

## ПЕРЕТОКИ ЗНАНИЙ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА \*

Артур Модестович НОСОНОВ

доктор географических наук, профессор кафедры физической и социально-экономической географии,  
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,  
Саранск, Российская Федерация  
artno@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4719-0166>  
SPIN-код: 8748-6250

### История статьи:

Reg. № 267/2020  
Получена 07.05.2020  
Получена в доработанном виде 23.05.2020  
Одобрена 08.06.2020  
Доступна онлайн  
16.07.2020

УДК 338.43(470+571)  
JEL: Q10, Q16, Q55

### Ключевые слова:

перетоки знаний,  
геоинформационное моделирование,  
сельское хозяйство,  
диффузия инноваций

### Аннотация

**Тема.** Рассмотрение влияния на эффективность сельскохозяйственного производства одного из факторов инновационного развития АПК – диффузии инноваций в результате пространственных перетоков аграрных знаний.

**Цели.** Выявление и исследование пространственных закономерностей перетока знаний в сельском хозяйстве как фактора инновационного развития и обеспечения продовольственной безопасности страны.

**Методология.** В работе использованы библиометрический анализ и геоинформационное моделирование.

**Результаты.** Впервые проанализировано влияние перетоков знаний в сельском хозяйстве на эффективность аграрного производства. Показана пространственная локализация создания патентов в аграрной сфере и выявлены основные регионы их цитирований. Проведена типология регионов по инновационным функциям на основе которой выделено три типа регионов – креативные, акцепторно-креативные и акцепторные. В пределах выделенных типов регионов выявлены различия в эффективности сельского хозяйства.

**Область применения.** Результаты исследования могут быть использованы при разработке региональных программ социально-экономического развития для обоснования механизмов инновационной модернизации сельского хозяйства.

**Выводы.** Механизм распространения диффузии инноваций путем перетоков знаний в АПК носит иерархично-сетевой характер. Полученные результаты свидетельствуют о наличии пространственных закономерностей влияния на уровень инновационного развития и эффективность сельского хозяйства патентной активности и перетока аграрных знаний, что является одним из важных факторов увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения продовольственной безопасности страны.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

**Для цитирования:** Носонов А.М. Перетоки знаний как фактор инновационного развития и эффективности сельского хозяйства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2020. – Т. 16, № 7. – С. 1278 – 1296.  
<https://doi.org/10.24891/ni.16.7.1278>

## Введение

Развитие современного общества основано на формировании экономики, которая базируется на генерации новых знаний, совершенствовании технико-технологических основ производства, что требует эффективного взаимодействия государства, науки, образования и бизнеса. Основной прирост ВВП в настоящее время достигается не в результате использования природного потенциала территории, а благодаря интенсивному внедрению технико-технологических нововведений и высокому качеству трудовых ресурсов. Наивысшего уровня социально-экономического развития и наилучшей конкурентоспособности добиваются страны и регионы, которые используют результаты интеллектуальной деятельности в виде реализации на рынке новых техники и технологий, то есть в результате коммерциализации инноваций [1, 2]. Создание и распространение знаний, результаты научно-технологических исследований становятся важными компонентами рыночных отношений, основой конкурентной борьбы государства за лидерство в области научно-технологического развития [3].

Современное сельское хозяйство России все в большей степени применяет новые технические и технологические решения, способствующие повышению эффективности использования природных агроресурсов территорий, социально-экономических и институциональных факторов, что свидетельствует о переходе АПК к инновационному развитию. Экстенсивное направление развития сельского хозяйства в основном завершилось в середине XX в., и в дальнейшем наращивание объемов сельскохозяйственного производства достигалось в результате интенсификации, благодаря совершенствованию технико-технологических основ, прогрессу в области селекции, генетики и геномной инженерии, расширению площадей мелиорированных земель, увеличению количества вносимых минеральных удобрений, модернизации управленческих и организационных механизмов аграрного сектора и повышению уровня квалификации трудовых ресурсов.

Современный этап развития сельского хозяйства России характеризуется направленностью на продовольственное импортозамещение – как ответ на санкционные экономические, финансовые и технологические ограничения со стороны ряда западных государств. Реализация этой политики требует широкого привлечения государственного и частного инвестирования, прежде всего в качественное улучшение основных производственных фондов и оборудования, финансирования модернизации производственно-технологической, социальной инфраструктуры и повышения уровня квалификации трудовых ресурсов в сельской местности. Первые итоги реализации федеральной программы импортозамещения продовольствия свидетельствуют о существенном повышении продовольственной безопасности страны, которая на протяжении последних десятилетий была критической. В результате реализации этой программы к 2020 г. по большинству видов продовольственных товаров Россия полностью обеспечила национальную продовольственную безопасность. За период с 2013 по 2019 г. произошла существенная трансформация внешнеторгового баланса продовольствия и

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00066.

сельскохозяйственного сырья. За этот период вывоз продовольствия увеличился на 56%, ввоз этой продукции сократился на 30%. В 2019 г. соотношение экспорта и импорта сельскохозяйственных товаров составило соответственно 25 и 30 млрд долл. США<sup>1</sup>.

В исследовании основных направлений инновационного развития сельского хозяйства наименее изученной проблемой является анализ диффузии аграрных инноваций в результате внутри- и межотраслевых перетоков знаний. Это приобретает особую актуальность в период формирования информационного общества, характеризующегося динамичным и все нарастающим обменом научно-технической, технологической, патентной информацией как между странами, так и внутри их.

### Материалы и методы исследования

В настоящее время происходит значительное увеличение научных исследований, рассматривающих основные предпосылки, тенденции и закономерности инновационного развития стран и регионов как главного фактора экономического роста. Одним из важнейших факторов инновационного развития регионов являются знания и пространственно-временные закономерности их распространения, так называемые *перетоки знаний (knowledge spillovers)*. Это понятие характеризует процесс передачи знаний, созданных в одной фирме или научной организации, другой компании безвозмездно или с небольшой компенсацией, которая значительно меньше, чем ценность самого знания [2, 4].

