

**НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА\*****Валентина Ивановна ПЕРОВА<sup>а</sup>, Надежда Анатольевна МАМАЕВА<sup>б</sup>,  
Екатерина Сергеевна ЗАХАРЕНКО<sup>с</sup>**

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

<sup>б</sup> кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной механики, физики и высшей математики,  
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижегородская ГСХА),  
Нижний Новгород, Российская Федерация  
tarasova-na-an@rambler.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 3195-6833

<sup>с</sup> студентка магистратуры института экономики и предпринимательства,  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ),  
Нижний Новгород, Российская Федерация  
sergeevna309@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: отсутствует

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Получена 20.11.2018  
Получена в доработанном  
виде 22.01.2019  
Одобрена 07.03.2019  
Доступна онлайн 26.04.2019

**УДК** 331.108: 378.4**JEL:** C38, C45, I23, I25, O15**Аннотация**

**Предмет.** Особенности динамики развития высшего образования Российской Федерации как одного из факторов формирования человеческого капитала, имеющего стратегическое значение для социально-экономического роста страны.

**Цели.** Исследование динамики развития первой и второй ступеней высшего образования России по направлениям подготовки с помощью нейросетевого моделирования. Проведение анализа данных Минобрнауки России о состоянии высшего образования по направлениям подготовки, которые реализуются в ведущих государственных вузах Российской Федерации.

**Методология.** Исследование основано на анализе многомерных данных. Показатели, описывающие динамику развития высшего образования РФ по направлениям подготовки за 2013–2017 гг. проанализированы при помощи самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в системе STATSTICA.

**Результаты.** С помощью нейросетевого моделирования выполнен кластерный анализ по восьми показателям, характеризующим динамику деятельности государственных высших учебных заведений РФ по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры за 2013–2017 гг. Получено распределение направлений подготовки по трем кластерам. Приведены состав, характеристики каждого кластера и сделаны социально-экономические выводы.

**Выводы.** Проведенное исследование с применением нейросетевых технологий позволило определить особенности динамики развития высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры за 2013–2017 гг. Показано влияние исследуемых показателей на человеческий капитал, являющийся одним из важнейших внутренних факторов социально-экономического потенциала страны. Полученные результаты имеют практическую значимость для стратегического планирования направлений подготовки высшего образования Российской Федерации.

**Ключевые слова:**

человеческий капитал,  
высшее образование,  
кластерный анализ,  
нейронные сети,  
самоорганизующиеся карты  
Кохонена

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Перова В.И., Мамаева Н.А., Захаренко Е.С. Нейросетевое моделирование динамики развития высшего образования Российской Федерации в контексте формирования человеческого капитала // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 4. – С. 642 – 662.  
<https://doi.org/10.24891/ea.18.4.642>

В целях достижения высокого уровня благосостояния населения Российской Федерации приоритетными задачами являются повышение эффективности экономического развития, переход от экспортно-сырьевой направленности к инновационной экономике, основанной на знаниях. Это нашло отражение в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года<sup>1</sup>, в работах<sup>2</sup> [1–5] и др.

Одним из основных источников социально-экономического роста является человеческий капитал и его главная составляющая – экономика знаний. Эта тема нашла отражение в исследованиях многих отечественных и зарубежных ученых [6–21]. Человеческий капитал характеризуется совокупностью накопленных профессиональных знаний, умений и навыков в процессе обучения, которые в дальнейшем будут приносить доход в экономику страны. Один из ключевых факторов человеческого капитала – уровень образования населения страны. В связи с этим направления подготовки в высших учебных заведениях должны способствовать получению фундаментальных знаний и в то же время удовлетворять современным практическим потребностям экономического развития России, увеличивая экономический потенциал страны.

Выбор направлений подготовки в вузах имеет большое значение для формирования востребованных квалифицированных

специалистов. От конкурентоспособного кадрового состава предприятий и организаций, обеспечить который может конкурентоспособная национальная система образования, напрямую зависит конкурентоспособная экономика. Эта тема исследована в работах [22–25].

Среди ключевых механизмов влияния высшего образования на экономический рост следует отметить: рост человеческого капитала, повышение инновационного потенциала экономики, распространение и передачу знаний.

Многоуровневая система образования, принятая в Российской Федерации<sup>3</sup>, в современных экономических условиях должна обеспечить выпуск специалистов с высшим образованием, имеющих высокий уровень знаний и умений.

Для реализации майского Указа Президента Российской Федерации<sup>4</sup>, направления подготовки обучающихся в высших учебных заведениях должны отражать тенденции современного развития России, быть практикоориентированными и опережать мировые тенденции востребованности специалистов в определенных сферах деятельности для осуществления прорывного научно-технологического и социально-экономического развития страны.

Нами проанализирована динамика развития высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры. Базой для проведения исследований являлись показатели по естественным, техническим, общественным и гуманитарным наукам, размещенные на официальном сайте Министерства науки и высшего образования РФ: количество поданных заявлений на

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

<sup>1</sup> Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 № 1662-р.

<sup>2</sup> Набиуллина Э.С. О долгосрочных прогнозах экономического развития // XIII Международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2012 г.). Книга 1 / отв. ред. Е.Г. Ясин. М.: НИУ ВШЭ, 2012. 581 с.

<sup>3</sup> Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

<sup>4</sup> О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204.

обучение в высших государственных образовательных организациях; прием на обучение; численность студентов, обучающихся в высших государственных образовательных организациях на всех курсах; количество бюджетных мест; выпуск студентов; прием на обучение иностранных студентов; выпуск иностранных студентов; количество выпускников вузов, получивших направление на работу.

Выбор этих направлений подготовки для проведения исследования обусловлен тем, что данные направления реализуются в ведущих государственных вузах Российской Федерации.

Для проведения анализа были применены перспективные технологии нейросетевого моделирования, описанные в работах<sup>5</sup> [26–28]. Методы нейросетевого моделирования, рассмотренные в работах К.С. Зайцева, В.А. Дюка, А.П. Самойленко<sup>6</sup>, относятся к технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining) и являются эффективным средством анализа многомерных статистических данных. В настоящее время имеются специализированные программные продукты, в которых реализованы нейросетевые концепции. В данном случае для проведения исследований использованы самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена с применением системы STATSTICA. Это особый вид нейронных сетей, который рассчитан на обучение без учителя, то есть на неуправляемое обучение. Алгоритм функционирования СОК представляет собой вариант кластеризации данных, при котором многомерные векторы с сохранением топологического подобия проецируются в двумерное пространство<sup>7</sup> [29].

Нами проведено нейросетевое моделирование динамики деятельности государственных

высших учебных заведений РФ по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры за 2013–2017 гг. по следующим показателям:

- количество поданных заявлений на обучение в высших государственных образовательных организациях X1, ед.;
- прием на обучение X2, чел.;
- численность студентов, обучающихся в высших государственных образовательных организациях на всех курсах X3, чел.;
- количество бюджетных мест X4, ед.;
- выпуск студентов X5, чел.;
- прием на обучение иностранных студентов X6, чел.;
- выпуск иностранных студентов X7, чел.;
- количество выпускников вузов, получивших направление на работу X8, чел.

В результате нейросетевого моделирования получена динамика распределения исходных данных – 50 направлений подготовки бакалавриата и 50 направлений подготовки магистратуры – по трем кластерам за 2013–2017 гг. (табл.1, 2).

Размерность кластера A на протяжении рассматриваемого периода практически не меняется. Численность направлений подготовки, вошедших в кластеры B и C существенно варьируется в магистратуре. Максимальное количество направлений подготовки, вошедших в кластер C (кластер с самыми низкими показателями), зафиксировано в бакалавриате в 2013 и 2015 гг., в магистратуре – в 2014 г.

