблюдается как зона, примыкающая к структурам преимущественно треугольной формы, образованным транспортными и пешеходными линиями, исходящими из центра. Б.Б. Родоман называет такую структуру урбоцентрической розеткой [Родоман, 1999]. Ниже приведена часть этого фигуры – псевдолист (рис.1).

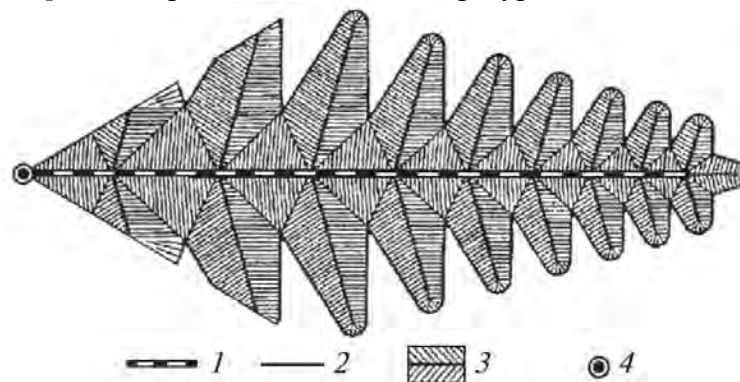


Рис.1. Изохронный псевдолист (1 – радиальная магистраль; 2 – субрадиали и граничная изохрона; 3 – пути сообщения третьего класса, границы сектора и субареалов; 4 – центр ареала)
Fig.1. Isochronous pseudo leaf (1 – radial highway; 2 – subradials and boundary isochron; 3 – third class communication routes, sector boundaries and subareals; 4 – area center)

Периферия начинается там, где кончается граничная изохрона, т. е. в просветах между выступами листа, здесь начинают проявляться явления и процессы, характерные для «глубинки» (см., например, [Безруков, Корытный, 2012; Смирнова и др., 2024]). Раз-

мер листа, время, определяющее изохрону, различно для масштаба анализа. На локальном уровне можно согласиться с Т.Г. Нефедовой [2008], которая полагает, что «глубинную» территорию можно сократить до 5 км от автодорог, что соответствует часовой пешеходной доступности территории от дороги. Вероятно, на локальном уровне устройства внутренней периферии это так, но в пределах макрорегиона мы увеличили с запасом это расстояние до 30 минут езды до дороги.

В целом полимасштабный характер периферии предполагает рассмотрение ПОПС разных таксонов как слоёв луковицы. В настоящем исследовании фокус анализа направлен на выявление центр-периферийных различий на мезо- и микроуровне.

Методология исследования предполагает применение комплекса программных средств и методов, обеспечивающих эффективный сбор, обработку и анализ геопространственных данных. Источником первичных данных для определения границ административных районов и загрузки пространственных объектов (транспортная сеть, объекты землепользования и земного покрова) выбран *OpenStreetMap (OSM)*. Для автоматизации процессов извлечения и первичной обработки данных *OSM*, а также для пространственного анализа и операций с геоданными, применялись специализированные библиотеки языка *Python*. Визуализация результатов осуществлялась с использованием соответствующего программного обеспечения.

Для построения карты транспортной доступности городов Волго-Уральского макрорегиона использовались данные дорожной сети из указанного ранее источника. В качестве узловых центров, от которых производился расчет зон охвата, были выбраны населенные пункты, соответствующие определенным категориям по численности населения. Эти категории были соотнесены с целевыми временными интервалами доступности – 30, 60, 90 и 120 минут (для городов людностью до 50 тыс. жителей, 50–100 тыс. жителей, 100–250 тыс. жителей, более 250 тыс. жителей соответственно). Время в пути по каждому сегменту дорожной сети рассчитывалось на основе его протяженности и скорости движения. При определении скорости приоритет отдавался значениям, указанным в теге *maxspeed OSM*, которые интерпретировались с учетом различных форматов, включая специфические для страны коды (в нашем случае – *RU: urban*, *RU: rural*) и числовые значения. В случае отсутствия данных *maxspeed*, применялись скорости по умолчанию, дифференцированные по классу дороги (тег *highway OSM*) и типу покрытия, при этом учитывались категории дорог с твердым покрытием. К расчетному времени прохождения участков добавлялась нормативная задержка на преодоление сложных перекрестков, чтобы симулировать замедление транспорта при подъезде к ним. На основе этих временных затрат с использованием алгоритма Дейкстры для каждого из выбранных центров и соответствующего ему временного порога строились полигоны изохрон.

Пространственный анализ реализован с использованием метода *geopandas.sjoin_nearest*, который обладает следующими ключевыми характеристиками: оптимизированный алгоритм поиска ближайших объектов, обеспечивающий эффективную обработку масштабных наборов геоданных, интеграция с библиотекой *geopandas*, предоставляющей инструменты для комплексного анализа различных типов пространственных данных. Визуализация результатов осуществляется средствами библиотеки *matplotlib*, которая обеспечивает: настройку параметров отображения пространственных объектов, многослойное картографирование, создание читаемых картографических материалов.

