

УДК 910.3:378.1(73)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАННИХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ РАССЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЗАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО ИЛЛИНОЙСА ЕВРОПЕЙЦАМИ)

© 2020 г. Р. А. Дохов<sup>a, b, \*</sup>, А. Л. Энтин<sup>a, c, \*\*</sup>

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

<sup>b</sup>Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”,  
факультет географии и геоинформационных технологий, Москва, Россия

<sup>c</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

\*e-mail: dokhov@geogr.msu.ru

\*\*e-mail: aentin@geogr.msu.ru

Поступила в редакцию 20.01.2019 г.

После доработки 17.07.2020 г.

Принята к публикации 12.08.2020 г.

На основе представления о диффузном характере процесса расселения и субъективной рациональности процесса выбора места расположения поселения разработана применимая к различным территориям методика оценки “потенциала благоприятности” ландшафта, определяющего формирование первичной сети населенных пунктов. На материале Северного Иллинойса проведено моделирование возникновения первичной сети поселений. Дана периодизация заселения территории исследования, конкретизирован краткосрочный период, в который происходили моделируемые процессы. На основе исторических исследований выделены ключевые параметры, влиявшие на формирование населенных пунктов: характер растительности, рельефа, гидрография, размещение месторождений полезных ископаемых. На базе характеристик доевропейских ландшафтов созданы наборы данных, отражающие компоненты поля благоприятности, смоделировано синтетическое поле благоприятности. Показана детерминированность начального рисунка расселения природными характеристиками. Отмечено хорошее соответствие крупных и средних поселений локальным максимумам поля благоприятности, при этом расположение мелких населенных пунктов, по-видимому, определяется комплексом иных факторов. Разработанная методика может быть адаптирована для моделирования формирования первичной сети поселений других территорий.

*Ключевые слова:* историческая география, моделирование расселения, городские сети, США, география расселения, сеть поселений, цифровые гуманитарные науки, историческая геоинформатика

DOI: 10.31857/S2587556620060059

### ВВЕДЕНИЕ

Эволюция систем расселения — хорошо изученный в общественной географии вопрос [3, 4, 9, 36, 37]. Его рассмотрение обычно начинают с некоторого состояния, которое вводится имплицитно, процесс формирования начальной сети поселений представляется почти неизученным [8, 14]. В случае регионов древней истории земледельческого (и других способов оседлого) хозяйства достаточно полное восстановление картины поэтапного возникновения и развития поселений крайне затруднительно. Более удобен для реконструкции случай заселения территории, до начала процесса массовой колонизации почти не имевшей сети населенных пунктов, например, в странах переселенческого капитализма [1, 13], в том числе в США. Здесь расселение сопровождалось

довольно детальной (и хорошо сохранившейся) документацией, данные которой позволяют смоделировать процесс развития сети поселений и определить, насколько он зависит от характеристик природного ландшафта.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Основные представления о закономерностях развития систем расселения проистекают из работ времен “количественной революции” в географии [2, 6, 9, 15], основанных на пионерных исследованиях центральных мест [7, 22]. Эти ранние представления о пространственной самоорганизации и эволюции систем развиваются сегодня в нескольких научных направлениях: новой экономической географии [26, 27], теории сложных систем [17, 19] и самоорганизации [16, 39, 34], исследова-

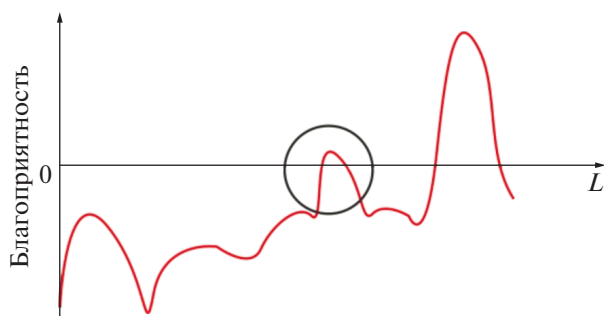


Рис. 1. Условный профиль благоприятности абстрактной территории. Составлено авторами.

нии иерархий в системах расселения [19], а также в рамках сетевого подхода [18]. Вместе с тем, задача моделирования возникновения исходной конфигурации сети расселения, за некоторыми исключениями (например, частный случай проекции речных торговых сетей на Москву [31]), насколько известно авторам, не ставилась. Таким образом, в существующей литературе весьма детально рассмотрены процессы развития сложившихся систем расселения, но наблюдается явный недостаток внимания к моделированию их становления.

### ГИПОТЕЗА

Исходные условия, с которыми сталкиваются первопоселенцы (колонисты), будем считать лишены антропогенного воздействия, включая в такую “природность” деятельность неоседлого населения.

Процесс освоения территории начинается из точки, в которой появляются поселенцы, и откуда они начинают ее исследование с целью последующего основания поселения. В процессе такого исследования происходит своеобразное сканирование мест по комплексу параметров пригодности для заселения, которые являются функцией природного ландшафта (далее будем называть этот комплекс благоприятностью территории). Целесообразно разделить все характеристики ландшафта на две группы: определяющие проницаемость, от которых зависят время достижения точки и будущая связанность пункта с остальной сетью поселений, и определяющие собственно пригодность точки для заселения. Если состав первой группы относительно очевиден (открытая/лесистая местность, расчлененность, заболоченность, пересеченность, судходные водотоки и водоемы), то вторая зависит от того типа природопользования, который собирались практиковать в этом месте колонисты.

Выбор места основания поселения определяется весьма разнородной системой факторов, ко-

торые можно разделить на объективные и субъективные. Под объективными будем понимать факторы, влияющие на материальную сторону жизни колонистов: наличие источников воды, доступность месторождений необходимого ископаемого сырья, наличие земли, пригодной для обработки или выпаса скота, характер увлажнения территории (в том числе заболоченность) и другие. Субъективными будем называть те факторы, которые прямо не связаны с физической стороной жизни поселенцев и зависят от религиозных, культурных, профессиональных, эстетических и иных особенностей жизненного уклада сообщества. Отнесем к субъективным также ошибочные размещения, обусловленные неполнотой знаний о территории, ошибками оценок и планирования, случайностью или другими факторами. Даже при полной рациональности системы выбора места оно может быть неоптимальным также потому, что нахождение самой точки оптимума не столь существенно в пределах некой окрестности этой точки, допустимой по соображениям объективной или субъективной рациональности жителей [35].

Основание поселения в месте, являвшемся оптимальным в момент самого основания, не гарантирует его сохранения и развития в будущем. Смена технологических укладов, влекущая за собой трансформацию системы землепользования, изменение плотности и характера сети расселения могут подавить или актуализировать другие функции этого места и лежащих в окрестностях мест-конкурентов, что, применительно к поселению, будет выражаться в росте и развитии или, наоборот, сжатии и депрессии, т.е. потенциал места и местоположения изменчив во времени [10, 11]. Проиллюстрируем это примером на рис. 1.

