

УДК 330.354: 377.5

## НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ КАК ФАКТОРА РОСТА ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

© 2018 г.

*В.И. Перова, Е.С. Болеева*

Перова Валентина Ивановна, к.ф.-м.н., доц.; доцент кафедры математического моделирования  
экономических процессов Института экономики и предпринимательства  
Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского  
perova\_vi@mail.ru

Болеева Екатерина Сергеевна, магистрант Нижегородского государственного  
университета им. Н.И. Лобачевского  
sergeevna309@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 18.05.2018**Статья принята к публикации 17.07.2018*

Методом нейросетевого моделирования проведено исследование динамики показателей деятельности регионов Российской Федерации в сфере среднего профессионального образования. Исследование обусловлено тем, что человеческий капитал, представляющий собой совокупность знаний, умений и навыков, получаемых в процессе образования и приносящих впоследствии доход, является одним из важнейших внутренних факторов экономического потенциала страны. Проведение исследования основывалось на анализе многомерных данных. Выполнен кластерный анализ по шести показателям при помощи самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в системе STATISTICA. Показано, что за 2010–2016 гг. регионы РФ образовали 4 кластера. Приведены состав и характеристики каждого кластера, и сделаны социально-экономические выводы. Проведенное исследование позволило определить особенности динамики показателей развития среднего профессионального образования в регионах России в целях определения путей повышения конкурентоспособности национальной системы образования как фактора роста экономики страны.

*Ключевые слова:* экономический рост, человеческий капитал, среднее профессиональное образование, регионы Российской Федерации, кластерный анализ, нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена.

### Введение

В настоящее время 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 отражено в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [1] и в работах [2–9].

К основным источникам социально-экономического роста относится человеческий капитал и его главная составляющая – «экономика знаний». Данной теме посвятили свои работы многие отечественные и зарубежные ученые [10–21]. Человеческий капитал – это совокупность накопленных в процессе обучения профессиональных знаний, умений и навыков, которые в дальнейшем будут приносить доход в экономику как страны в целом, так и ее регионов. Одним из ключевых факторов человеческого капитала является уровень образования населения страны. Поэтому инвестиции в обра-

зование приносят в будущем для экономики больше прибыли по сравнению с затратами. При этом капитал и рабочая сила будут более продуктивными и порождать рост доходов. Эта тема исследована в работах [16; 17; 22; 23].

Важными механизмами влияния образования на экономический рост являются:

- рост человеческого капитала. Увеличение квалификации рабочей силы приведет к повышению производительности труда и, как следствие, к более высокому уровню производства;
- повышение инновационного потенциала экономики. Полученные знания о передовых технологиях, процессах и продуктах будут способствовать росту экономики;
- распространение и передача знаний. Новые знания будут способствовать пониманию и обработке информации, которая необходима для реализации технологий, разработанных другими.

В настоящее время значительная часть занятого в экономике России населения имеет среднее профессиональное образование (СПО) [24]. Его целью является осуществление подготовки непосредственных организаторов и руководителей первичных звеньев на производстве; по-

мощников специалистов высшей квалификации; самостоятельных исполнителей определенной квалифицированной работы, требующей соответствующей теоретической подготовки и профессиональных умений и навыков [25; 26].

В современных экономических условиях для развития производства требуются специалисты со средним профессиональным образованием, имеющие высокий уровень знаний и умений. От конкурентоспособной рабочей силы в регионах страны, обеспечить которую может конкурентоспособная национальная система образования, напрямую зависит конкурентоспособная экономика. Поэтому является актуальным проведение исследований динамики деятельности регионов России в сфере подготовки специалистов со средним профессиональным образованием.

В данной работе рассмотрена задача анализа динамики деятельности регионов РФ в сфере среднего профессионального образования как фактора роста экономики регионов и страны в целом. В качестве базы для проведения исследований взяты показатели по регионам России за 2010–2016 гг., размещенные на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики [24]: количество средних профессиональных учебных учреждений (ед.); численность преподавателей в средних профессиональных учебных учреждениях, чел.; численность студентов, обучающихся по программам среднего профессионального образования, чел. на 10 тыс. чел. населения; прием на обучение, тыс. чел.; выпуск специалистов, получивших среднее профессиональное образование, тыс. чел.; отношение специалистов, имеющих среднее профессиональное образование в составе занятого населения, %.