Для мезо- и микроуровней исследования был проведен анализ ландшафтной фрагментации территории с использованием данных о землепользовании и земном покрове (*Land Use/Land Cover – LULC*), полученных из ранее указанного источника. Для каждой ячейки регулярной сетки рассчитывался индекс фрагментации как отношение числа выделенных контуров с различными типами землепользования (*LULC*) в пределах одной ячейки.

Исследуемая территория была разделена на совокупность равных по площади элементарных участков – гексагонов, формирующих регулярную сетку. Размер этих участков



подбирался таким образом, чтобы соответствовать масштабу изучаемых явлений. Для карты по правобережью Саратовской области площадь гексагона составила 34 км², для района области – 8 км².

Для каждого элементарного участка сетки были рассчитаны показатели фрагментации территории и индекс относительного богатства (разнообразия).

Методика расчета фрагментации ландшафта направлена на оценку степени его разделенности на изолированные участки, что, как правило, является следствием воздействия линейных антропогенных объектов, таких как автомобильные и железные дороги. Это направление исследований (процесс фрагментации ландшафта и его последствий) присутствует преимущественно в работах зарубежных экологов и биогеографов [Скачкова, Яцухно, 2016; Romanillos et al., 2024]. Полагаем, что можно заимствовать данный подход для оценки ячеистых структур, возникающих в ходе развития транспортной сети. В этом случае количество ячеек, образовавшихся в результате членения территории дорожно-транспортной сетью, будет свидетельствовать об интенсивности антропогенной деятельности, а также являться признаком эффективности организации районного пространства.

Процесс оценки фрагментации включал несколько этапов. В первую очередь учитывались фрагментирующие элементы – в качестве основных рассматривались объекты транспортной инфраструктуры. Для каждого такого объекта, пересекающего элементарный участок, моделировалась зона влияния определённой ширины (буферная зона), которая интерпретировалась как барьер или нарушенная территория. После этого из общей площади элементарного участка исключались эти зоны влияния, и оставшиеся части рассматривались как отдельные ландшафтные фрагменты.

Для количественной оценки ландшафтной фрагментации и разнообразия территории на основе данных о землепользовании и земном покрове (*LULC*) были рассчитаны значения для двух ключевых показателей для каждой ячейки гексагональной сетки.

Первый показатель, индекс дробности (*LUdr*), рассчитывался по формуле:

$$LUdr = \frac{n}{S},$$

где *n* – число фрагментированных контуров естественных и антропогенных ландшафтов, зафиксированных в пределах конкретного гексагона, *S* – его площадь. Высокие значения *LUdr* свидетельствуют о членении территории на множество участков, как правило (но необязательно), с различным функциональным назначением, что часто сопряжено с интенсивным антропогенным освоением. Низкие значения, напротив, указывают на большую однородность ландшафта.

Второй показатель, индекс относительного богатства землепользования (*LUb*), вычислялся как:

$$LUb = \frac{m}{M},$$

где *m* – число различных типов землепользования (*LULC*), зафиксированных в пределах конкретного гексагона, а *M* – общее число уникальных типов *LULC*, выявленных на всей исследуемой территории. Для его определения сначала в каждом гексагоне идентифицируются все присутствующие типы *LULC* (для территории Саратовской области возможны такие типы, как жилая застройка, лес, пашня, кладбища, садоводческие и огороднические некоммерческие товарищества, промышленные зоны, свалки, военные объекты, ООПТ, водные объекты), после чего их количество (*m*) соотносится с общим числом типов в регионе (*M*). Этот индекс варьируется от 0 до 1, отражает долю общего регионального разнообразия *LULC*, представленную в данной ячейке, и служит нормализованной мерой её богатства. Высокие значения *LUb* указывают на концентрацию значительной части регионального разнообразия в ячейке, тогда как низкие свидетельствуют о её специализации.

Применение данных индексов (*LUdr*, *LUb*) позволяет получить более полное представление о пространственной дифференциации ландшафтной структуры, выявляя территории с различной степенью фрагментации и относительного разнообразия землепользования, что важно для понимания центр-периферийных взаимодействий.

В соответствии с целями работы объекты исследования выделяются на разных уровнях. На макроуровне это часть Урало-Поволжья в составе республик Татарстан и Башкирия, Пензенской, Оренбургской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей. На мезоуровне исследуется правобережье Саратовской области, на микроуровне – отдельный её район (Аткарский).

Результаты и их обсуждение

Построение отрезков достижимости крупных и крупнейших городов по автомобильной транспортной сети (рис.2) позволило продемонстрировать разные условия доступа населения к услугам метрополисов и регионополисов в пределах исследуемого макро-района.