Так, японские исследователи И. Нонака и Х. Такеучи считают, что процесс преобразования знаний – это взаимоотношения между отдельными людьми и научными сообществами в результате которых осуществляется преобразование неявного знания в явное и наоборот [5]. Наиболее важным для инновационного развития является неявное знание. Оно представляет собой вид неформализованного знания, которое сочетает в себе индивидуальные знания, умения, навыки и опыт, и может быть распространено только путем личных контактов в ограниченном эпистемологическом сообществе. Примером данного вида знаний является передача знаний и опыта от учителя ученику. Явное знание – это вид формализованного знания, которое может быть передано благодаря бумажным и электронным источникам информации в виде монографий и учебников, научных и технических публикаций, уравнений, формул, неравенств, знаков и т.п.

Инновации создаются в результате трансформации разных видов знаний. Выделяют следующие виды преобразования знаний в процессе их распространения [5, 6]:

- 1) *экстернализация* – преобразование неявного знания в явное. Этот процесс выражается в создании концептуальных моделей и методологических подходов в результате формализации неявных знаний;

<sup>1</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: стат. сб. М.: Росстат, 2019. 1204 с.

- 2) *интернализация* – трансформация явного знания в неявное. Это обучение по формальным инструкциям и анализ эмпирических исходных данных;
- 3) *социализация* – преобразование неявного знания в неявное в результате личного общения при непосредственной передаче профессиональных знаний, умений и навыков от учителя к ученику;
- 4) *комбинация* – передача явного знания в неявное. Это системный подход к созданию нового знания на основе различных видов формализованного знания. Он применяется при обучении и повышении квалификации работников, а также при осуществлении инспекторской деятельности и во время инструктажа персонала.

Различают несколько подходов к анализу перетоков знаний [2].

1. На основе различных вариантов *производственной функции знания*, разработанной П. Ромером [4], Б.А. Лундваллом [7] и З. Грихлесом [8]. При ее применении учитывается иерархический уровень территориальных инновационных систем и основные параметры разработанных инноваций.

2. *Оценка интенсивности генерации патентов и уровень их цитируемости* на основе библиометрических методов. В частности, П. Кругман считает, что перетоки знаний не оставляют «бумажных следов» [9]. Однако, А. Джаффе, М. Трайтенберг, М.С. Фогерти и Р. Хендерсон [10, 11] разработали методику исследования уровня генерации патентов и интенсивности их цитирования, которые характеризуют территориальные и отраслевые перетоки знаний, например разрыв между местом создания патента и регионами, где наибольшее количество ссылок на него является основой для выявления и анализа территориальных перетоков знаний. Авторами определены пространственные закономерности, подтверждающие существенное уменьшение количества цитирований патентов (как формы кодифицированного знания) по мере увеличения расстояния от места его создания, что позволяет предположить решающую роль перетоков неявного знания как механизма диффузии инноваций. Причем со временем количество цитирований патента территориально расширяется и интенсивность цитирований в местах создания патента снижается.

3. *Научно-технический потенциал региона*. Механизмы перетоков знаний в данном случае представлены двумя вариантами:

- на местном уровне – перемещение исследователей, инженеров и руководителей инновационных проектов между фирмами, а также между различными акторами инновационной деятельности (инновационными компаниями, университетами и другими вузами, научно-исследовательскими подразделениями);
- в результате личных контактов и большой подвижности носителей инноваций. Косвенно распространение знаний происходит в результате публикации итогов исследований в научных статьях, а также и на научных и научно-практических конференциях, конгрессах, симпозиумах [12].

4. *Нововведения, представленные в товарах и услугах* и распространяющиеся в результате международной торговли. Перетоки знаний в этом случае происходят

путем продажи патентов и лицензий на использование изобретений и полезных моделей, покупки технологий и инновационного оборудования и приборов.

В предлагаемом исследовании использована методика анализа патентной активности и цитируемости патентов. Для визуализации процесса перетоков знаний впервые применен метод IDW-интерполяции (метод обратно-взвешенных расстояний, *Inverse Distance to a Power*), который широко используется при геоинформационном моделировании территориальных социально-экономических и природных объектов, явлений и процессов вследствие его высокой результативности. Данный метод пространственной интерполяции применяется при изучении следующих экономических, социальных и экологических объектов, явлений и процессов, оказывающих влияние на развитие сельского хозяйства:

- анализа климатических показателей<sup>2</sup>;
- построения цифровых моделей рельефа [13, 14];
- пространственного анализа геоэкологических проблем, связанных с локальными объектами загрязнения [15, 16].

Несмотря на широкое применение методов пространственной интерполяции при изучении природных, экономических, социальных и экологических проблем следует отметить их недостаточное использование для анализа инновационных процессов и явлений. Однако возможности методов пространственной интерполяции, в частности IDW-интерполяции, позволяют эффективно решать такие проблемы инновационного развития стран и регионов, как исследование диффузии инноваций и перетоков знаний, выявление факторов стимулирования инновационной деятельности, проведение типологии регионов по инновационным функциям и др.<sup>3</sup>. Подобные исследования необходимы организациям и лицам, принимающим решения (ЛПР) для обоснования управленческих воздействий на общественные территориальные системы для стимулирования эффективности их функционирования.

Результаты пространственной интерполяции перетоков знания положены в основу выделения типов регионов по соотношению креативных и акцепторных функций. Существует множество подходов к выделению уровня креативности регионов. Индикатором креативности сообщества по Й. Шумпетеру является доля в нем инноваторов (изобретателей, предпринимателей) [17]. Классическим является подход, предложенный Р. Флорида, который основан на дифференциации сфер занятости людей. Население, занятое в творческих профессиях, Флорида обозначил как «креативный класс», или класс творческих профессионалов. К ним относятся

<sup>2</sup> Earls J., Dixon B. Spatial Interpolation of Rainfall Data Using ArcGIS: A Comparative Study. In: Proceedings of the 27th Annual ESRI International User Conference. 2007, vol. 31, pp. 1–9; Wang X., Lv J., Wei C., Xie D. Modeling Spatial Pattern of Precipitation with GIS and Multivariate Geostatistical Methods in Chongqing Tobacco Planting Region, China. In: Proceedings of the International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. Berlin, Heidelberg, Springer, 2010, pp. 512–524.