Этот анализ проведен с применением перспективных информационных технологий, к которым относятся методы нейросетевого моделирования [27–31]. Данные методы относятся к технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining) [32; 33] и зарекомендовали себя как эффективное средство анализа многомерных статистических данных. В настоящее время нейросетевые концепции реализуются с помощью большого количества специализированных программных продуктов. Для проведения исследований в данной работе использован особый вид нейронных сетей – самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена, реализованные в системе STATISTICA. Они рассчитаны на обучение без учителя, т. е. на неуправляемое обучение. Алгоритм функционирования СОК – это один из вариантов кластеризации данных, в котором многомерные векторы проецируются в двумерное пространство с сохранением топологического подобия [29].

### **Анализ результатов нейросетевого моделирования динамики показателей деятельности регионов России в сфере среднего профессионального образования**

В данной работе проведено нейросетевое моделирование динамики деятельности регионов России в сфере среднего профессионального образования за 2010 – 2016 гг. по следующим показателям [24]: X1 – количество средних профессиональных учебных учреждений (ед.); X2 – численность преподавателей, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена (чел.); X3 – численность студентов, обучающихся по программам среднего профессионального образования (на 10 тыс. чел.); X4 – прием на обучение (тыс. чел.); X5 – выпуск специалистов, получивших среднее профессиональное образование (тыс. чел.); X6 – отношение специалистов, имеющих среднее профессиональное образование в составе занятого населения (%).

В результате нейросетевого моделирования получена динамика распределения исходных данных 83 регионов РФ в 2010–2013 гг. и 85 регионов в 2014–2016 гг. по четырем кластерам (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что размерность кластеров варьируется: к концу рассматриваемого периода сокращается численность регионов, вошедших в состав кластеров *A* и *B*, в то время как количество регионов в составе кластеров *C* и *D*, напротив, увеличивается. Наибольшее число регионов, вошедших в состав кластера *D*, характеризующегося самыми низкими показателями, зафиксировано в 2012 г. Это свидетельствует о том, что в 2012 г. в поддержке и развитии уровня среднего профессионального образования нуждалась практически половина регионов России. В табл. 2 представлена динамика распределения регионов по кластерам, где *A* – кластер с самыми высокими показателями; *B* и *C* – кластеры со средними показателями, *D* – кластер, характеризующийся низкими показателями.

Из табл. 2 видно, что некоторые регионы на протяжении всего исследуемого периода относились к одному и тому же кластеру. Такие регионы составляют ядра кластеров. Так, ядрами кластера *A* являются 6 регионов: г. Москва, Краснодарский край, Республика Башкортостан, Московская, Ростовская и Свердловская области. Ядром кластера *C* является Липецкая область. Ядро кластера *D* представлено следующими регионами: Ленинградская и Псковская области, Республика Ингушетия, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ.

Таблица 1

## Количество регионов РФ в кластерах за 2010–2016 гг.

Кластер \ Год	Год						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
A	17	18	15	26	28	35	8
B	28	12	14	7	12	12	10
C	14	28	15	30	29	17	29
D	24	25	39	20	16	21	38

Таблица 2

## Динамика распределения регионов РФ по кластерам в 2010–2016 гг.

Регионы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Белгородская область	C	C	C	B	B	B	C
Брянская область	C	C	C	B	B	B	C
Владимирская область	C	C	C	B	B	B	C
Воронежская область	B	B	D	A	D	A	C
Ивановская область	C	C	D	D	D	C	C
Калужская область	C	C	C	C	B	B	C
Костромская область	B	B	D	C	C	C	C
Курская область	B	C	C	C	C	D	C
Липецкая область	C	C	C	C	C	C	C
Московская область	A	A	A	A	A	A	A
Орловская область	C	D	D	C	C	C	D
Рязанская область	B	B	D	A	C	C	D
Смоленская область	B	B	D	A	C	C	C
Тамбовская область	B	C	D	C	C	C	D
Тверская область	B	B	D	C	B	B	C
Тульская область	B	C	C	B	B	B	C
Ярославская область	B	C	D	A	B	B	C
г. Москва	A	A	A	A	A	A	A
Республика Карелия	D	D	D	D	C	C	D
Республика Коми	B	D	D	C	C	D	D
Ненецкий автономный округ	D	B	D	D	A	A	D
Архангельская область	B	C	C	C	C	C	C
Вологодская область	C	C	C	B	B	B	C
Калининградская область	D	C	D	C	C	C	D
Ленинградская область	D	D	D	D	D	D	D
Мурманская область	C	C	D	C	C	C	D
Новгородская область	D	D	C	C	C	C	D
Псковская область	D	D	D	D	D	D	D
г. Санкт-Петербург	A	A	B	A	A	A	A
Республика Адыгея	D	C	D	D	C	D	D
Республика Калмыкия	D	D	D	D	A	A	D
Краснодарский край	A	A	A	A	A	A	A
Астраханская область	D	A	A	A	C	A	D
Волгоградская область	A	A	A	A	A	A	C
Ростовская область	A	A	A	A	A	A	A
Республика Дагестан	D	D	B	D	A	A	C
Республика Ингушетия	D	D	D	D	D	D	D
Кабардино-Балкарская Республика	D	D	B	D	D	D	D
Карачаево-Черкесская Республика	D	D	B	D	D	D	D
Республика Северная Осетия – Алания	D	D	C	D	C	D	D
Чеченская Республика	D	D	B	D	A	D	B
Ставропольский край	B	B	B	C	D	A	C
Республика Башкортостан	A	A	A	A	A	A	A

