

УДК 910.3: 528.94:338.436.33

Носонов А. М.¹
Пашков С. В.²

Геоинформационное моделирование перетоков знаний в сельском хозяйстве России

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет имени
Н. П. Огарева», Российская Федерация, г. Саранск
e-mail: artno@mail.ru

² Северо-Казахстанский государственный университет им.
М. Козыбаева, Казахстан, г. Петропавловск,
e-mail: sergp2001@mail.ru

Аннотация. *Статья посвящена изучению географических особенностей перетока знаний в сельском хозяйстве на основе использования методов геоинформационного моделирования. Были проанализированы пространственная локализация создания патентов в аграрной сфере и основные регионы их цитирований, что характеризует вторичные эффекты распространения знаний. Было выявлено, что ссылки на сельскохозяйственные патенты в большинстве случаев совпадают с районами генерации новых знаний. В течение времени данная узкая локализация цитирований исчезает, и область их распространения существенно расширяется. Использование ГИС-технологий и геоинформационное моделирование позволило визуализировать процесс перетока знаний в аграрной сфере и выявить пространственно-временные закономерности распространения аграрных инновационных знаний в различных регионах России.*

Ключевые слова: *ГИС-технологии, геоинформационное моделирование, перетоки знаний, сельское хозяйство, диффузия инноваций, патентная активность.*

Введение

Современный этап развития общества характеризуется становлением экономики, основанной на знаниях, технике и технологиях, в результате чего высокий уровень развития экономики ведущих стран мира во многом определяется эффективной интеграцией науки, образования и бизнеса. В настоящее время успешность развития любой страны определяется уровнем и степенью использования результатов научной деятельности реализованных на рынке в новой технике и технологиях, т. е. коммерциализацией результатов инновационной деятельности [1; 2]. Генерация и перетоки новых знаний, результаты научных исследований из социального ресурса превращаются в элемент рыночных отношений, в механизм конкурентной борьбы страны за лидерство в сфере инновационного развития. В этом смысле наука реализуется как часть инновационной составляющей экономики [3].

Сельское хозяйство России на современном этапе развития направлено на более эффективное использование природного агропотенциала территории, социально-экономических факторов, институциональных условий, что может быть достигнуто только на основе инновационного развития. Резервы экстенсивного

роста сельского хозяйства были исчерпаны еще в конце 1950-х годов. В последующем весь прирост производства сельскохозяйственной продукции достигался только благодаря интенсификации, в основе которой лежит применение новых техники и технологий, развитие генетики, селекции и генной инженерии, расширению мелиорации и химизации земель, организационно-управленческим инновациям и повышению качества человеческого потенциала в аграрной сфере.

В настоящее время повысилась угроза обеспечения продовольственной безопасности страны в результате изменения основных направлений внешнеэкономической торговой политики в области агропродовольственных товаров под санкционным воздействием ряда стран поставщиков сельхозпродукции и продукции сельскохозяйственного машиностроения. Это вызывает необходимость корректировки национальной аграрной политики в направлении расширения собственного производства продовольствия на инновационной основе. Обеспечить продовольственное импортозамещение может государственное и частное финансирование, направленное на увеличение и качественное улучшение средств производства и оборудования, на развитие производственной и социальной инфраструктуры и развитие потенциала трудовых ресурсов.

Реализация федеральной программы импортозамещения продовольствия в течение последних четырех лет позволила существенно повысить продовольственную безопасность страны, которая по ряду направлений была критической. По большинству видов продовольствия Россия полностью обеспечила свою продовольственную безопасность, которая является не менее важной, чем военно-стратегическая или экономическая. С 2013 по 2018 г.г. в стране существенно изменилось соотношение импорта и экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. За указанный период экспорт продовольствия увеличился с 16 до 25 млрд. долл., а показатель импорта этой продукции снизился с 43 до 30 млрд. долл. [4].

Изучение тенденций инновационного развития сельского хозяйства на основе исследования диффузии инноваций, в том числе и при помощи анализа внутриотраслевых перетоков знаний является малоизученной проблемой, значимость которой существенно повышается в условиях мобильного и динамичного обмена научной, технической и технологической информацией между регионами и странами.