Подробное распределение направлений подготовки по кластерам для бакалавриата и магистратуры представлено в табл. 3, 4.

Большая часть направлений подготовки на протяжении всего исследуемого периода относились к одному и тому же кластеру. Данные направления подготовки сформировали ядра кластеров. Неизменный состав ядра кластера A отмечен как для

<sup>5</sup> Перова В.И. Нейронные сети / в 2 ч. Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2012; Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях / в 2 ч. Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2012.

<sup>6</sup> Зайцев К.С. Применение методов DataMining для поддержки процессов управления ИТ-услугами. М.: МИФИ, 2009. 96 с.; Дюк В.А., Самойленко А.П. DataMining: учебный курс. СПб.: Питер, 2001. 370 с.

<sup>7</sup> Там же.

бакалавриата, так и для магистратуры. Ядро кластера *A* сформировали следующие направления подготовки: экономика, менеджмент, юриспруденция, строительство. Направления подготовки, вошедшие в состав ядра кластера *B* для бакалавриата: прикладная математика и информатика, информационные системы и технологии, прикладная информатика, химическая технология, психология, журналистика, филология, физическая культура, лингвистика.

В магистратуре ядро кластера *B* определили девять направлений подготовки: прикладная математика и информатика, экология и природопользование, биология, электроника и нанoeлектроника, химическая технология, психология, государственное и муниципальное управление, политология, лингвистика.

Самым многочисленным является ядро кластера *C*: 23 направления подготовки бакалавриата, 13 направлений подготовки магистратуры.

Статистики средних значений показателей развития двух ступеней высшего образования за рассматриваемый период по кластерам и общих средних значений показателей по Российской Федерации представлены в табл. 5, 6.

Как видно, максимальные значения всех показателей направлений подготовки бакалавриата и магистратуры выявлены в кластере *A*. На протяжении исследуемого периода значения показателей в кластерах *B* и *C* находились ниже средних значений показателей по РФ.

К числу наиболее значимых показателей развития высшего образования относится численность бюджетных мест. На основании анализа данных, представленных в табл. 5, 6, можно сделать выводы о динамике бюджетных мест для первой и второй ступеней высшего образования. Среднее количество бюджетных мест по РФ за 2013–2017 гг. по направлениям подготовки бакалавриата находилось практически на одном уровне. Его максимальное значение

зафиксировано в 2016 г. Средняя численность бюджетных мест по направлениям подготовки магистратуры сократилась к 2014 г., а затем существенно возросла (более чем в 2,5 раза) в 2017 г. по сравнению с 2013 г.

Наглядное представление о динамике средних значений некоторых показателей развития высшего образования по кластерам за 2013–2017 гг. и соответствующих общих средних по РФ показателей дают графики (рис. 1–4).

На рис. 1, 2 прослеживается убывающая динамика приема на обучение в бакалавриат и положительная динамика приема на обучение в магистратуру. Наиболее явно это заметно для направлений подготовки, вошедших в кластер *A*. Отметим, что на протяжении исследуемого периода прием на обучение в бакалавриате по таким направлениям подготовки, как экономика, менеджмент, юриспруденция, строительство существенно сокращался, в то время как популярность данных направлений подготовки в магистратуре, наоборот, значительно возросла к 2017 г.

Численность студентов, завершивших обучение на первой и второй ступенях высшего образования, значимо увеличилась к концу исследуемого периода (рис. 3, 4). Наибольшая численность выпуска бакалавров зафиксирована в 2016 г., а магистров – в 2017 г. При этом лидируют направления подготовки бакалавриата и магистратуры, распределившиеся в кластер *A*.

Представляет интерес доля студентов, завершивших первую ступень высшего образования и продолживших обучение на второй ступени. Как следует из анализа данных, представленных на рис. 2, 3 и в табл. 5, 6, среднее значение выпуска бакалавров в Российской Федерации по рассматриваемым направлениям подготовки в 2017 г. составило 20 264 чел., а приема на обучение в магистратуру – 6 763 чел., то есть около 33,4% обучающихся. В частности, отношение численности завершивших обучение на первой ступени высшего образования и продолживших обучение на второй ступени составило по направлениям подготовки

в кластере *A* 31,6%, в кластере *B* – 45,3%, в кластере *C* – 50,3%.

Востребованность высококвалифицированных специалистов с высшим образованием российскими предприятиями характеризуется показателем количества выпускников вузов, получивших направление на работу *X8*. Выявлена положительная динамика данного показателя с 2013 по 2017 г. – увеличение в 4,2 и в 2,2 раза предложений по трудоустройству выпускников бакалавриата и магистратуры соответственно.

Следует отметить увеличение приема на обучение с 2013 по 2017 г. иностранных студентов по рассматриваемым направлениям подготовки бакалавриата на 13% и магистратуры – на 100%.

По итогам проведенного исследования можно сделать ряд выводов.

Переход Российской Федерации к инновационной траектории социально-экономического развития, которая позволяет достигнуть высокого уровня конкурентоспособности и повышения благосостояния населения страны, делает актуальным исследование образовательного потенциала граждан. Источником экономического и интеллектуального развития страны в целом и ее регионов является высшее образование.

Нами исследована динамика развития высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры, являющегося одной из основ в формировании человеческого капитала. Это важно при выработке подходов к оценке и управлению человеческим капиталом, представленным образованием.

Следует отметить, что в экономической литературе не имеется единого понимания сути термина «человеческий капитал» и его структуры. Основные подходы к определению человеческого капитала приведены в трудах отечественных и зарубежных ученых<sup>8</sup> [30–34].

В настоящее время теория человеческого капитала является предметом

междисциплинарного изучения, поэтому исходя из особенностей различных дисциплин, возникает большое количество определений понятия человеческого капитала. Неоднозначность понятия приводит к разнообразию подходов для его измерения и оценки. Проблема измерения имеет множество решений, ни одно из которых не может претендовать на статус комплексного и системного<sup>9</sup> [35].

В международной статистике с начала 1990-х гг. широко используется индикаторный подход, главным преимуществом которого является доступность необходимых для него данных. В рамках этого подхода применяется интегральный показатель – «индекс развития человеческого потенциала» (до 2013 г.), или «индекс человеческого развития» (ИЧР), суть которого заключается в исследовании общественного развития с экономической точки зрения и с учетом достижений страны в области здравоохранения и образования<sup>10</sup>.

В данном случае высшее образование рассматривается через призму ИЧР как один из элементов, который отвечает за развитие и качество человеческого капитала.

Проведенное исследование выявило следующие особенности динамики развития системы высшего образования за 2013–2017 гг.:

- количество бюджетных мест по направлениям подготовки бакалавриата, входящим в кластер *A*, превышает в 3,37–4,59 раза и в 9,45–17,4 раза количество бюджетных мест по направлениям подготовки, вошедшим в кластеры *B* и *C* соответственно. Вместе с тем количество направлений подготовки, распределившихся в кластер *A*, меньше в 3–5 раз и в 6–7 раз по сравнению с количеством направлений подготовки в кластерах *B* и *C*;

<sup>9</sup> Грачев С.А., Гундорова М.А., Мошнов В.А. Инвестиции в человеческий капитал. Владимир: ВлГУ, 2016. 114 с.

<sup>10</sup> Перова В.И., Гончарова Д.Г. Динамика индекса человеческого развития населения регионов Российской Федерации // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции. Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014. С. 453–455.

<sup>8</sup> Дятлов С.А. Основы теории человеческого капитала. СПб.: СПбУЭФ, 1994. 160 с.