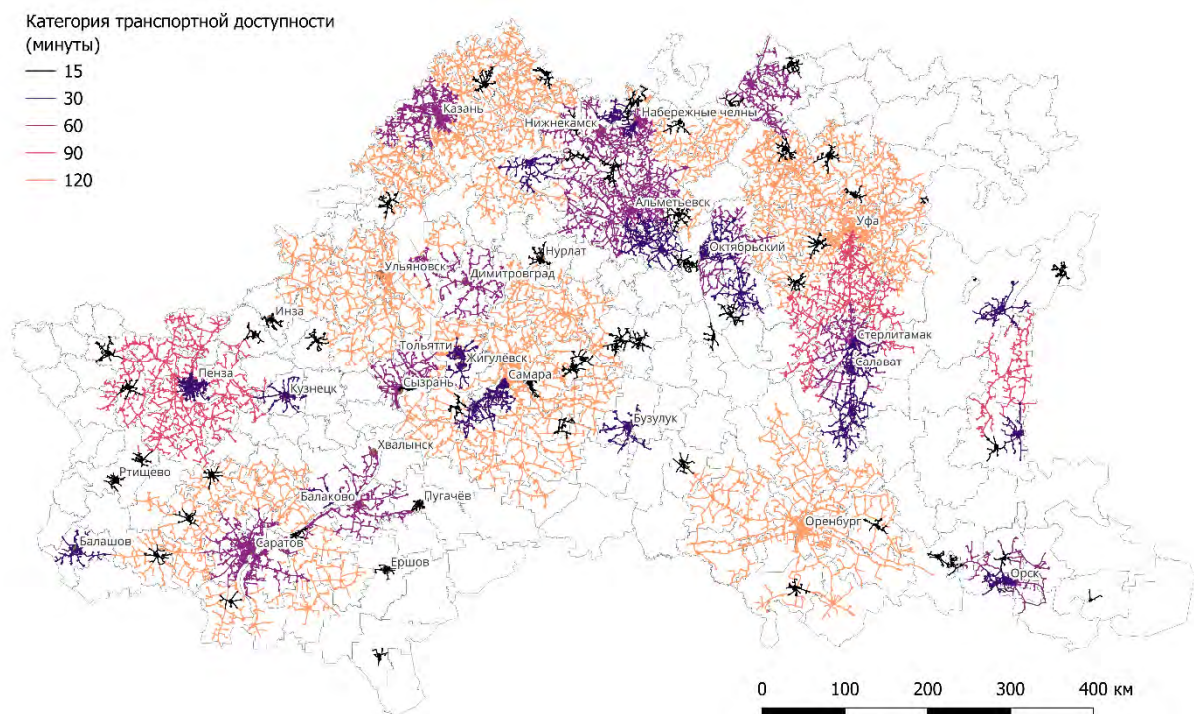


Рис. 2. Доступность городов района исследования

Fig. 2. Accessibility of the cities of the study area

Оно также стало основанием для дальнейшей работы, связанной с наложением буферов 30-минутной поездки. Здесь мы использовали концепт псевдолиста Родомана, добавив субареалы к сетке дорог. В результате получилась следующая картина (рис. 3).

Вполне очевидно, что различные районы обладают разной степенью включенности в транспортную систему, объединяющую города региона. Своеобразное подобие кровеносной системы активно представлено в одних частях макрорайона и отсутствует в других. Последние имеют основание для отнесения к внутренней периферии. Так, здесь выделяется ареал между Саратовом, Пензой, Ульяновском и Самарой; между Оренбургом, Самарой и Уфой; в восточной части Башкирии. Также карта показывает, в каких направлениях следует расширять территорию исследования для получения более целостной и завершённой картины. В нашем случае это преимущественно регионы, лежащие вверх по течению Волги и Камы, что вполне ожидаемо, учитывая тяготение систем расселения в европейской части страны к этим рекам [Преображенский, 2017].

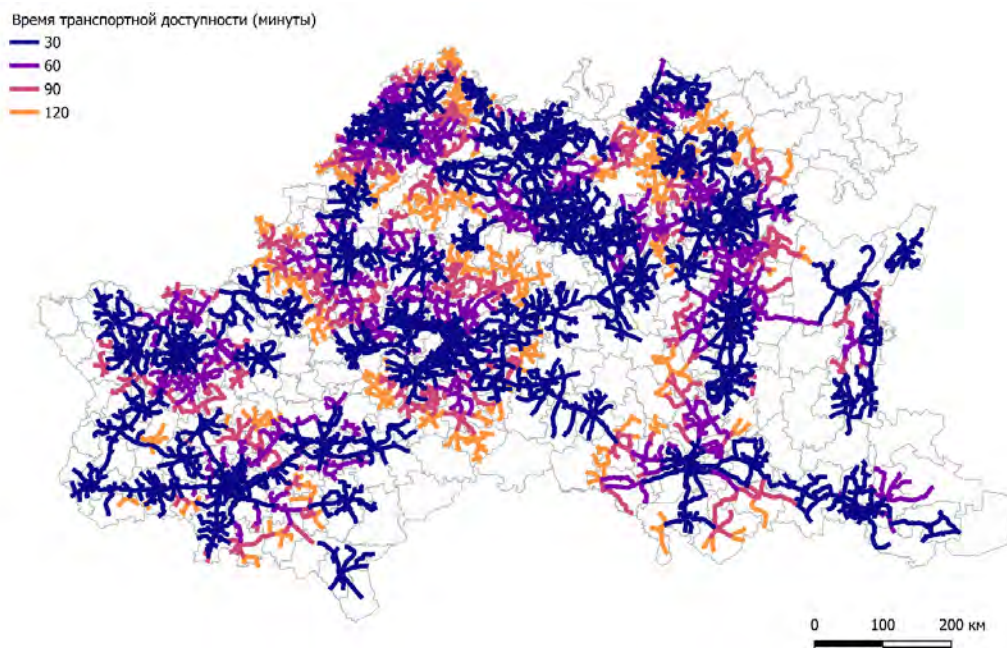


Рис. 3. Транспортная доступность городов-центров обслуживания с буфером в 30 минут
Fig. 3. Transport accessibility of service center cities with a 30-minute buffer