Предположим, что заселение идет по линии профиля из нулевой точки в положительном направлении горизонтальной оси. Территория имеет неодинаковую благоприятность, но ее недостаточно для существования поселений, значит они не возникают. Как только колонисты достигают первого места, где значение благоприятности становится достаточным (выходит в положительную часть графика, выделено кругом), они основывают поселение. Однако емкость этого места невелика, что вскоре вынудит их продолжить исследование, которое приведет их к обнаружению второго, более выраженного пика. Предшествующее поселение будет заброшено, или его развитие будет стагнировать, поскольку попадет в зону подавляющего влияния второго, могущего стать более крупным в силу большего потенциала. Очевидно, что возможна инерция в случае, например, статусного выделения первого поселения, но такие факторы мы относим к субъективным и не рассматриваем далее. В дальнейшем возможны разные траектории развития, определяющиеся не

только (и не столько) локальной конкуренцией поселений, сколько другими факторами, выходящими за рамки настоящего исследования: специализацией территории и города, положением в системах расселения страны и мировых городов и др.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для моделирования процесса отбора поселенцами мест произведем следующие операции.

1. Определим временные границы процесса формирования сети расселения (от проникновения на нее колонистов до состояния, когда собственное влияние поселений друг на друга становится критически важным, а значит модель, основанная на интерпретации только природных факторов, далее неудовлетворительна).

2. Выделим на основании анализа истории освоения территории факторы, влиявшие на выбор мест расположения поселений.

3. Введем параметры, количественно описывающие эти факторы на основании доступных массивов данных о состоянии природной среды к моменту начала освоения.

4. Построим на их основе поле благоприятности территории для существования поселений. Локальные максимумы значений этого поля — наиболее вероятные места основания поселений.

5. Сравним расположение этих максимумов с реальной исторической картиной расселения и оценим адекватность примененного метода.

#### *Пример: освоение Северного Иллинойса*

Выбор территории Северного Иллинойса для моделирования обусловлен двумя факторами: во-первых, доступностью детальных данных о доевропейской растительности, во-вторых, относительной компактностью и одновременностью заселения ареала изучения, что дает возможность достаточно подробно познакомиться с деталями заселения территории и выделить значимые для основания поселений факторы. Окончанием формирования сети расселения Северного Иллинойса можно считать 1835 г., т.е. момент инкорпорирования (получения городского статуса) крупнейшего поселения территории — Чикаго, что было сигналом весьма высокой степени освоенности. Будем также придерживаться традиционного определения южной границы Северного Иллинойса по 80 интерстейту<sup>1</sup>, т.е. приблизительно по 41° с.ш.

Ранняя история Северного Иллинойса документирована начиная с появления на территории французских исследователей. Постоянные индейские поселения на ней к этому моменту прак-

тически отсутствовали. “Европейская” история территории делится на три этапа.

*1. Открытие территории и ее первичное обследование с господством натурального хозяйства индейцев (1671–1804 гг.).*

На протяжении первого столетия европейского освоения, во времена французского подданства, территория Северного Иллинойса использовалась исключительно в качестве транзитного места на пути между южными береговыми колониями Луизианы и северными канадскими центрами. Сообщение на этом маршруте было не слишком интенсивным и прерывалось полностью в периоды конфликтов с индейцами. Экономическое значение Иллинойса для французов было весьма низким [21, 28].

*2. Фронтальное освоение с господством трапперства<sup>2</sup>, появление фортов и мелких факторий (1804–1832 гг.).*

Первые постоянные поселенцы прибывали по долинам крупных рек, двигаясь на запад из лесистых Теннесси и Кентукки [33], поэтому все старейшие населенные пункты Иллинойса были построены в залесенных долинах рек Огайо, Миссисипи, Иллинойс и их притоков [30, 32] (рис. 2). Колонисты предпочитали не рисковать попытками заселения прерий и ведения на них сельскохозяйственной деятельности<sup>3</sup>, т.е. фронт имел весьма фрагментарный, прерывистый характер [5]. Расселение имело характер мелких заимок, концентрация даже в мелкие сельские населенные пункты не происходила [29]. В формировании первичных поселений была велика роль торговых мехозаготовительных компаний — передовых агентов влияния, шедших сразу за фронтирменами. Именно они первыми “прошупывали” территории на предмет основания торговых постов, впоследствии становившихся ядрами поселений, а также использовавших речную сеть для транзита добытой рухляди в крупные центры переработки и сбыта [24]. Для складирования и надежной охраны использовалась сеть промежуточных фортов [25].

Другим важным фактором, повлиявшим на расселение в Северном Иллинойсе, оказались свинцово-цинковые залежи в холмах на крайнем северо-западе региона [32]. В окрестностях Галены (основана в 1826 г.) в первой половине XIX в.

<sup>2</sup> Охота на пушного зверя с последующей выделкой и торговлей пушниной.

<sup>3</sup> Считалось, что их невозможно будет освоить, так в 1786 г. Дж. Монро писал Т. Джефферсону, что “Большая часть территории чрезвычайно бедна, особенно около озер Мичиган и Эри и в верховьях Миссисипи и Иллинойса, где она состоит из протяженных равнин (...), на которых нет ни кустика. Поэтому эти районы никогда не будут иметь достаточно жителей, чтобы дать им право членства в конфедерации” [23, р. 79, перевод авторов статьи].

<sup>1</sup> Межштатная магистраль в США.



**Рис. 2.** Схема использования географического положения Северного Иллинойса до инкорпорирования Чикаго. Составлено авторами.

добывалось до 80% всего свинца США. Население графства к 1830 г. достигло 2000 человек, практически все они были заняты на разработках руд и в металлургии [20].

### 3. Окончание фронтирного периода (1832–1835 гг.).

Начало регулярного судоходства по Великим озерам [29] привело к активации местоположения будущего города Чикаго (см. рис. 2) – в месте

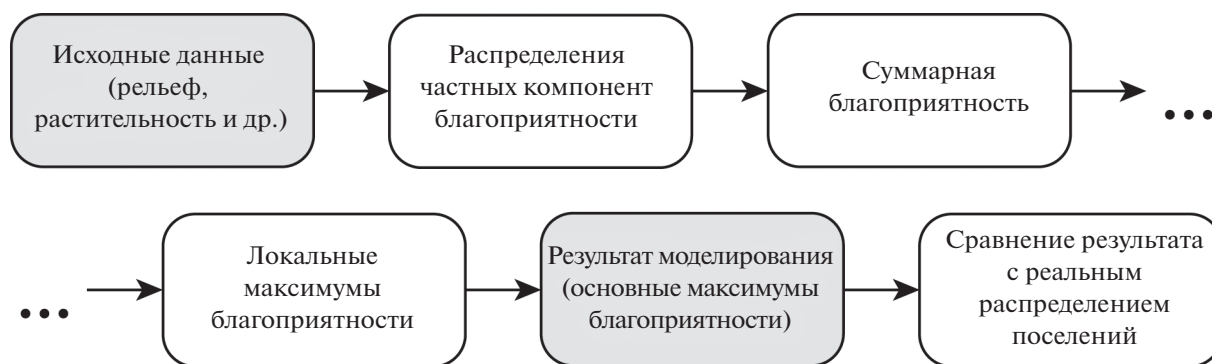


Рис. 3. Общая концепция моделирования первичного размещения населенных пунктов. Составлено авторами.

