

К.С. Тесленок¹, С.А. Тесленок²

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДИФФУЗИИ ИННОВАЦИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты анализа пространственно-временной изменчивости процессов распространения инноваций в сельскохозяйственной отрасли Российской Федерации в разрезе субъектов.

Применение группы традиционных и математических методов в процессе исследования при этом дополнено широким использованием возможностей геоинформационных технологий и, в первую очередь, геоинформационно-картографического моделирования.

В процессе проведения исследований были спроектированы и практически реализованы в разных вариантах программного обеспечения соответствующие специализированные базы данных ГИС «Инновации в субъектах Российской Федерации». На их основе выполнены построение и анализ комплекса карт и геоинформационно-картографических моделей, отличающихся степенью сложности, отражающих инновационные процессы, происходящие в сельском хозяйстве всех регионов Российской Федерации.

Каждая из серии полученных аналитических базовых и результирующих карт иллюстрирует различные аспекты инновационного развития сельского хозяйства и диффузии инноваций в разные периоды времени. Результаты геоинформационного картографирования и моделирования также были представлены в виде анимированных карт и картографических анимаций, отражающих особенности территориального распространения инноваций и пространственно-временной динамики их диффузии.

Пространственно-временной геоинформационно-картографический анализ диффузии инноваций позволил выявить некоторые объективные закономерности этого процесса. Прежде всего, отмечено чётко выраженное перемещение инноваций в сельском хозяйстве Российской Федерации в пространственно-временном континууме в направлении от инновационных ядер и субъядер на инновационную субпериферию и периферию и от регионов-доноров сельскохозяйственных инноваций к регионам-реципиентам.

Географически диффузия инноваций в сельском хозяйстве Российской Федерации происходит преимущественно в направлении от крупнейших городов (одновременно являющихся ведущими научно-техническими центрами) и районов размещения интенсивного сельского хозяйства (в первую очередь земледелия) к регионам востока и севера Европейской части, Сибири и Дальнего Востока.

Широкое использование возможностей географических информационных систем и геоинформационных технологий на всех этапах исследования позволило сформировать картографические и атрибутивные базы данных ГИС «Инновации в субъектах Российской Федерации» по основным показателям инновационного развития сельскохозяйственной отрасли на территориальном уровне субъектов Российской Федерации. На их основе было построено и проанализировано значительное число карт и геоинформационно-картографических моделей территориальных инновационных систем сельского хозяйства регионального уровня, происходящих в них процессов диффузии инноваций и выявлены их основные пространственно-временные закономерности.

¹ Сурская горно-геологическая компания, ул. Ст. Разина, д. 17а, 430011, Саранск, Россия

² Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, Географический факультет, ул. Большевикская, д. 68, 430005, Саранск, Россия; e-mail: teslserg@mail.ru.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационные технологии, пространственно-временной анализ, инновации, диффузия инноваций, сельское хозяйство

Kirill S. Teslenok¹, **Sergey A. Teslenok**²

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF INNOVATIONS DIFFUSION IN THE AGRICULTURE

ABSTRACT

The article presents the results of the analysis of the spatio-temporal variability of the processes of diffusion of innovations in the agricultural sector of the Russian Federation by subjects.

The application of a group of traditional and mathematical methods in the research process is complemented by the widespread use of the capabilities of geoinformation technologies and, first of all, geoinformation-cartographic modeling.

In the process of conducting research, the corresponding specialized GIS databases “Innovations in the Subjects of the Russian Federation” were designed and practically implemented in various software versions. Based on them, the construction and analysis of a complex of geographic information-cartographic models, differing in the degree of complexity, reflecting the innovative processes occurring in agriculture of all regions of the Russian Federation, was performed.

Each of the series of obtained analytical base and resulting maps illustrates various aspects of the innovative development of agriculture and the diffusion of innovations at different time periods. The results of geographic information mapping and modeling were also presented in the form of animated maps and cartographic animations reflecting the features of the territorial distribution of innovations and the spatio-temporal dynamics of their diffusion.

Spatio-temporal geographic information-cartographic analysis of the diffusion of innovations made it possible to identify some objective laws of this process. First of all, there was a marked movement of innovations in the agriculture of the Russian Federation in the space-time continuum in the direction from innovative nuclei and sub-nuclei to innovative sub-periphery and periphery, and from donor regions of agricultural innovations to recipient regions.

Geographically, the diffusion of innovations in agriculture of the Russian Federation occurs mainly in the direction from the largest cities (at the same time being leading scientific and technical centers) and areas of intensive agriculture (primarily farming) to the regions of the east and north of the European part, Siberia and the Far East.

The wide use of the capabilities of geographical information systems and geographic information technologies at all stages of the study allowed the formation of cartographic and attributive databases of the GIS “Innovations in the Subjects of the Russian Federation” according to the main indicators of the innovative development of the agricultural industry at the territorial level of the constituent entities of the Russian Federation. On their basis, a significant number of maps and geoinformation-cartographic models of territorial innovative agricultural systems of regional level, the processes of diffusion of innovations occurring in them were constructed and analyzed, and their main spatio-temporal patterns were revealed.

