

**НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ\*****Валентина Ивановна ПЕРОВА<sup>а</sup>, Павел Витальевич КОРЧЕМНЫЙ<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования экономических процессов, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация  
perova\_vi@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 3871-2450

<sup>б</sup> студент института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация  
mmer@iee.unn.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: отсутствует

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Получена 14.04.2017  
Получена в доработанном виде 15.11.2017  
Одобрена 12.12.2017  
Доступна онлайн 27.02.2018

УДК [005+004.8]:631.16  
JEL: C38, C45, O30, Q01

**Ключевые слова:** динамика развития сельского хозяйства, кластерный анализ, нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена, Deductor

**Аннотация**

**Предмет.** Особенности динамики развития сельского хозяйства регионов Российской Федерации. Анализ современного состояния сельского хозяйства, отнесенного к приоритетным отраслям экономики, важен для повышения его конкурентоспособности и обеспечения продовольственной безопасности страны.

**Цели.** Исследование динамики деятельности сельского хозяйства в регионах Российской Федерации с помощью нейросетевого моделирования. Проведение анализа данных Федеральной службы государственной статистики о состоянии сельского хозяйства.

**Методология.** Показатели, описывающие динамику деятельности агропромышленного комплекса в регионах Российской Федерации за 2010–2014 гг. проанализированы при помощи самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в пакете Deductor.

**Результаты.** По результатам исследования динамики показателей развития сельского хозяйства получено распределение регионов России по четырем кластерам. За 2010–2014 гг. в двух кластерах сформировались некоторые «ядра» с неизменным составом регионов. Это кластер с высокими значениями рассматриваемых показателей и кластер с показателями на уровне средних по России значений, к ядру которого тяготеет наибольшее количество регионов.

**Выводы.** Полученные результаты имеют практическую значимость для стратегического планирования в сельском хозяйстве. Анализ динамики деятельности сельскохозяйственной отрасли позволяет сделать вывод, что необходимо принятие комплекса мер для стимулирования научно-технического прогресса, эффективной инновационной и инвестиционной деятельности, которые будут способствовать обновлению и конкурентоспособности АПК.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

**Для цитирования:** Перова В.И., Корчемный П.В. Нейросетевое моделирование динамики развития сельского хозяйства Российской Федерации // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 379 – 396. <https://doi.org/10.24891/ea.17.2.379>

Сельское хозяйство – основной вид деятельности агропромышленного комплекса России, обеспечивающего продовольственную и экономическую безопасность страны. Кроме сельского хозяйства АПК включает в себя следующие сферы деятельности: отрасли и службы, которые обеспечивают сельское хозяйство средствами производства и материальными ресурсами; отрасли, занимающиеся переработкой сырья; инфраструктурный блок – производства, связанные с заготовкой сельскохозяйственного сырья, его транспортировкой и хранением, а также со строительством в отраслях АПК, с подготовкой кадров для сельского хозяйства, с торговлей потребительскими товарами.

В настоящее время в Российской Федерации на государственном уровне уделяется большое внимание развитию сельского хозяйства [1]. Принята Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы<sup>1</sup>. В ней обозначены следующие основные цели:

- обеспечение продовольственной независимости страны в параметрах, заданных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации;
- повышение конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках на основе инновационного развития АПК;
- обеспечение финансовой устойчивости товаропроизводителей АПК;
- воспроизводство и повышение эффективности использования в сельском хозяйстве земельных и других ресурсов, экологизация производства;

<sup>\*</sup> Статья предоставлена Информационным центром Издательского дома ФИНАНСЫ и КРЕДИТ при Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

<sup>1</sup> О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717.

- устойчивое развитие сельских территорий.

В рамках реализации данной программы осуществляется государственная поддержка агропромышленного комплекса в форме предоставления субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации<sup>2</sup>. Субсидии предоставляются на развитие отраслей агропромышленного комплекса, стимулирование инвестиционной деятельности АПК, на техническую и технологическую модернизацию, инновационное развитие, на развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, на устойчивое развитие сельских территорий. Это способствует качественному развитию сельского хозяйства, которое предполагает активную и эффективную инновационную<sup>3</sup>, инвестиционную<sup>4</sup> и технологическую<sup>5</sup> деятельность [2–11]. Эта деятельность будет обуславливать повышение конкурентоспособности отрасли<sup>6</sup> [12] и укрепление национальной безопасности страны<sup>7</sup>.

Одним из наиболее эффективных и перспективных инструментов поддержки и развития отрасли сельского хозяйства является внедрение новейших инновационных продуктов и разработок [13, 14]. Постоянное совершенствование технологий и оборудования позволит отрасли выйти на

<sup>2</sup> Информационный справочник о мерах и направлениях государственной поддержки агропромышленного комплекса Российской Федерации.  
URL: <http://www.gp.specagro.ru/region/rf>

<sup>3</sup> Болдыревский П.Б., Кистанова Л.А. Анализ инновационно-инвестиционной деятельности предприятий сельскохозяйственного машиностроения России // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 2. С. 161–170.

<sup>4</sup> Любушин Н.П. Экономический анализ. М.: КноРус, 2010. 304 с.; Любушин Н.П. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности. М.: ЮНИТИ, 2006. 445 с.

<sup>5</sup> Любушин Н.П., Бабичева Н.Е., Королев Д.С. Экономический анализ возможностей технологического развития России (на примере нанотехнологий) // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 9. С. 2–11.

<sup>6</sup> Шешукова Т.Г., Шалаева Л.В. Методические основы стратегического анализа внешней среды на примере сельскохозяйственных организаций Пермского края // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 8. С. 47–59.

<sup>7</sup> О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2009 № 537.

более высокий качественный уровень, что будет способствовать обеспечению продовольственной стабильности и безопасности. Обеспечение продовольственной безопасности государства<sup>8</sup> и качественного развития АПК – одна из приоритетных задач экономических реформ, осуществляемых в Российской Федерации [15, 16].

Для прогнозирования дальнейшего развития сельского хозяйства, распределения финансовой поддержки со стороны государства, а также частных инвестиций в развитие АПК [17, 18] необходимо проведение научного анализа его деятельности. В связи с этим является актуальным исследование динамики развития сельского хозяйства для принятия эффективных управленческих решений в отрасли.

Нами рассмотрена задача исследования динамики развития регионов России в области сельского хозяйства за 2010–2014 гг. Базой исследования являются следующие показатели, отражающие состояние функционирования сельского хозяйства в России<sup>9</sup>:

- производство основных видов сельскохозяйственной продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, % от общего объема производства в хозяйствах всех категорий;
- рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в растениеводстве, %;
- рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в животноводстве, %;
- производство продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий, млн руб.;

<sup>8</sup> Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120.