Материалы и методы

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению количества научных исследований, посвященных выявлению и изучению факторов инновационного развития стран и регионов как основному источнику их экономического роста. Важное место среди этих факторов занимают знания и их распространение во времени и пространстве, т. е. перетоки знаний (knowledge spillovers). Под *перетоками знаний* понимается процесс передачи знаний, созданных в одной компании или научном центре, другой фирме безвозмездно или с небольшой компенсацией, значительно меньшей, чем стоимость самого знания [2; 5]. По мнению японских ученых И. Нонаки и Х. Такеучи [6], трансформация знаний – это процесс взаимодействия между отдельными людьми, в ходе которого происходит преобразование неявного знания в явное и наоборот (Рис. 1). Неявное

знание является наиболее значимым для инновационной деятельности. Это неформализованное знание, которое представляет собой индивидуальные знания, навыки и профессиональный опыт и может быть передано только вербально путем личных контактов в очень ограниченном эпистемологическом сообществе, например, передача знаний от учителя ученику. Явное (кодифицированное) знание – это формализованное и систематизированное знание, которое легко передается при помощи бумажных и электронных носителей в виде книг, научных статей, формул и т. п.

Инновации возникают в процессе преобразования разных видов знаний. Выделяют следующие этапы трансформации знаний в результате их передачи [6; 7]:

1. Из неявного в явное знание (экстернализация). Это процесс создания новых концептуальных моделей путем кодификации неявных знаний.

2. Из явного знания в неявное (интернализация). Это обучение на собственном опыте на основе формальных инструкций.

3. Из неявного в неявное знание (социализация). Это непосредственная передача профессиональных умений и навыков в результате личного общения.

3. Из явного в явное знание (комбинации). Это системный подход к созданию нового знания на основе разнородных видов кодифицированного знания, который используется при обучении новых работников, а также при проведении инспекций и инструктажа.

	<i>в неявное знание</i>	<i>в явное знание</i>
<i>Из неявного знания</i>	Социализация (обмен знаниями)	Экстернализация (кодификация знаний)
<i>Из явного знания</i>	Интернализация (обучение)	Комбинация (обработка информации)

Рис. 1. Четыре главных процесса преобразования знания [6]

Выделяют несколько подходов к анализу перетоков знания [8]:

1. *Модифицированная производственная функции знания* с учетом территориального охвата и характеристик созданных инноваций [9; 10].

$$I_{si} = IRD^{\beta_1} * UR_{si}^{\beta_2} * \varepsilon_{si} \quad (1),$$

где, I – инновационная отдача; IRD – частные расходы корпораций на НИОКР; UR – университетские расходы на НИОКР.

2. *Анализ патентной активности и цитируемости патентов.* Некоторые экономисты считают, что невозможно проследить «бумажные следы» перетоков знаний [11]. Тем не менее, А. Джаффе, М. Трайтенбергом и Р. Хендерсоном [12; 13] разработан подход, который предполагает анализ патентов с его ссылками на другие патенты (т. е. патентное цитирование), что является основой анализа как территориальных, так и временных аспектов перетоков знания. Соотношения между местом создания патента и территориями его цитирования может быть использовано для идентификации пространственных перетоков знаний. Выявлена пространственная закономерность, что количество ссылок на патенты (как выражение явного (кодифицированного) знания значительно снижается с

увеличением расстояния, что свидетельствует о решающей роли перетоков неявного знания.

3. *Интеллектуальный капитал региона* (идеи, воплощенные в людях). Многие исследования показывают, что главным механизмом распространения знаний на местном уровне является перемещение ученых, инженеров и инновационных менеджеров, как между компаниями, так и между фирмами и высшими учебными заведениями, научными институтами и наоборот. В настоящее время распространение знаний происходит преимущественно благодаря личным контактам и мобильности инноваторов. Основными носителями знаний являются люди, которые, как правило, знакомы, доверяют друг другу и обмениваются полученными знаниями. Также происходит косвенная передача знаний через научные статьи и в результате обмена мнениями ученых на научных конференциях [14].

4. *Инновации, реализованные в товарах и услугах* и связанные с международной торговлей (идеи, воплощенные в товарах). Это проявляется в международных НИОКР-перетоках и трансфере высоких технологий. Передача знаний в данном случае осуществляется через продажу патентов, получение лицензий на изобретения и полезные модели, поставку высокотехнологического оборудования и технологий.