Окончание таблицы 2

Регионы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Республика Марий Эл	B	D	D	C	C	C	D
Республика Мордовия	C	D	D	C	C	D	D
Республика Татарстан	A	A	B	A	A	A	A
Удмуртская Республика	B	C	D	C	B	B	C
Чувашская Республика	C	C	D	C	C	D	C
Пермский край	A	B	B	A	A	A	B
Кировская область	B	C	D	B	B	B	C
Нижегородская область	A	B	B	A	A	A	B
Оренбургская область	A	A	A	A	A	A	B
Пензенская область	B	C	C	C	C	C	C
Самарская область	A	A	B	A	A	A	B
Саратовская область	A	A	A	A	A	A	C
Ульяновская область	B	B	C	C	B	B	C
Курганская область	B	D	D	C	C	A	D
Свердловская область	A	A	A	A	A	A	A
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	C	C	C	B	B	B	C
Ямало-Ненецкий автономный округ	D	D	D	D	D	D	D
Тюменская область	C	C	C	A	C	A	D
Челябинская область	A	A	A	A	A	A	B
Республика Алтай	D	A	A	A	A	A	D
Республика Бурятия	B	D	A	C	C	A	D
Республика Тыва	D	D	D	D	D	C	D
Республика Хакасия	B	D	D	C	C	D	D
Алтайский край	B	C	D	C	D	A	C
Забайкальский край	B	D	D	C	C	C	D
Красноярский край	A	A	B	A	A	A	B
Иркутская область	B	B	B	C	A	A	B
Кемеровская область	B	B	B	A	A	A	B
Новосибирская область	B	C	B	C	D	A	C
Омская область	A	A	A	A	A	A	B
Томская область	C	C	D	C	C	D	D
Республика Саха (Якутия)	B	D	D	D	C	A	D
Камчатский край	D	C	D	D	D	D	D
Приморский край	B	C	D	C	A	A	C
Хабаровский край	B	D	D	C	C	A	D
Амурская область	D	A	A	A	A	A	D
Магаданская область	D	C	D	D	D	D	D
Сахалинская область	D	D	D	C	C	C	D
Еврейская автономная область	D	C	D	D	D	D	D
Чукотский автономный округ	D	D	D	D	D	D	D
Республика Крым					A	D	C
г. Севастополь					A	D	D

В табл. 3 приведена статистика средних значений деятельности регионов в сфере среднего профессионального образования за исследуемый период по кластерам и общим средним значений показателей по всем регионам России.

Наглядное представление о динамике средних значений показателей деятельности регионов Российской Федерации по кластерам за 2010 –

2016 гг. и соответствующих общих средних по РФ показателей дают графики (рис. 1–6).