<sup>3</sup> Тесленок С.А., Носонов А.М., Тесленок К.С. Геоинформационное моделирование диффузии инноваций: материалы международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение». М.: Изд-во МГУ, 2014. С. 159–169. URL: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2014-1-20-159-169>

ученые, инженеры, архитекторы, программисты, педагогические работники, артисты, спортсмены, журналисты и др. [18, 19]. Самое высокое сосредоточение творческих профессионалов характерно для развитых западных стран, а также столиц и крупных городов развивающихся государств и стран с переходной экономикой. Креативность регионов по Р. Флорида определяется долей концентрации креативного класса, изобретательской активностью и разнообразием местного сообщества. Им разработан индекс креативности на основе концепции «трех Т»: талант, технологии и толерантность.

Подход, основанный на модификации методики Р. Флорида [18], использован в работе А.Н. Пилясова и О.В. Колесниковой [20]. Они исходят из предположения, что креативность сообщества является составной частью таланта, технологий и толерантности. Параметры показателя креативности аналогичны предложенным Р. Флорида, для отсутствующих в российской статистике индикаторов использованы эквиваленты: доля занятых с высшим образованием, число исследователей на 1 млн жителей, доля расходов на НИОКР в ВРП, число патентов, выданных на 1 млн жителей и др. Общим для этих подходов является определение креативности регионов по концентрации в них креативного класса, в том числе инноваторов и изобретателей.

В свою очередь, В.Л. Бабурин также предложил два подхода для определения уровня креативности регионов [1, 21]. Первый подход основан на зависимости инновационного развития от уровня урбанизации и территориальной концентрации городов, прежде всего крупных. Эти же факторы, по мнению автора, обуславливают и креативный потенциал региона. Второй подход базируется на разных креативных и акцепторных способностях сообщества в зависимости от доли граждан разных возрастов в демографической структуре региона. Люди младших возрастов (0–25 лет) наиболее активно акцептируют информацию. В дальнейшем, в возрасте 25–50 лет, они являются главными инноваторами, которые создают и коммерциализируют социальные и технологические нововведения. После 50 лет граждане становятся консервативным элементом общества, придавая ему устойчивость.

На основе обобщения этих двух подходов все регионы страны были разделены на районы, которые являются основными центрами генерации новых техники и технологий (креативные «доноры») и районы, которые являются основами потребителями передовых технологий («акцепторы»). Для расчета первого параметра применяется число созданных патентов на 100 тыс. городского населения, для второго показателя определялось соотношение доли созданных и внедренных патентов. В соответствии с этим В.Л. Бабурин по уровню креативности выделил следующие типы регионов: креативные (уровень использования патентов на изобретения и полезные модели значительно меньше, чем объем их генерации); субкреативные (уровень использования патентов несколько выше, чем в предыдущем типе); акцепторно-креативные (преобладание доли использованных нововведений над созданными); сильные акцепторы (с низким уровнем генерации нововведений и высокой долей использования инноваций); слабые акцепторы (с незначительной долей как созданных, так и использованных инноваций);

инновационная периферия (с чрезвычайно низкими либо отсутствующими показателями генерации и использования инноваций).

В современных исследованиях инновационного развития сельского хозяйства фактически отсутствуют публикации, посвященные анализу влияния перетоков аграрных знаний на различные процессы в АПК и, в частности, на эффективность сельского хозяйства.

Информационной базой исследования перетоков знаний в сельском хозяйстве явились библиометрические показатели количества патентов и их цитирований по регионам России, полученные при помощи сервиса научной электронной библиотеки Application Programming Interface (API) за 2010–2019 гг. Всего за этот период в научной электронной библиотеке содержались данные по 12 670 патентам и 51 248 их цитированиям по направлению «Сельское хозяйство» в 81 субъекте Российской Федерации.

Для анализа направлений пространственного распространения аграрных знаний был использован метод IDW-интерполяции, основанный на придании весов точкам таким образом, что влияние исследуемого параметра уменьшается по мере увеличения расстояния до неизвестной точки, значение которой определяется в соответствии с заложенным в программе алгоритмом. Чем больше коэффициент взвешивания, тем меньше будет эффект, оказываемый центром генерации аграрных инноваций. IDW-интерполяция применяется, когда для картографируемого объекта (явления, процесса) характерна локализация в отдельных пунктах, и их количественные характеристики закономерно снижаются при движении от центра к периферии. Исследуемое явление (перетоки знания) в полной мере соответствуют этим требованиям.

На заключительном этапе исследования была проведена типологизация регионов России по креативным и акцепторным функциям, основанная на соотношении выданных и используемых патентов на изобретения и полезные модели в аграрной сфере, которая отражает инновационные функции регионов страны. При проведении данной типологизации использована методика, предложенная В.Л. Бабуриным [21], модифицированная и адаптированная применительно к сельскому хозяйству. Главным классификационным признаком является количество патентов и их цитирований, а также соотношение создаваемых и используемых патентов. В качестве дополнительных показателей были применены следующие: общий уровень инновационного развития региона, соотношение разработанных и используемых производственных технологий, внутренние затраты на научные исследования и разработки в сельскохозяйственных науках, выпуск бакалавров, специалистов, магистров аграрных специальностей, численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками сельскохозяйственного профиля (в том числе имеющие ученую степень) и др.