В исследовании пространственных перетоков знания недостаточно используются ГИС-технологии, которые позволяют наглядно отобразить распространение знаний в виде патентных цитирований по территории. В настоящее время применяются два основных подхода к интеграции геоинформационных технологий и моделей социально-экономических (в том числе, инновационных) процессов с целью создания пространственно распределенной системы моделирования [15; 16; 17; 18]. Первый использует программное обеспечение ГИС-пакета в качестве дополнительного блока компьютерной модели процесса, обеспечивая формирование массивов входных данных и представление результатов моделирования, выполняемого традиционными методами. Второй предполагает полную интеграцию ГИС и профильной модели процесса, реализуемой возможностями программного обеспечения ГИС-пакета.

Источником информации для исследования перетоков знаний в сельском хозяйстве явились библиометрические данные о числе патентов и их цитирований по растениеводству и животноводству, которые содержатся в базах данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU за 2010-2017 гг. (2 081 патентов и 2 151 цитирований) [19]. Были выполнены работы по проектированию возможных вариантов и разработке их структуры БД на основе ГИС ArcView GIS компании ESRI, Inc., ставших основой для геоинформационного моделирования и картографирования. Исходя из сущности исходных статистических данных, были определены количество, общий перечень, названия и параметры полей атрибутивных таблиц проектируемой ГИС.

После создания соответствующего нового проекта в ГИС ArcView сформированы намеченные на этапе проектирования темы (слои), выполнена настройка проекта и его слоев, в атрибутивных таблицах соответствующих тем сформированы поля с определенными ранее параметрами. Исходные данные для включения в БД ГИС представлены в формате Excel (*.xls). Предварительно в Microsoft Excel для каждого из анализируемых показателей были созданы файлы

(книги) с данными в разрезе субъектов Российской Федерации. Затем активные листы всех книг были сохранены в формате *.dbf (DBF 4 (dBASE IV)) с целью обеспечения возможности дальнейшей работы с ними в ArcView GIS, поскольку именно в этом формате хранятся атрибуты шейп-файла.

Классификация субъектов России по количеству выданных патентов, их цитирований и визуальное представление полученных результатов в виде картограмм было выполнено с использованием редактора легенды ГИС ArcView GIS. Кроме того, в случаях, когда изменение значений атрибутивных данных объектов темы было представлено диапазоном спектра одной цветовой шкалы с начальным и конечным цветами, применялся тип легенды «цветовая шкала».

По умолчанию возможности базовой ГИС ArcView GIS позволяют производить автоматическую классификацию картографируемых объектов с использованием типа легенды «цветовая шкала» четырьмя способами (естественных границ, равных интервалов, квантилей, стандартных отклонений) по числовому атрибуту – полю с анализируемым показателем.

Метод (тип классификации) естественных границ (интервалов) используется в ArcView GIS по умолчанию. Он определяет граничные точки между классами (так называемые точки прерывания), используя статистическую формулу оптимизации Дженка (Jenks optimization). В основу метода положена минимизация суммы отклонений значений внутри каждого класса, позволяющая группировать близкие по значениям данные. Классификация по методу равных интервалов (равнопромежуточному) разбивает общий диапазон значений атрибутов на равные по размеру поддиапазоны, по которым затем распределяются объекты темы. Метод квантилей (равномерный, равновеликий) позволяет включать в каждый класс одинаковое число объектов, и наиболее приемлем для линейно увеличивающихся данных, не имеющих диспропорционального числа объектов с одинаковыми значениями. В названных методах классификации возможная последовательность цветов шкалы легенды от начального к конечному при ее построении определяется порядком цветов в непрерывном спектре (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый). В данном исследовании оптимальным оказался метод равных интервалов (равнопромежуточный), с использованием которого все значения были разделены на три равных по размеру группы в соответствии с величиной анализируемого показателя: высокий, средний и низкий.

В дальнейшем для лучшего визуального восприятия, большей наглядности и удобства использования при анализе результатов классификации, так же с использованием редактора легенды могут быть подобраны цвета интервалов значений каждого класса и получена цветовая линейка (шкала изменения цвета) с переходом от темно-зеленого цвета, соответствующего высокому уровню показателя до светло-зеленого, обозначающего низкий уровень и, соответственно, от темно-синего до светло-синего. Учитывая возможную необходимость дальнейшего частого использования, полученные легенды могут быть сохранены в соответствующих файлах (*.avl).