- количество бюджетных мест по направлениям подготовки магистратуры, входящим в кластер А, превышает в 2,8–5,13 раза и в 6,14–9,2 раза количество бюджетных мест по направлениям подготовки, вошедшим в кластеры В и С соответственно. При этом количество направлений подготовки, распределившихся в кластер А, меньше в 2–7 раз и в 2–8 раз по сравнению с количеством направлений подготовки в кластерах В и С;
- количество бюджетных мест по направлениям подготовки, входящим в кластер А, превышает в бакалавриате в 2,15–2,35 раза и в магистратуре – в 2,01–2,29 раза их средние по РФ значения;
- выпуск студентов бакалавриата и магистратуры увеличился в 9,42 раза и в 2,71 раза соответственно;
- наибольшая численность студентов, завершивших обучение на первой ступени высшего образования и продолживших обучение на второй ступени, наблюдается для направлений подготовки, составивших кластер С.

Результаты нейросетевого моделирования динамики деятельности высшего образования показали, что имеет место рост индекса образования, следовательно, и человеческого капитала, который является основой устойчивого экономического роста России.

Отметим, что непрямым показателем увеличения человеческого капитала в системе высшего образования РФ является оценка эффективности вузов, которая включает в том числе показатели качества подготовки обучающихся и научно-исследовательской деятельности. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации отмечает, что нарастание вклада вузов в

кадровый потенциал научной сферы находит отражение и в реализуемых образовательных программах. В системе подготовки кадров по образовательным программам магистратуры на научно-исследовательскую деятельность приходится от 45 до 50% нагрузки<sup>11</sup>.

В Российской Федерации уделяется серьезное внимание формированию человеческого капитала. Так, согласно Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, основная цель научно-технологического развития России – обеспечение независимости и конкурентоспособности страны за счет создания эффективных механизмов наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации<sup>12</sup>.

Научно-технологическое преобразование экономики страны поддерживается и организационной реформой, в результате которой система высшего образования и сфера науки вошли в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Это должно способствовать процессу консолидации науки и высшего образования для накопления человеческого капитала.

Развитие высшего образования является важной задачей для российской экономики, вектором направленности которой является опережение мировых тенденций востребованности специалистов с высшим образованием в различных сферах деятельности в целях реализации прорывного научно-технологического и социально-экономического развития страны. Для этого необходимо уделить особое внимание приоритетным направлениям подготовки высококвалифицированных специалистов с высшим образованием с учетом современных стандартов, направленных на увеличение человеческого капитала.

<sup>11</sup> Российское образование в контексте индекса человеческого капитала.

URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/20277.pdf>

<sup>12</sup> О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642.

**Таблица 1****Количество направлений подготовки бакалавриата в кластерах за 2013–2017 гг.****Table 1****Number of Bachelor's degree programs in clusters for 2013–2017**

| Кластер | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|
| A       | 4    | 4    | 5    | 4    | 4    |
| B       | 15   | 19   | 14   | 19   | 17   |
| C       | 31   | 27   | 31   | 27   | 29   |

*Источник:* авторская разработка по данным Минобрнауки России*Source:* Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data**Таблица 2****Количество направлений подготовки магистратуры в кластерах за 2013–2017 гг.****Table 2****Number of Master's degree programs in clusters for 2013–2017**

| Кластер | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|
| A       | 6    | 5    | 4    | 4    | 4    |
| B       | 30   | 12   | 29   | 14   | 16   |
| C       | 14   | 33   | 17   | 32   | 30   |

*Источник:* авторская разработка по данным Минобрнауки России*Source:* Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data

**Таблица 3****Динамика распределения направлений подготовки в бакалавриате по кластерам за 2013–2017 гг.****Table 3****Trends in the distribution of Bachelor's degree programs in clusters for 2013–2017**

| Направление подготовки                                          | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Математика                                                      | C    | C    | C    | C    | C    |
| Прикладная математика и информатика                             | B    | B    | B    | B    | B    |
| Механика и математическое моделирование                         | C    | C    | C    | C    | C    |
| Прикладная математика                                           | C    | C    | C    | C    | C    |
| Математика и компьютерные науки                                 | C    | C    | C    | C    | C    |
| Фундаментальная информатика и информационные технологии         | C    | C    | C    | C    | C    |
| Физика                                                          | C    | C    | C    | C    | C    |
| Радиофизика                                                     | C    | C    | C    | C    | C    |
| Химия                                                           | C    | C    | C    | C    | C    |
| Экология и природопользование                                   | B    | B    | C    | B    | C    |
| Биология                                                        | B    | B    | B    | B    | C    |
| Информационные системы и технологии                             | B    | B    | B    | B    | B    |
| Прикладная информатика                                          | B    | B    | B    | B    | B    |
| Программная инженерия                                           | C    | C    | C    | B    | B    |
| Электроника и нанoeлектроника                                   | C    | C    | C    | C    | C    |
| Химическая технология                                           | B    | B    | B    | B    | B    |
| Нанотехнологии и микросистемная техника                         | C    | C    | C    | C    | C    |
| Психология                                                      | B    | B    | B    | B    | B    |
| Экономика                                                       | A    | A    | A    | A    | A    |
| Менеджмент                                                      | A    | A    | A    | A    | A    |
| Управление персоналом                                           | C    | C    | C    | B    | B    |
| Государственное и муниципальное управление                      | B    | B    | A    | B    | B    |
| Бизнес-информатика                                              | C    | B    | C    | C    | C    |
| Торговое дело                                                   | C    | C    | C    | C    | C    |
| Социология                                                      | B    | B    | C    | C    | C    |
| Социальная работа                                               | B    | B    | B    | B    | C    |
| Юриспруденция                                                   | A    | A    | A    | A    | A    |
| Зарубежное регионоведение                                       | C    | C    | C    | C    | C    |
| Политология                                                     | C    | B    | C    | C    | C    |
| Международные отношения                                         | B    | C    | B    | B    | B    |
| Реклама и связи с общественностью                               | C    | C    | B    | B    | B    |
| Журналистика                                                    | B    | B    | B    | B    | B    |
| Издательское дело                                               | C    | C    | C    | C    | C    |
| Туризм                                                          | C    | B    | B    | B    | B    |
| Гостиничное дело                                                | C    | C    | C    | C    | C    |
| Филология                                                       | B    | B    | B    | B    | B    |
| История                                                         | C    | B    | C    | C    | B    |
| Документоведение и архивоведение                                | C    | C    | C    | C    | C    |
| Философия                                                       | C    | C    | C    | C    | C    |
| Физическая культура                                             | B    | B    | B    | B    | B    |
| Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья | C    | C    | C    | C    | C    |
| Архитектура                                                     | C    | B    | C    | B    | B    |
| Химия, физика и механика материалов                             | C    | C    | C    | C    | C    |
| Строительство                                                   | A    | A    | A    | A    | A    |
| История искусств                                                | C    | C    | C    | C    | C    |
| Лингвистика                                                     | B    | B    | B    | B    | B    |
| Конфликтология                                                  | C    | C    | C    | C    | C    |
| Инноватика                                                      | C    | C    | C    | C    | C    |
| Информационная безопасность                                     | C    | C    | C    | C    | C    |
| Культурология                                                   | C    | C    | C    | C    | C    |

*Источник:* авторская разработка по данным Минобрнауки России*Source:* Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data