На приведённых картах в пределах мезоуровня явно проявляются моноядерные региональные системы расселения (в Пензенской, Саратовской, Ульяновской областях), более сложные полиядерные системы в Татарстане и Самарской области. Площадь ареала за пределами зоны транспортной доступности будет тем меньше, чем более равномерно-узловой характер имеет расселение. Последнее же подразумевает сравнительно благополучное сельское население и наличие малых городов (см. [Преображенский, 2025]), способных являться вершинами в графе транспортной решётки. С этим ситуация лучше в Татарстане, сравнительно небольшие ареалы наблюдаются в Самарской и Ульяновской областях, в осевой (проходящей вдоль меридиана Уфы) части Башкортостана.

На уровне отдельного региона (мезоуровне) периферию до определённой степени можно ассоциировать со слабофрагментированной территорией, на которой преобладает или полностью доминирует какой-то один тип природопользования. Как отмечает А.И. Зырянов [2006], благоприятные предпосылки для антропогенной деятельности складываются возле ландшафтных рубежей контрастности. Полагаем, что до какой-то степени это верно и в отношении антропогенных рубежей контрастности (например, между различными техногенными ландшафтами). Таким образом, можно ожидать, что большее разнообразие видов деятельности следует за большей естественной и антропогенной фрагментацией. В то же время верно и обратное: развитие различных отраслей и видов деятельности ведёт к усилению фрагментации ландшафтов.

Различия в степени фрагментации ПОПС, оцененные на основе аналога индекса ландшафтной дробности, показаны на карте (рис. 4).

Зоны высокой и умеренной фрагментации концентрируются в пределах городской агломерации Саратов – Энгельс и вдоль основных транспортных магистралей (автодорожных и железных дорог), что совпадает с осями высокой транспортной доступности, показанными на рис. 2 и 3. Эти территории характеризуются интенсивным хозяйственным освоением, плотной сетью инфраструктуры и мозаичным сочетанием различных типов землепользования (застройка, пашни, промышленные зоны). По мере удаления от этих ядер урбанизации и транспортных коридоров степень фрагментации закономерно снижается. Появляются зоны слабой и очень слабой фрагментации. Обширные пространства, особенно в междуречьях, на периферии и вдали от развитой дорожной сети, характеризуются минимальной фрагментацией. Эти территории часто соответствуют крупным массивам лесов или сельскохозяйственных угодий с относительно однородным землепользованием и низкой плотностью дорог.

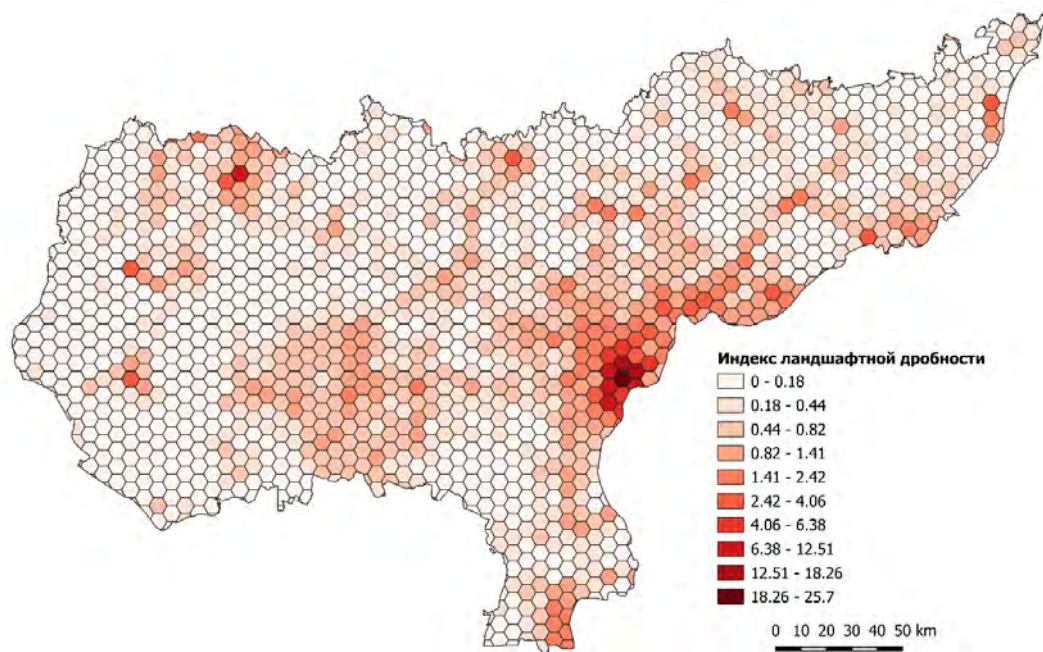


Рис. 4. Фрагментация правобережья Саратовской области
(источник первичных геопространственных данных OSM)
Fig. 4. Fragmentation of the right bank of the Volga river in the Saratov region
(OSM used as the source of primary geospatial data)