Как показывает анализ данных рис. 1, 2, 4 и 5, среднее значение показателей X1 – количество средних профессиональных учебных учреждений; X2 – численность преподавателей, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена; X4 – прием на обучение; X5 –

Таблица 3

**Статистика средних значений показателей деятельности регионов  
в сфере среднего профессионального образования по кластерам в 2010–2016 гг.  
и общих средних по РФ показателей**

Год	Кластеры	X1	X2	X3	X4	X5	X6
2010	A	76	3424	154	20.22	16.38	27.76
	B	35	1296	158	7.86	6.36	27.66
	C	25	1021	139	5.44	4.57	25.48
	D	10	464	133	2.73	2.16	26.03
Среднее по РФ		<b>36</b>	<b>1552</b>	<b>146</b>	<b>9.06</b>	<b>7.37</b>	<b>26.73</b>
2011	A	66	3017	159	16.88	13.32	28.16
	B	47	1623	156	9.18	7.16	29.32
	C	27	1033	136	5.59	4.41	25.68
	D	16	641	133	3.57	2.74	24.73
Среднее по РФ		<b>39</b>	<b>1579</b>	<b>146</b>	<b>8.81</b>	<b>6.91</b>	<b>26.97</b>
2012	A	63	2910	164	15.97	11.91	27.73
	B	54	2159	134	12.36	8.92	23.04
	C	29	1082	131	5.10	4.04	26.78
	D	22	758	141	4.29	3.14	25.97
Среднее по РФ		<b>42</b>	<b>1727</b>	<b>143</b>	<b>9.43</b>	<b>7.00</b>	<b>25.88</b>
2013	A	55	2530	150	14.48	9.96	27.40
	B	35	1136	119	5.51	4.09	26.01
	C	27	1040	141	5.87	4.03	25.45
	D	10	392	93	2.33	1.53	23.31
Среднее по РФ		<b>32</b>	<b>1275</b>	<b>126</b>	<b>7.05</b>	<b>4.90</b>	<b>25.54</b>
2014	A	53	2493	149	13.95	9.41	23.82
	B	36	1150	133	6.03	4.21	26.20
	C	22	870	150	4.77	3.01	25.99
	D	21	764	106	4.46	3.10	23.38
Среднее по РФ		<b>33</b>	<b>1319</b>	<b>135</b>	<b>7.30</b>	<b>4.93</b>	<b>24.85</b>
2015	A	51	2441	160	13.75	8.89	25.74
	B	36	1210	137	6.21	4.01	26.27
	C	22	786	148	4.25	2.69	27.86
	D	14	604	125	3.41	1.97	22.31
Среднее по РФ		<b>31</b>	<b>1260</b>	<b>142</b>	<b>6.90</b>	<b>4.39</b>	<b>25.54</b>
2016	A	104	3495	141	22.82	15.65	26.06
	B	67	1981	178	13.97	8.78	24.67
	C	45	1102	144	7.12	4.63	26.21
	D	20	474	157	3.57	2.17	24.75
Среднее по РФ		<b>59</b>	<b>1763</b>	<b>155</b>	<b>11.87</b>	<b>7.80</b>	<b>25.42</b>

выпуск специалистов, получивших среднее профессиональное образование, в регионах, распределившихся в кластер *A*, на протяжении всего исследуемого периода превышает общее среднее значение по РФ.

Из анализа данных на рис. 1 следует, что с 2010 г. и до 2015 г. наблюдается плавное сокращение средних значений показателя X1 – численности средних профессиональных образовательных учреждений – в регионах, вошедших в кластер *A*. В 2016 г. произошёл существенный рост данного показателя во всех регионах страны.

Из рис. 2 следует, что среднее значение показателя X2 – численности преподавателей образовательных учреждений, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена, – снижалось с 2013 по 2015 г., а затем произошёл его рост.

Рисунок 3 показывает, что в 2016 г. среднее значение показателя X3 – численности студентов, обучающихся по программам среднего профессионального образования, – заметно возросло в регионах кластера *B*, а также произошло его увеличение по стране. В регионах, составивших кластер *D*, отмечается самое низкое значение данного показателя в 2013 году.

Рисунок 4 демонстрирует, что значения показателя X4 – прием на обучение – в регионах, вошедших в кластеры *C* и *D*, на протяжении всего рассматриваемого периода находятся на уровне ниже средних значений по РФ. При этом среднее значение приема на обучение во всей стране достигло максимального значения в 2016 г., особенно в регионах кластера *A*. Динамика показателя X5 – выпуск специалистов,

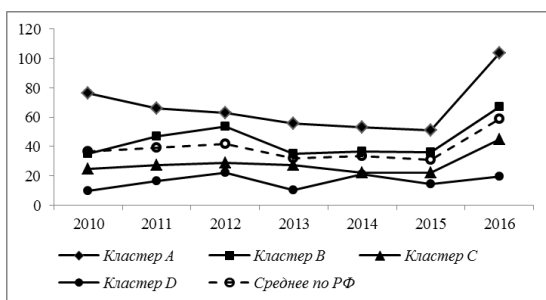


Рис. 1. Динамика численности средних профессиональных образовательных учреждений за 2010–2016 гг. (ед.)