<sup>9</sup> Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. URL: <http://www.gks.ru>

- посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, тыс. га;
- поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий, тыс. гол.;
- производство скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий, тыс. т.

Многомерность исходных данных обуславливает применение классических статистических методов<sup>10</sup>: кластерного, факторного, регрессионного анализа<sup>11</sup>, анализа временных рядов<sup>12</sup>, методов имитационного<sup>13</sup> [19], нейросетевого моделирования<sup>14</sup> [20].

В данном случае имеем семимерное пространство входных факторов. Для анализа этих данных использовались методы нейросетевого моделирования – перспективные информационные технологии<sup>15</sup> [21]. Эти методы являются эффективным средством анализа больших объемов разнородных статистических данных. При нейросетевом подходе не существует модельных ограничений, и он может

<sup>10</sup> Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.

<sup>11</sup> Панкова С.В., Цыпин А.П. Статистическое изучение долговременных тенденций в сельском хозяйстве Оренбургской области // *Экономический анализ: теория и практика*. 2014. № 29. С. 25–33; Гладилин А.В., Герасимов А.Н., Громов Е.И. *Эконометрика*. Ростов н/Д.: Феникс, 2011. 297 с.

<sup>12</sup> Кендэл М. Временные ряды. М.: Финансы и статистика, 1981. 198 с.

<sup>13</sup> Вашукевич Е.В., Елохин В.Р. и др. Об использовании имитационного моделирования для решения задач аграрного производства // *Материалы международной научно-практической конференции «Природа и сельскохозяйственная деятельность человека»*. Ч. 2. Иркутск: ИрГСХА, 2011. С. 179–185.

<sup>14</sup> Перова В.И. Нейронные сети. Н. Новгород: ННГУ, 2012. Ч. 1. 155 с.; Ч. 2. 111 с.; Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях. Нижний Новгород: ННГУ, 2012. Ч. 1. 130 с.; Ч. 2. 135 с.; Острицова В.А., Ткаченко В.В. Применение нейронных сетей в сельском хозяйстве как неотъемлемая часть инновационного развития отрасли // *Материалы международной научно-практической конференции «Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития»*. Ч. 1. Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2016. С. 42–48.

<sup>15</sup> Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Эйвазова Э.Н. Нейросетевое моделирование динамики инновационного развития регионов Российской Федерации // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. № 4. С. 18–28.

применяться для анализа линейных и нелинейных зависимостей. Нейросетевые технологии успешно используются в анализе финансово-экономических и общественных процессов.

Для реализации нейросетевых концепций в настоящее время имеются специализированные программные продукты MatLab, STATISTICA, Viscovey SOMine, Deductor и др.

В качестве инструмента проведения исследований нами применены самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена на базе аналитической платформы Deductor<sup>16</sup>, которые представляют собой нейронные сети, основанные на соревновательном обучении без учителя [20]. В этом случае семимерное пространство входных данных типологически отображается в пространство выходного слоя, называемое слоем топологической карты. Нейроны топологической карты чаще всего образуют двумерную решетку. В соответствии со свойством сохранения топологии близко расположенные векторы исходных данных во входном пространстве распределяются по нейронам решетки таким образом, что они будут отображаться на близко расположенные нейроны СОК. Это означает, что самоорганизующиеся карты Кохонена являются эффективным инструментом кластеризации данных большой размерности и их визуального представления [20].

Нами проведены исследования динамики развития сельского хозяйства Российской Федерации на основе показателей, взятых с сайта Федеральной службы государственной статистики, которые приведены к ценам 2014 г. с учетом инфляции:

- X1 – производство основных видов сельскохозяйственной продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, % от общего объема производства в хозяйствах всех категорий;
- X2 – рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций,

осуществляющих деятельность в растениеводстве, %;

- X3 – рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в животноводстве, %;
- X4 – производство продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий, млн руб.;
- X5 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, тыс. га;
- X6 – поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий, тыс. гол.;
- X7 – производство скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий, тыс. т.

В качестве инструмента проведения исследований взяты самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена на базе аналитической платформы Deductor [20, 21].

По итогам нейросетевого моделирования 81 регион распределился на 4 кластера (*рис. 1*).

В кластер № 1 вошли регионы с самыми высокими значениями перечисленных показателей деятельности в области сельского хозяйства. Кластеры № 2 и № 3 составили регионы с показателями, близкими к общим средним по РФ. В кластер № 4 распределились регионы с показателями ниже общих средних показателей по РФ.

Динамика распределения регионов по кластерам представлена в *табл. 1*.

С 2011 г. наблюдается переход регионов из кластера с низкими значениями показателей в кластеры с высокими значениями показателей. Переход регионов из кластера в кластер представлен в *табл. 2*.

Как видно, некоторые регионы Российской Федерации оставались в одном кластере на протяжении 2010–2014 гг. В кластерах № 1 и 2 наблюдается образование ядер с постоянным составом определенных регионов. В кластере

<sup>16</sup> Технологии анализа данных. URL: <http://www.basegroup.ru>

№ 1 ядрами являются Белгородская, Воронежская, Волгоградская, Ростовская, Оренбургская, Саратовская, Челябинская, Новосибирская, Омская области; Краснодарский, Ставропольский, Алтайский края; республики Башкортостан и Татарстан. В ядро кластера № 2 входит только Республика Алтай. При этом 26 регионов тяготеют к ядру кластера № 2. Десять регионов улучшили показатели своей деятельности в АПК, перейдя в 2014 г. из кластера № 4 в кластер № 2.

Наглядное представление о динамике средних значений показателей развития сельского хозяйства за 2010–2014 гг. в регионах Российской Федерации, распределившихся на кластеры, и соответствующих средних значений исследуемых показателей по всем субъектам Федерации дают *рис. 2–8*.

В регионах кластера № 4 до 2013 г. рентабельность проданных товаров и продукции организаций, осуществляющих деятельность в растениеводстве, слабо возрастала и была отрицательной, а после 2013 г. наблюдается резкое увеличение рентабельности. В противоположность этому в регионах кластера № 2 после 2013 г. произошел спад рентабельности с положительных до отрицательных значений (*рис. 2*).

Развитие производства основных видов сельскохозяйственной продукции крестьянских (фермерских) хозяйств за 2010–2014 гг. представлено на *рис. 3*. Как видно, наблюдается резкое увеличение производства основных видов сельскохозяйственной продукции в регионах кластера № 4 с 2013 г. и спад в регионах кластера № 3.