Следует отметить, что ячейки гексагональной сетки с низкими значениями индекса ландшафтной дробности (менее 0,18) указывают на наличие линейных инфраструктурных объектов, обуславливающих определённую степень пространственного членения. В то же время идентификация конкретных типов фрагментируемых этими объектами ландшафтов в данных ячейках затруднена. Это обусловлено недостаточной полнотой и детализацией картографических данных о типах землепользования и земного покрова (*LULC*) в *OpenStreetMap*, где покрытие для таких ячеек составляет менее 5 %. Следовательно, такие территории интерпретируются как зоны с низкой плотностью и разнообразием точечных и иных линейных антропогенных объектов (помимо уже учтённой инфраструктуры, вызвавшей первичную фрагментацию), что позволяет предположить доминирование в их структуре преимущественно агроландшафтов.

Разнообразие ПОПС правобережья Саратовской области было оценено на основе индекса относительного богатства антропогенных и естественных ландшафтов (вероятно, скорее следует называть данный индекс индексом разнообразия природопользования) (рис. 5).

Для Саратова индекс относительного богатства природопользования лежит в пределах от 0,37 до 0,63. Последнее значение наблюдается на границе агломерации. В целом можно отметить сходство пространственного рисунка рассматриваемых явлений на картах (рис. 4 и рис. 5), однако они не являются комплементарными. Так, гомогенная по типу природопользования ячейка может быть и слабо, и сильно фрагментированной, что даст низкий индекс относительного богатства и низкую или высокую степень фрагментированности соответственно.

Данная картина подтверждает мозаичный характер как центральных, так и периферийных территорий, где высоко фрагментированные антропогенные ландшафты соседствуют с менее нарушенными участками, формируя сложную пространственную структуру. Зоны низкой транспортной доступности (см. рис. 3) в значительной степени коррелируют с областями очень слабой и минимальной ландшафтной фрагментации.

Применённая выше к правобережной части Саратовской области методика была использована на примере её отдельного района. Большинство районов имеют, как правило, выраженную моноядерную структуру с районным центром – узлом, организующим территорию района. Для него (и вокруг него) будет наблюдаться повышенная фрагментация и степень разнообразия.

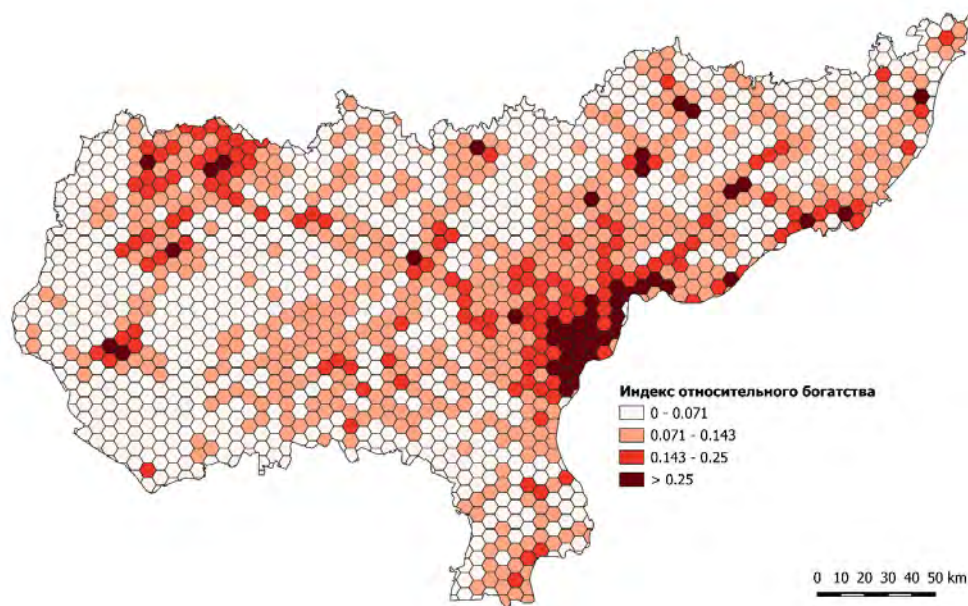


Рис.5. Территориальные различия разнообразия землепользования на правобережье Саратовской области (источник первичных геопространственных данных OSM)
Fig.5. Territorial differences in the diversity of land use on the right bank of the Volga river in the Saratov region (OSM used as the source of primary geospatial data)

Интерес представляют скорее отклонения от такой модельной картины. К примеру, в ходе анализа карт степени фрагментации и разнообразия Аткарского района Саратовской области (рис. 6 и рис. 7) выяснилось, что высокая степень фрагментации характерна не только для районного центра, но и для двух гексагонов на севере и северо-востоке района.