Для исследований основных направлений пространственных перетоков сельскохозяйственных знаний был применен метод интерполяции между центрами создания патентов и регионами их цитирования. Для этих целей был использован метод обратно-взвешенных расстояний (ОВР, Inverse Distance to a Power, IDW), основанный на взвешивании точек таким образом, что влияние известного

значения затухает с увеличением расстояния до неизвестной точки, параметры которой необходимо определить. Взвешивание присваивается исходным центрам с различным количеством патентов с использованием коэффициента взвешивания, который оценивает, как влияние параметра будет уменьшаться с увеличением расстояния до него. Чем выше значение коэффициента взвешивания, тем меньше будет эффект, оказываемый точкой. По мере возрастания коэффициента значение неизвестной точки будет приближаться к значению ближайшей точки с известным значением.

Результаты и обсуждение

Современное сельское хозяйство, является чрезвычайно сложной и слабоструктурированной системой, поэтому при исследовании перетоков знаний в этой отрасли необходимо применение научных подходов и методов, которые учитывают следующие характерные черты этой сферы материального производства:

- значительное воздействие на сельское хозяйство природных условий и ресурсов территории и наличие природной цикличности;
- более длительный по сравнению с промышленностью период использования основных производственных фондов;
- наличие продолжительных по времени аграрных кризисов и значительного восстановительного периода;
- существенная зависимость от организационно-производственных инноваций (эволюция систем использования земель, степень механизации производственных процессов, площадь мелиорированных земель, внесение минеральных и органических удобрений, перетоки технических, технологических и организационно-управленческих знаний путем диффузии инноваций и др.);
- широкое распространение в АПК организационно-управленческих инноваций – создание агрохолдингов и других вертикально ориентированных структур управления. Данный вид инноваций благодаря высокой территориальной концентрации труда, капитала и кооперации является сосредоточением широкого круга инновационных действий – технико-технологических, маркетинговых, социальных и др. В агрохолдингах апробируются перспективные инновации, находящиеся в стадии исследований и разработок: сельскохозяйственные роботы; замкнутые экологические системы; генетически модифицированная пища; вертикальные фермы. Особое место в современных аграрных инновациях занимает технология точного земледелия, которое учитывает особенности почвенного покрова, микроклимата и рельефа в границах отдельных полей. Для определения и оценки этих локальных различий применяются высокотехнологические методы – глобальное позиционирование ГЛОНАСС, геоинформационные системы и технологии дистанционного зондирования Земли, информационные технологии агроменеджмента, методы технологического нормирования и др.

Все большее значение в сельском хозяйстве приобретают увеличение затрат на НИОКР и совершенствование механизмов распространения знаний. Анализ патентной активности показывает, что в России сформировывалось четыре главных центра с наибольшим количеством созданных патентов на изобретения и полезные модели: Москва и Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Северный Кавказ и Черноземье, а также юг Западной

Сибири (Рис. 2). Данное обстоятельство обусловлено тем, что именно в этих регионах сосредоточена большая часть как научно-исследовательских институтов и центров сельскохозяйственной направленности, так и аграрных высших учебных заведений. Также в этих субъектах Федерации расположены наиболее квалифицированные специалисты в аграрной сфере и имеются возможности (техника и оборудование) проведения исследований в высокотехнологичных отраслях аграрного сектора – генетике, селекции, агробiotехнологиях, геномной инженерии, производстве нано- и композитных материалов.