KEYWORDS: geoinformation technologies, spatio-temporal analysis, innovations, diffusion of innovation, agriculture

¹ Sursk Mining and Geological Company, 17A, Stepan Razin str., 17a, 430011, Saransk, Republic of Mordovia, Russia

² National Research Ogarev Mordovia State University; Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Republic of Mordovia, Russia; *e-mail*: teslserg@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших фундаментальных и актуальных междисциплинарных научных проблем Российской Федерации является необходимость научного обоснования оптимальных вариантов общегосударственной и региональной аграрной политики. Пути её решения связаны с разработкой концептуальных основ и методов исследования циклично-генетических закономерностей формирования и функционирования национальной и региональных сельскохозяйственных систем, механизмов возникновения, развития и распространения инноваций. Необходимо учитывать и тот факт, что проблема обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях может быть решена только на основе инновационного развития [Носонов, 2014 (б)].

Под инновацией (нововведением) обычно понимается внедряемое (или уже введённое) в употребление новшество, востребованное рынком, способствующее росту эффективности различных процессов и (или) улучшению качества продукции¹ [Большая..., 2004–2017; Носонов, 2014 (а; б)], введение в употребление нового (или существенно улучшенного) продукта, товара, услуги, процесса, метода продаж, маркетинга или организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях¹ [Руководство..., 2010]. Инновация — неизменно результат интеллектуальной деятельности, творчества, открытий, изобретений и рационализации [Большая..., 2004–2017].

Само понятие «инновация» появилось в конце XIX в. и впервые было изучено французским социологом Габриэлем Тардом [Культурология..., 1998; Большая..., 2004–2017], немецкими и австрийскими антропологами Фридрихом Ратцелем [Ратцель, 1903; Большая..., 2004–2017; Культурология..., 1998] и Лео Фробениусом [Большая..., 2004–2017; Культурология..., 1998]. В начале XX в. оно получило новую жизнь в трудах Йозефа Шумпетера [Schumpeter, 1911; Большая..., 2004–2017; Базилевич, 2006; Культурология..., 1998], когда в него стал вкладываться смысл новшества или нововведения, значительно повышающего эффективность действующей системы. Во второй половине XX в. Эверетт Роджерс² и Торстен Хагерстранд [Rogers, 1962; Hägerstrand, 1967; Культурология..., 1998; Большая..., 2004–2017] теоретизировали и популяризовали понятие инновации. В частности, был рассмотрен процесс диффузии социально-экономических явлений (распространения сельскохозяйственной техники) в сельской местности Швеции и осуществлено моделирование с использованием метода Монте-Карло³ [Hägerstrand, 1967].

Инновация была признана названными исследователями особой идеей, практической деятельностью или объектом, воспринимаемый отдельным лицом (или другой единицей внедрения) в качестве чего-то нового. Диффузия инноваций понималась при этом как процесс, обуславливающий передачу и внедрение инноваций (новых сообщений, идей, процессов, товаров, технологий и т.п.) посредством коммуникационных каналов (средств передачи) среди членов социальных систем (отдельных лиц) и организаций в течение определенного времени [Rogers, 1962; Hägerstrand, 1967]. Диффузия (распространение) инноваций наиболее распространёнными общепринятыми точками зрения определяется как теория, направленная на объяснение причин, сути, направленности и скорости распространения новых идей и технологий через разные культуры. Приведённые сведения обуславливают возможность осуществления анализа пространственно-временной изменчивости процессов распространения инноваций.

Применительно к тематике и проблематике данного исследования, диффузия инноваций в сельском хозяйстве определяется как их перемещение в пространственно-временном континууме. Происходит оно, прежде всего, в направлении от инновационных ядер и

¹ Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» № 254-ФЗ от 21 июля 2011 г.

² <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/everett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf>

³ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1538-4632.1969.tb00626.x>

субъядер на инновационную субпериферию и периферию, из регионов-доноров в регионы-реципиенты [Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014].

Исследование стохастических инновационных процессов традиционно основано на привлечении классических статистических и экономико-географических подходов. При этом еще не получили широкого и повсеместного распространения и применения в исследовании инновационных процессов и явлений, инновационного развития сельскохозяйственного производства имитационное и оптимизационное компьютерное моделирование. Они основаны на применении комплекса математических методов (структурная и параметрическая идентификация, двумерные интегральные и интегро-дифференциальные уравнения Фредгольма-Вольтера, спектральный анализ, сплайн-функции, функции Грина, метод Монте-Карло и др.), создании имитационных моделей с учетом влияния различных факторов, использовании клеточных автоматов [Janszen, Degenaars, 1998; Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014; Шмидт, Лободина, 2015 и др.], оригинальных методов математического описания, основанных на различных S-образных кривых (наиболее типична логистическая функция (Р. Ленц, Х. Айзенсон, Л. Гартман и др.), модифицированная экспоненциальная, нормального и логнормального распределения, кривые Гомпертца, Флойда, Шарифа-Кабира и др.)¹.

Ранее проведенные нами исследования [Тесленок и др., 2014; Тесленок, Тесленок, 2019] показывают, что для решения указанных выше проблем эффективны разработка, создание и практическое применение математического и геоинформационно-картографического моделирования инновационных циклов, процессов диффузии и пространственно-временной динамики инноваций с использованием новых методов математического и геоинформационного моделирования на базе геоинформационных систем и ГИС-технологий [Тикунов, 1997; Тикунов, Цапук, 1999; Берлянт, 2001; Носонов, Нарезный, 2002; Носонов, 2014 (б); Тесленок и др., 2014; 2019].