В результате были выделены три группы регионов: креативные, в которых изобретений используется намного меньше, чем создается; акцепторные, которые характеризуются низкой генерацией инноваций и высокой долей используемых изобретений и полезных моделей; акцепторно-креативные, занимающие

промежуточное положение. В пределах выделенных типов проведен сравнительный анализ основных показателей эффективности сельского хозяйства для выявления влияния на эти параметры патентной активности и перетоков знаний в агропроизводственной системе.

### **Результаты исследования**

Сельское хозяйство современной России представляет собой очень сложную, многофункциональную, диверсифицированную и динамичную систему. Это обуславливает необходимость при исследовании распространения инноваций в данной отрасли применения методологических подходов и методических приемов, которые учитывали бы следующие особенности ее функционирования и развития:

- сильное воздействие на сельское хозяйство природного агропотенциала территории и природной цикличности;
- более продолжительная по сравнению с другими отраслями материального производства длительность использования основных средств производства;
- значительное влияние на сельскохозяйственное производство организационно-производственных и технико-технологических инноваций (систем землепользования и землевладения, степень материально-технической оснащенности отрасли, площади орошаемых и осушенных земель, уровень химизации и др.);
- большая продолжительность аграрных кризисов и медленное восстановление сельского хозяйства в послекризисный период;
- значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны вертикально и горизонтально интегрированных структур (агрохолдингов) как наиболее эффективной формы организационно-управленческих инноваций. Дополнительный экономический эффект в этих территориальных образованиях возникает в результате высокой концентрации труда, капитала и комбинирования производства. Это приводит к тому, что агрохолдинги являются в настоящее время главной движущей силой создания, внедрения и распространения аграрных инноваций – технических, технологических, управленческих, маркетинговых и др.

Важным механизмом инновационного развития сельского хозяйства России являются увеличение затрат на научные исследования в АПК и перетоки знаний посредством диффузии аграрных инноваций по территории страны. Одним из методов изучения этого процесса является анализ территориальной дифференциации генерации сельскохозяйственных патентов и их цитирований, то есть собственно процесс распространения формализованных знаний и диффузии инноваций.

В России выделяются несколько регионов, генерирующих аграрные инновации, что проявляется в количестве зарегистрированных патентов на изобретения и полезные модели в области сельского хозяйства. Это Центральный район, Северный Кавказ и Черноземье, Санкт-Петербург и Поволжье (*рис. 1*). Высокий уровень

генерации инноваций в этих регионах связан с высокой концентрацией здесь основной части аграрных научно-исследовательских организаций и учреждений, а также высших учебных заведений, имеющих сельскохозяйственный профиль. Соответственно, в этих регионах России сосредоточены самые квалифицированные специалисты, передовые техника, технологии и оборудование для выполнения исследований в высокотехнологичных отраслях аграрного сектора – селекции, генетике и генной инженерии, агробиологических и агротехнических технологиях, производстве удобрений и гербицидов с применением наноматериалов.

Количество ссылок на патенты по направлению «Сельское хозяйство» сильно локализовано (см. *рис. 1*). В большинстве случаев отмечается совпадение районов генерации аграрных инноваций и их цитирований, что свидетельствует о высоком уровне самоцитирования патентов, особенно на начальном этапе. В дальнейшем цитирование аграрных патентов территориально расширяется на остальную земледельчески освоенную территорию страны.

Анализ распространения знаний в сельском хозяйстве на основе изучения главных направлений и интенсивности цитирований аграрных патентов свидетельствует о высокой территориальной концентрации этих процессов в весьма ограниченном количестве центров генерации сельскохозяйственных инноваций. Выделяются две значительные области распространения перетоков знаний, сформировавшихся под влиянием агломерационного (Москва и Московская область) и кластерного (Северный Кавказ) эффектов. Также значительны перетоки знаний в сельском хозяйстве на территориях, прилегающих к Санкт-Петербургу, Воронежу, Казани, Ульяновску, Пензе, Новосибирску и Омску.

На территории Российской Федерации по соотношению креативных и акцепторных инновационных функций сельского хозяйства выделено три типа регионов: креативные, акцепторно-креативные и акцепторные (*рис. 2*). Границы между выделенными типами в целом соответствуют количеству зарегистрированных сельскохозяйственных патентов, а также хорошо проявляются на карте перетоков знаний (см. *рис. 1*). В пределах выделенных типов регионов был проведен анализ различий в эффективности сельскохозяйственного производства в зависимости от общего уровня инновационного развития и патентной активности (*табл. 1*). В качестве критериев экономической эффективности сельского хозяйства использованы следующие показатели: сальдированный финансовый результат сельского хозяйства (прибыль – убыток), млн руб.; рентабельность сельского хозяйства, %; стоимость валовой продукции сельского хозяйства на 1 000 га сельскохозяйственных угодий, млн руб./га. Выявлено закономерное снижение эффективности сельского хозяйства при переходе от креативных к акцепторным регионам.

*Регионы первого типа (креативные)* размещены тремя ареалами в центре Европейской России (Московская область), на Северном Кавказе и Черноземье (Воронежская, Ростовская области, Краснодарский и Ставропольский края) и Среднем Поволжье (Республика Татарстан и Ульяновская область). В этот тип входят также несельскохозяйственные регионы – Москва и Санкт-Петербург, которые являются крупнейшими в стране центрами генерации аграрных знаний и

инноваций и распространения их по всей стране. В регионах этого типа создано 55% патентов в области сельского хозяйства от общероссийского уровня, а доля их цитирования составляет 57%. Выше и показатели частоты ссылок на патенты – до 4,2 цитирований на один патент.