максимального сближения притоков р. Иллинойс и впадающей в оз. Мичиган р. Чикаго, соединяющем бассейны Великих озер и Миссисипи.

Резкий рост населения Чикаго (в 30 раз за период с 1832 по 1835 г.) был обусловлен притоком капитала с востока благодаря озерной торговле, вложениям в скупку земель со стороны банков и схемам прямых инвестиций федерального правительства в развитие портовой инфраструктуры. Прежний монополист местной экономики — Американская меховая компания, традиционно связанная с торговлей с индейцами — покинула город в 1835 г. [25], что стало знаком завершения фронтальной эпохи.

Таким образом, формирование сети населенных пунктов пришлось на период 1804–1832 гг., главными факторами этого процесса стали расстояния до водных объектов, наличие лесных массивов (в первую очередь пойменных лесов) и залежей полезных ископаемых.

#### Данные и их обработка

Моделирование процесса распространения населения по территории базируется на анализе благоприятности местности для ведения хозяйства, характерного для рассматриваемого исторического периода. На основе имеющихся в наличии исходных данных конструируются распределения частных компонент благоприятности: доступности, соответствующей удаленности от рек, пригодности земельных угодий и наличия полезных ископаемых. Затем частные компоненты суммируются, в результате чего получается поле благоприятности. Наиболее значительные локальные максимумы этого поля соответствуют, по мнению авторов, точкам, вероятность возникновения населенных пунктов в которых существенно выше, чем в окружающем пространстве. Общая концепция модели представлена на рис. 3.

Моделирование выполнялось на растровой сетке с шагом 1 км в ГИС-пакете ArcGIS 10.1 с ис-

пользованием как стандартных инструментов ГИС-пакета, так и пользовательских Python-скриптов. Для моделирования поля благоприятности и процесса распространения населения были использованы пространственные данные о рельефе местности, полезных ископаемых, состоянии речной сети и растительности территории на наиболее раннее известное время. Авторы не делают поправку на неполноту знаний колонистов о территории, относя этот фактор к субъективным. Алгоритм получения частных компонентов благоприятности показан на рис. 4.

Данные о рельефе были получены с глобальной цифровой модели рельефа *Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010)* [40], созданной Государственной геологической службой США совместно с Национальным агентством геопространственной разведки (NGA).

О полезных ископаемых было известно следующее: в северо-восточной части исследуемой территории (в районе Галены) находилось поле добычи свинцово-цинковых руд [38]. Точечные объекты, соответствующие предполагаемому положению поля, были выявлены авторами на основании картографических данных.

Для моделирования компонентов, связанных с речными путями сообщения, были использованы пространственные данные из Национального Атласа США (обновление 2006 г.), предоставляемые в виде шейп-файлов [41]. Эти данные были генерализованы авторами с целью согласовать детальность гидрографической сети с масштабом исследования и исключить из модели водотоки, не игравшие, вследствие своей малой величины, роли транспортных артерий. Были также исключены все каналы и водохранилища.

В качестве данных о растительном покрове территории на первую половину XIX в. были взяты наборы векторных данных, подготовленные организацией *Illinois Natural History Survey* в формате шейп-файлов [42]. Они созданы путем векторизации карт, составленных на основе полевых





Рис. 4. Схема моделирования частных компонент благоприятности. Составлена авторами.

материалов, собранных при обследовании общественных земель (*Public Land Survey System, PLSS*), осуществлявшемся Главной земельной службой в период с 1804 по 1843 г., т.е. в основном по состоянию на момент начала развития территории, практически без влияния фронтального освоения. Всего в классификаторе Главной земельной службы выделяется 42 генерализированных типа местности, из которых в пределах изучаемого региона встречаются 11: *barrens* – неплодородные земли; *bottomlands* – пойменные участки; *cultural* – освоенные территории; *forest* – залесенные территории (без разделения); *marsh, slough, swamp* – три разных типа болот; *other wetland* – влажные биотопы за пределами пойм; *prairie* – прерии; *water* – водные объекты; *wet prairie* – влажные прерии.

Данные о полигонах по типу местности весьма детальные, показаны объекты величиной в первые десятки метров в поперечнике, что существенно меньше шага сетки растровой модели (1 км). В ходе растрезации большая часть мелких объектов была генерализирована.

#### Построение поля благоприятности

Поле благоприятности складывается из трех основных компонентов:

- благоприятность ландшафтных условий для ведения хозяйственной деятельности, характерной для колонистов в этой местности (в основном, мелкотоварное сельское и лесное хозяйство);
- близость места к основным транспортным артериям (для рассматриваемой территории – к крупным рекам), т.е. доступность;
- удаленность от месторождений полезных ископаемых.

Благоприятность ландшафтных условий была оценена следующим образом. Каждому типу местностей из списка выше был присвоен коэффициент, отражающий его благоприятность для ведения хозяйственной деятельности. Самые высокие значения коэффициента (10) были присвоены наиболее вероятным с точки зрения появления поселений участкам: поймам рек, а также “освоенным территориям”, площадь которых незначительна. Наименьшие значения получили

**Таблица 1.** Перевод типов растительности и времени достижения в единицы благоприятности

Единицы благоприятности	Показатель	
	Время достижения, усл. ед.	Тип растительности
10	0	Пойменные участки Освоенные территории
9	0–1	*
8	1–3	*
7	3–5	Залесенные территории
6	5–10	*
5	10–20	Прерии
4	20–50	*
3	50–70	Неплодородные земли Влажные прерии
2	70–100	*
1	Свыше 100	Болота, Влажные биотопы за пределами пойм Водные объекты

*Примечание.* Единицы благоприятности получены независимо для каждого показателя. \*Тип растительности, соответствующий данному значению благоприятности, на территории исследования отсутствует, но оно может соответствовать другим типам растительности и/или другим способам ведения хозяйственной деятельности.

водные пространства и различные виды болот (1). Получение поля благоприятности сводилось только к присвоению соответствующих коэффициентов выделам и последующей растеризации. В табл. 1 приводятся соответствия между типами растительности и присвоенными коэффициентами благоприятности.