Они позволяют решать комплекс задач, среди которых, в первую очередь, необходимо отметить выявление особенностей пространственно-временной дифференциации субъектов Российской Федерации по инновационным функциям и инновационному потенциалу сельскохозяйственного производства и их соответствующей динамики, а также типологию регионов по степени восприимчивости к диффузии инноваций [Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014]. В этом случае традиционные действия, реализуемые при работе с базами данных (далее БД) (прежде всего поисковые запросы и статистический анализ информации) комплексуются с преимуществами оверлейных операций, полноценной графической визуализации и пространственно-временного анализа полученных результатов [Тикунов, Цапук, 1999; Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014; 2019; Тесленок, Тесленок, 2019].

Преимущества такого подхода в исследовании диффузии инноваций в сельском хозяйстве заключаются в дополнении используемых традиционных и математических методов геоинформационно-картографическим моделированием. В итоге появляется возможность создания серии цифровых, электронных и компьютерных карт, отражающих не только процессы сельскохозяйственного освоения и преобразования исходной ландшафтной структуры территории, формирования, становления и развития сельскохозяйственных территориальных систем различных масштабных и иерархических уровней на разных исторических этапах (сельскохозяйственного ландшафтообразования или агроландшафтогенеза), но и пространственно-временных особенностей и закономерностей их продуктивности на разных этапах их инновационного развития.

При этом графически визуализируются и получают всестороннюю пространственно-временную характеристику процессы диффузии инноваций² — их чётко выраженное

¹ <http://www.ecoross.ru/files/books2017/Baburin,%202017.pdf>

² <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/231>

перемещение от инновационных ядер и субъядер на инновационную субпериферию и периферию, из регионов-доноров в регионы-реципиенты; осуществляется типологическая классификация субъектов Российской Федерации по степени восприимчивости к инновациям и возможностям их реализации, по инновационным функциям и инновационному потенциалу сельскохозяйственного производства [Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014]. При этом появляется возможность прогнозирования процессов диффузии инноваций как в отдельных регионах, так и в стране в целом, в также научного обоснования оптимальных вариантов аграрной управленческой политики, решения комплекса задач повышения эффективности управления природно-социально-производственными системами и обеспечения устойчивости их функционирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель исследования заключалась в обеспечении возможности пространственно-временного анализа диффузии инноваций в сельском хозяйстве субъектов Российской Федерации с использованием возможностей ГИС и геоинформационных технологий и выявление на этой основе региональных геопространственных и хронологических особенностей этих процессов.

В основу работ были положены исследование и анализ особенностей теории и методики разработки и создания специализированных ГИС, геоинформационного картографирования и моделирования разнообразных пространственных объектов, явлений и процессов, специфики их применения в различных отраслях географической науки. Эти аспекты детально представлены в исследованиях, включающих, в том числе, инновационные разработки в области отраслевого тематического и комплексного системного картографирования на базе современных методологических и научно-технических достижений, а также результатов их практического использования [Тикунов, 1997; Тикунов, Цанук, 1999; Берлянт, 2001; Носонов, Нарезный, 2002; Тесленок и др., 2014; 2019 и др.].

Известность получили работы в области объектно-ориентированного анализа и моделирования сложных динамических систем (Г. Буч, Ю.Б. Колесов и др.); использования ГИС в изучении почв и земельных ресурсов, создания почвенных БД и ГИС-анализа структуры землепользования и моделирования её оптимальности (К.С. Тесленок, Р.А. Burrough, J. Daroussin, M. Jamagne, D. King, C. Le Bas, R.A. McDonnell, M. Ngongo, B. Nicoulaud и др.); моделирования ГИС-сценариев изменения потенциальной продуктивности земель (Е.В. Александрова, Л.Г. Колесникова, Е.Ю. Прудникова, И.Ю. Савин, В.В. Сизов и др.); оптимизационного геоинформационного картографирования (И.В. Бычков, А.Д. Китов, С.И. Мясникова, А.К. Черкашин и др.), выявления по результатам геоморфометрического анализа цифровых моделей рельефа потенциальных мест развития процессов водной и ветровой эрозии, заболачивания, подтопления, суффозии и др. (А.А. Глотов, К.С. Тесленок, С.А. Тесленок и др.); геоинформационного моделирования и картографирования природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий и др. (В.С. Грузинов, И.Г. Журкин, Л.Н. Чабан и др.).

Если же говорить об инновационном развитии сельскохозяйственного производства, то подавляющая часть работ отечественных учёных в этой области направлена на решение узких региональных проблем и задач аграрной политики. При этом вопросы разработки, создания и практического применения геоинформационно-картографического моделирования инновационных циклов, диффузии и пространственно-временной динамики инноваций, выявления региональной территориальной дифференциации и типологии инновационных функций и инновационного потенциала сельскохозяйственного производства, пространственного анализа региональной неоднородности восприимчивости к диффузии инноваций и т.п. остаются исследованными в недостаточной степени [Носонов, Нарезный, 2002; Носонов, 2014 (а; б); Тесленок и др., 2014].