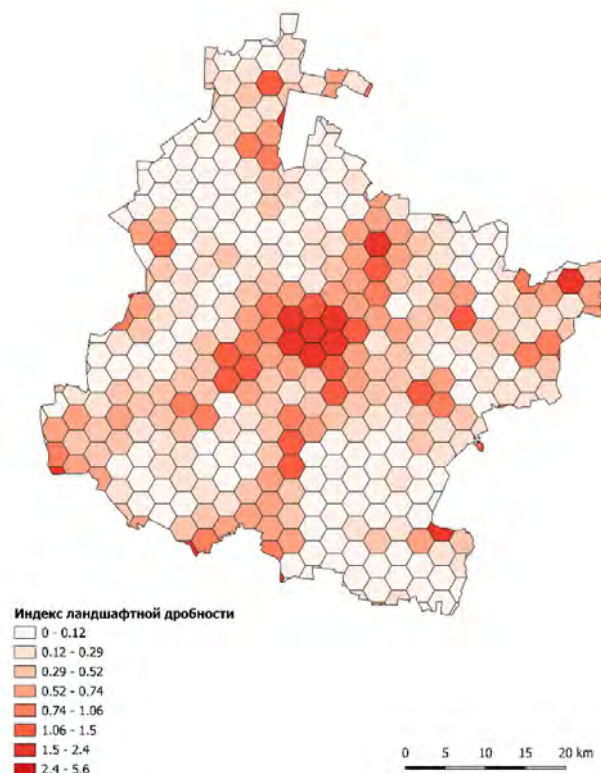


Рис. 6. Фрагментация ландшафтов Аткарского района Саратовской области (источник первичных геопространственных данных OSM)
Fig. 6. Fragmentation of landscapes in the Atkarsky district of the Saratov region (OSM used as the source of primary geospatial data)

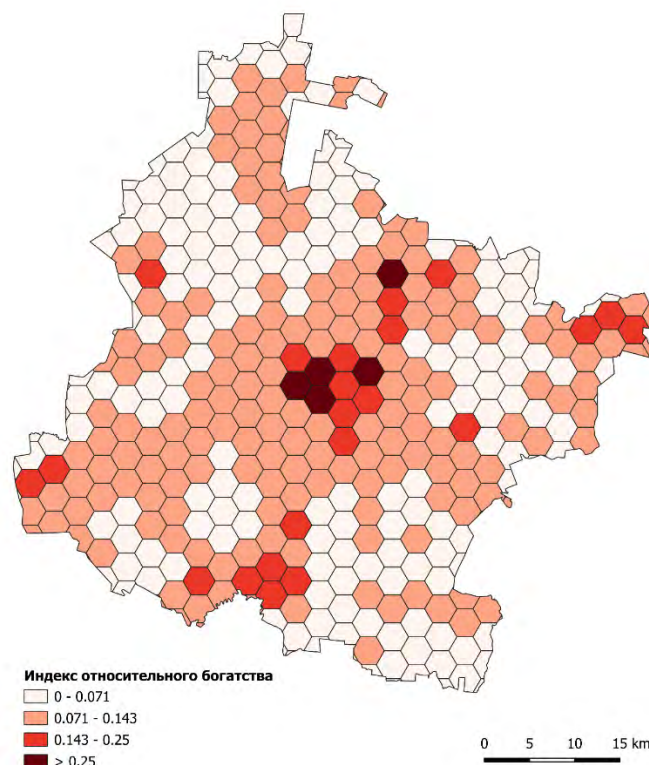


Рис. 7. Разнообразие (относительное богатство) землепользования естественных и антропогенных ландшафтов Аткарского района Саратовской области (источник первичных геопространственных данных OSM)

Fig. 7. Diversity (relative richness) of land use in natural and anthropogenic landscapes of the Atkarsky district of the Saratov region (OSM used as the source of primary geospatial data)

Также обращает на себя внимание, что наибольшее значение индекса относительного богатства составляет 0,43 и фиксируется не в районном центре, а несколько севернее, около с. Лисичкино. Здесь параллельно р. Медведице проходит железная дорога, в пойме реки находится участок природно-экологического каркаса, приусадебный парк.

Применённая гексагональная геопространственная модель позволила выявить различия между её ячейками по критериям фрагментации и разнообразия. Важное значение имеет выбор размера ячейки, который должен соответствовать размерности антропогенной деятельности (что само по себе является интересной и дискуссионной задачей). Для сравнительного анализа районов в рамках данной методики необходимо обоснование и уточнение универсальных значений показателей фрагментации и разнообразия (и, возможно, каких-то дополнительных).

Заключение

Изучение оппозиции «центр-периферия» в силу своего полимасштабного характера требует применения различных подходов и моделей на разных таксономических уровнях. При этом на каждом уровне в качестве критичных для делимитации периферии выступают факторы разного генезиса. Для выявления периферии во всей её полноте необходимо последовательно спуститься с периферии на макроуровне к локальному, принимая во внимание процессы периферизации (и их результат) на мезо- и микроуровне.

В настоящем исследовании предложен подход делимитации периферии как зоны с пониженными значениями фрагментации и разнообразия природопользования. Осуществлённое применение дополняющих методик выявления центр-периферийного градиента позволило высветить пространственную неоднородность исследуемого макрорайона,



правобережья Саратовской области и одного из её районов. Сложный, комплексный характер периферии как пространственного компонента ПОПС обусловил изучение естественных и антропогенных ландшафтов на микроуровне. Анализ центр-периферийной модели с позиции признаков фрагментации и разнообразия позволил целостно проанализировать её сложную ячеистую структуру – результат проявления «специализаций» отдельных территорий в форме определённых видов природопользования и процессов социально-экономической поляризации. Значимым фактором неоднородности ячеистой структуры является положение ячейки относительно первых, вторых и третьих городов макрорайона, рисунок и плотность транспортной сети на мезо- и микроуровне.