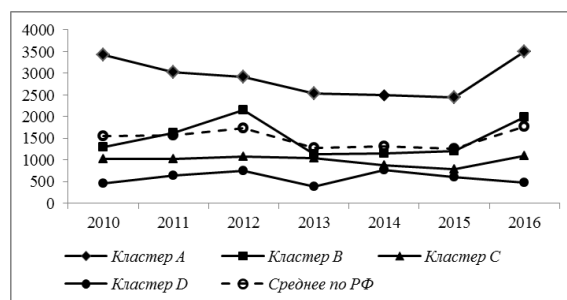


Рис. 2. Динамика численности преподавателей образовательных учреждений, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена, за 2010–2016 гг. (чел.)

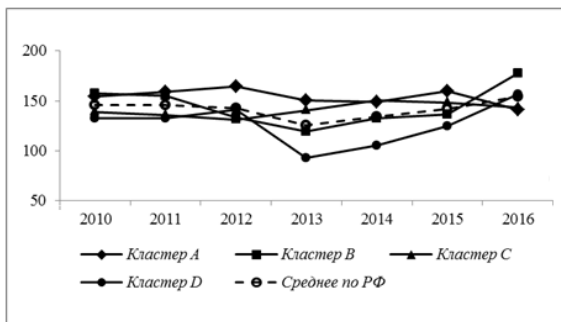


Рис. 3. Динамика численности студентов, обучающихся по программам среднего профессионального образования, за 2010–2016 гг. (на 10 тыс. чел.)

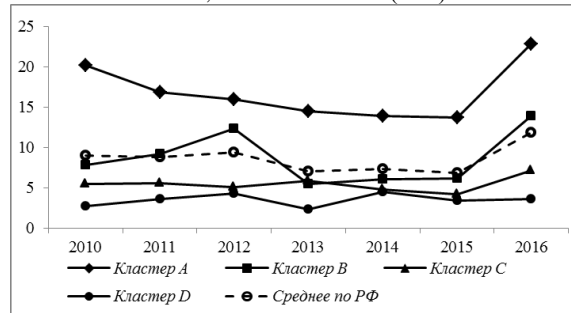


Рис. 4. Динамика показателя «Прием на обучение» за 2010–2016 гг. (тыс. чел.)

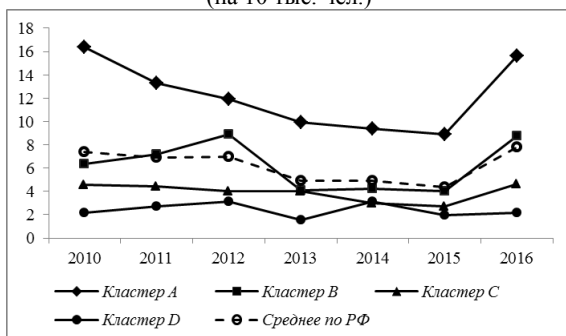


Рис. 5. Динамика показателя «Выпуск специалистов, получивших среднее профессиональное образование» за 2010–2016 гг. (тыс. чел.)

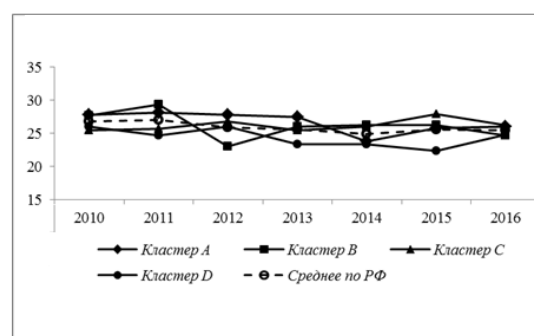


Рис. 6. Динамика отношения специалистов, имеющих среднее профессиональное образование в составе занятого населения, за 2010–2016 гг. (%)

получивших среднее профессиональное образование, – аналогична динамике показателя приема на обучение (рис. 5).

Среднее значение по РФ процентного отношения специалистов со средним профессиональным образованием в составе занятого населения на протяжении всего периода находилось приблизительно на одном уровне (варьировалось от 24.8% до 26.7%). Минимальное значение 22.3% зафиксировано в 2015 г. в регионах, составивших кластер D, а максимальное значение 29.3% отмечено в 2011 г. в регионах, образовавших кластер B.