Главная методическая проблема здесь заключается в отсутствии

специализированной информации по инновационному развитию соответствующей отрасли экономики. А информационная сложность, заключающаяся в необходимости сбора, хранения, обработки и визуализации существенных объёмов пространственно-координированных географических данных, определяет соответствующие роль и значение разработки, внедрения и широкого практического применения специализированных ГИС и геоинформационных технологий, геоинформационного моделирования и картографирования [Тыкунов, 1997; Тыкунов, Цапук, 1999; Тесленок и др., 2014; 2019].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для осуществления геоинформационно-картографического моделирования и пространственно-временного геоинформационного анализа диффузии инноваций [Тесленок и др., 2014] на начальном этапе исследований были выполнены сбор, первичная обработка специализированной статистической информации и формирование на этой основе атрибутивных и картографических БД специализированной ГИС «Инновации в субъектах Российской Федерации» [Тесленок и др., 2014].

Были спроектированы различные варианты и разработана структура БД на основе целевого программного обеспечения ГИС (ArcView GIS, ArcGIS, MapInfo Professional), использованных для геоинформационного картографирования и моделирования различных аспектов инновационного развития сельского хозяйства и выявления региональных пространственно-временных особенностей диффузии инноваций. Суть и специфика исходных статистических данных обусловили количество, общий перечень, параметры и названия полей атрибутивных таблиц БД проектируемой специализированной ГИС.

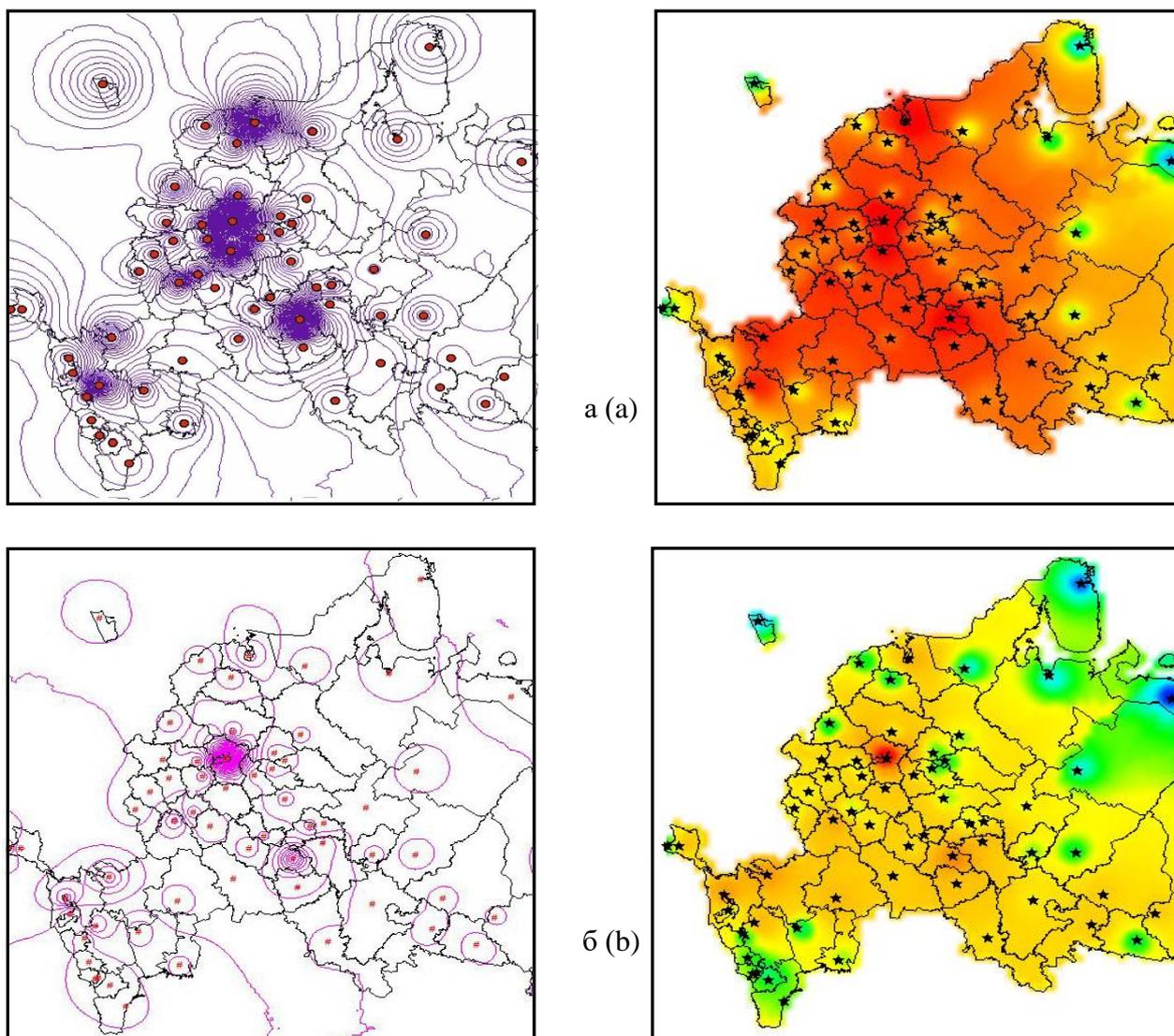
Затем для инновационных показателей, имеющих наиболее длинные временные ряды, с использованием методов геоинформационного картографирования и моделирования были получены и проанализированы карты и геоинформационно-картографические модели разной степени сложности, отражающие различные аспекты регионального инновационного развития Российской Федерации и происходящие в них инновационные процессы [Носонов, 2014 (а); Тесленок и др., 2014].