Оценка компонента благоприятности, связанного с удаленностью от водотоков, выполнялась более сложным методом. Для всех типов местностей были введены коэффициенты, отражающие сложность транспортного сообщения через них (см. табл. 1). Чем выше коэффициент, тем больше времени требуется в среднем для пересечения данной местности. Затем векторные данные были также растеризованы, в результате чего получилась регулярная сетка ячеек (сторона ячейки – 1 км); в каждой ячейке записывалось значение коэффициента.

На следующем шаге эти значения были скорректированы с учетом рельефа местности. Для оценки влияния рельефа была использована глобальная цифровая модель рельефа GMTED2010, шаг сетки которой составляет, как и у растра проходимости, 1 км. Такая размерность слишком груба, чтобы рассчитывать непосредственно расчлененность местности; вместо этого было рассчитано среднеквадратическое отклонение в скользящем окне  $3 \times 3$  ячейки. Значения отклонения варьировали на территории в пределах от 0 до 43 м. Чтобы ввести поправку к проходимости они были переклассифицированы: низким значениям присвоен коэффициент 0, среднему диапа-

зону – 1, наиболее высоким – 2. Полученные в результате переклассификации значения суммировались с коэффициентами проходимости.

На исправленном поле условной проходимости был смоделирован процесс распространения населения от рек к водораздельным участкам. Использовалась диффузная модель пространственного распространения явлений [12]: движение населения начинается в точках, соответствующих водотокам, и распространяется между соседними ячейками со скоростью, соответствующей коэффициенту условной проходимости. Поскольку непреодолимые барьеры на территории отсутствуют, а рельеф в целом плоский и слаборасчлененный, то пространство можно считать квазигоризонтальным. Таким образом, было получено поле “условного времени достижения”, в котором более высокие значения соответствуют большим затратам на достижение места при движении от ближайшего участка крупного водотока.

В заключение был проведен пересчет значений условного времени достижения в условные единицы благоприятности, где более высокая благоприятность соответствует более низкому значению “времени достижения”. В табл. 1 приведены соответствия между значениями условного времени достижения и единицами благоприятности.

Компонент благоприятности, связанный с распространением полезных ископаемых, был учтен наиболее простым образом. Были созданы точки с наиболее высоким значением благопри-

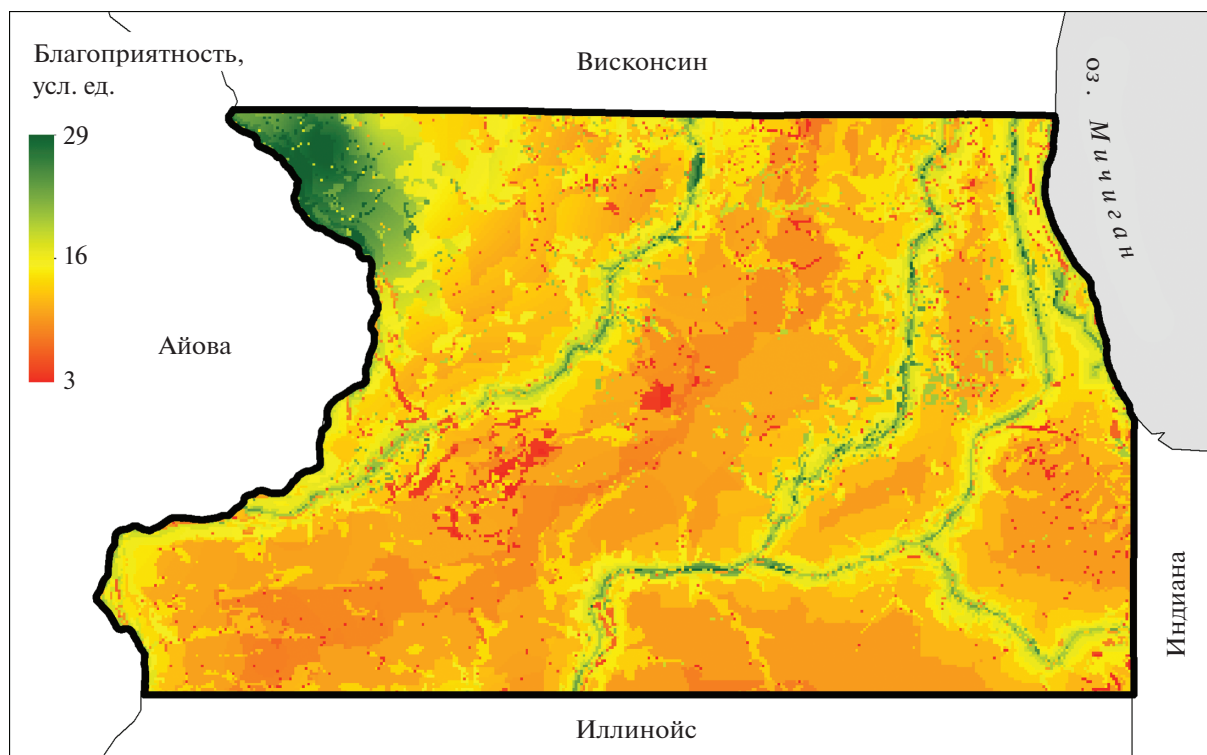


Рис. 5. Поле благоприятности Северного Иллинойса для формирования поселений. Составлено авторами.

ятности, соответствующие положению месторождения свинцово-цинковых руд (Галена), на расстоянии 25 км от них было дополнительно размещено несколько точек с нулевым значением благоприятности, фиксирующих максимальные пределы влияния месторождения в условиях слабо развитого транспорта. На основе этих точечных данных было построено поле благоприятности, на котором значения плавно убывали от центра добычи к обозначенной периферии.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все три компонента благоприятности затем были просуммированы в равных долях, было получено первичное поле благоприятности (рис. 5).

Существенные для целей исследования максимумы поля благоприятности были найдены и выделены следующим путем. Сначала для каждой ячейки было найдено максимальное значение из соседних ячеек в радиусе 15 км, причем значение самой этой ячейки не учитывалось при расчете. Такая форма области поиска называется *annulus* в терминологии ГИС-пакета ArcGIS. Радиус 15 км был выбран исходя из средней скорости передвижения конной повозки, равной 3–5 милям в час [20], и транспортному радиусу в 2 часа. Из этого можно заключить, что для того, чтобы использовать некое локализованное в точке преимущество, населенный пункт должен отстоять от нее

не более чем на 15 км, иначе точка не будет доступна в течение дневного цикла. В результате получился растр, на котором значение в ячейке, являющейся локальным максимумом, оказалось ниже исходного значения, а для всех остальных точек – выше исходного (и в точности равнялось наибольшему значению в радиусе 15 км от ячейки). Затем, если вычесть значения полученного растра из исходного (то есть из рассчитанных значений благоприятности), то в результате положительные значения сохранятся только за локальными максимумами, а у всех остальных ячеек значения будут отрицательными. После этого легко сконвертировать локальные максимумы растра в точечные объекты (рис. 6).