Ценность применённой гексагональной модели заключается в выделении пространственных структур расселения и хозяйства (в более широком контексте – природопользования), анализа топологии отдельных территорий. В техническом плане это достигалось в настоящем исследовании изменением (уменьшением) размера ячеек гексагональной решетки для лучшей репрезентации содержащихся в ней данных. Полагаем, что это позволит перейти к пространственному планированию сложных пространственных общественно-природных систем с учётом центр-периферийных различий на основе масштабируемой модели.

Список литературы

- Безруков Л.А., Корытный Л.М. 2012. Российская «глубинка» – модели и методы изучения. География и природные ресурсы, 4: 191–192.
- Бляхер Л.Е., Григоричев К.В. 2023. Периферийные пространства как исследовательская проблема и объект исследования. Периферия. Журнал исследования нестоличных пространств, 1(1): 7–26.
- Волков С.А., Меркушев С.А., Тарантин М.Р. 2025. Территориальные барьеры в городской среде: концептуализация понятия и методика оценки (на примере большого центра г. Перми). Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле, 25(1): 30–39. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-30-39>
- Грицай О.В., Иоффе Г.В., Трейвиш А.И. 1991. Центр и периферия в региональном развитии. М., Наука, 168 с.
- Занозин В.В., Бармин А.Н., Занозин В.В., Ямашкин С.А., Корень В.А., Занозина Е.В. 2024. Гексагональная геопространственная модель ландшафтного разнообразия северного подрайона дельты реки Волга. Юг России: экология, развитие, 19(2): 181–196. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-2-16>
- Зырянов А.И. 2006. Регион: пространственные отношения природы и общества. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 372 с.
- Казаков М.Ю. 2020. Пространственно-экономические системы «центр-периферия»: теоретические основы, диагностика проблем, стратегические направления развития. Ставрополь, Издательство «АГРУС», 608 с.
- Кузин В.Ю. 2024. Центр-периферийная теория в пространственном развитии: критический анализ. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки, 2: 57–67. <https://doi.org/10.5922/vestniknat-2024-2-4>
- Нефедова Т.Г. 2008. Российская периферия как социально-экономический феномен. Региональные исследования, 5(20): 14–30.
- Преображенский Ю.В. 2017. Пространственно-временная динамика систем расселения долин Волги и Камы. Географический вестник, 2(41): 25–31. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2017-2-25-31>
- Преображенский Ю.В., Молочко А.В. 2019. Оценка развития междугороднего автобусного сообщения в Саратовской области. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле, 19(1): 18–23. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-18-23>
- Преображенский Ю.В. 2025. Неравномерность регионального развития Волго-Уральского макрорегиона: уязвимая провинция. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле, 25(1): 20–29. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-20-29>

- Ридевский Г.В. 2023. Центр-периферийные и интеграционные процессы как ключевые тренды трансформации пространственных структур. Социальные новации и социальные науки, 3(12): 34–52. <https://doi.org/10.31249/snsn/2023.03.02>
- Родоман Б.Б. 1999. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск, Ойкумена, 256 с.
- Скачкова А.С., Яцухно В.М. 2016. Планирование территориальных схем экологических сетей на основе результатов оценки фрагментации и разнообразия ландшафтов. Земля Беларуси, 4: 24–29.
- Смирнова А.А., Смирнов И.П., Ткаченко А.А. 2024. Расселение: основные понятия, подходы, результаты исследований. Тверь, Тверской государственный университет, 224 с.
- Сомов В.Л., Марков В.А., Бровкова А.В. 2018. Статистические подходы к измерению агломерационных эффектов (на примере регионов Приволжского федерального округа). Вопросы статистики, 25(6): 51–59.
- Царев А.И. 2019. Понятие и методы определения внутренней периферии. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 4: 33–42.
- Шпенглер А.В., Сметанина А.И., Колесова Ю.А., Бармина Е.А., Савельева Н.К., Созинова А.А. 2023. Развитие городских агломераций Приволжского федерального округа: сравнительный анализ. Креативная экономика, 17(3): 901–920. <https://doi.org/10.18334/ce.17.3.117387>
- Romanillos G., Robazza G., Lovato F. 2024. A Fragmented World: Mapping the Global Extent of Anthropogenic Landscape Fragmentation. Journal of Maps, 20(1): 2307539. <https://doi.org/10.1080/17445647.2024.2307539>