**Таблица 4****Динамика распределения направлений подготовки в магистратуре по кластерам за 2013–2017 гг.****Table 4****Trends in the distribution of Master's degree programs in clusters for 2013–2017**

| Направление подготовки                                          | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Математика                                                      | C    | C    | C    | C    | C    |
| Прикладная математика и информатика                             | B    | B    | B    | B    | B    |
| Механика и математическое моделирование                         | B    | C    | B    | C    | C    |
| Прикладная математика                                           | B    | C    | B    | C    | C    |
| Математика и компьютерные науки                                 | C    | C    | C    | C    | C    |
| Фундаментальная информатика и информационные технологии         | C    | C    | C    | C    | C    |
| Физика                                                          | B    | B    | B    | C    | C    |
| Радиофизика                                                     | B    | C    | B    | C    | C    |
| Химия                                                           | B    | C    | B    | C    | C    |
| Экология и природопользование                                   | B    | B    | B    | B    | B    |
| Биология                                                        | B    | B    | B    | B    | B    |
| Информационные системы и технологии                             | B    | C    | B    | B    | B    |
| Прикладная информатика                                          | C    | C    | B    | C    | B    |
| Программная инженерия                                           | C    | C    | C    | C    | C    |
| Электроника и нанoeлектроника                                   | B    | B    | B    | B    | B    |
| Химическая технология                                           | B    | B    | B    | B    | B    |
| Нанотехнологии и микросистемная техника                         | B    | C    | B    | C    | C    |
| Психология                                                      | B    | B    | B    | B    | B    |
| Экономика                                                       | A    | A    | A    | A    | A    |
| Менеджмент                                                      | A    | A    | A    | A    | A    |
| Управление персоналом                                           | C    | C    | C    | C    | C    |
| Государственное и муниципальное управление                      | B    | B    | B    | B    | B    |
| Бизнес-информатика                                              | C    | C    | C    | C    | C    |
| Торговое дело                                                   | C    | C    | C    | C    | C    |
| Социология                                                      | B    | C    | C    | C    | C    |
| Социальная работа                                               | C    | C    | C    | C    | C    |
| Юриспруденция                                                   | A    | A    | A    | A    | A    |
| Зарубежное регионоведение                                       | B    | C    | C    | B    | B    |
| Политология                                                     | B    | B    | B    | B    | B    |
| Международные отношения                                         | A    | B    | B    | B    | B    |
| Реклама и связи с общественностью                               | B    | C    | C    | C    | C    |
| Журналистика                                                    | B    | B    | B    | B    | C    |
| Издательское дело                                               | B    | C    | B    | C    | C    |
| Туризм                                                          | C    | C    | C    | C    | C    |
| Гостиничное дело                                                | B    | C    | B    | C    | C    |
| Филология                                                       | A    | A    | B    | B    | B    |
| История                                                         | B    | C    | B    | C    | B    |
| Документоведение и архивоведение                                | B    | C    | B    | C    | C    |
| Философия                                                       | C    | C    | C    | C    | C    |
| Физическая культура                                             | B    | C    | B    | C    | B    |
| Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья | B    | C    | B    | C    | C    |
| Архитектура                                                     | C    | C    | C    | C    | C    |

|                                     |          |          |          |          |          |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Химия, физика и механика материалов | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |
| Строительство                       | <i>A</i> | <i>A</i> | <i>A</i> | <i>A</i> | <i>A</i> |
| История искусств                    | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |
| Лингвистика                         | <i>B</i> | <i>B</i> | <i>B</i> | <i>B</i> | <i>B</i> |
| Конфликтология                      | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |
| Инноватика                          | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |
| Информационная безопасность         | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |
| Культурология                       | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> | <i>C</i> |

*Источник:* авторская разработка по данным Минобрнауки России

*Source:* Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data

**Таблица 5**

**Статистика средних значений показателей развития первой ступени высшего образования (бакалавриата) за 2013–2017 гг.**

**Table 5**

**Statistics of average values of indicators of the first stage of higher education development (Bachelor's degree programs) for 2013–2017**

| Кластер              | X1, ед.        | X2, чел.      | X3, чел.      | X4, ед.       | X5, чел.      | X6, чел.   | X7, чел.  | X8, чел.     |
|----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----------|--------------|
| <b>2013</b>          |                |               |               |               |               |            |           |              |
| A                    | 294 820        | 73 246        | 214 373       | 43 250        | 6 229         | 294        | 74        | 629          |
| B                    | 43 650         | 7 845         | 21 428        | 10 089        | 744           | 70         | 20        | 115          |
| C                    | 17 727         | 2 539         | 6 924         | 3 137         | 191           | 17         | 3         | 18           |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>118 732</b> | <b>27 877</b> | <b>80 909</b> | <b>18 825</b> | <b>2 388</b>  | <b>127</b> | <b>32</b> | <b>254</b>   |
| <b>2014</b>          |                |               |               |               |               |            |           |              |
| A                    | 267 304        | 62 733        | 187 532       | 38 245        | 10 013        | 501        | 53        | 615          |
| B                    | 36 954         | 6 927         | 17 905        | 8 330         | 907           | 96         | 14        | 147          |
| C                    | 14 981         | 2 187         | 4 904         | 2 198         | 210           | 31         | 2         | 19           |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>106 413</b> | <b>23 949</b> | <b>70 113</b> | <b>16 258</b> | <b>3 710</b>  | <b>209</b> | <b>23</b> | <b>260</b>   |
| <b>2015</b>          |                |               |               |               |               |            |           |              |
| A                    | 192 422        | 47 549        | 213 492       | 42 321        | 40 569        | 335        | 211       | 2 496        |
| B                    | 32 789         | 6 339         | 24 706        | 12 542        | 4 174         | 103        | 45        | 640          |
| C                    | 14 579         | 2 210         | 8 428         | 4 076         | 1 298         | 28         | 9         | 164          |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>79 930</b>  | <b>18 699</b> | <b>82 209</b> | <b>19 646</b> | <b>15 347</b> | <b>155</b> | <b>88</b> | <b>1 100</b> |
| <b>2016</b>          |                |               |               |               |               |            |           |              |
| A                    | 196 067        | 46 719        | 21 6621       | 50 591        | 60 273        | 254        | 249       | 2 823        |
| B                    | 38 291         | 6 759         | 26 773        | 12 985        | 5 826         | 75         | 39        | 585          |
| C                    | 13 563         | 1 747         | 6 523         | 4 075         | 1 411         | 17         | 10        | 147          |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>82 640</b>  | <b>18 409</b> | <b>83 306</b> | <b>22 550</b> | <b>22 503</b> | <b>115</b> | <b>99</b> | <b>1 185</b> |
| <b>2017</b>          |                |               |               |               |               |            |           |              |
| A                    | 191 600        | 43 470        | 193 392       | 45 908        | 53 411        | 307        | 218       | 2 474        |
| B                    | 42 636         | 7 126         | 28 455        | 12 207        | 5 775         | 98         | 36        | 537          |
| C                    | 14 324         | 1 934         | 7 237         | 4 858         | 1 606         | 18         | 9         | 202          |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>82 853</b>  | <b>17 510</b> | <b>76 362</b> | <b>20 991</b> | <b>20 264</b> | <b>141</b> | <b>87</b> | <b>1 071</b> |