Регионы креативного типа сформировались под влиянием следующих факторов: во-первых, высокого научно-технического потенциала и наличия соответствующей инфраструктуры для проведения исследований в области сельского хозяйства (Москва и Московская область, Санкт-Петербург); во-вторых, высокого природного агропотенциала территории и хорошей обеспеченности трудовыми ресурсами (Северный Кавказ и Среднее Поволжье). В креативных регионах сосредоточено более 80% всех научно-исследовательских институтов аграрного профиля и около 70% высших учебных заведений страны, проводящих сельскохозяйственные исследования. Уровень эффективности сельскохозяйственного производства в регионах этого типа значительно выше, чем на основной территории страны. Это проявляется в высоких показателях сальдированного финансового результата растениеводства и животноводства (2 987 млн руб. в среднем по типу), рентабельности сельского хозяйства (10,3%) и стоимости валовой продукции сельского хозяйства на 1 000 га сельскохозяйственных угодий (29,2 млн руб./га в среднем по типу), а также самой высокой по стране урожайности зерновых культур – 41,8 ц/га.

*Регионы акцепторно-креативного типа* расположены преимущественно в пределах основной земледельчески освоенной территории Европейской России, юге Западной Сибири (Тюменская, Омская и Новосибирская области). На Дальнем Востоке к регионам данного типа относится только Амурская область. Эти регионы при среднем уровне создания патентов на изобретения и полезные модели являются главными потребителями аграрных инноваций, генерируемых в креативных регионах. Количество патентов на изобретения и полезные модели в этом типе в 1,5 раза, а их цитирований в 1,6 раза ниже, чем в регионах первого типа. Существенно ниже и показатели эффективности сельского хозяйства: сальдированный финансовый результат сельского хозяйства – в 2,4 раза, объем продукции сельского хозяйства на 1 га сельскохозяйственных угодий – в 1,2 раза по сравнению с первым типом. Уменьшаются также показатели рентабельности и урожайности зерновых культур.

*Регионы акцепторного типа и инновационная периферия* занимают большую часть территории страны (76 субъектов Российской Федерации). Это почти все регионы Сибири и Дальнего Востока, республики Северного Кавказа, а также большинство регионов северной и центральной части европейской территории страны. Они характеризуются низким природно-ресурсным потенциалом, незначительной обеспеченностью трудовыми ресурсами, недостаточным уровнем научно-технического развития и доминированием в отраслевой структуре сферы услуг и промышленного производства. Эти регионы при низком уровне генерации и цитирования патентов являются главными потребителями аграрных инноваций. Однако уровень инновационного развития в целом и в аграрной отрасли не высок, о чем свидетельствуют и низкие показатели эффективности сельского хозяйства.

Все проанализированные показатели экономической эффективности сельского хозяйства в 2–5 раз ниже, чем в регионах первого типа.

## **Выводы**

1. Диффузия инноваций в аграрной сфере в форме перетоков знаний еще не является главной движущей силой инновационной модернизации отрасли. В ближайшей перспективе значение этого фактора развития АПК будет усиливаться в результате повышения уровня развития информационно-коммуникационных технологий. Это позволит специалистам аграрного сектора непрерывно дистанционно повышать уровень квалификации, что является необходимой основой совершенствования качества трудовых ресурсов как основного компонента инновационного потенциала агропроизводственной системы.

2. Наибольшая генерация патентов на изобретения и полезные модели характерна для городов с высокой концентрацией научно-исследовательских учреждений и образовательных организаций сельскохозяйственного профиля (Москва, Санкт-Петербург, Московская область) и в регионах России с высоким природным и социально-экономическим агропотенциалом и эффективным АПК (Северный Кавказ, Центрально-черноземный район и Среднее Поволжье). Высокотехнологичные инновации в области селекции, генетики, геномной инженерии, производство наноматериалов для удобрений, технологии, основанные на искусственном интеллекте, размещены в крупных национальных инновационных центрах.

3. Механизм распространения диффузии инноваций путем перетоков знания в АПК носит иерархично-сетевой характер – в отличие от чисто иерархического распространения нововведений в большинстве отраслей промышленности и сферы услуг. Иерархические перетоки знаний обусловлены высокой степенью концентрации сельскохозяйственных научных и образовательных организаций в крупных городах, а сетевое (внутриотраслевое) распространение знаний связано с размещением крупных центров генерации аграрных инноваций в сельскохозяйственно освоенных регионах России.

4. Полученные результаты свидетельствуют о зависимости инновационного развития и эффективности сельского хозяйства от патентной активности и перетока аграрных знаний, которые в настоящее время являются одним из важнейших факторов увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения продовольственной безопасности страны.

**Таблица 1**  
**Основные показатели по типам регионов**

**Table 1**  
**Key indicators by type of a region**

Показатель	Тип региона		
	креативный	акцепторно-креативный	акцепторный
Региональный инновационный индекс (по рейтингу ВШЭ)	0,438	0,355	0,306
Количество патентов на изобретения и полезные модели, всего, ед.	6 922	4 426	1 322
В среднем на регион, ед.	769	192	26
Количество цитирований патентов на изобретения и полезные модели, раз/ед.	4,2	4	2,9
Всего, раз	29 320	18 065	3 863
В среднем на регион, раз	3 257	785	77
Сальдированный финансовый результат сельского хозяйства, млн руб.*	2 987	1 220	609
Рентабельность сельского хозяйства, %*	10,3	9,4	1,6
Продукция сельского хозяйства на 1 га сельскохозяйственных угодий, млн руб./га*	29,2	24,9	19,5
Урожайность зерновых культур, ц/га*	41,8	23,5	19,8
Количество регионов в типе	9	23	53