Графическая визуализация информации БД ГИС с использованием соответствующих программных средств, как правило, производится двумя наиболее распространенными способами: в виде электронной карты на видеозэкране монитора компьютера, либо компьютерной карты с печатающего устройства. В связи с этим было подготовлено несколько вариантов картографической визуализации на основе различных картографических изображений и получена серия соответствующих электронных и компьютерных карт. В частности, была осуществлена графическая визуализация ряда показателей инновационного развития сельскохозяйственной отрасли регионов России с использованием способов изолиний (рис. 1), картодиаграмм (рис. 2), картограмм (рис. 3, 4).

На данном этапе исследований наиболее приемлемые результаты были получены при осуществлении классификации регионов и последующем визуальном представлении итогов этого процесса с использованием способа картограмм (рис. 3, 4). Традиционно он понимается как статистический способ картографического изображения средней интенсивности того или иного показателя в пределах отдельных территорий.

Как правило, способ картограмм используется для показа относительных показателей (рис. 3). Главными достоинствами способа картограмм применительно к задачам нашего исследования является лучшее восприятие динамического аспекта отраженной на них информации, например, при создании картографических анимаций.

Программные средства использованных вариантов программного обеспечения ГИС позволяют автоматически осуществлять определение интервалов шкалы распределения картографируемых объектов рядом способов: естественных границ, равных интервалов, квантилей и стандартных отклонений [Тесленок и др., 2014].



*Рис. 1. Пример графической визуализации информации БД ГИС по количеству:
а — цитирований; б — патентов в регионах Российской Федерации
в сфере сельскохозяйственного производства (способ изолиний)*

*Fig. 1. An example of graphic visualization of GIS database information by the number:
a — of citations; b — of patents in the regions of the Russian Federation
in the field of agricultural production (method of isolines)*

Экспертные оценки показали, что наиболее приемлемые результаты дало использование метода равных интервалов (равнопромежуточного). При этом все значения атрибутов общего диапазона временного ряда анализируемого показателя были распределены на три или пять равных по размеру групп (поддиапазонов), исходя из величины показателей. В случае трёх поддиапазонов — это низкий, средний и высокий уровни; пяти — низкий, ниже среднего, средний, выше среднего и высокий (рис. 3, 4).

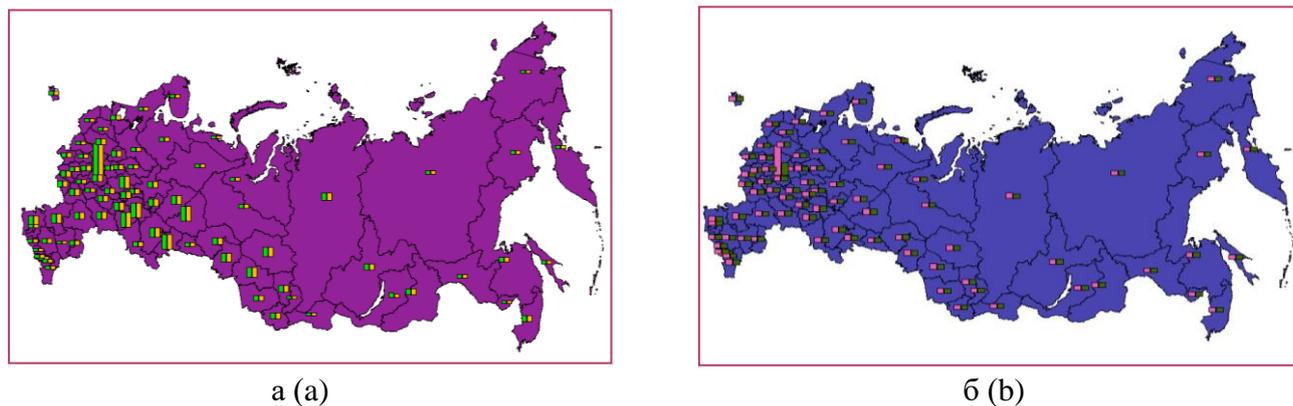


Рис. 2. Пример графической визуализации информации БД ГИС по количеству: а — поданных патентных заявок; б — выданных патентов в регионах Российской Федерации в сфере сельскохозяйственного производства (способ картодиаграмм)
 Fig. 2. An example of graphic visualization of GIS database information by the number: a — of filed patent applications; b — of issued patents in the regions of the Russian Federation in the field of agricultural production (method of cartodiagrams)