Эволюция во времени рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в животноводстве, отображена на *рис. 4*.

Показатель рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в животноводстве, в регионах кластера № 4 находится на уровне ниже среднего значения данного показателя по России (*рис. 4*).

Характер изменения показателя производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий представлен на *рис. 5*.

Этот показатель в регионах кластера № 1 находится на уровне выше среднероссийского, в то время как в регионах остальных кластеров он ниже общего среднего по Российской Федерации. При этом в регионах, распределившихся в кластер № 2 с 2013 г. данный показатель убывает.

Динамика посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий представлена на *рис. 6*.

Для среднего по России значения данного показателя характерна стабильная динамика распределения за 2010–2014 гг. Показатель распределения посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий по кластерам имеет наибольшее значение в регионах кластера № 1, а наименьшее – в регионах, образовавших кластер № 4. Преимущество регионов кластера № 1 по этому показателю можно объяснить их географическим положением и наличием благоприятных климатических условий.

Динамика поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий (*рис. 7*) и динамика производства скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий (*рис. 8*) аналогичны динамике посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий. При этом наблюдается небольшой рост среднего по Российской Федерации показателя производства скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий.

С каждым годом поддержание динамики развития сельского хозяйства в Российской Федерации становится все более актуальной задачей, так как необходимо точное построение прогнозов этого вида экономической деятельности, входящего в АПК и обеспечивающего продовольственную безопасность страны.

Результаты исследования свидетельствуют о различии в размерах кластеров. Регионы с

показателями развития сельского хозяйства выше средних по России вошли в кластер № 1 и составили 20% от их общего количества. Остальные регионы распределились по кластерам со значениями показателей на уровне либо ниже общих среднероссийских.

Для эффективного развития АПК России и стратегического планирования<sup>17</sup> в отрасли необходимы [22–27]:

- поддержка сельского хозяйства на государственном уровне;
- оптимизация управления аграрным производством;
- увеличение реальных, финансовых и интеллектуальных инвестиций в АПК;
- внедрение в сферу сельского хозяйства современных инновационных разработок;

- проведение сельскохозяйственного консультирования как фактора инновационного развития АПК;
- эффективное научно-техническое обеспечение сельского хозяйства;
- проведение активной политики импортозамещения в АПК России.

В настоящее время эти меры уже дают положительные результаты в развитии АПК страны. Они способствуют повышению конкурентоспособности<sup>18</sup> отрасли и обеспечению продовольственной безопасности государства.

Проведенные исследования динамики развития сельского хозяйства имеют практическую значимость и могут быть использованы для стратегического планирования развития сельскохозяйственной отрасли на последующие периоды.

<sup>17</sup> Личко К.П. Прогнозирование и планирование развития агропромышленного комплекса. М.: КолосС, 2007. 286 с.; Сосненко Л.С., Матвеев Б.А. Этапы статистического исследования и риски // *Экономический анализ: теория и практика*. 2014. № 10. С. 16–22; Фаринюк Ю.Т., Глебова А.Г. Проблема трансфера сельскохозяйственных инноваций // *Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие АПК: механизмы и приоритеты»*. М.: Научный консультант, 2015. С. 375–380.

<sup>18</sup> Любушин Н.П., Козлова Е.Е., Черкасова О.Г. Экономический анализ уровня конкурентоспособности региона с использованием показателей экономической безопасности // *Экономический анализ: теория и практика*. 2012. № 23. С. 2–13; Федотова М.А., Бобылева А.С., Иванова Л.И. и др. Ценовое регулирование в зерновом хозяйстве Российской Федерации: конкурентообразующий подход // *Региональная экономика: теория и практика*. 2017. № 2. С. 329–341.

**Таблица 1****Динамика распределения регионов РФ по кластерам за 2010–2014 гг.****Table 1****Trends in the distribution of Russian regions by cluster for 2010–2014**

Кластер	2010	2011	2012	2013	2014
№ 1	14	14	14	15	16
№ 2	39	28	40	40	18
№ 3	11	11	10	12	37
№ 4	17	28	17	14	10

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 2****Динамика вхождения регионов РФ в кластеры за 2010–2014 гг.****Table 2****Trends in the RF regions' entry into clusters for 2010–2014**

Субъект Федерации	2010	2011	2012	2013	2014
Белгородская область	1	1	1	1	1
Брянская область	2	2	2	2	3
Владимирская область	2	4	2	2	3
Воронежская область	1	1	1	1	1
Ивановская область	2	4	4	2	2
Калужская область	2	4	2	2	3
Костромская область	4	4	2	2	2
Курская область	2	2	2	2	1
Липецкая область	2	2	2	2	3
Московская область	2	2	2	2	3
Орловская область	2	2	2	2	3
Рязанская область	2	2	2	2	3
Смоленская область	2	4	4	4	3
Тамбовская область	2	2	2	2	1
Тверская область	2	2	2	2	3
Тульская область	2	2	2	2	3
Ярославская область	4	4	2	2	3
Москва	2	4	4	4	2
Республика Карелия	4	4	4	4	2
Республика Коми	4	4	2	2	2
Архангельская область	4	4	4	4	2
Вологодская область	2	4	2	2	2
Калининградская область	2	4	2	2	3
Ленинградская область	2	2	2	2	3
Мурманская область	4	4	4	4	2
Новгородская область	2	4	2	2	3
Псковская область	4	4	2	4	3
Республика Адыгея	3	3	3	3	4
Республика Калмыкия	3	3	2	3	4
Краснодарский край	1	1	1	1	1
Астраханская область	3	3	3	3	4
Волгоградская область	1	1	1	1	1
Ростовская область	1	1	1	1	1
Республика Дагестан	2	2	2	1	3
Республика Ингушетия	3	3	3	3	4
Кабардино-Балкарская Республика	3	3	3	3	4
Карачаево-Черкесская Республика	3	3	3	3	4
Республика Северная Осетия – Алания	3	3	3	3	2
Чеченская Республика	4	4	4	4	2
Ставропольский край	1	1	1	1	1