Источник: авторская разработка по данным Минобрнауки России

Source: Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data

**Таблица 6**

**Статистика средних значений показателей развития второй ступени высшего образования (магистратуры) за 2013–2017 гг.**

**Table 6**

**Statistics of average values of indicators of the second stage of higher education development (Master's degree programs) for 2013–2017**

| Кластер              | X1, ед.       | X2, чел.     | X3, чел.      | X4, ед.      | X5, чел.     | X6, чел.   | X7, чел.  | X8, чел.   |
|----------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|------------|-----------|------------|
| <b>2013</b>          |               |              |               |              |              |            |           |            |
| A                    | 10 563        | 4 790        | 9 494         | 4 148        | 2 492        | 117        | 96        | 646        |
| B                    | 1 313         | 674          | 1 272         | 916          | 349          | 11         | 9         | 124        |
| C                    | 910           | 492          | 861           | 676          | 242          | 4          | 4         | 93         |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>4 262</b>  | <b>1 985</b> | <b>3 876</b>  | <b>1 913</b> | <b>1 028</b> | <b>44</b>  | <b>36</b> | <b>288</b> |
| <b>2014</b>          |               |              |               |              |              |            |           |            |
| A                    | 14 884        | 6 965        | 6 792         | 2 517        | 3 850        | 151        | 70        | 760        |
| B                    | 2 900         | 1 376        | 1 399         | 899          | 797          | 46         | 21        | 252        |
| C                    | 916           | 464          | 458           | 348          | 235          | 10         | 2         | 90         |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>6 233</b>  | <b>2 935</b> | <b>2 883</b>  | <b>1 255</b> | <b>1 627</b> | <b>69</b>  | <b>31</b> | <b>367</b> |
| <b>2015</b>          |               |              |               |              |              |            |           |            |
| A                    | 43 993        | 15 541       | 24 280        | 7 736        | 5 229        | 252        | 94        | 669        |
| B                    | 3 540         | 1 418        | 2 332         | 1 509        | 547          | 42         | 19        | 170        |
| C                    | 2 342         | 866          | 1 333         | 892          | 311          | 21         | 4         | 90         |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>16 625</b> | <b>5 942</b> | <b>9 315</b>  | <b>3 379</b> | <b>2 029</b> | <b>105</b> | <b>39</b> | <b>309</b> |
| <b>2016</b>          |               |              |               |              |              |            |           |            |
| A                    | 54 905        | 17 330       | 33 926        | 10 105       | 5 627        | 144        | 128       | 735        |
| B                    | 7 510         | 2 484        | 4 733         | 3 029        | 978          | 63         | 46        | 268        |
| C                    | 2 469         | 877          | 1 661         | 1 183        | 317          | 11         | 8         | 99         |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>21 628</b> | <b>6 897</b> | <b>13 440</b> | <b>4 772</b> | <b>2 308</b> | <b>73</b>  | <b>61</b> | <b>367</b> |
| <b>2017</b>          |               |              |               |              |              |            |           |            |
| A                    | 56 208        | 16 868       | 38 203        | 10 814       | 6 334        | 184        | 220       | 1 320      |
| B                    | 7 691         | 2 614        | 5 858         | 3 732        | 1 550        | 68         | 53        | 429        |
| C                    | 2 347         | 808          | 1 627         | 1 175        | 459          | 12         | 14        | 122        |
| <b>Среднее по РФ</b> | <b>22 082</b> | <b>6 763</b> | <b>15 229</b> | <b>5 240</b> | <b>2 781</b> | <b>88</b>  | <b>96</b> | <b>624</b> |

Источник: авторская разработка по данным Минобрнауки России

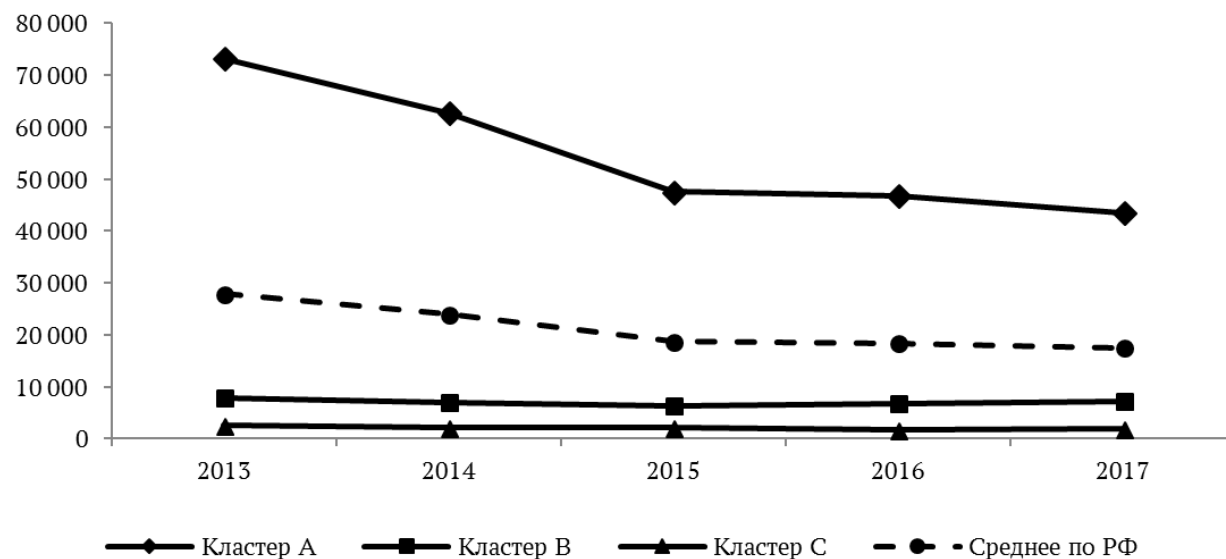
Source: Authoring, based on the Ministry of Education and Science of the Russian Federation data

**Рисунок 1**

Динамика приема на обучение (бакалавриат) за 2013–2017 гг.

**Figure 1**

Trends in admission (Bachelor's programs) for 2013–2017



Источник: авторская разработка

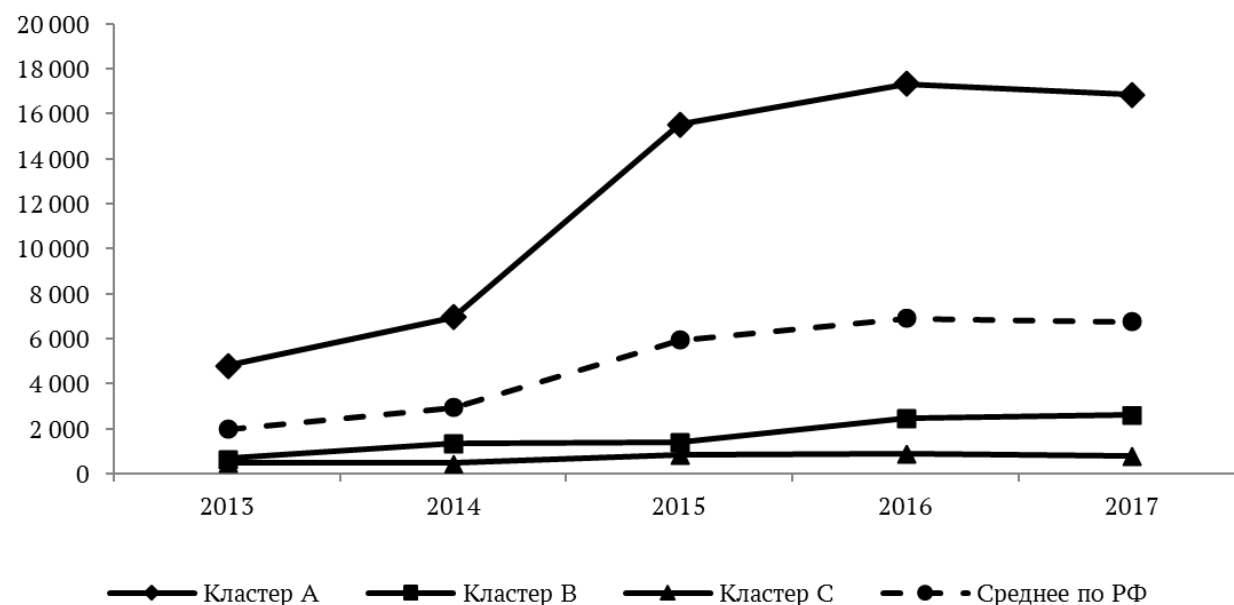
Source: Authoring

**Рисунок 2**

Динамика приема на обучение (магистратура) за 2013–2017 гг.