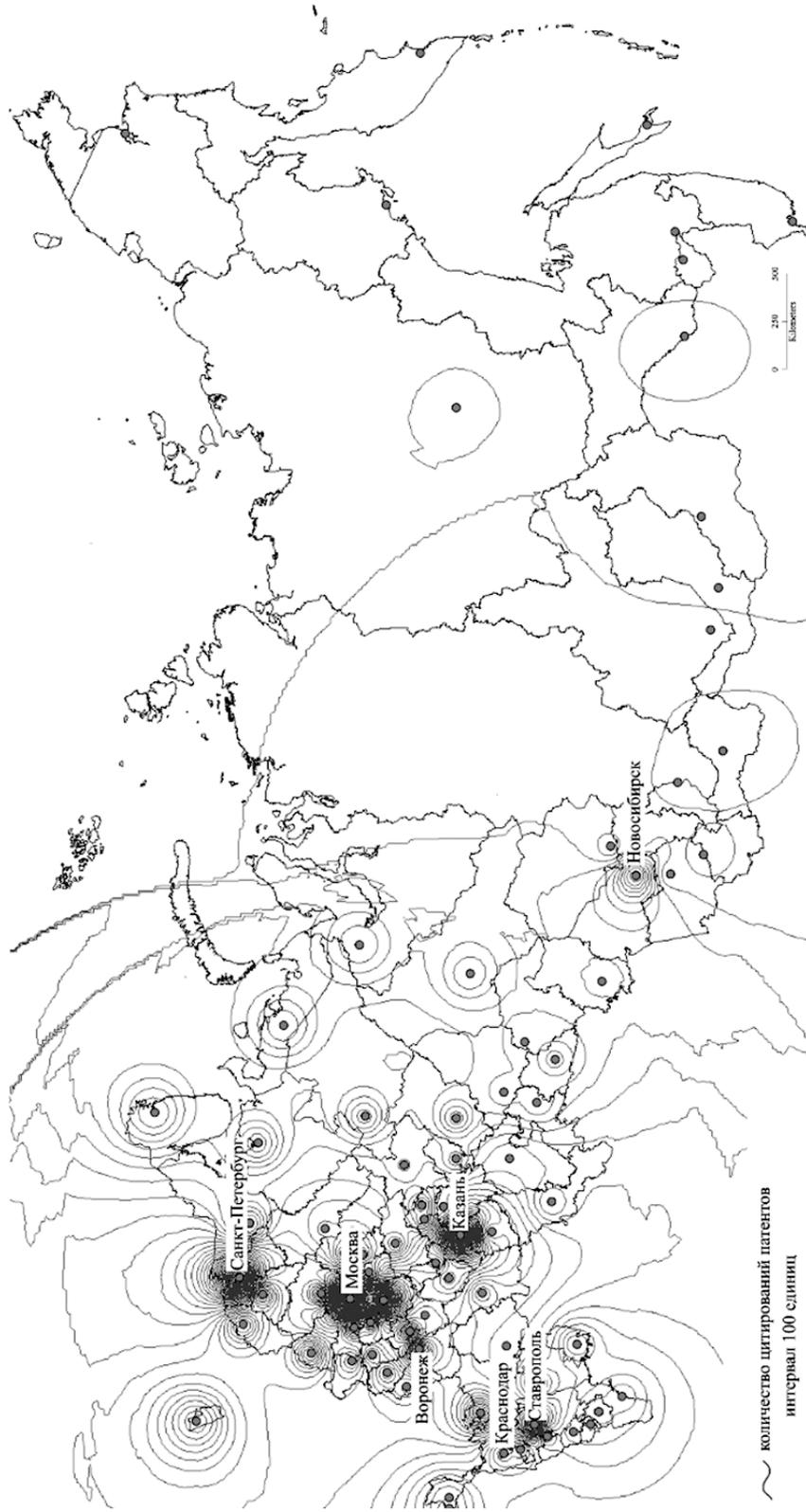
*Примечание.* \* – в среднем по типу.

*Источник:* рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: стат. сб. М.: Росстат, 2019. 1204 с.; Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Вып. 6 / под ред. Л.М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 264 с.

*Source:* Authoring based on *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: stat. sb.* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: A statistical yearbook]. Moscow, Federal State Statistics Service Publ., 2019, 1204 p.; *Reiting innovatsionnogo razvitiya sub"ektov Rossiiskoi Federatsii. Вып. 6* [Rating of innovative development of the subjects of the Russian Federation. Iss. 6]. Moscow, RSU HSE Publ., 2020, 264 p. (In Russ.)

**Рисунок 1**  
Результаты IDW-интерполяции перегоков знаний в сельском хозяйстве

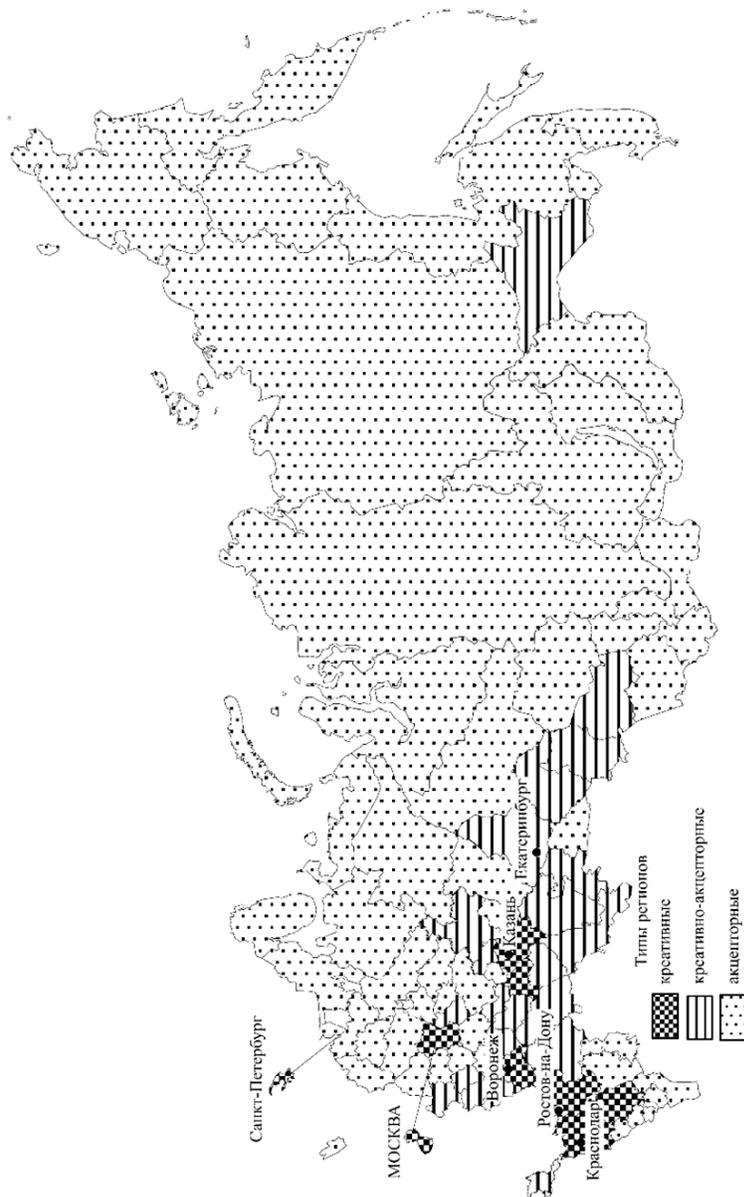
**Figure 1**  
Results of IDW interpolation of knowledge spillovers in agriculture