Республика Башкортостан	1	1	1	1	1
Республика Марий Эл	2	4	2	2	3
Республика Мордовия	2	2	2	2	3
Республика Татарстан	1	1	1	1	1
Удмуртская Республика	2	2	2	2	3
Чувашская Республика	2	2	2	2	3
Пермский край	2	2	2	2	3
Кировская область	2	2	2	2	3
Нижегородская область	2	2	2	2	3
Оренбургская область	1	1	1	1	1
Пензенская область	2	2	2	2	3
Самарская область	2	2	2	2	3
Саратовская область	1	1	1	1	1
Ульяновская область	2	2	2	2	3
Курганская область	2	2	2	3	3
Свердловская область	2	2	2	2	3
Тюменская область	2	2	2	2	3
Челябинская область	1	1	1	1	1
Республика Алтай	2	2	2	2	2
Республика Бурятия	2	2	2	2	3
Республика Тыва	4	4	4	4	2
Республика Хакасия	3	3	3	3	2
Алтайский край	1	1	1	1	1
Забайкальский край	4	4	4	2	3
Красноярский край	2	2	2	2	3
Иркутская область	3	3	3	3	4
Кемеровская область	3	3	3	3	4
Новосибирская область	1	1	1	1	1
Омская область	1	1	1	1	1
Томская область	2	2	2	2	3
Республика Саха (Якутия)	4	4	4	4	2
Камчатский край	2	4	4	4	4
Приморский край	2	4	2	2	3
Хабаровский край	4	4	4	4	2
Амурская область	2	2	2	2	3
Магаданская область	4	4	4	4	2
Сахалинская область	4	4	4	4	2
Еврейская автономная область	3	3	3	3	4
Чукотский автономный округ	4	4	4	4	2
Республика Крым	0	0	0	0	3
Севастополь	0	0	0	0	3

Источник: авторская разработка

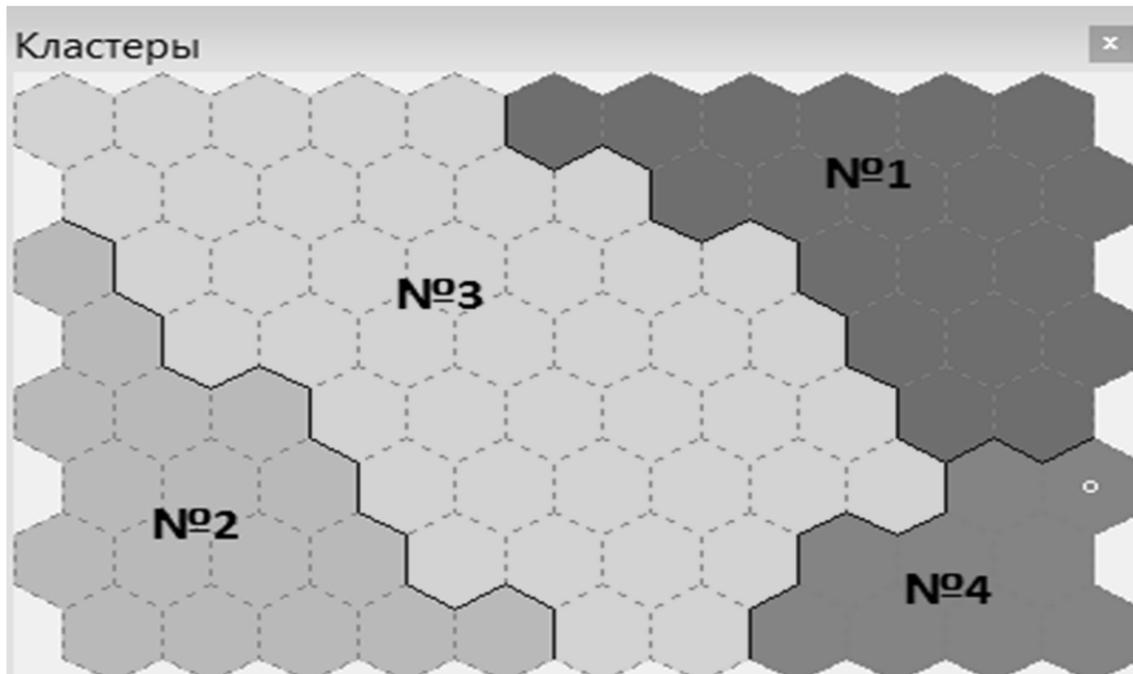
Source: Authoring

**Рисунок 1**

Самоорганизующаяся карта Кохонена за 2014 г. (компьютерное отображение)

**Figure 1**

Kohonen self-organizing map for 2014: A snapshot



Источник: авторская разработка

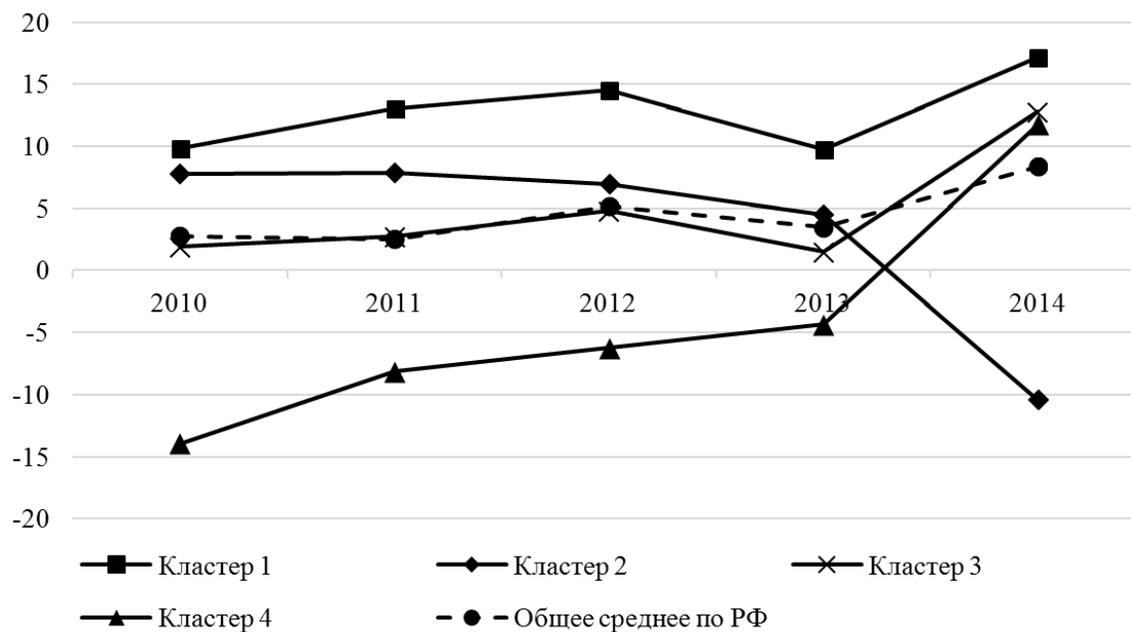
Source: Authoring

**Рисунок 2**

**Динамика рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в растениеводстве в 2010–2014 гг., %**

**Figure 2**

**Trends in profitability of sold goods, products (works, services) of organizations engaged in plant growing in 2010–2014, percentage**