**Figure 2**

Trends in admission (Master's programs) for 2013–2017



Источник: авторская разработка

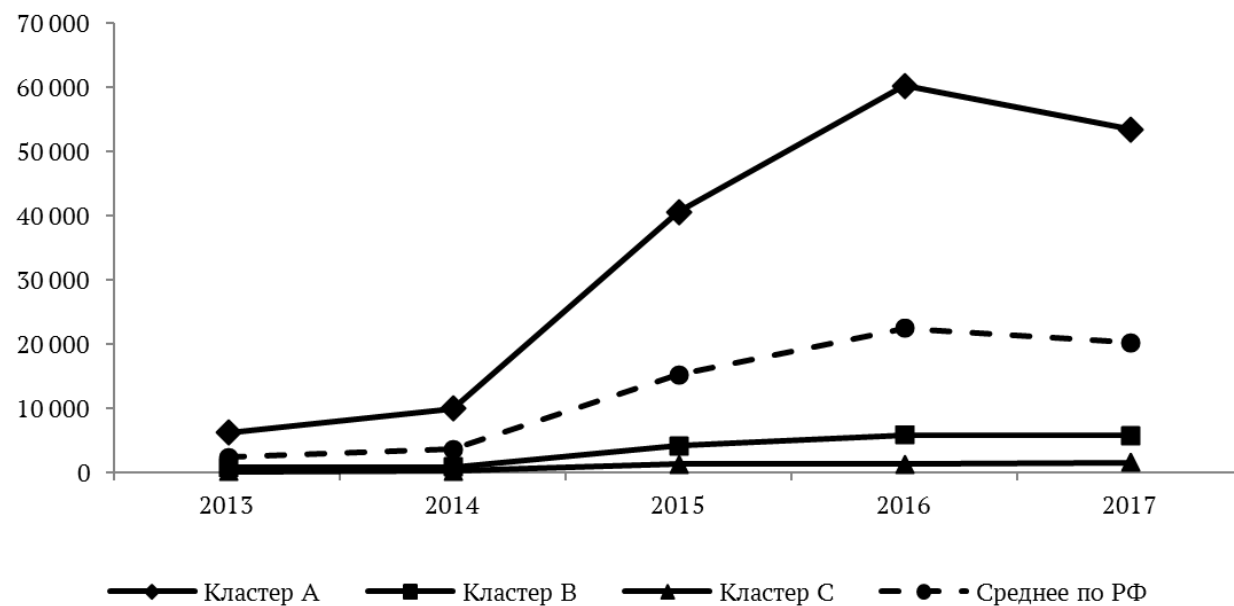
Source: Authoring

**Рисунок 3**

Динамика выпуска студентов (бакалавриат) за 2013–2017 гг.

**Figure 3**

Trends in graduation (Bachelor's programs) for 2013–2017



Источник: авторская разработка

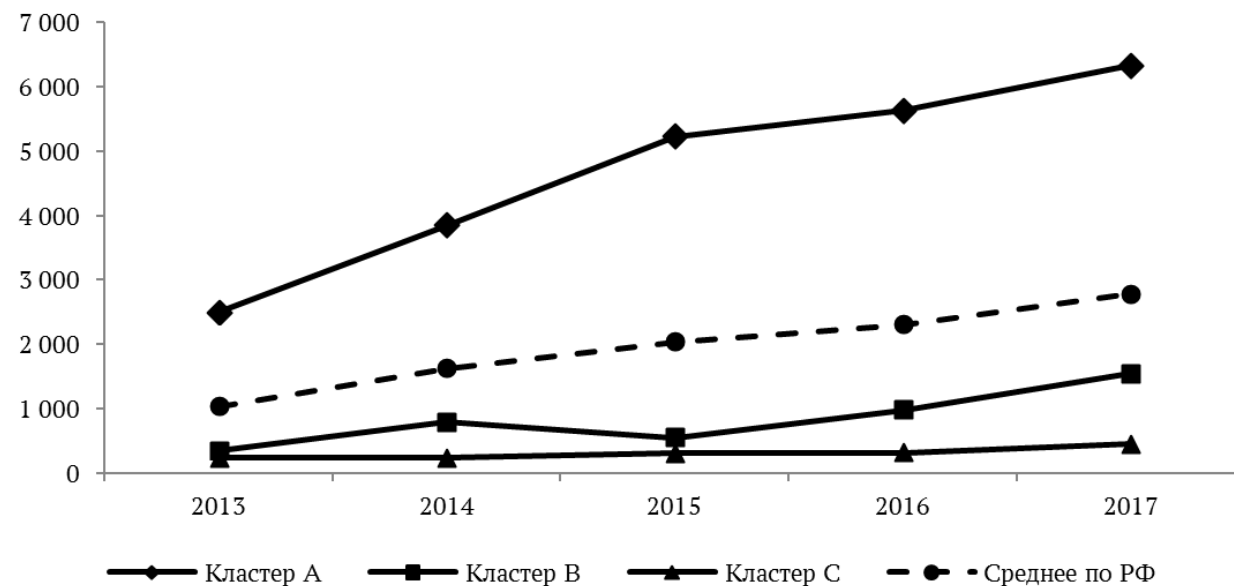
Source: Authoring

**Рисунок 4**

Динамика выпуска студентов (магистратура) за 2013–2017 гг.

**Figure 4**

Trends in graduation (Master's programs) for 2013–2017



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Любушин Н.П., Бабицева Н.Э., Королев Д.С. Экономический анализ возможностей технологического развития России (на примере нанотехнологий) // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 9. С. 2–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-analiz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-na-primere-nanotehnologii>
2. Крюков В.А. Влияние фактора многообразия на особенность формирования политики развития ресурсного сектора и экономики регионов // Экономика и управление. 2017. № 11. С. 21–30.
3. Кулешов В.В., Унтура Г.А., Маркова В.Д. Развитие экономики знаний: роль инновационных проектов в программе реиндустриализации региона // Регион: Экономика и Социология. 2016. № 3. С. 28–54. URL: [https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov\\_untura\\_markova3-16.pdf](https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov_untura_markova3-16.pdf)
4. Новиков А.В., Новикова И.А. Интеллектуальный капитал: структура, источники и приоритеты в формировании стоимости компании // Сибирская финансовая школа. 2012. № 2. С. 117–124. URL: <http://journal.safbd.ru/ru/content/intellektualnyy-kapital-struktura-istochniki-i-prioritety-v-formirovanii-stoimosti-kompanii>
5. Швецов А.Н. Пространственная кластеризация инновационной деятельности: смысл, эффекты, государственная поддержка // Регион: Экономика и Социология. 2015. № 4. С. 142–161. URL: <http://www.sibran.ru/upload/iblock/f91/f91a59571d374dffe2cc2a8fbaeec1ad.pdf>
6. Аганбегян А.Г. Человеческий капитал и его главная составляющая – сфера «экономики знаний» как основной источник социально-экономического роста // Экономические стратегии. 2017. № 3. С. 66–79; № 4. С. 6–21. URL: <http://stolypinsky.club/wp-content/uploads/2017/08/CHelovecheskij-kapital-i-ego-glavnaya-sostavlyayushhaya-sfera-ekonomiki-znaniy-kak-osnovnoj-istochnik-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta.pdf>
7. Кузнецов Ю.А. Человеческий капитал, производительность труда и экономический рост // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 43. С. 2–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-proizvoditelnost-truda-i-ekonomicheskij-rost-okonchanie>
8. Макаров В.Л. Становление экономики знаний в России и мире // Экономика знаний / отв. ред. В.П. Колесов. М.: ИНФРА-М, 2008. 432 с.
9. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Вестник Российской академии наук. 2003. Т. 73. № 5. С. 450–456. URL: <http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/VRAN/SESSION/VRAN5.HTM>
10. Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. Микроэкономика знаний. М.: Экономика, 2007. 204 с.
11. Соболева И.В. Человеческий потенциал российской экономики: проблемы сохранения и развития. М.: Наука, 2007. 201 с.
12. Сухарев М.В. Человеческий капитал в общей системе знаний // Креативная экономика. 2017. Т. 11. № 9. С. 915–930. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/chelovecheskiy-kapital-v-obschey-sisteme-znaniy>
13. Гильдингерш М.Г., Алексеева И.А. Формы и методы управления человеческим капиталом вузов в условиях их инновационного развития // Экономика труда. 2016. Т. 3. № 3. С. 211–228. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-i-metody-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-vuzov-v-usloviyah-ih-innovatsionnogo-razvitiya>