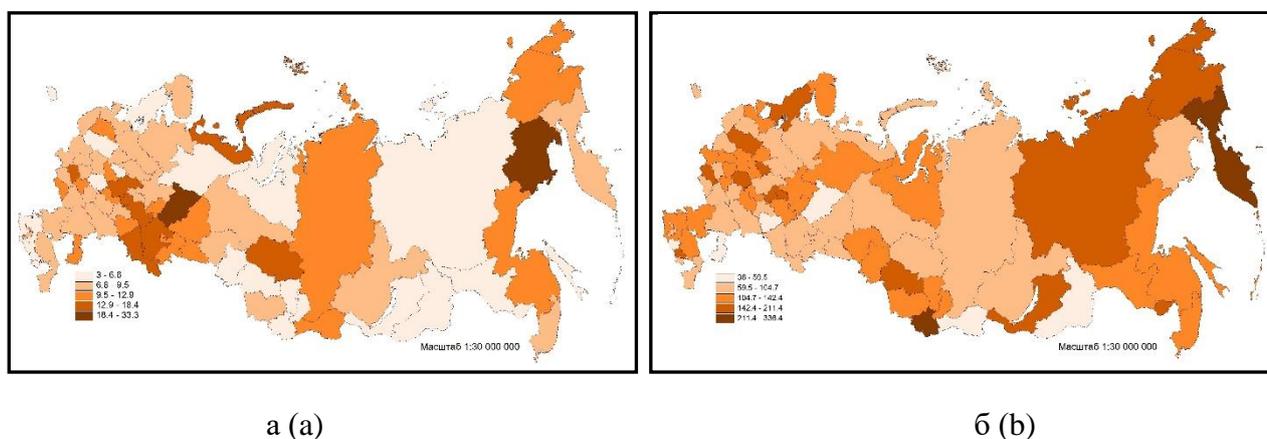


Рис. 3. Пример графической визуализации информации БД ГИС по показателям: а — инновационной активности организаций (удельному весу организаций, осуществляющих технологические, организационные, маркетинговые инновации); б — изменению инновационной активности в регионах Российской Федерации в сфере сельскохозяйственного производства (способ картограмм)
 Fig. 3. An example of graphic visualization of GIS database information by the indicators: a — of the innovation activity of organizations (the proportion of organizations engaged in technological, organizational, marketing innovation); b — of the change in innovation activity in the regions of the Russian Federation in the field of agricultural production (method of cartograms)

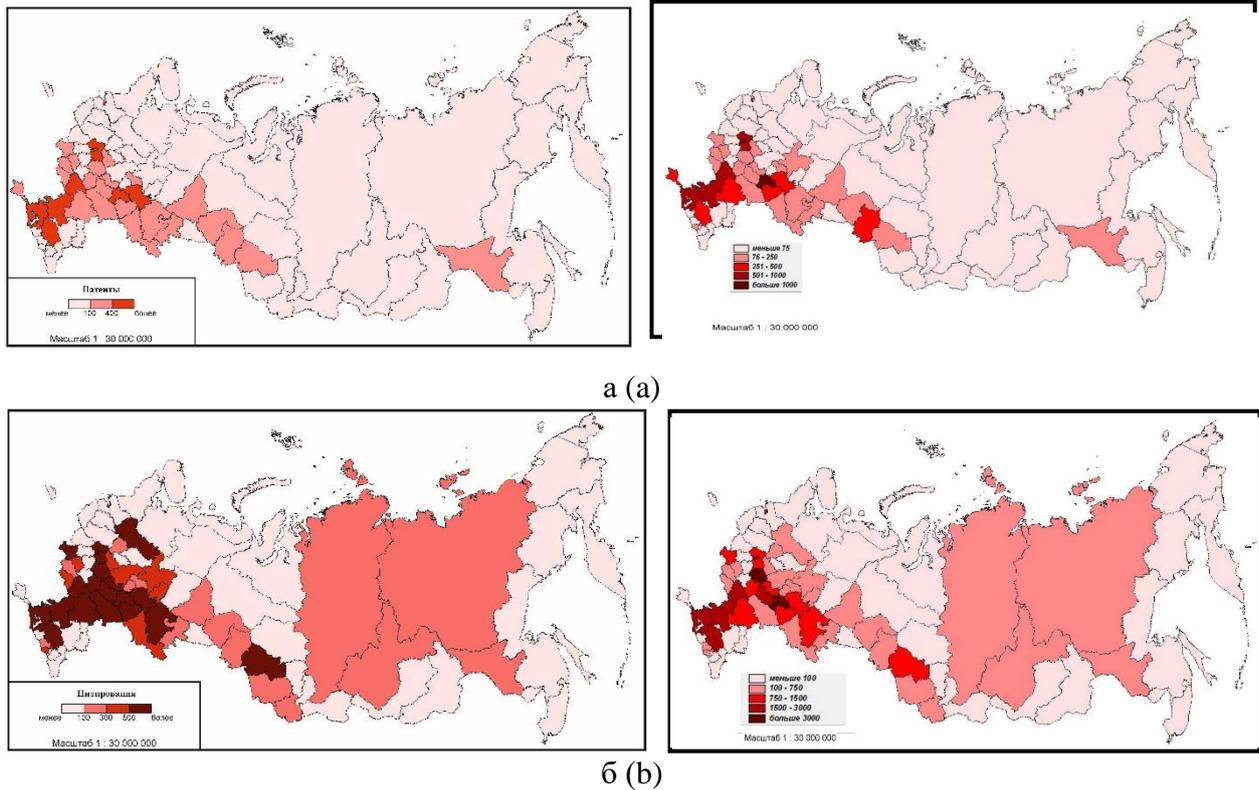


Рис. 4. Пример графической визуализации информации БД ГИС по количеству:
 а — цитирований; б — патентов регионов Российской Федерации
 в сфере сельскохозяйственного производства (способ картограмм)
 для создания картографических анимаций

Fig. 4. Fig. 1. An example of graphic visualization of GIS database information by the number:
 а — of citations; б — of patents of the regions of the Russian Federation in the field
 of agricultural production (method of cartograms) for creating cartographic animations

В шкалах легенд получаемых карт последовательность цветов (от начального к конечному) определялась их порядком в непрерывном спектре (красный, оранжевый, желтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый) [Тесленок и др., 2014]. Для улучшения визуального восприятия, повышения наглядности и удобства в процессе анализа результатов классификации в ряде случаев применены цвета интервалов значений каждого класса и шкалы изменения цвета (цветовые линейки) с переходами от тёмно-зелёного (высокий уровень показателя), через жёлтый (средний) до тёмно-красного (низкий).