Источник: авторская разработка

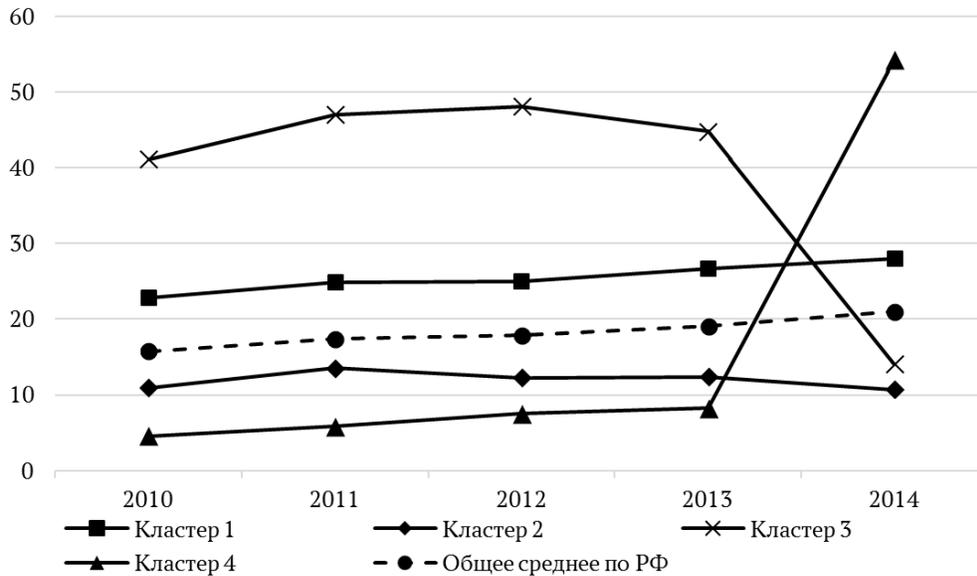
Source: Authoring

**Рисунок 3**

Производство основных видов сельскохозяйственной продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами от общего объема производства в хозяйствах всех категорий в 2010–2014 гг., %

**Figure 3**

Production of the main types of agricultural products by peasant farms in the total production by farms of all categories in 2010–2014, percentage



Источник: авторская разработка

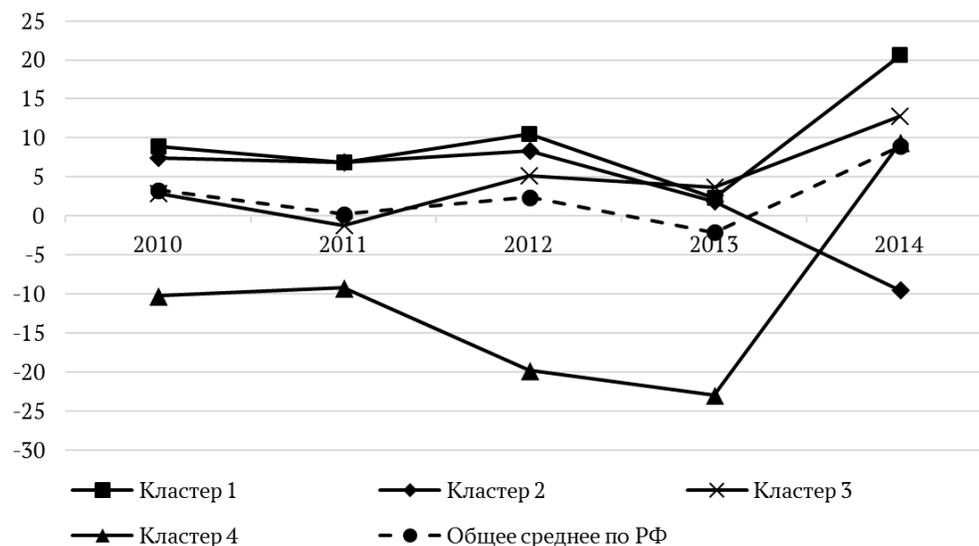
Source: Authoring

**Рисунок 4**

Динамика рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, осуществляющих деятельность в животноводстве в 2010–2014 гг., %

**Figure 4**

Trends in profitability of sold goods, products (works, services) of organizations engaged in livestock breeding in 2010–2014, percentage