Проанализируем далее, насколько близки оказались реальные населенные пункты к рассчитанным центрам. Для этого воспользуемся самой ранней картой территории северного Иллинойса, выполненной картографами Палаты представителей Конгресса США в 1839 г. по материалам середины десятилетия [43]. Карта была привязана средствами пакета ArcGIS, затем с нее были оцифрованы все населенные пункты исследуемой территории. В соответствии с условными обозначениями населенные пункты были разделены на три класса: крупные, средние и мелкие. Результат представлен на рис. 7.



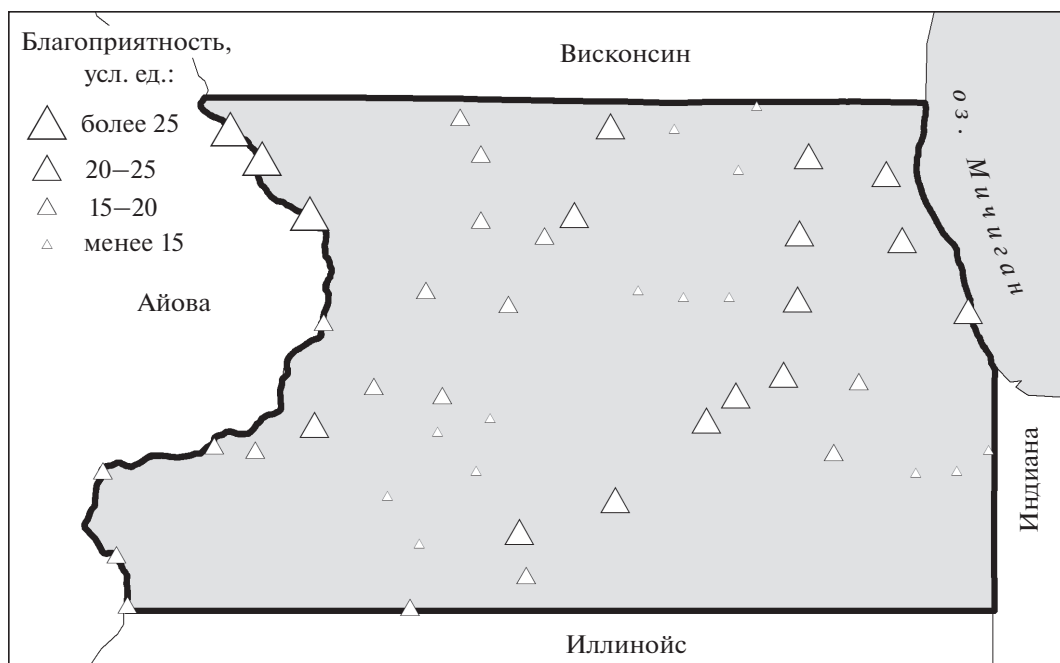


Рис. 6. Расположение максимумов поля благоприятности. Составлено авторами.

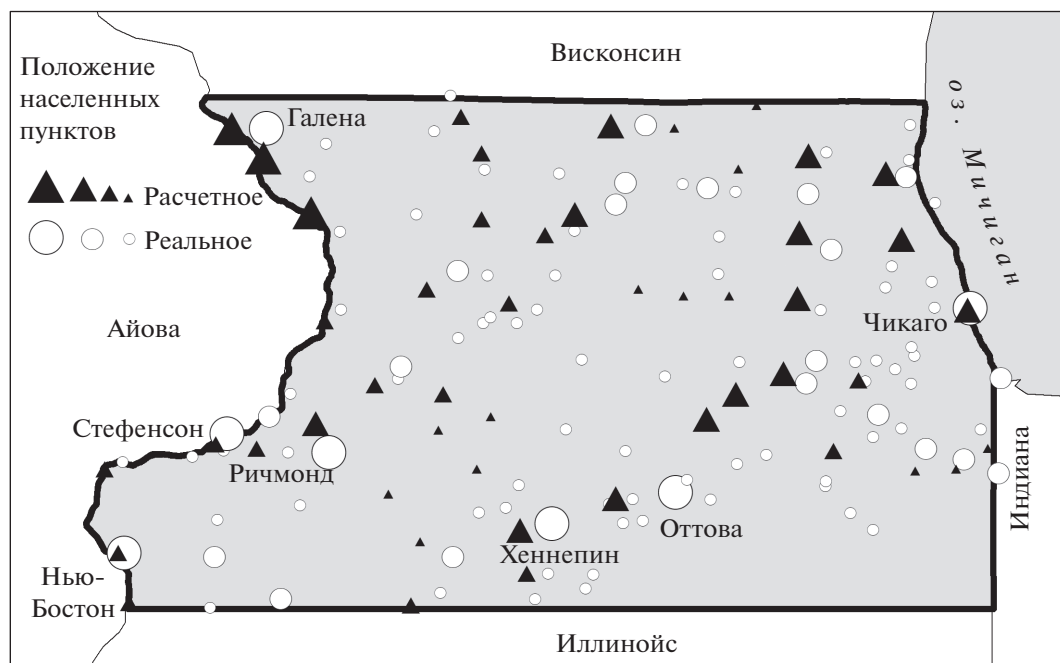
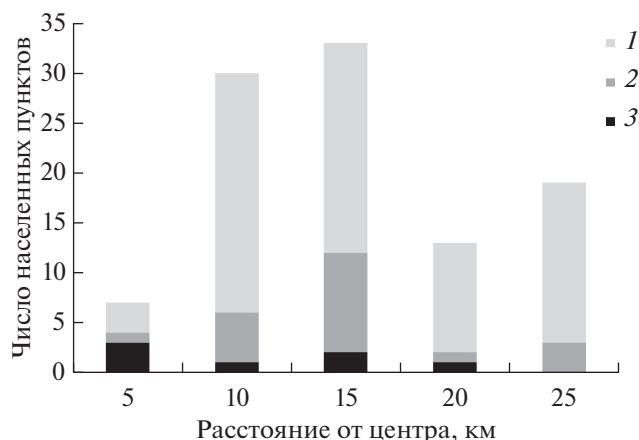


Рис. 7. Реальное и расчетное положение населенных пунктов. Составлено авторами.

Примечание: величина значков, обозначающих расчетное положение населенных пунктов, пропорциональна значению благоприятности; величина значков, обозначающих реальное положение населенных пунктов, соответствует людности, указанной на карте 1839 г.

Далее все полученные точки населенных пунктов анализировались на предмет расстояния до ближайшего расчетного центра. Для этого вокруг смоделированных максимумов благоприят-

ности были построены буферные зоны радиусом 5, 10, 15, 20 и 25 км, на которые были наложены точки населенных пунктов. Было найдено общее количество населенных пунктов, попавших в



**Рис. 8.** Распределение населенных пунктов по зонам вокруг расчетных центров. Населенные пункты: 1 – крупные, 2 – средние, 3 – мелкие (размерная классификация соответствует трем типам знаков на карте 1839 г., граничные значения людности в источнике не приводятся). Составлено авторами.