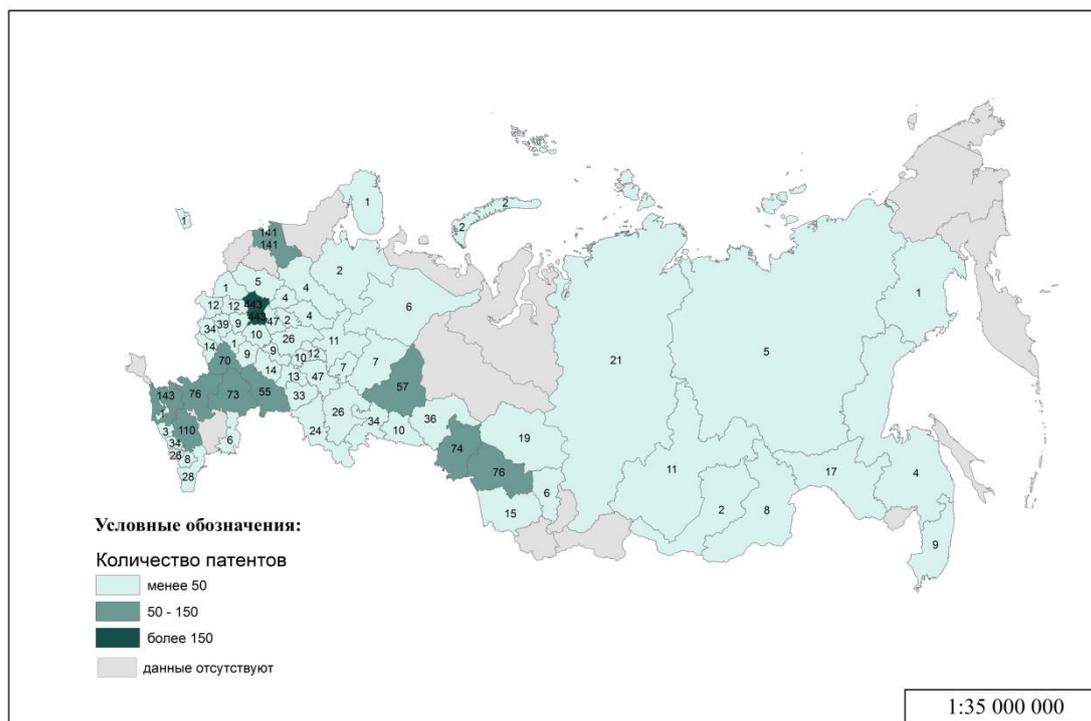


Рис. 2. Количество патентов по сельскому хозяйству, зарегистрированных в Научной электронной библиотеке в 2010-2017 гг., единиц.
Составлено авторами по [19]

Количество цитирований аграрных патентов территориально ограничено (Рис. 3). Их наибольшее число приходится на следующие регионы России: Ставропольский край (434 цитирований), Москва и Московская область (328), Краснодарский край (255), Санкт-Петербург и Ленинградская область (141), Ростовская область (126). При этом отмечается два варианта соотношения количества аграрных патентов и их цитирований:

1. Превышение количества выданных патентов на изобретения и полезные модели над их цитированием. Это относится к большей части регионов России и в первую очередь главным патентообладателям: Москва и Московская область (434 патента и 328 цитирований), Санкт-Петербург и Ленинградская область (соответственно 141 и 95), Новосибирская область (76 и 38), а также Волгоградская, Воронежская, Свердловская, Тюменская области.

2. Превышение количества цитирований выданных патентов на изобретения и полезные модели над их количеством. Это основные аграрные регионы страны: Ставропольский край (110 патентов и 434 цитирований), Краснодарский край

(соответственно 143 и 255), Ростовская область (79 и 129), а также регионы Поволжья: Республика Татарстан (47 и 77), Республика Башкортостан (26 и 46), Пензенская область (14 и 109).

Данные территориальные различия соотношения полученных аграрных патентов и их цитирований очевидно можно объяснить более высоким качеством и востребованностью изобретений и полезных моделей, созданных в традиционных аграрных районах, в отличие от создаваемых новшеств в академических институтах Москва и Санкт-Петербурга.