Источники: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/>  
Source: Scientific electronic library eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/> (In Russ.)

**Рисунок 2**  
**Типология регионов России по соотношению креативных и акцепторных инновационных функций сельского хозяйства**

**Figure 2**  
**Types of the Russian regions by the ratio of creative and receiving functions of innovation in agriculture**



*Источник:* Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru>; Регионы России. показатели. 2019: стат. сб. М.: Росстат, 2019. 1204 с.

*Source:* Scientific electronic library eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru>; Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: stat. sb. [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: A statistical yearbook]. Moscow, Federal State Statistics Service Publ., 2019, 1204 p. (In Russ.)

**Список литературы**

1. *Бабурин В.Л., Земцов С.П.* Инновационный потенциал регионов России. М.: КДУ; Университетская книга, 2017. 358 с.
2. Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания: колл. монография / отв. ред. А.Н. Пилясов. Смоленск: Ойкумена, 2012. 760 с.
3. *Носонов А.М.* Инновационное развитие регионов России: факторы и пространственно-временные закономерности // *European Social Science Journal*. 2016. № 2. С. 27–34.
4. *Romer P.M.* Mathiness in the Theory of Economic Growth. *The American Economic Review*, 2015, vol. 105, no. 5, pp. 89–93. URL: <https://doi.org/10.1257/aer.p20151066>
5. *Nonaka I., Takeuchi H.* The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. New York, Oxford, Oxford University Press, 1995, pp. 46–49.
6. *Fischer M.M.* Innovation, Knowledge Creation and Systems of Innovation. *The Annals of Regional Science*, 2001, vol. 35, iss. 2, pp. 199–216.
7. *Lundvall B., Johnson B.* The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1994, vol. 1, iss. 2, pp. 23–42.
8. *Griliches Z.* The Search for R&D Spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*, 1992, vol. 94, Supplement. Proceedings of a Symposium on Productivity Concepts and Measurement Problems: Welfare, Quality and Productivity in the Service Industries, pp. S29–47.
9. *Krugman P.* Geography and Trade. Cambridge, MA, MIT Press, 1991, 85 p.
10. *Jaffe A.B., Trajtenberg M., Fogarty M.S.* Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors. *The American Economic Review*, 2000, vol. 90, no. 2, pp. 215–218. URL: <https://doi.org/10.1257/aer.90.2.215>
11. *Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R.* Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, vol. 108, iss. 3, pp. 577–598. URL: <https://doi.org/10.2307/2118401>
12. *Breschi S., Lissoni F.* Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Industrial and Corporate Change*, 2001, vol. 10, no. 4, pp. 975–1005.
13. *Pellitero R., Rea B.R., Spagnolo M., Renssen H. et al.* GlaRe, a GIS Tool to Reconstruct the 3D Surface of Palaeoglaciars. *Computers & Geosciences*, 2016, vol. 94, pp. 77–85. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.06.008>
14. *Soleimamani K., Modallaldoust S.* Production of Optimized DEM Using IDW Interpolation Method (Case Study; Jam and Riz Basin-Assaloyeh). *Journal of Applied Sciences*, 2008, vol. 8, iss. 1, pp. 104–111. URL: <https://doi.org/10.3923/jas.2008.104.111>

15. *Matějček L., Engst P., Jaňour Z.A.* GIS-Based Approach to Spatio-Temporal Analysis of Environmental Pollution in Urban Areas: A Case Study of Prague's Environment Extended by LIDAR Data. *Ecological Modelling*, 2006, vol. 199, iss. 3, pp. 261–277. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.018>
16. *Anjusha K.V., James A.M., Thankachan F.A. et al.* Assessment of Water Pollution Using GIS: A Case Study in Periyar River at Eloor Region. In: *Green Buildings and Sustainable Engineering*. Singapore, Springer, 2020, pp. 413–420.
17. *Schumpeter J.* *Capitalism, Socialism and Democracy*. London, New York, Taylor & Francis e-Library, 2003, 460 p.
18. *Florida R.* *The Rise of the Creative Class. And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. New York, Basic Books, 2002, 464 p.
19. *Florida R.* *Cities and the Creative Class*. Routledge, 2005, 198 p.
20. *Пулясов А.Н., Колесникова О.В.* Оценка творческого потенциала российских региональных сообществ // *Вопросы экономики*. 2008. № 9. С. 50–69. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2008-9-50-69>
21. *Бабурин В.Л.* *Инновационные циклы в российской экономике*. М.: URSS, 2010. 216 с.

#### **Информация о конфликте интересов**

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## KNOWLEDGE SPILLOVERS AS A FACTOR OF INNOVATIVE DEVELOPMENT AND THE EFFECTIVENESS OF AGRICULTURE

Artur M. NOSONOV

National Research Mordovia State University (MRSU),  
Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation  
artno@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4719-0166>

### Article history:

Article No. 267/2020  
Received 7 May 2020  
Received in revised form  
23 May 2020  
Accepted 8 June 2020  
Available online  
16 July 2020

**JEL classification:** Q10,  
Q16, Q55

### Keywords:

knowledge spillover,  
geoinformation  
modeling, agriculture,  
innovation diffusion

### Abstract

**Subject.** The article discusses how the diffusion of innovation, as a factor of the innovative growth in agriculture, influenced the effectiveness of agricultural production as a result of the spatial spillover of agricultural knowledge.