14. Кильдиярова Г.Р. Влияние человеческого капитала на инновационные процессы и ВВП государства // Креативная экономика. 2015. Т. 9. № 12. С. 1647–1656.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-chelovecheskogo-kapitala-na-innovatsionnye-protsessy-i-vvp-gosudarstva>
15. Баранов А.О., Слепенкова Ю.М. Методологические проблемы анализа воспроизводства человеческого капитала в России // ЭКО. 2018. № 2. С. 5–17.  
URL: <https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/1155>
16. Лавров Е.И., Лаврова Л.А. Человеческий капитал как фактор экономического роста // Вестник Омского университета. Сер.: Экономика. 2006. № 2. С. 63–69.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta-3>
17. Benhabib J., Spiegel M.M. The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary economics*, 1994, vol. 34, iss. 2, pp. 143–173.  
URL: [http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/\\_boitdocu/0607s1\\_lect02\\_b.pdf](http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/_boitdocu/0607s1_lect02_b.pdf)
18. Barro R.J., Sala-i-Martin X. *Economic Growth*. Cambridge, MA, London, MIT Press, 2004, 672 p.
19. Durlauf S.N., Quah D. Chapter 4. The New Empirics of Economic Growth. In: *Handbook of Macroeconomics*. 1999, vol. 1, part 1, pp. 235–308.  
URL: [https://doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)01007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0048(99)01007-1)
20. Lucas R.E.Jr. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, vol. 22, iss. 1, pp. 3–42. URL: [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
21. Quah D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, 1997, vol. 2, iss. 1, pp. 27–59.  
URL: <https://doi.org/10.1023/A:1009781613339>
22. Ерзнкян Б.А., Арутюнян С.М. ТЭК России на пороге четвертой промышленной революции // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т. 17. Вып. 5. С. 836–855.  
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.836>
23. Ендовицкий Д.А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: Методология и практика / под ред. Л.Т. Гиляровской. М.: Финансы и статистика, 2001. 398 с.
24. Кулешова Н.С., Брикач Г.Е. Отечественный опыт по созданию системы материального стимулирования персонала // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 4-1. С. 67–74.
25. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Моделирование показателей спроса и предложения инженерно-технических специалистов // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т. 17. Вып. 5. С. 886–905. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.886>
26. Kohonen T. Self-organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. *Biological Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59–69.  
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBBF00337288>
27. Перова В.И., Авагян Э.А. Нейросетевой анализ динамики показателей высшего образования в регионах Российской Федерации как фактора экономического роста страны // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер.: Социальные науки. 2017. № 1. С. 54–60. URL: [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik\\_soc/18115942\\_2017\\_-\\_1\(45\)\\_unicode/6.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1(45)_unicode/6.pdf)

28. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В.П. Боровикова. М.: Горячая линия-Телеком, 2008. 392 с.
29. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт. М.: Альпина, 2001. 317 с.
30. Беккер Г.С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 672 с.
31. Schultz T.W. Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research. N.Y., The Free Press, 1971, 272 p.
32. Thurow L. Investment in Human Capital. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1970, 145 p.
33. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. СПб.: Наука, 1999. 309 с.
34. Критский М.М. Человеческий капитал. Л.: ЛГУ, 1991. 117 с.
35. Капелюшников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал России? М.: НИУ ВШЭ, 2012. 76 с.

#### **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 NETWORK MODELING OF TRENDS IN RUSSIA'S HIGHER EDUCATION DEVELOPMENT FROM THE PERSPECTIVE OF HUMAN CAPITAL FORMATION****Valentina I. PEROVA<sup>a,\*</sup>, Nadezhda A. MAMAEVA<sup>b</sup>, Ekaterina S. ZAKHARENKO<sup>c</sup>**<sup>a</sup> National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN), Nizhny Novgorod, Russian Federation  
perova\_vi@mail.ru  
ORCID: not available<sup>b</sup> Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (NNSAA), Nizhny Novgorod, Russian Federation  
tarasova-na-an@rambler.ru  
ORCID: not available<sup>c</sup> National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN), Nizhny Novgorod, Russian Federation  
sergeevna309@mail.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

**Article history:**Received 20 November 2018  
Received in revised form  
22 January 2019  
Accepted 7 March 2019  
Available online  
26 April 2019**JEL classification:** C38, C45,  
I23, I25, O15**Keywords:** human capital,  
higher education, cluster  
analysis, neural networks,  
Kohonen self-organizing  
maps**Abstract****Subject** The article considers the specifics of higher education development in the Russian Federation as a factor of human capital formation, which is strategically important for the socio-economic growth of the country.**Objectives** Our purpose is to investigate changes in the development of the first and second stages of higher education in Russia, using neural network modeling.**Methods** The study rests on the multivariate data analysis. We analyzed the indicators of changes in the higher education development by training program for 2013–2017 with the help of Kohonen self-organizing maps using the STATISTICA software package.**Results** Through the neural network modeling, we performed a cluster analysis of eight indicators, characterizing changes in activity of public higher education institutions of the Russian Federation in the field of bachelor's and master's degree programs for 2013–2017. We obtained the distribution of training programs in three clusters. The paper presents the characteristics of each cluster and socio-economic conclusions.**Conclusions** The paper shows the impact of the said indicators on human capital. The findings are of practical importance for strategic planning of training programs in higher education institutions of the Russian Federation.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Perova V.I., Mamaeva N.A., Zakharenko E.S. Neural Network Modeling of Trends in Russia's Higher Education Development from the Perspective of Human Capital Formation. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 4, pp. 642–662.  
<https://doi.org/10.24891/ea.18.4.642>**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. Lyubushin N.P., Babicheva N.E., Korolev D.S. [Economic analysis of the opportunities for technological development of Russia (for example nanotechnologies)]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* = *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 9, pp. 2–11.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-analiz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-na-primere-nanotehnologii> (In Russ.)