Источник: авторская разработка

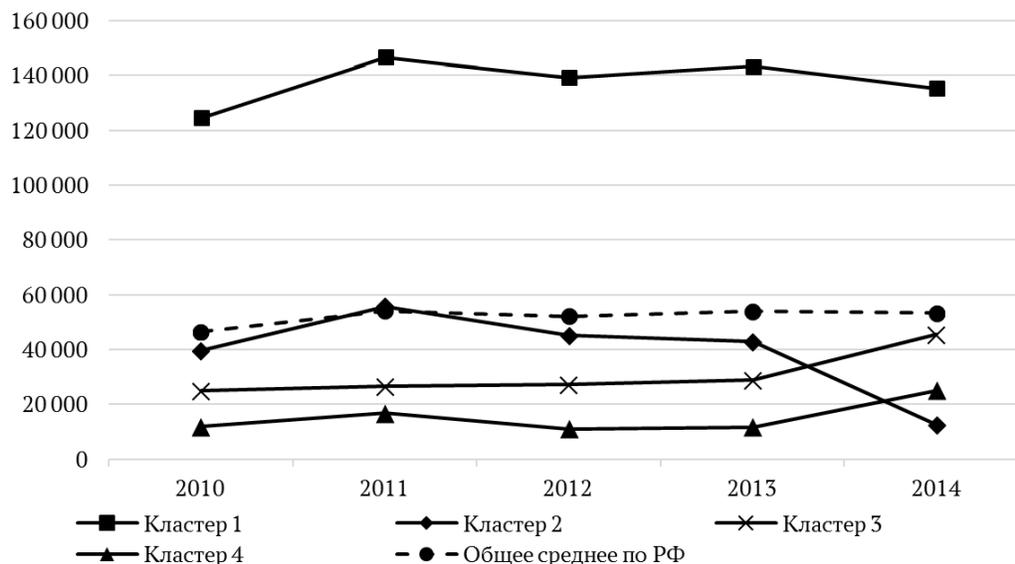
Source: Authoring

**Рисунок 5**

**Производство продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в 2010–2014 гг., млн руб.**

**Figure 5**

**Agricultural products in farms of all categories in 2010–2014, million RUB**



Источник: авторская разработка

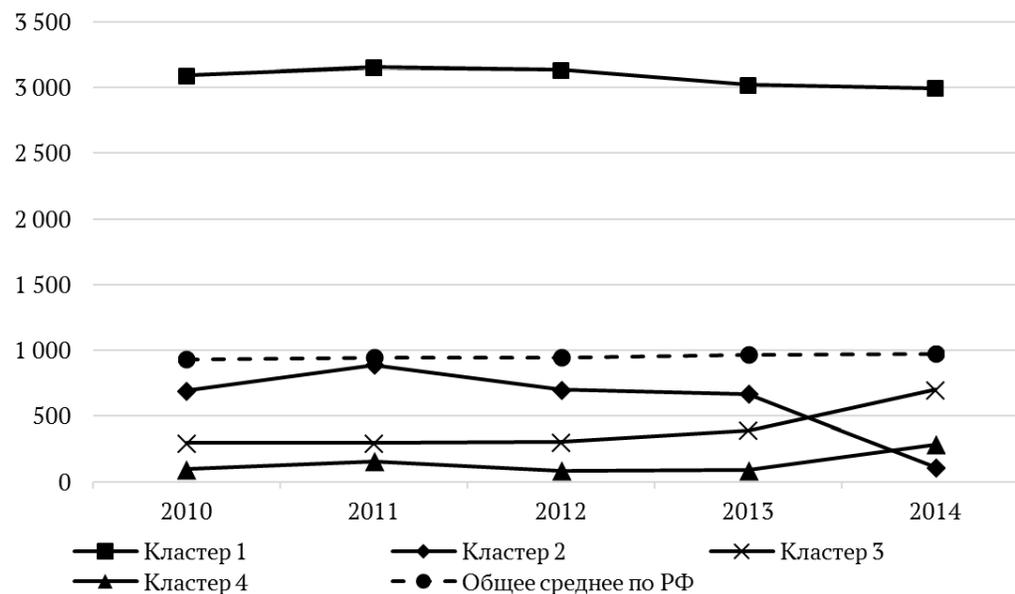
Source: Authoring

**Рисунок 6**

**Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в 2010–2014 гг., тыс. га**

**Figure 6**

**Crop acres in farms of all categories in 2010–2014, thousand hectares**



Источник: авторская разработка

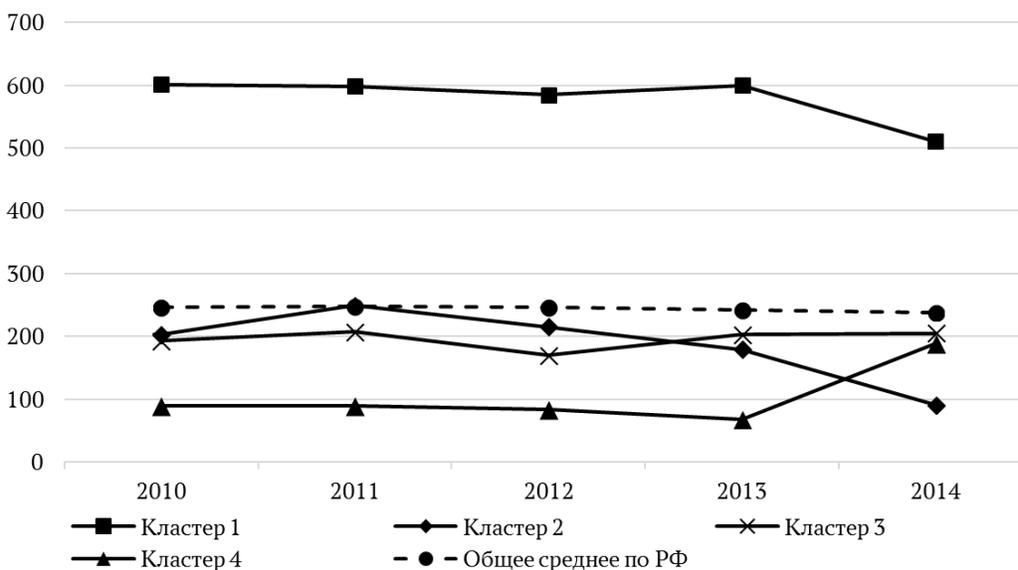
Source: Authoring

**Рисунок 7**

**Поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий в 2010–2014 гг., тыс. гол.**

**Figure 7**

**Cattle stock in farms of all categories in 2010–2014, thousand animal units**



Источник: авторская разработка

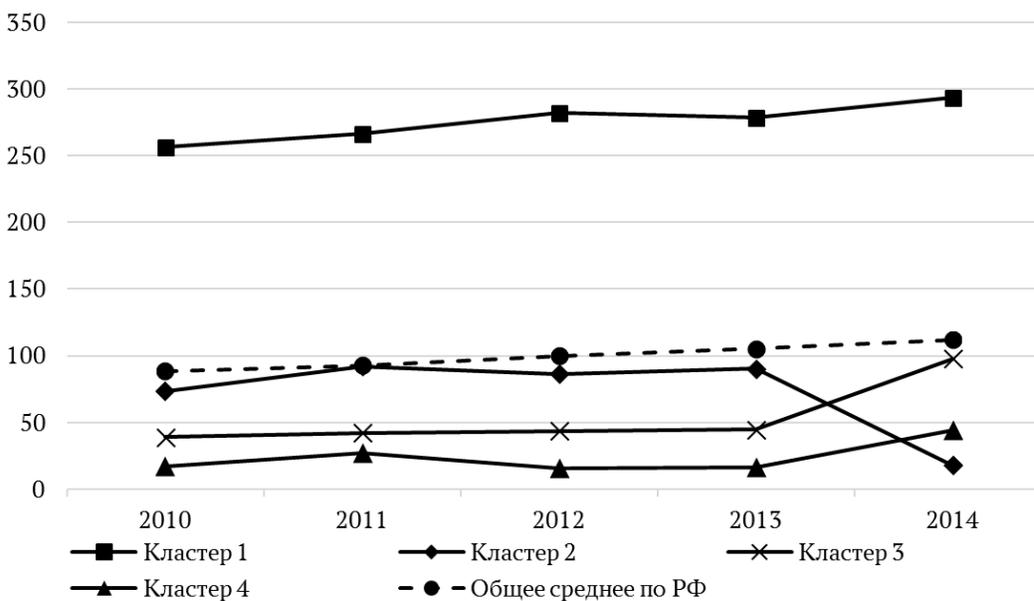
Source: Authoring

**Рисунок 8**

**Производство скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий в 2010–2014 гг., тыс. т**

**Figure 8**

**Meat-animal and poultry for slaughter production (slaughter weight) in farms of all categories in 2010–2014, thousand tonne**