**Objectives.** I identify and study spatial patterns of knowledge spillovers in agriculture as a factor of the innovative development and food security of the country.

**Methods.** The study involves the bibliometric analysis and geoinformation modeling.

**Results.** The study is the first to analyze how knowledge spillovers in agriculture may influence the effectiveness of agricultural production. I show where agricultural patents are localized geographically, and indicate the main regions of their citations. I sorted out types of the regions by innovative function, which enabled me to pinpoint three types of regions, such as creative, creative recipients and recipients. Referring to the three types, I traced the difference in the effectiveness of agriculture.

**Conclusions and Relevance.** In agriculture, knowledge spillovers cause the diffusion of innovation in a hierarchical and network manner. The outcome is indicative of spatial patterns of patent activities and agricultural knowledge spillovers influencing the innovative development and effectiveness of agriculture, which is an important factor of agricultural production growth and food security of the country. The findings can be used to outline regional programs for the socio-economic development to substantiate what innovation may be implemented in agriculture.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

**Please cite this article as:** Nosonov A.M. Knowledge Spillovers as a Factor of Innovative Development and the Effectiveness of Agriculture. *National Interests: Priorities and Security*, 2020, vol. 16, iss. 7, pp. 1278–1296.  
<https://doi.org/10.24891/ni.16.7.1278>

### Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) as part of scientific project № 19-05-00066.

### References

1. Baburin V.L., Zemtsov S.P. *Innovatsionnyi potentsial regionov Rossii* [The innovative potential of the Russian regions]. Moscow, KDU, Universitetskaya kniga Publ., 2017, 358 p.

2. *Sinerhiya prostranstva: regional'nye innovatsionnye sistemy, klasteri i peretoki znaniya: koll. monografiya* [Synergy in space: Regional innovation systems, clusters and knowledge spillovers: a collective monograph]. Smolensk, Oikumena Publ., 2012, 760 p.
3. Nosonov A.M. [Innovative development of regions of Russia: factors and spatial and temporary laws]. *European Social Science Journal*, 2016, no. 2, pp. 27–34. (In Russ.)
4. Romer P.M. Mathiness in the Theory of Economic Growth. *The American Economic Review*, 2015, vol. 105, no. 5, pp. 89–93. URL: <https://doi.org/10.1257/aer.p20151066>
5. Nonaka I., Takeuchi H. *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York, Oxford, Oxford University Press, 1995, pp. 46–49.
6. Fischer M.M. Innovation, Knowledge Creation and Systems of Innovation. *The Annals of Regional Science*, 2001, vol. 35, iss. 2, pp. 199–216.
7. Lundvall B., Johnson B. The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1994, vol. 1, iss. 2, pp. 23–42. URL: <https://doi.org/10.1080/13662719400000002>
8. Griliches Z. The Search for R&D Spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*, 1992, vol. 94, Supplement. Proceedings of a Symposium on Productivity Concepts and Measurement Problems: Welfare, Quality and Productivity in the Service Industries, pp. S29–47. URL: <https://doi.org/10.2307/3440244>
9. Krugman P. *Geography and Trade*. Cambridge, MA, MIT Press, 1991, 85 p.
10. Jaffe A.B., Trajtenberg M., Fogarty M.S. Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors. *The American Economic Review*, 2000, vol. 90, no. 2, pp. 215–218. URL: <https://doi.org/10.1257/aer.90.2.215>
11. Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, vol. 108, iss. 3, pp. 577–598. URL: <https://doi.org/10.2307/2118401>
12. Breschi S., Lissoni F. Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Industrial and Corporate Change*, 2001, vol. 10, no. 4, pp. 975–1005. URL: <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.975>
13. Pellitero R., Rea B.R., Spagnolo M., Renssen H. et al. GlaRe, a GIS Tool to Reconstruct the 3D Surface of Palaeoglaciars. *Computers & Geosciences*, 2016, vol. 94, pp. 77–85. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.06.008>
14. Soleimamani K., Modallaldoust S. Production of Optimized DEM Using IDW Interpolation Method (Case Study; Jam and Riz Basin-Assaloyeh). *Journal of Applied Sciences*, 2008, vol. 8, iss. 1, pp. 104–111. URL: <https://doi.org/10.3923/jas.2008.104.111>
15. Matějčíček L., Engst P., Jaňour Z.A. GIS-Based Approach to Spatio-Temporal Analysis of Environmental Pollution in Urban Areas: A Case Study of Prague's Environment

- Extended by LIDAR Data. *Ecological Modelling*, 2006, vol. 199, iss. 3, pp. 261–277.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.018>
16. Anjusha K.V., James A.M., Thankachan F.A. et al. Assessment of Water Pollution Using GIS: A Case Study in Periyar River at Eloor Region. In: *Green Buildings and Sustainable Engineering*. Singapore, Springer, 2020, pp. 413–420.
  17. Schumpeter J. *Capitalism, Socialism and Democracy*. London, New York, Taylor & Francis e-Library, 2003, 460 p.
  18. Florida R. *The Rise of the Creative Class. And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. New York, Basic Books, 2002, 464 p.
  19. Florida R. *Cities and the Creative Class*. Routledge, 2005, 198 p.
  20. Pilyasov A.N., Kolesnikova O.V. [Evaluation of Creativity of the Russian Regional Communities]. *Voprosy Ekonomiki*, 2008, no. 9, pp. 50–69. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2008-9-50-69>
  21. Baburin V.L. *Innovatsionnye tsikly v rossiyskoi ekonomike* [Innovation cycles in the Russian economy]. Moscow, URSS Publ., 2010, 216 p.

#### **Conflict-of-interest notification**

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.