каждую из зон. В тех случаях, когда населенный пункт попадал в зону “тяготения” более чем одного центра, этот пункт учитывался в зоне более близкого центра, поскольку абсолютное значение поля благоприятности условно и может быть нелинейно связано с реальным населением в начальный период развития, а на более поздних этапах большее влияние на численность населения будут оказывать связи с другими поселениями.

Далее необходимо было задать границы зоны дисперсии, т.е. указать, насколько далеко от расчетного центра может отстоять населенный пункт, положение которого интерпретируется нами как смоделированное. Таковым расстоянием была выбрана 15-километровая зона (аналогично использованной для определения локальных максимумов).

При этом точность положения расчетных центров не абсолютна. На нее отрицательно влияет генерализация исходных данных до ячеек раstra со стороной в 1 км и ограниченная номенклатура исходных данных (генерализированы мелкие водотоки, почвенные условия учитывались опосредованно через тип растительности, залегание водоносных горизонтов, ареалы обитания диких зверей, ареалы распространения малярии, оказывавшей существенное воздействие на расселение в те времена и др.) Результаты обобщены на диаграмме (рис. 8).

Диаграмма показывает, что 68.6% населенных пунктов попали в окружность 15 км от расчетных центров, причем 36.3% попали в 10-километровую зону, в то время как лишь 18.6% не попали и в 20-километровую окрестность. Низкий процент населенных пунктов, попавших в пятикилометровую зону, объясняется в первую очередь теми

инструментальными ограничениями, о которых шла речь выше. Такой результат позволяет утверждать, что представленная модель весьма хорошо отражает существовавшую реальность.

Вне 15-километровой зоны оказались в основном (81%) мельчайшие населенные пункты, в то время как среди крупных населенных пунктов 85% попали в 15-километровую зону, а 43% – в 5-километровую. Это говорит о том, что модель с высокой точностью объясняет положение крупных и средних населенных пунктов, в то время как мелкие селения в своем расположении ориентируются, по-видимому, на более локальные факторы, которые не были учтены в данной модели, т.е. для существования мелких населенных пунктов вполне достаточно “фоновое” значение построенного нами поля благоприятности, они не требуют для себя существенных пиков.

## ВЫВОДЫ

Размещение двух третей всех населенных пунктов соответствует положению максимумов природной благоприятности. Это свидетельствует о том, что в целом на первых этапах развития расселения физико-географические условия действительно определяют размещение большинства населенных пунктов, то есть модель работает корректно. Доля субъективности выбора места размещения населенного пункта не столь велика: по-видимому, производя большое количество попыток, люди выбирают весьма экономически выгодные места для постоянного проживания. Вместе с тем доля населенных мест, существование которых не объясняется экономической рациональностью, весьма высока – целая треть. Мы предполагаем, что такие небольшие населенные пункты (в которых проживают несколько десятков человек), по-видимому, именно в силу своей небольшой величины не предъявляют выраженных требований к природному вмещению – для того, чтобы такие мелкие населенные пункты существовали, достаточно и весьма скромного потенциала благоприятности. Для объяснения их местоположения, по-видимому, необходимы данные более высокого разрешения, которые позволят “разглядеть” небольшие локальные преимущества, при нынешнем масштабе “проваливающиеся” через километровую сетку растров, а также учет дополнительных факторов благоприятности. Таким образом, при помощи математико-картографического моделирования показано, как физико-географические факторы детерминируют процесс расселения на первых его этапах, задавая начальные условия для дальнейшей пространственной самоорганизации общества.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Геоинформационно-картографическое моделирование (разделы “Данные и их обработка”, “Построение поля благоприятности”) выполнено А. Энтиным в Институте географии РАН в рамках работ по теме Государственного задания № 0148-2019-0010 “Геоинформационный анализ и дистанционный мониторинг взаимодействия природы и общества” (AAAA-A19-119022190168-8).

## FUNDING

Geoinformation-cartographic modeling (sections “Data and Their Processing”, “Favorableness Field Constructing”) was carried out by A. Entin within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS no. 0148-2019-0010 “Geoinformation Analysis and Remote Monitoring of the Interaction of Nature and Society” (AAAA-A19-119022190168-8).

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю признательность профессору Л.В. Смирнягину (1935–2016) за экспертные консультации в процессе обсуждения концепции настоящего исследования.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are sincerely grateful to prof. L.V. Smirnyagin (1935–2016) for the expert consultations in the process of discussing the study concept.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова И.Ф. Типологические черты экономической географии стран переселенческого капитализма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 1987. № 3. С. 47–52.
2. Бунге В. Теоретическая география. М.: Прогресс, 1967. 279 с.
3. Важенин А.А. Иерархии центральных мест и закономерности в развитии систем расселения // Изв. РАН. Сер. геогр. 2002. № 5. С. 64–71.
4. Важенин А.А. Эволюция пространственных структур расселения: смена закономерностей // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 3. С. 29–38.
5. Замятина Н.Ю. Зона освоения (фронт) и ее образ в американской и русской культурах // Общественные науки и современность. 1998. № 5. С. 75–89.
6. Изард У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах. М.: Прогресс, 1966. 660 с.
7. Лёш А. Пространственная организация хозяйства. М.: Наука, 2007. 663 с.
8. Матасов В.М. Внутриландшафтная динамика использования земель Мещерской низменности за последние 250 лет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2017. № 4. С. 65–74.
9. Медведков Ю.В. Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира. Т. 3. Анализ конфигурации расселения. М.: ИНИОН, 1966. 116 с.
10. Смирнягин Л.В. Место вместо местоположения? (О сдвигах в фундаментальных понятиях географии) // Географическое положение и территориальные структуры: памяти И.М. Маергойза / под ред. П.М. Поляна и А.И. Трейвиша. М.: Новый хронограф, 2012. С. 421–456.
11. Смирнягин Л.В. Эволюция места в ходе “производства пространства” // Символическая политика. Вып. 4. Социальное конструирование пространства. М.: ИНИОН РАН, 2016. С. 84–105.
12. Тикун В.С. Моделирование в картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.
13. Типология зарубежных стран: учебно-методическое пособие с текстами В.В. Вольского и лекциями Л.В. Смирнягина / под ред. А.С. Наумова, Р.А. Дохова, Д.С. Елмановой, Ф.А. Попова. М.: Кафедра социально-экономической географии зарубежных стран Географического факультета Моск. ун-та, 2019. 336 с.
14. Трапезникова О.Н., Фролов А.А. Математическое моделирование и геоэкологическая оценка сельского расселения Валдайской возвышенности и его трансформация на рубеже Средневековья и Нового времени // Изв. Русского географического общества. 2017. Т. 149. № 4. С. 46–61.
15. Хаггетт П. Пространственный анализ в экономической географии. М.: Прогресс, 1968. 392 с.
16. Шупер В.А. Самоорганизация городского расселения. М.: РОУ, 1995. 167 с.
17. Allen P.M. Cities and regions as self-organizing systems: models of complexity. Gordon and Breach, 1996. 309 p.
18. Barthelemy M. Morphogenesis of Spatial Networks. Springer, 2018. 331 p.
19. Batty M. The new science of cities. MIT Press, 2013. 520 p.
20. Boggess A.C. The Settlement of Illinois, 1778–1830. Chicago, IL: Chicago Historical Society, 1908. 267 p.
21. Brigham A.P. Geographic influences in American history. N.Y.: Ginn & Company, 1903. 366 p.
22. Christaller W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Fisher, 1933. 331 p.
23. Currey J.S. Chicago: Its History and Its Builders. V. I. Chicago: S.J. Clarke Publishing Company, 1918. 644 p.
24. Johnson I.A. The Michigan fur trade. Lansing, MI: Michigan historical commission, 1919. 490 p.
25. Haeger J.D. The American Fur Company and the Chicago of 1812–1835 // J. Illinois State Historical Society. 1968. V. 61. № 2. P. 117–139.
26. Ikeda K., Murota K. Bifurcation theory for hexagonal agglomeration in economic geography. Springer Japan, 2014. 313 p.
27. Krugman P.R. Development, geography, and economic theory. MIT Press, 1997. 127 p.
28. Laughlin B. Illinois as a French Colony // Illinois History Teacher. 2004. V. 11. № 1. P. 9–18.
29. Madson J. Where the Sky Began: Land of the Tallgrass Prairie. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1982. 340 p.
30. Moore J.A. History of Wheaton, IL: From Tower to Tower. Mendota, IL: Wayside Press, 1974. 253 p.