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Список литературы**

1. *Винокуров Г.М., Щербакова О.А.* Государственная поддержка сельскохозяйственных производителей // *Вестник ИрГСХА*. 2009. № 34. С. 129–131.
2. *Ендовицкий Д.А., Подоприхин Н.М.* Введение в стратегический анализ инвестиционной деятельности: проблемы теории и практики. Воронеж: ВГУ, 2001. 216 с.
3. *Ендовицкий Д.А., Коменденко С.Н.* Организация анализа и контроля инновационной деятельности хозяйствующего субъекта. М.: Финансы и статистика, 2004. 272 с.
4. *Инновационное развитие региона: потенциал, институты, механизмы /* под ред. Г.Б. Клейнера, С.С. Мишурова. Иваново: ИвГУ, 2011. 198 с.
5. *Макаров В.Л.* Обзор математических моделей экономики с инновациями // *Экономика и математические методы*. 2009. Т. 45. № 1. С. 3–14.
6. *Трофимов О.В.* Формирование эффективных инновационных стратегий: проблемы и решения // *Экономические науки*. 2010. № 9. С. 71–75.
7. *Горбунова М.Л., Елизарова Н.К.* Анализ результатов функционирования региональной инновационной системы Нижегородской области // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2012. № 2. С. 42–46.
8. *Санду И.С., Рыженкова Н.Е.* Инновационное развитие сельского хозяйства до 2020 г. // *АПК: экономика, управление*. 2012. № 2. С. 9–13.
9. *Нечаев В.И., Волошенко В.С.* Развитие инновационных процессов в АПК // *Экономика сельского хозяйства России*. 2012. № 10. С. 13–26.
10. *Артемова Е.И., Бурса И.А.* Эффективность инвестиционных процессов в молочно-продуктовом подкомплексе. Краснодар: КубГАУ, 2013. 329 с.
11. *Смирнов А.А., Попова Е.В.* Инвестиции в агропромышленный комплекс // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2011. № 1. С. 65–68.
12. *Гумарова Ф.З., Царегородцев Е.И.* Региональные аспекты управления конкурентоспособностью аграрного сектора // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2015. № 1. С. 30–44.
13. *Алтухов А.И.* Инновационный путь развития сельского хозяйства как основа повышения его конкурентоспособности // *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2008. Т. 15. № 6. С. 4–6.
14. *Воронцова Ю.В.* Инновационное развитие сельскохозяйственного производства Центрально-Черноземного региона // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2013. № 6. С. 38–40.
15. *Куликова Л.В.* Продовольственная безопасность: проблемы и направления обеспечения // *Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Экономика и управление*. 2014. Вып. 1. С. 226–233.
16. *Мельников А.Б.* Проблемы продовольственной безопасности России в современных условиях // *АПК: экономика, управление*. 2012. № 10. С. 23–27.

17. Чепик Д.А., Трошин А.С., Козерод Ю.М. и др. Формирование элементов инфраструктуры инновационной системы АПК на основе механизма государственно-частного партнерства. М.: Научный консультант, 2014. 38 с.
18. Артемова Е.И., Плотникова Е.В. Совершенствование механизмов государственного регулирования агропромышленного комплекса Краснодарского края в современных условиях // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 117. С. 1–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizmov-gosudarstvennogo-regulirovaniya-agropromyshlennogo-kompleksa-krasnodarskogo-kрая-v-sovremennyh>
19. Брикач Г.Е., Галанина Е.Г., Корнюшкин Б.В. Имитационное моделирование в среде системы индикативного планирования // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2007. № 11. С. 25–26.
20. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт. М.: Альпина, 2001. 317 с.
21. Перова В.И., Ласточкина Е.И. Нейросетевое моделирование динамики инновационной деятельности в регионах Российской Федерации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2015. № 3. С. 49–58.
22. Глебова А.Г. Сельскохозяйственное консультирование как фактор инновационного развития АПК. Тверь: Тверская ГСХА, 2012. 176 с.
23. Полунин Г.А., Бондаренко Т.Г. Трансформация результатов научной деятельности в инновации // АПК: экономика, управление. 2012. № 9. С. 31–37.
24. Лысенко Е.Г. Эффективность научного обеспечения агропромышленного комплекса // Экономист. 2011. № 4. С. 10–18.
25. Gerasimov A.N., Gromov Y.I., Levchenko S.A. et al. Modeling and Forecasting of Key Indicators of Socio-Economic Development of Traditionally Agrarian Regions. *World Applied Sciences Journal*, 2013, vol. 27, iss. 10, pp. 1282–1287.
26. Кардаш В.А. Модели управления производственно-экономическими процессами в сельском хозяйстве. М.: Экономика, 1981. 184 с.
27. Алтухов А.И. Импортзамещение в агропродовольственном комплексе страны: проблемы и пути их решения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 2–6.

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем 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.

**NEURAL SIMULATION OF BEHAVIOR PATTERN OF RUSSIAN AGRICULTURE DEVELOPMENT****Valentina I. PEROVA<sup>a\*</sup>, Pavel V. KORCHEMNYI<sup>b</sup>**<sup>a</sup> National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation  
perova\_vi@mail.ru  
ORCID: not available<sup>b</sup> National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation  
mmep@iee.unn.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

**Article history:**Received 14 April 2017  
Received in revised form  
15 November 2017  
Accepted 12 December 2017  
Available online  
27 February 2018**JEL classification:** C38, C45,  
O30, Q01**Keywords:** growth dynamics,  
cluster analysis, neural  
networks, Kohonen self-  
organizing map, Deductor**Abstract****Importance** The article addresses the specifics of behavior pattern of agriculture development in the Russian Federation. An analysis of the current status of agriculture, which is classified as a priority economic sector, is important for improving the country's food security.**Objectives** The purpose of the study is to investigate changes in agriculture in the regions of the Russian Federation through neural simulation and analyze the data of the Federal State Statistics Service on the status of the sector.**Methods** We analyze indicators that describe the dynamics of agroindustrial complex in the regions of the Russian Federation for 2010–2014, using the self organizing maps based on the Deductor package.**Results** Based on trends in agricultural development indicators, we grouped Russian regions into four clusters. For 2010–2014, cluster nuclei with permanent structure of regions were formed in two clusters, i.e. a cluster with high values of indicators under consideration and a cluster with average values throughout Russia, toward which most of regions gravitate.**Conclusions** The obtained results are of practical relevance for strategic planning in agriculture. The analysis of trends in agriculture enables to conclude that a set of measures should be adopted to stimulate scientific and technological progress, effective innovation and investment, which will contribute to AIC renewal and competitiveness.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

**Please cite this article as:** Perova V.I., Korchemnyi P.V. Neural Simulation of Behavior Pattern of Russian Agriculture Development. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 2, pp. 379–396.  
<https://doi.org/10.24891/ea.17.2.379>**Acknowledgments**

The article was supported by the Publishing house FINANCE and CREDIT's Information center at the National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod.