Результатом картографической визуализации информации БД ГИС стала серия базовых аналитических и результирующих карт, отражающих суть и состояние различных показателей, аспектов и собственно изменения инновационной деятельности в пространстве и времени, инновационной активности и инновационного развития аграрной отрасли в субъектах Российской Федерации.

Несмотря на то что картограммы нельзя использовать для показа абсолютных показателей, они часто привлекаются для иллюстрации изменений во времени (в частности, и названных показателей), что и было использовано нами для создания картографических анимаций, наглядно иллюстрирующих различные аспекты и пространственно-временные особенности диффузии инноваций.

Результаты геоинформационного картографирования также были представлены в виде серии анимированных карт и картографических анимаций [Берлянт, 2001], отражающих как территориальное распространение инноваций в географическом пространстве

посредством их диффузии, так и ход этого процесса. При картографическом анимировании использовались возможности геоинформационных систем ArcView, MapInfo, ArcGIS, пакета программного обеспечения для работы с графической информацией CorelDraw, стандартной программы операционной системы Windows — Киностудия Windows Lives и специализированных программ Easy GIF Animator и UnFREEz [Тесленок, Тесленок, 2019].

При этом были применены и самый распространённый метод создания динамических изображений — путём смены последовательных разновременных карт-кадров, и одна из наиболее распространенных и очень трудоёмких технологий — классическая (традиционная), суть которой заключается в поочередной смене созданных отдельно карт-кадров [Берлянт, 2001].

Проведённый средствами ГИС пространственный геоинформационно-картографический анализ географического распределения инноваций, используемых в сельскохозяйственном производстве России, а также направленности процессов их диффузии выявляет ряд объективных закономерностей их распространения.

Главная из них заключается в том, что происходит перемещение инноваций в сельском хозяйстве страны в пространственно-временном континууме в направлении от регионов-доноров к регионам-реципиентам, от инновационных ядер и субъядер на инновационную субпериферию и периферию. Географически это прежде всего в направлении от крупнейших городов и одновременно ведущих научно-технических центров (Санкт-Петербурга, Москвы, Казани, Уфы, Екатеринбурга, Саратова, Барнаула, Новосибирска, и др.), а также районов интенсивного земледелия (Ленинградская, Московская, Воронежская, Ростовская области, Краснодарский край Республики Татарстан и Башкортостан) в направлении преимущественно восточных и северных регионов Европейской части России, Сибири и Дальнего Востока.

Тем самым результатами данного исследования (так же как и анализом соответствующих научных публикаций^{1,2} [Носонов, 2014 (а; б); Шмидт, Лободина, 2015 и др.]) подтверждается полное соответствие общего уровня инновационного развития региона степени развития инноваций в его сельском хозяйстве. Высокоэффективное сельское хозяйство Московской области, Краснодарского края, Республики Татарстан и ряда других регионов страны во многом определяется соответствующим уровнем их инновационного развития.

ВЫВОДЫ

Применение методов геоинформационного картографирования позволило выполнить исследование, результатом которого стали:

- формирование картографических и атрибутивных БД основных показателей инновационного развития регионов России;
- построение и анализ разной степени сложности карт и геоинформационно-картографических моделей территориальных инновационных систем сельского хозяйства регионального уровня, а также происходящих в них процессов распространения инноваций.

Полученные карты и геоинформационно-картографические модели являются базой разработки социально-экономического прогноза инновационного развития региональных сельскохозяйственных систем и различных вариантов их функционирования и перспективного развития [Носонов, 2014 (а)]. На их основе ведутся работы по созданию электронного ГИС-атласа «Инновационное развитие регионов России».

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-05-00066.