2. Kryukov V.A. [Influence of the diversity factor on the peculiarity of the policy of development of the resource sector and regional economy]. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*, 2017, no. 11, pp. 21–30. (In Russ.)
3. Kuleshov V.V., Untura G.A., Markova V.D. [Developing the knowledge-based economy: The role of innovation projects in the program of region's reindustrialization]. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2016, no. 3, pp. 28–54.  
URL: [https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov\\_untura\\_markova3-16.pdf](https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov_untura_markova3-16.pdf) (In Russ.)
4. Novikov A.V., Novikova I.A. [Intellectual capital: Structure, sources and priorities in the formation of the value of the company]. *Sibirskaya finansovaya shkola = Siberian Financial School*, 2012, no. 2, pp. 117–124. URL: <http://journal.safbd.ru/ru/content/intellektualnyy-kapital-struktura-istochniki-i-prioritety-v-formirovanii-stoimosti-kompanii> (In Russ.)
5. Shvetsov A.N. [Spatial clustering of innovative activities: Meaning, effects, State support]. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2015, no. 4, pp. 142–161.  
URL: <http://www.sibran.ru/upload/iblock/f91/f91a59571d374dffe2cc2a8fbaeec1ad.pdf> (In Russ.)
6. Aganbegyan A.G. [Human capital and its main component – the ‘knowledge economy’ sphere as the main source of socio-economic growth]. *Ekonomicheskie strategii = Economic Strategies*, 2017, no. 3, pp. 66–79, no. 4, pp. 6–21. URL: <http://stolypinsky.club/wp-content/uploads/2017/08/CHelovecheskiy-kapital-i-ego-glavnaya-sostavlyayushhaya-sfera-ekonomiki-znaniy-kak-osnovnoj-istochnik-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta.pdf> (In Russ.)
7. Kuznetsov Yu.A. [Human capital, productivity, and economic growth]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 43, pp. 2–14.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-proizvoditelnost-truda-i-ekonomicheskii-rost-okonchanie> (In Russ.)
8. Makarov V.L. *Stanovlenie ekonomiki znaniy v Rossii i mire. V kn.: Ekonomika znaniy* [Formation of knowledge economy in Russia and the world. In: Knowledge-based economy]. Moscow, INFRA-M Publ., 2008, 432 p.
9. Makarov V.L. [The Knowledge Economy: Lessons for Russia. Report of Academician V.L. Makarov]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of Russian Academy of Sciences*, 2003, vol. 73, no. 5, pp. 450–456.  
URL: <http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/VRAN/SESSION/VRAN5.HTM> (In Russ.)
10. Makarov V.L., Kleiner G.B. *Mikroekonomika znaniy* [Microeconomics of knowledge]. Moscow, Ekonomika Publ., 2007, 204 p.
11. Soboleva I.V. *Chelovecheskii potentsial rossiiskoi ekonomiki: problemy sokhraneniya i razvitiya* [Human potential of the Russian economy: Problems of preservation and development]. Moscow, Nauka Publ., 2007, 201 p.
12. Sukharev M.V. [Human capital in a general knowledge system]. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*, 2017, vol. 11, no. 9, pp. 915–930.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/chelovecheskiy-kapital-v-obschey-sisteme-znaniy> (In Russ.)
13. Gil'dingersh M.G., Alekseeva I.A. [Forms and human capital management practices of universities in terms of their innovative development]. *Ekonomika truda = Russian Journal of Labor Economics*, 2016, vol. 3, iss. 3, pp. 211–228.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-i-metody-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-vuzov-v-usloviyah-ih-innovatsionnogo-razvitiya> (In Russ.)

14. Kil'diyarova G.R. [The influence of human capital on innovation processes and the country GDP]. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*, 2015, vol. 9, no. 12, pp. 1647–1656. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-chelovecheskogo-kapitala-na-innovatsionnye-protssy-i-vvp-gosudarstva> (In Russ.)
15. Baranov A.O., Slepenskova Yu.M. [Methodological problems of analysis of the reproduction of human capital in Russia]. *EKO = ECO*, 2018, no. 2, pp. 5–17. (In Russ.) URL: <http://dx.doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2018-2-5-17>
16. Lavrov E.I., Lavrova L.A. [Human capital as a factor of economic growth]. *Vestnik Omskogo universiteta. Ser.: Ekonomika = Herald of Omsk University. Series Economics*, 2006, no. 2, pp. 63–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta-3> (In Russ.)
17. Benhabib J., Spiegel M.M. The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 1994, vol. 34, iss. 2, pp. 143–173. URL: [http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/\\_boitdocu/0607s1\\_lect02\\_b.pdf](http://federation.ens.fr/wheberg/parischoeco/formation/fcses/_boitdocu/0607s1_lect02_b.pdf)
18. Barro R.J., Sala-i-Martin X. *Economic Growth*. Cambridge, MA, London, MIT Press, 2004, 672 p.
19. Durlauf S.N., Quah D. Chapter 4. The New Empirics of Economic Growth. In: *Handbook of Macroeconomics*, 1999, vol. 1, part 1, pp. 235–308. URL: [https://doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)01007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0048(99)01007-1)
20. Lucas R.E.Jr. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, vol. 22, iss. 1, pp. 3–42. URL: [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
21. Quah D. Empirics for growth and distribution: Stratification, polarization, and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, 1997, vol. 2, iss. 1, pp. 27–59. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1009781613339>
22. Erznkyan B.A., Arutyunyan S.M. [The Russian fuel and energy complex at the threshold of the fourth industrial revolution]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 5, pp. 836–855. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.836>
23. Endovitskii D.A. *Kompleksnyi analiz i kontrol' investitsionnoi deyatel'nosti: Metodologiya i praktika* [Complex analysis and control of investment activity: Methodology and practice]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2001, 398 p.
24. Kuleshova N.S., Brikach G.E. [The domestic experience in creating the system of material incentives for personnel]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii = Competitiveness in the Global World: Economics, Science, Technology*, 2017, no. 4-1, pp. 67–74. URL: [https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9\\_48b94eabf1bc488f8ebfe1e0ae486a50.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9_48b94eabf1bc488f8ebfe1e0ae486a50.pdf) (In Russ.)
25. Varshavskii A.E., Kochetkova E.V. [Analyzing and modeling the demand and supply indicators for engineers and technical specialists]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 5, pp. 886–905. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.886>
26. Kohonen T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59–69. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2F00337288>

27. Perova V.I., Avagyan E.A. [Neural network analysis of higher education dynamics indicators in the regions of the Russian Federation as a factor of the country's economic growth]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Ser.: Sotsial'nye nauki = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. Series: Social Sciences*, 2017, no. 1, pp. 54–60. URL: [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik\\_soc/18115942\\_2017\\_-\\_1\(45\)\\_unicode/6.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2017_-_1(45)_unicode/6.pdf) (In Russ.)
28. *Neironnye seti. STATISTICA Neural Networks: Metodologiya i tekhnologii sovremennogo analiza dannykh* [Neural networks. STATISTICA Neural Networks: Methodology and technologies of modern data analysis]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2008, 392 p.
29. Deboeck G., Kohonen T. *Analiz finansovykh dannykh s pomoshch'yu samoorganizuyushchikhsya kart* [Visual Explorations in Finance: with Self-Organizing Maps]. Moscow, Al'pina Publ., 2001, 317 p.
30. Becker G.S. *Chelovecheskoe povedenie: ekonomicheskii podkhod. Izbrannye trudy po ekonomicheskoi teorii* [The Economic Approach to Human Behavior]. Moscow, SU HSE Publ., 2003, 672 p.
31. Schultz T.W. *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*. N.Y., Free Press, 1971, 272 p.
32. Thurow L. *Investment in Human Capital*. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1970, 145 p.
33. Dobrynin A.I., Dyatlov S.A., Tsyrenova E.D. *Chelovecheskii kapital v tranzitivnoi ekonomike: formirovanie, otsenka, effektivnost' ispol'zovaniya* [Human capital in the transitive economy: Formation, evaluation, utilization efficiency]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1999, 309 p.
34. Kritskii M.M. *Chelovecheskii kapital* [Human capital]. Leningrad, LGU Publ., 1991, 117 p.
35. Kapelyushnikov R.I. *Skol'ko stoit chelovecheskii kapital Rossii?* [How much is the human capital of Russia?]. Moscow, NRU HSE Publ., 2012, 76 p.

### **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.