**References**

1. Vinokurov G.M., Shcherbakova O.A. [State support to agricultural producers]. *Vestnik IrGSHA*, 2009, no. 34, pp. 129–131. (In Russ.)
2. Endovitskii D.A., Podoprikhin N.M. *Vvedenie v strategicheskii analiz investitsionnoi deyatel'nosti: problemy teorii i praktiki* [Introduction to strategic analysis of investment activity: Problems of theory and practice]. Voronezh, VSU Publ., 2001, 216 p.

3. Endovitskii D.A., Komendenko S.N. *Organizatsiya analiza i kontrolya innovatsionnoi deyatel'nosti khozyaistvuyushchego sub"ekta* [Organization of analysis and control over innovation activity of the economic entity]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2004, 272 p.
4. *Innovatsionnoe razvitie regiona: potentsial, instituty, mekhanizmy* [Innovative development of the region: Capacity, institutions, mechanisms]. Ivanovo, IvSU Publ., 2011, 198 p.
5. Makarov V.L. [A review of mathematical models of innovation-driven economy]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2009, vol. 45, no. 1, pp. 3–14. (In Russ.)
6. Trofimov O.V. [Developing the effective innovation strategies: Challenges and solutions]. *Ekonomicheskie nauki = Economic Sciences*, 2010, no. 9, pp. 71–75. (In Russ.)
7. Gorbunova M.L., Elizarova N.K. [Analysis of development of the Nizhny Novgorod region innovation system]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2012, no. 2, pp. 42–46. (In Russ.)
8. Sandu I.S., Ryzhenkova N.E. [Innovative development of agriculture up to 2020]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*, 2012, no. 2, pp. 9–13. (In Russ.)
9. Nechaev V.I., Voloshenko V.S. [Developing the innovative processes in agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2012, no. 10, pp. 13–26. (In Russ.)
10. Artemova E.I., Bursa I.A. *Effektivnost' investitsionnykh protsessov v molochno-produktovom podkomplekse* [Investment process efficiency in the dairy-grocery subcomplex]. Krasnodar, KubSAU Publ., 2013, 329 p.
11. Smirnov A.A., Popova E.V. [Investment in agro-industrial complex]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2011, no. 1, pp. 65–68. (In Russ.)
12. Gumarova F.Z., Tsaregorodtsev E.I. [Regional aspects of agrarian sector competitiveness management]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie = Modern High Technologies. Regional Application*, 2015, no. 1, pp. 39–44. (In Russ.)
13. Altukhov A.I. [Innovative way of agriculture development as a basis of its competitiveness increase]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik OrelGAU*, 2008, vol. 15, no. 6, pp. 4–6. (In Russ.)
14. Vorontsova Yu.V. [Innovative Development of Agricultural Production in the Central Black Earth Region]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii = Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, 2013, no. 6, pp. 38–40. (In Russ.)
15. Kulikova L.V. [Food security: problems and providing directions]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie = Herald of Tver State University. Series: Economics and Management*, 2014, iss. 1, pp. 226–233. (In Russ.)
16. Mel'nikov A.B. [Problems of food security of Russia in modern conditions]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*, 2012, no. 10, pp. 23–27. (In Russ.)
17. Chepik D.A., Troshin A.S., Kozerod Yu.M. et al. *Formirovanie elementov infrastruktury innovatsionnoi sistemy APK na osnove mekhanizma gosudarstvenno-chastnogo partnerstva* [Building the infrastructure elements of the AIC innovation system based on public-private partnership]. Moscow, Nauchnyi konsul'tant Publ., 2014, 38 p.

18. Artemova E.I., Plotnikova E.V. [Improving the mechanisms of State regulation of the agro-industrial complex of the Krasnodar region in modern conditions]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 117, pp. 1–13. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizmov-gosudarstvennogo-regulirovaniya-agropromyshlennogo-kompleksa-krasnodarskogo-kraya-v-sovremennyh>
19. Brikach G.E., Galanina E.G., Korniyushkin B.V. [Simulation in the system of indicative planning]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii = Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, 2007, no. 11, pp. 25–26. (In Russ.)
20. Deboeck G., Kohonen T. *Analiz finansovykh dannyykh s pomoshch'yu samoorganizuyushchikhsya kart* [Visual Explorations in Finance with Self-organizing Maps]. Moscow, Al'pina Publ., 2001, 317 p.
21. Perova V.I., Lastochkina E.I. [Neural Network Modeling of the Innovative Activity Dynamics in the Russian Federation Regions]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2015, no. 3, pp. 49–58. (In Russ.)
22. Glebova A.G. *Sel'skokhozyaistvennoe konsul'tirovanie kak faktor innovatsionnogo razvitiya APK* [Agricultural business consulting as a factor of innovative development of agroindustrial complex]. Tver, Tver SAA, 2012, 176 p.
23. Polunin G.A., Bondarenko T.G. [The transformation of research findings into innovation]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*, 2012, no. 9, pp. 31–37. (In Russ.)
24. Lysenko E.G. [The effectiveness of scientific support to agroindustrial complex]. *Ekonomist = Economist*, 2011, no. 4, pp. 10–18. (In Russ.)
25. Gerasimov A.N., Gromov Y.I., Levchenko S.A. et al. Modeling and Forecasting of Key Indicators of Socio-Economic Development of Traditionally Agrarian Regions. *World Applied Sciences Journal*, 2013, vol. 27, iss. 10, pp. 1282–1287.
26. Kardash V.A. *Modeli upravleniya proizvodstvenno-ekonomicheskimi protsessami v sel'skom khozyaistve* [Models of production and economic processes management in agriculture]. Moscow, Ekonomika Publ., 1981, 184 p.
27. Altukhov A.I. [Import substitution in the agro-food complex of the country: Problems and solutions]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*, 2015, no. 3, pp. 2–6. (In Russ.)

### Conflict-of-interest notification

We, the authors 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.