31. *Pitts F.R.* A graph theoretic approach to historical geography // *The professional geographer*. 1965. V. 17. № 5. P. 15–20.
32. *Podschwit H.* The Lost World: The Northern Illinois Wilderness // *Essai*. V. 7. Art. 38. Glen Ellyn, IL: College of DuPage, 2009. P. 128–131.
33. *Pooley W.V.* The settlement of Illinois from 1830 to 1850. Madison, WI: Univ. of Wisconsin, 1906. 324 p.
34. *Portugali J.* Self-organization and the city. Springer, 2000. 355 p.
35. *Prad A.* Behavior and location. Foundations for a geographic and dynamic location theory. Part I // *Lund Studies in Geography, Ser. B. Human Geography*. V. 27. Lund: Dep. Geogr. R. Univ. Lund, 1967. 128 p.
36. *Pumain D.* Settlement systems in the evolution // *Geografiska Annaler: Ser. B, Human Geography*. 2000. V. 82. № 2. P. 73–87.
37. *Pumain D. et al.* Hierarchy in Natural and Social Sciences. Springer, 2006. 243 p.
38. *Schockel B.H.* Settlement and Development of the Lead and Zinc Mining Region with Special Emphasis upon Jo Davies County Illinois // *The Mississippi Valley Historical Rev.* 1917. V. 4. № 2. P. 169–192.
39. *Shuper V.A., Valesyan A.L.* Spatial structure of urban settlement systems: stability versus changeability // *Cybergeo: European Journal of Geography*. № 88. <http://journals.openedition.org/cybergeo/2386> (дата обращения 19.01.2019).
40. Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010). [http://topotools.cr.usgs.gov/gmted\\_viewer/](http://topotools.cr.usgs.gov/gmted_viewer/) (дата обращения 19.01.2019).
41. The National Atlas of the United States. [http://dds.cr.usgs.gov/pub/data/nationalatlas/hydro0m\\_shp\\_nt00300.tar.gz](http://dds.cr.usgs.gov/pub/data/nationalatlas/hydro0m_shp_nt00300.tar.gz) (дата обращения 19.01.2019).
42. Natural Connections: Green Infrastructure in Wisconsin, Illinois and Indiana. [http://www.greenmapping.org/data/esri/il\\_presettlement\\_veg-esri.zip](http://www.greenmapping.org/data/esri/il_presettlement_veg-esri.zip) (дата обращения 19.01.2019).
43. General map of the United States, showing the area and extent of the free & slave-holding states, and the territories of the Union. London: John Murray; Edinburgh: W. & A.K. Johnston, 1857. <http://www.loc.gov/resource/g3700m.gct00185/#seq-14> (дата обращения 19.01.2019).

## Initial Stages of Settlement Network Development Modelling: The Case of European Settling in Northern Illinois

R. A. Dokhov<sup>1, \*</sup> and A. L. Entin<sup>1, 2, \*\*</sup>

<sup>1</sup>*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

\*e-mail: [dokhov@geogr.msu.ru](mailto:dokhov@geogr.msu.ru)

\*\*e-mail: [aentin@geogr.msu.ru](mailto:aentin@geogr.msu.ru)

On the basis of the conceptions of settling as a diffusion process and of subjective rationalities of the process of a settlement place choosing, we develop a methodology for assessing the “favorableness potential” of landscape, which determines the genesis of the network of initial settlements. On the case of Northern Illinois, we made a simulation of the genesis of the primary network of settlements. The periodization of the settling timeline of the study area is given, the distinctive short-term period in which the simulated processes took place is highlighted. Based on the works on the history of Northern Illinois reclamation, key parameters that influenced the formation of human settlements were identified: vegetation type, relief, hydrography, and the location of mineral deposits. The characteristics of the pre-European landscapes have been converted into components of the favorableness field; a synthetic favorableness field has been modeled. The initial settlement pattern is strongly determined by the characteristics of the underlying landscape. There is a significant correspondence of large and medium-sized settlements to local maximums of the favorableness field, while the location of small settlements is determined by some other factors. The developed methodology can be adapted to simulate the formation of the primary network of settlements in other territories.

*Keywords:* historical geography, settling modelling, urban networks, USA, American studies, settlement geography, settlement network, digital humanities, historical geoinformatics

### REFERENCES

1. Antonova I.F. Typological features of the economic geography of the countries of trans migratory capitalism. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 1987, no. 3, pp. 47–52. (In Russ.).
2. Bunge W. *Theoretical Geography*. Lund: Gleerup, 1962. 210 p.
3. Vazhenin A.A. Hierarchy of central places and patterns in development of settlement systems. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2002, no. 5, pp. 64–71. (In Russ.).
4. Vazhenin A.A. Settlement patterns evolution: Changing regularities. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2006, no. 3, pp. 29–38. (In Russ.).
5. Zamyatina N.Yu. Frontier zone and its image in American and Russian cultures. *Obshchestv. Nauki i Sovremennost'*, 1998, no. 5, pp. 75–89. (In Russ.).