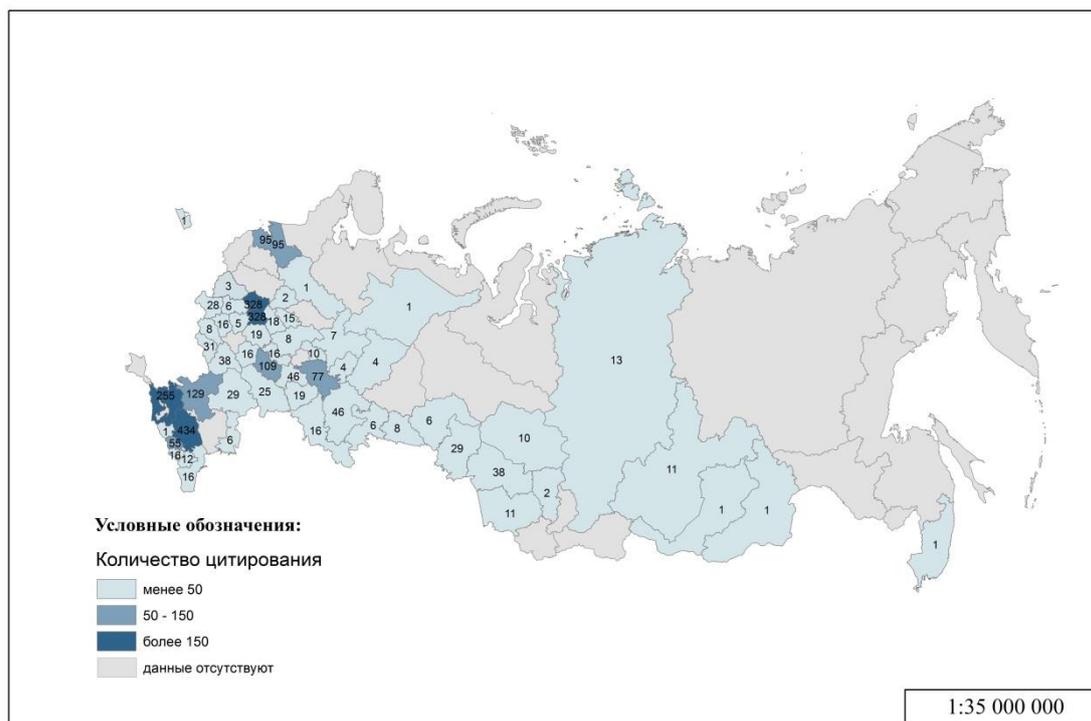


Рис. 3. Количество цитирований патентов по сельскому хозяйству, зарегистрированных в Научной электронной библиотеке в 2010-2017 гг., единиц.
 Составлено авторами по [19]

Анализ собственно перетоков знаний в сельском хозяйстве (Рис. 4) свидетельствует об их очень ограниченной локализации в пределах главных центров генерации аграрных инноваций. Выделяются лишь два крупных ареала перетока знаний – в пределах Москвы и Московской области и на Северном Кавказе в пределах Ставропольского и Краснодарского краев. Менее значительные ареалы перетока знаний в сельском хозяйстве сформировались также вокруг Санкт-Петербурга, Казани, Пензы, Ульяновска, Воронежа, Омска и Новосибирска.

Полученные результаты свидетельствуют о незначительном влиянии на инновационное развитие сельского хозяйства перетоков явного (формализованного) знания, объектом которого, в частности, являются патенты на изобретения и полезные модели. Тем не менее, всё возрастающие инновационные процессы в сельском хозяйстве (особенно в крупных вертикально

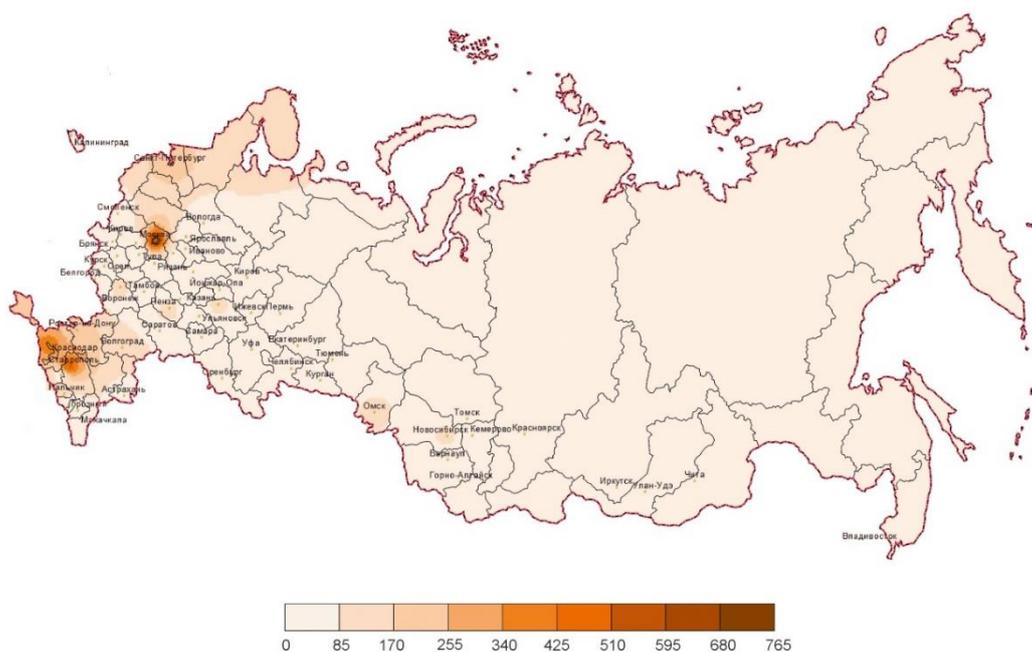


Рис. 4. Интерполяция методом обратно-взвешенных расстояний количества патентов по сельскому хозяйству и их цитирований («перетоки знаний»).
Составлено авторами по [19]

интегрированных структурах) свидетельствуют о большем значении распространения неявного знания путем социализации (обмен знаниями) и интернализации (в результате обучения и передачи опыта).