References

- Bezrukov L.A., Korynyi L.M. 2012. Rossiyskaya "glubinka" – modeli i metody izucheniya [The Russian "Hinterland" – Models and Methods of Study]. Geography and natural resources, 4: 191–192.
- Blyakher L.E., Grigoriev K.V. 2023. Peripheral Spaces as a Research Problem and Object of Study. Periphery. Journal of the Peripheries Studies, 1(1): 7–26 (in Russian).
- Volkov S.A., Merkushev S.A., Tarantin M.R. 2025. Territorial Barriers in Urban Environments: Conceptualisation of the Term and Assessment Methodology (Case Study of the Central Area of Perm). Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 25(1): 30–39 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-30-39>
- Gritsai O.V., Ioffe G.V., Treivish A.I. 1991. Tsentr i periferiya v regional'nom razvitii [Center and Periphery in Regional Development]. Moscow, Publ. Nauka. 168 p.
- Zanozin V.V., Barmin A.N., Zanozin V.V., Yamashkin S.A., Koren V.A., Zanozina E.V. 2024. Hexagonal Geospatial Model of Landscape Diversity in the Northern Sub-Area of the Volga River Delta landscape, Russia. South of Russia: Ecology, Development, 19(2): 181–196 (in Russian). <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-2-16>
- Zyryanov A.I. 2006. Region: prostranstvennye otnosheniya prirody i obshchestva [Region: Spatial Relations of Nature and Society]. Perm, Publ. Permskiy gosudarstvennyy natsionalnyy issledovatel'skiy universitet, 372 p.
- Kazakov M.Yu. 2020. Prostranstvenno-ekonomicheskie sistemy "tsentr-periferiya": teoreticheskie osnovy, diagnostika problem, strategicheskie napravleniya razvitiya [Spatial and Economic Systems "Center-Periphery": Theoretical Foundations, Diagnosis of Problems, Strategic Directions of Development]. Stavropol, Publ. AGRUS, 608 p.
- Kuzin V.Yu. 2024. Center-Periphery Theory in Spatial Development: a Critical Analysis. IKBFU's Vestnik. Series: Natural and Medical Sciences, 2: 57–67 (in Russian). <https://doi.org/10.5922/vestniknat-2024-2-4>
- Nefedova T.G. 2008. Russia's Periphery as a Socio-Economic Phenomenon. Regional Studies, 5(20): 14–30 (in Russian).
- Preobrazhenskiy Yu.V. 2017. Spatio-Temporal Dynamics of Settlement Systems of the Volga and Kama River Valleys. Geographical bulletin, 2(41): 25–31 (in Russian). <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2017-2-25-31>
- Preobrazhenskiy Yu.V., Molochko A.V. 2019. The Assessment of the Development of Intercity Bus Service in the Saratov Region. Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 19(1): 18–23 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-18-23>



- Preobrazhenskiy Yu.V. 2025. The Disparity in Development Across the Volga-Ural Region: A Fragile Semi-Periphery. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 25(1): 20–29 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-20-29>
- Ridevsky G.V. 2023. Center-Periphery and Integration Processes as Key Trends in the Transformation of Spatial Structures. *Social Novelties and Social Sciences*, 3: 34–52 (in Russian). <https://doi.org/10.31249/snsn/2023.03.02>.
- Rodoman B.B. 1999. Territorial'nye arealy i seti. Ocherki teoreticheskoy geografii [Territorial Areas and Networks. Essays on Theoretical Geography]. Smolensk, Publ. Oykumena, 256 p.
- Skachkova A.S., Yatsukhno V.M. 2016. Territorial Schemes of Ecological Networks Planning of the Basis of Results of the Fragmentation and Diversity of the Landscapes. *Zemla Belarusi*, 4: 26–29 (in Russian).
- Smirnova A.A., Smirnov I.P., Tkachenko A.A. 2024. Rasselenie: osnovnye ponjatija, podhody, rezul'taty issledovanij [Settlement: Basic Concepts, Approaches, Research Results]. Tver, Publ. Tver State University, 224 p.
- Somov V.L., Markov V.A., Brovkova A.V. 2018. Statistical Approaches to Measuring Agglomeration Effects (Case Study: Privolzhsky (Volga) Federal District). *Voprosy statistiki*, 25(6): 51–59 (in Russian).
- Tsarev A.I. 2019. Notion of Inner Periphery and Methods of Its Identification. *Lomonosov Geography Journal*, 4: 33–42 (in Russian).
- Shpengler A. V., Smetanina A. I., Kolesova Y. A., Barmina E. A., Saveleva N. K., Sozinova A. A. 2023. Developing the Volga Federal District Urban Agglomerations: a Comparative Analysis. *Creative Economy*, 17(3): 901–920 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/ce.17.3.117387>
- Romanillos G., Robazza G., Lovato F. 2024. A Fragmented World: Mapping the Global Extent of Anthropogenic Landscape Fragmentation. *Journal of Maps*, 20(1): 2307539. <https://doi.org/10.1080/17445647.2024.2307539>

*Поступила в редакцию 12.05.2025;
поступила после рецензирования 29.07.2025;
принята к публикации 01.09.2025*

*Received May 12, 2025;
Revised July 29, 2025;
Accepted September 01, 2025*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Преображенский Юрий Владимирович, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экономической и социальной географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

Папилин Дмитрий Вячеславович, магистрант географического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yuri V. Preobrazhenskiy, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic and Social Geography, Saratov State University, Saratov, Russia

Dmitry V. Papilin, Master's student at the Faculty of Geography, Saratov State University, Saratov, Russia