6. Isard W. *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*. MIT Press, 1960. 784 p.
7. Lösch A. *Die raumliche Ordnung der Wirtschaft*. Jena: G. Fischer, 1944.
8. Matasov V.M. Intralandscape dynamics of land use within the Meshchera lowland over the last 250 years. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2017, no. 4, pp. 65–74. (In Russ.).
9. Medvedkov Yu.V. *Ekonomogeograficheskaya izuchennost' raionov kapitalisticheskogo mira* [Economic Geographic State of Knowledge of Regions of the Capitalist World]. Vol. 3: *Analiz konfiguratsii rasseleniya* [Analysis of the Settlement Pattern's Configuration]. Moscow: INION, 1966. 116 p.
10. Smirnyagin L.V. Place replace location? (On the shifts in fundamental geographical concepts). In *Geograficheskoe polozhenie i territorial'nye struktury: pamyati I.M. Maergoiza* [Geographical Position and Spatial Structures: In Memory of I.M. Maergoiz]. Polyan P.M., Treivish A.I., Eds. Moscow: Novyi Khronograf Publ., 2012, pp. 421–456. (In Russ.).
11. Smirnyagin L.V. Evolution of place in context of the “production of space.” In *Simvolicheskaya politika* [Symbolic Politics]. Vol. 4: *Sotsial'noe konstruirovaniye prostranstva* [Social Construction of Space]. Moscow: INION RAN, 2016, pp. 84–105. (In Russ.).
12. Tikunov V.S. *Modelirovaniye v kartografii* [Modelling in Cartography]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1997. 405 p.
13. *Tipologiya zarubezhnykh stran: uchebno-metodicheskoe posobie s tekstami V.V. Vol'skogo i lektiyami L.V. Smirnyagina* [Typology of Foreign Countries: Textbook with the Writings of V.V. Volsky and Lectures of L.V. Smirnyagin]. Naumov A.S., Dokhov R.A., Elmanova D.S., Popov F.A., Eds. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 2019. 336 p.
14. Trapeznikova O.N., Frolov A.A. Mathematical modeling and geoenvironmental evaluation of the Valdai Hills upland settlement pattern and its transformation on the turn of the Middle Ages and the Modern Age. *Izv. Russ. Geogr. O-va*, 2017, vol. 149, no. 4, pp. 46–61. (In Russ.).
15. Haggett P. *Locational Analysis in Human Geography*. London: Edward Arnold, 1965. 339 p.
16. Shuper V.A. *Samoorganizatsiya gorodskogo rasseleniya* [Urban Settlement Pattern Self-Organization]. Moscow: ROU, 1995. 167 p.
17. Allen P.M. *Cities and Regions as Self-Organizing Systems: Models of Complexity*. Gordon and Breach, 1996. 309 p.
18. Barthelemy M. *Morphogenesis of Spatial Networks*. Springer, 2018. 331 p.
19. Batty M. *The New Science of Cities*. MIT Press, 2013. 520 p.
20. Boggess A.C. *The Settlement of Illinois, 1778-1830*. Chicago, IL: Chicago Historical Society, 1908. 267 p.
21. Brigham A.P. *Geographic Influences in American History*. N.Y.: Ginn & Company, 1903. 366 p.
22. Christaller W. *Die zentralen Orte in Süddeutschland: eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*. Jena: Fisher, 1933. 331 p.
23. Currey J.S. *Chicago: Its History and Its Builders*. Chicago: S.J. Clarke, 1918, vol. 1. 644 p.
24. Johnson I.A. *The Michigan Fur Trade*. Lansing, MI: Michigan Historical Commission, 1919. 490 p.
25. Haeger J.D. The American Fur Company and the Chicago of 1812–1835. *J. Illinois State Hist. Soc.*, 1968, vol. 61, no. 2, pp. 117–139.
26. Ikeda K., Murota K. *Bifurcation Theory for Hexagonal Agglomeration in Economic Geography*. Springer Japan, 2014. 313 p.
27. Krugman P.R. *Development, Geography, and Economic Theory*. MIT Press, 1997. 127 p.
28. Laughlin B. Illinois as a French Colony. *Illinois History Teacher*, 2004, vol. 11, no. 1, pp. 9–18.
29. Madson J. *Where the Sky Began: Land of the Tallgrass Prairie*. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1982. 340 p.
30. Moore J.A. *History of Wheaton, IL: From Tower to Tower*. Mendota, IL: Wayside Press, 1974. 253 p.
31. Pitts F.R. A graph theoretic approach to historical geography. *Prof. Geogr.*, 1965, vol. 17, no. 5, pp. 15–20.
32. Podschwit H. The lost world: The northern Illinois wilderness. *Essai*, 2009, vol. 7, 38, pp. 128–131.
33. Pooley W.V. *The Settlement of Illinois from 1830 to 1850*. Madison, WI: Univ. of Wisconsin, 1906. 324 p.
34. Portugali J. *Self-Organization and the City*. Springer, 2000. 352 p.
35. Prad A. *Behavior and Location. Foundations for a Geographic and Dynamic Location Theory*. Lund Studies in Geography, Ser. B. Human Geography, vol. 27. Lund: Dep. Geogr. R. Univ. Lund, 1967, vol. 1. 128 p.
36. Pumain D. Settlement systems in the evolution. *Geogr. Ann. Ser. B*, 2000, vol. 82, no. 2, pp. 73–87.
37. Pumain D. *Hierarchy in Natural and Social Sciences*. Dordrecht: Springer, 2006. 243 p.
38. Schockel B.H. Settlement and development of the lead and zinc mining region with special emphasis upon Jo Davies County Illinois. *The Mississippi Valley Historical Review*, 1917, vol. 4, no. 2, pp. 169–192.
39. Shuper V., Valesyan A.L. Spatial structure of urban settlement systems: stability versus changeability. *Cybergeo: Eur. J. Geogr.*, 1999, no. 88. doi 10.4000/cybergeo.2386
40. Danielson J.J., Gesch D.B. *Global Multi-Resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010)*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1073, 2011. 26 p.
41. The National Atlas of the United States. Available at: [http://dds.cr.usgs.gov/pub/data/nationalatlas/hydro0m\\_shp\\_nt00300.tar.gz](http://dds.cr.usgs.gov/pub/data/nationalatlas/hydro0m_shp_nt00300.tar.gz) (accessed: 19.01.2019).
42. Natural Connections: Green Infrastructure in Wisconsin, Illinois and Indiana. Available at: [http://www.greenmapping.org/data/esri/il\\_presettlement\\_veg-esri.zip](http://www.greenmapping.org/data/esri/il_presettlement_veg-esri.zip) (accessed: 19.01.2019).
43. *General Map of the United States, Showing the Area and Extent of the Free & Slave-Holding States, and the Territories of the Union*. London: J. Murray; Edinburgh: W. & A.K. Johnston, 1857. Available at: <http://www.loc.gov/resource/g3700m.gct00185/#seq-14> (accessed: 19.01.2019).