Выводы

1. Перетоки знаний (особенно явных) в сельском хозяйстве еще не стали решающим фактором инновационного развития отрасли. В дальнейшем этому будет способствовать развитие информационных технологий (наличие компьютеров и мобильных устройств, доступ к интернету, расширение комплекса оказываемых электронных услуг, в том числе и социальных). Благодаря этому у специалистов аграрного сектора возрастают возможности повышения уровня квалификации, что является основой роста качества человеческого потенциала как важного фактора инновационного развития.

2. Наибольшая патентная активность в аграрной сфере отмечается в регионах с развитым и эффективным сельским хозяйством (Северный Кавказ и Поволжье) и в двух «столицах» с прилегающими районами – Москва и Санкт-Петербург, где также сформировался высокоэффективный АПК.

3. В отличие от иерархического механизма распространения диффузии инноваций в большинстве отраслей экономики, в сельском хозяйстве этот процесс имеет в большей степени сетевой характер. Это обусловлено отсутствием ярко выраженных центров генерации аграрных инноваций в стране и значительным территориальным рассредоточением их центров и регионов.

4. На создание различных аграрных инноваций существенное влияние оказывают природные условия, которые определяют разный характер нововведений (растениеводческий или животноводческий). Генерация

высокотехнологических инноваций (в области генетики, селекции, геномной инженерии и др.), относящихся к четвертому технологическому укладу, сосредоточена в крупных инновационных центрах национального уровня.

5. Крупные территориальные образования в АПК (агрохолдинги) обеспечивают настоящий технологический прорыв за счет непрерывного обновления материально-технической части сельского хозяйства и внедрения инноваций: высокотехнологических информационных систем агроменеджмента, передовых технологий обработки почвы, эффективного применения минеральных удобрений и пестицидов, информационных технологий управления производством и применения ГИС-технологии.

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

Литература

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 / Отв. ред. А. Н. Пилясов. Смоленск: Ойкумена, 2012. 760 с.
3. Макара С. В., Носонов А. М. Оценка и пространственные закономерности развития инновационной деятельности в регионах России // Экономика. Налоги. Право. 2017. Т.10. №4. С. 96-106.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: стат. сб. / Росстат. М., 2018. 1162 с.
5. Romer P. M. Mathiness in the Theory of Economic Growth // American Economic Review. 2015. Volume 105. № 5. P. 89-93.
6. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge-creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, Oxford. Oxford University Press, 1995. P. 46-49.
7. Fischer M. M. Innovation, knowledge creation and systems of innovation // The Annals of Regional Science. Volume 35, Issue 2. 2001. P. 199-216.
8. Feldman M. P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies // Economics of innovation and new technology. №8(1-2), 1999. Vol. 8. P.5-25.
9. Griliches, Z. The Search for R&D Spillovers // Scandinavian Journal of Economics 94 (Supplement), 1992. P. 29-47.
10. Jaffe A. The Real Effects of Academic Research // American Economic Review 79, 1989. P. 957-970.
11. Krugman P. Geography and trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. 85 p.
12. Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations // Quarterly Journal of Economics 63, 1993. P. 577-98.
13. Jaffe A. B., Trajtenberg M., Fogarty M. S. Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors // American Economic Review, 90, AEA Papers and Proceedings, 2000. P. 215-218.
14. Breschi S., Lissoni F. Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey // Industrial and Corporate Change. 2001. Vol.10. №4. P. 975-1005.

15. Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С. и др. Геоинформатика: в 2 кн. / Под ред. В. С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия». 2008. 384 с.
16. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. 424 с.
17. Тесленок С. А., Носонов А. М., Тесленок К. С. Геоинформационное моделирование диффузии инноваций // ИнтерКарто / ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М., 2014. С. 159-169.
18. Носонов А. М., Тесленок С. А., Куликов Н. Д. Геоинформационное моделирование инновационного развития сельского хозяйства // ИнтерКарто/ИнтерГИС 22.
19. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/>.