¹ <http://www.ecoross.ru/files/books2017/Baburin,%202017.pdf>

² <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/231>

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, grant No 19-05-00066.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. М.: Научный мир, 2001. 56 с.
2. Большая российская энциклопедия. М.: Большая российская энциклопедия, 2004–2017.
3. Культурология. XX век: Энциклопедия. СПб.: Университетская книга, 1998.
4. Носонов А.М. Моделирование экономических и инновационных циклов в сельском хозяйстве. Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2014 (а). № 1 (238). С. 24–34.
5. Носонов А.М. Природные и социально-экономические факторы инновационного развития сельского хозяйства. Известия Смоленского государственного университета, 2014 (б). № 2 (26). С. 306–316.
6. Носонов А.М., Нарезный В.П. Методология ГИС-программы поддержки принятия решений «Управление сельским хозяйством Республики Мордовия». Интеркарто. ИнтерГИС. ГИС для устойчивого развития территорий. Спб., 2002. Т. 8. С. 146–150.
7. Ратцель Ф. Народоведение. СПб.: Тип. т-ва «Просвещение», 1903.
8. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. М., 2010. 107 с.
9. Тесленок С. А., Манухов В.Ф., Тесленок К.С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия. Геодезия и картография, 2019. Т. 80. № 7. С. 30–38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.
10. Тесленок С.А., Носонов А.М., Тесленок К.С. Геоинформационное моделирование диффузии инноваций. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Белгород, 2014. Т. 20. С. 159–169. DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2014-1-20-159-169>.
11. Тесленок С.А., Тесленок К.С. Программное обеспечение для картографического анимирования диффузии инноваций. Трёшниковские чтения – 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Ульяновск, 2019. С. 210–211.
12. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: учебник. М.: Изд-во Московского университета, 1997. 405 с.
13. Тикунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М., Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. 176 с.
14. Шмидт Ю.Д., Лободина О.Н. О некоторых подходах к моделированию пространственной диффузии инноваций. Пространственная экономика, 2015. № 2. С. 103–115. DOI: 10.14530/se.2015.2.103-115.
15. Базилевич В.Д. Неортодоксальна теорія Й.А. Шумпетера. Історія економічних учень: У 2 ч. Київ: Знання, 2006. Т. 2. С. 312–324.
16. Hägerstrand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process. Chicago: University of Chicago Press, 1967. 334 p.
17. Janszen F.H.A., Degenars G.H. A dynamic analysis of the relations between the structure and the process of national system of innovation using computer simulation: The case of the Dutch biotechnological sector. Research Policy, 1998. V. 27. No 1. P. 37–54. DOI: 10.1016/S0048-7333(98)00023-7.
18. Rogers E.M. Diffusion of innovations. New York: The Free Press, 1962. 367 p.
19. Schumpeter J.A. Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Laihzig: Verlag von Duncker & Humblot, 1911. 548 p.

REFERENCES

1. Bazilevich V.D. The unorthodox theory of J.A. Schumpeter in Institute of Economic Studies: in 2

- vol. Kiev: Knowledge, 2006. V. 2. P. 312–324 (in Ukrainian).
2. *Berlyant A.M.* Virtual geoinformation. Moscow: Scientific World, 2001. 56 p. (in Russian).
 3. *Culturology. XX century: Encyclopedia.* St. Petersburg: University Book, 1998 (in Russian).
 4. *Hägerstrand T.* Innovation Diffusion as a Spatial Process. Chicago: University of Chicago Press, 1967. 333 p.
 5. *Janszen F.H.A., Degenars G.H.* A dynamic analysis of the relations between the structure and the process of national system of innovation using computer simulation: The case of the Dutch biotechnological sector. *Research Policy*, 1998. V. 27. No 1. P. 37–54. DOI: 10.1016/S0048-7333(98)00023-7.
 6. *Nosonov A.M.* Modeling of economic and innovation cycles in agriculture. *National interests: priorities and security*, 2014 (a). No 1 (238). P. 24–34 (in Russian).
 7. *Nosonov A.M.* Natural and socio-economic factors of innovative agricultural development. *News of Smolensk State University*, 2014 (b). No 2 (26). P. 306–316 (in Russian).
 8. *Nosonov A.M., Narezhny V.P.* Methodology of the GIS program for decision-making support “Agricultural management of the Republic of Mordovia”. *InterCarto. InterGIS. GIS for sustainable development of territories.* St. Petersburg, 2002. V. 8. P. 146–150 (in Russian).
 9. *Oslo Guide.* Recommendations for collecting and analyzing data on innovation. Moscow, 2010. 107 p. (in Russian).
 10. *Ratzel F.* *Ethnography.* St. Petersburg, Printing House of the Partnership “Enlightenment”, 1903. (in Russian).
 11. *Rogers E.M.* *Diffusion of innovations.* New York: Free Press, 1962. 376 p.
 12. *Schumpeter J.A.* *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung.* Leipzig: Verlag von Duncker & Humblot, 1911. 548 p. (in German).
 13. *Shmidt Yu.D., Lobodina O.N.* About some approaches to modeling the spatial diffusion of innovations. *Spatial Economics*, 2015. No 2. P. 103–115. DOI: 10.14530/se.2015.2.103-115 (in Russian).
 14. *Teslenok S.A., Manukhov V.F., Teslenok K.S.* Digital elevation modeling of the Republic of Mordovia. *Geodesy and Cartography*, 2019. V. 80. No 7. P. 31–38. DOI: 10.22389 / 0016-7126-2019-949-7-31-38 (in Russian).
 15. *Teslenok S.A., Nosonov A.M., Teslenok K.S.* Geoinformation modeling of diffusion of innovations. *InterCarto. InterGIS. Sustainable development of territories: Cartographic and geoinformation support.* Belgorod, 2014. V. 20. P. 159–169. DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2014-1-20-159-169> (in Russian).
 16. *Teslenok S.A., Teslenok K.S.* Software for cartographic animation of diffusion of innovation. *Treshnikov Readings-2019: Modern geographical picture of the world and technology of geographical education: materials of the all-Russian scientific and practical conference with International participation.* Ul’yanovsk, 2019. P. 210–211 (in Russian).
 17. *The Great Russian Encyclopedia.* Moscow: Great Russian Encyclopedia, 2004–2017 (in Russian).
 18. *Tikunov V.S.* *Modeling in cartography: a textbook.* Moscow: Publishing House “University”, 1997. 405 p. (in Russian).
 19. *Tikunov V.S., Tsapuk D.A.* Sustainable development of territories: cartographic and geographic information support. Moscow, Smolensk, 1999. 176 p. (in Russian).
-