### Заключение

Человеческий капитал имеет стратегическое значение для экономического роста страны.

При инновационном развитии российской экономики в ближайшие десятилетия следует ожидать качественного скачка в направлении значимости роли человеческого капитала в экономической деятельности регионов и страны в целом. Поэтому данное исследование было обусловлено тем, что в современных условиях устойчивое социально-экономическое развитие страны и ее регионов невозможно без развития человеческого капитала и его главной составляющей – экономики знаний.

Проведенное исследование показало, что эффективным средством для решения задачи кластеризации регионов Российской Федерации по показателям их деятельности в сфере среднего профессионального образования, как одного из важнейших элементов развития предприятий

промышленности и других секторов экономики, являются СОК Кохонена.

Применение методов нейросетевого моделирования в задаче исследования динамики деятельности регионов Российской Федерации в сфере среднего профессионального образования – одного из факторов экономического роста – показало присутствие заметных различий в размерах кластеров, что отражает неравномерный характер деятельности регионов России в данной сфере.

Уменьшение количества регионов в кластере А в 2016 г. свидетельствует о том, что часть регионов ухудшили свои показатели и перераспределились в кластеры с более низкими показателями. Однако при этом средние значения почти всех показателей в кластере А увеличились в 1.5–2 раза по сравнению с 2015 г.

Отрицательная динамика большинства показателей с 2010 по 2015 г. свидетельствовала о необходимости поддержки и развития регионов в сфере среднего профессионального образования. Эта тенденция сменила свое направление к 2016 г., что говорит о потребности российских предприятий в высококвалифицированных специалистах со средним профессиональным образованием. В настоящее время наблюдается высокий уровень трудоустройства выпускников ссузов. Данный показатель в 2016 г. составил 65% [34].

Развитие среднего профессионального образования является важной задачей для российской экономики, которая связана с эффективным использованием трудовых ресурсов, а также структурированием и развитием рабочей силы.

Полученные в данной работе результаты позволили определить регионы, являющиеся перспективными в плане развития образовательной деятельности в сфере СПО. Следует отметить регионы РФ, которые составили ядро кластера А с наивысшими показателями: г. Москва, Краснодарский край, Республика Башкортостан, Московская, Ростовская и Свердловская области.

К регионам, которым с целью оптимизации их деятельности в сфере среднего профессионального образования необходима модернизация для увеличения человеческого капитала и повышения инновационного потенциала России, относятся регионы, характеризующиеся самыми низкими показателями на протяжении всего рассматриваемого периода: Ленинградская и Псковская области, Республика Ингушетия, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ.

Таким образом, в настоящее время в рамках стратегического развития регионов и страны в целом необходимо уделить особое внимание

приоритетному направлению подготовки высококвалифицированных специалистов со средним профессиональным образованием с учетом современных стандартов и передовых технологий.

#### Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжениями Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 № 1662-р и от 08.08.2009 № 1121-п). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527) (дата обращения: 24.11.2017).
2. Набиуллина Э.С. О долгосрочных прогнозах экономического развития // В кн.: XIII Международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2012 г.). В 4 книгах. Книга 1 / Отв. ред. Е. Ясин. М.: НИУ ВШЭ, 2012. С. 26–33.
3. Гранберг А.Г., Михеева Н.Н., Ершов Ю.С. Воздействие мирового кризиса на стратегию пространственного социально-экономического развития Российской Федерации // Регион: экономика и социология. 2009. № 4. С. 69–101.
4. Крюков В.А. Влияние фактора многообразия на особенность формирования политики развития ресурсного сектора и экономики регионов // Экономика управления. 2017. № 11. С. 21–30.
5. 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 (91). С. 28–54.
6. Удалов Ф.Е., Алёхина О.Ф. Макроуровневый анализ централизованной системы управления экономикой // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. № 3 (47). С. 82–85.
7. Швецов А.Н. Пространственная кластеризация инновационной деятельности: смысл, эффекты, государственная поддержка // Регион: экономика и социология. 2015. № 4. С. 142–161.
8. Brock G. Growth in Russia's federal districts, 1994–2003 // Post-Communist Economics. 2010. Vol. 22. № 1. P. 19–31.
9. López-Bazo E., Vayá E., Artis M. Regional externalities and growth: evidence from European regions // Journal of Regional Science. 2004. Vol. 44. № 1. P. 43–73.
10. 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.
11. Аганбегян А.Г. Человеческий капитал и его главная составляющая – сфера «экономики знаний» как основной источник социально-экономического роста (окончание) // Экономические стратегии. 2017. № 4. С. 6–21.
12. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под ред. Б.З. Мильнера. М.: ИНФРА-М, 2010. 624 с.

13. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Вестник Российской академии наук. 2003. Том 73. № 5. С. 450–456.
14. Макаров В.Л. Становление экономики знаний в России и мире // В кн.: Экономика знаний: Коллективная монография / Отв. ред. д-р экон. наук, проф. В.П. Колесов. М.: ИНФРА-М, 2008. 432 с. Гл. 1. С. 34–44.
15. Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. Микроэкономика знаний. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. 204 с.
16. Кузнецов Ю.А. Человеческий капитал, производительность труда и экономический рост // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 43 (298). С. 2–14.
17. Лавров Е.И., Лаврова Л.А. Человеческий капитал как фактор экономического роста // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2006. № 2. С. 63–69.
18. Barro R.J., Sala-i-Martin X. Economic growth. 2nd ed. Cambridge, MA; London: MIT Press, 2004. 672 p.
19. Durlauf S.N., Quah D. The new empirics of economic growth // Handbook of Macroeconomics. Oxford: Elsevier, 1999. Vol. 1A. P. 235–308.
20. Lucas R.E. On the mechanics of economic development // Journal of Monetary Economics. 1988. Vol. 22. № 1. P. 3–42.
21. Quah D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs // Journal of Economic Growth. 1997. Vol. 2. № 1. P. 27–59.
22. Баранов А.О., Слепенкова Ю.М. Методологические проблемы анализа воспроизводства человеческого капитала в России // ЭКО. 2018. № 2. С. 5–17. URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/50460298> (дата обращения: 19.03.2018).
23. 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. № 2. P. 143–173.
24. Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b15\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_14p/Main.htm) (дата обращения: 10.02.2018).
25. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: [http://www.condultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.condultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 25.10.2017).
26. Гаспаров А.Т. Среднее специальное образование и рынок труда: подготовка специалистов или ступень к вузу // Экономика и образование: проблемы, решения. 2016. Т. 2. № 7. С. 50–58.
27. Kohonen T. Self-organized formation of topologically correct feature maps // Biol. Cybern. 1982. Vol. 43. P. 59–69.
28. 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. Серия: Социальные науки. 2017. № 1 (45). С. 54–60.
29. Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. Ч. 1. Нейронные сети, обучаемые с учителем. 130 с.; Ч. 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя. 135 с.
30. Перова В.И. Нейронные сети: Учебное пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2012. Ч. 1. 155 с.; Ч. 2. 111 с.
31. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под ред. В.П. Боровикова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Горячая линия–Телеком, 2008. 392 с.
32. Дюк В.А., Самойленко А.П. Data Mining: Учебный курс. СПб.: Питер, 2001. 370 с.
33. Зайцев К.С. Применение методов Data Mining для поддержки процессов управления ИТ-услугами: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2009. 96 с.
34. URL: [http://www.spo.graduate.edu.ru/#/?year=2014&year\\_monitoring=2016](http://www.spo.graduate.edu.ru/#/?year=2014&year_monitoring=2016) (дата обращения: 10.02.2018).

## NEURAL NETWORK MODELING OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION DYNAMICS INDICATORS IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION AS A FACTOR OF GROWTH OF THE COUNTRY'S ECONOMY

*V.I. Perova, E.S. Boleeva*

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

We have studied the indicators' dynamics of the Russian Federation regions in the field of secondary vocational education using the method of neural network modeling. The relevance of this study is due to the fact that human capital, which represents a combination of knowledge, skills and abilities obtained in the process of education and subsequently generating income, is one of the most important internal factors of the country's economic potential. The study was based on the analysis of multidimensional data. Cluster analysis on six indicators using Kohonen self-organizing maps is implemented using the STATISTICA system. It is shown that in 2010–2016, Russian regions were divided into 4 clusters. The composition and characteristics of each cluster are obtained and socio-economic conclusions are drawn. The research has allowed us to define the features of indicators' dynamics of secondary professional education development in Russian regions with the aim to determine the ways for increasing the competitiveness of the national educational system as a factor of the country's economic growth.

*Keywords:* economic growth, human capital, secondary vocational education, regions of the Russian Federation, cluster analysis, neural networks, Kohonen self-organizing maps.