Nosonov A. M.¹
Pashkov S. V.²

Geoinformational modeling of knowledge spillovers in agriculture of Russia

¹ N. P. Ogarev National Research Mordovian State University, Russian Federation, Saransk

e-mail: artno@mail.ru

² M. Kozybaev North Kazakhstan State University, Kazakhstan, Petropavlovsk

e-mail: sergp2001@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the study of geographical features of knowledge spillovers in agriculture through the use of geoinformation modeling methods. The spatial localization of the patents creation in the agricultural sector and the main regions of their citations were analyzed, which characterizes the secondary effects of knowledge dissemination. It was found that references to agricultural patents in most cases coincide with the areas of new knowledge generation. Over time, this narrow localization of citations disappears, and the area of their distribution significantly expands. The use of GIS-technologies and geo-information modeling allowed visualizing the process of knowledge spillovers in the agrarian sphere and revealing the spatial and temporal patterns of the spread of agricultural innovative knowledge in various regions of Russia.*

Key words: *GIS-technologies, geoinformation modeling, knowledge spillovers, agriculture, diffusion of innovations, patent activity.*

References

1. Baburin V. L., Zemcov S. P. Innovacionnyj potencial regionov Rossii. М.: «KDU», «Universitetskaya kniga», 2017. 358 s. (in Russian)
2. Sinergiya prostranstva: regional'nye innovacionnye sistemy, klasteri i peretoki znaniya / Otv. red. A. N. Pilyasov. Smolensk: Ojkumena, 2012. 760 s. (in Russian)
3. Makar S. V., Nosonov A. M. Ocenka i prostranstvennye zakonomernosti razvitiya innovacionnoj deyatel'nosti v regionah Rossii // Ekonomika. Nalogi. Pravo. 2017. T.10. №4. S. 96-106. (in Russian)
4. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2018: stat. sb. / Rosstat. М.,

2018. 1162 s. (in Russian)
5. Romer P. M. Mathiness in the Theory of Economic Growth // American Economic Review. 2015. Volume 105. №5. P. 89-93. (in Russian)
 6. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge-creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, Oxford. Oxford University Press, 1995. P. 46-49. (in Russian)
 7. Fischer M. M. Innovation, knowledge creation and systems of innovation // The Annals of Regional Science. Volume 35, Issue 2. 2001. P. 199-216. (in Russian)
 8. Feldman M. P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies // Economics of innovation and new technology. №8(1-2), 1999. Vol.8. P.5-25. (in Russian)
 9. Griliches, Z. The Search for R&D Spillovers // Scandinavian Journal of Economics 94 (Supplement), 1992. P. 29-47. (in Russian)
 10. Jaffe A. The Real Effects of Academic Research // American Economic Review 79, 1989. P. 957-970. (in Russian)
 11. Krugman P. Geography and trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. 85 p. (in Russian)
 12. Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations // Quarterly Journal of Economics 63, 1993. P. 577-98. (in Russian)
 13. Jaffe A. B., Trajtenberg M., Fogarty M. S. Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors // American Economic Review, 90, AEA Papers and Proceedings, 2000. P. 215-218. (in Russian)
 14. Breschi S., Lissoni F. Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey // Industrial and Corporate Change. 2001. Vol.10. №4. P. 975-1005. (in Russian)
 15. Kapralov E. G., Koshkarev A. V., Tikunov V. S. i dr. Geoinformatika: v 2 kn. / Pod. red. V. S. Tikunova. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2008. 384 s. (in Russian)
 16. Lur'e I. K. Geoinformacionnoe kartografirovanie. Metody geoinformatiki i cifrovoj obrabotki kosmicheskikh snimkov. M.: KDU, 2008. 424 s. (in Russian)
 17. Teslenok S. A., Nosonov A. M., Teslenok K. S. Geoinformacionnoe modelirovanie diffuzii innovacij // InterKarto / InterGIS-20: Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie. M., 2014. S. 159-169. (in Russian)
 18. Nosonov A. M., Teslenok S. A., Kulikov N. D. Geoinformacionnoe modelirovanie innovacionnogo razvitiya sel'skogo hozyajstva // InterKarto/InterGIS 22. (in Russian)
 19. Nauchnaya elektronnyaya biblioteka eLIBRARY.RU URL: <https://elibrary.ru/>. (in Russian)

Поступила в редакцию 02.06.2019 г.