

УДК 004.032.26

doi: 10.26102/2310-6018/2018.23.4.018

Т.В. Азарнова, И.Л. Каширина, А.Н. Швиндт

## НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ РЫНКА ТРУДА И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

*Воонезжский государственный университет*

*АНО «Аналитический центр при Правительстве РФ»*

*Для экономики современной России характерно наличие ряда проблем: безработица и незанятое трудом население, новые требования со стороны работодателей к профессиональному образованию, несоответствие кадровых потребностей работодателей и профессиональных возможностей выпускников вузов. Все это является следствием рассогласования важнейших сфер современного общества – рынка труда и образования. Усложнение задач, требующих решения на практике, приводит к повышению требований работодателей к уровню подготовки выпускников, что лежит в основе существующего дисбаланса на рынке труда по качественным критериям. В статье представлены результаты нейросетевого моделирования взаимодействия субъектов рынков труда и образовательных услуг. Показано, что для оценки качества подготовки специалистов по критерию удовлетворения потребности регионального рынка труда могут быть использованы показатели эффективности деятельности вузов. Приводится обоснование целесообразности применения показателей трудоустройства выпускников для решения задач оценки и анализа эффективности деятельности высших учебных заведений. Построены нейросетевые модели классификации, кластеризации и регрессии для всестороннего анализа взаимосвязи между субъектами рынка труда и образовательных услуг. Выявлено наличие сильной зависимости между показателями эффективности вуза и средней заработной платой выпускников в первый год после окончания вуза.*

**Ключевые слова:** рынок труда, мониторинг, оценивание, эффективность вуза, нейронная сеть.

### 1. Введение

Повышение качества образования – важная задача государственного уровня. Однако существующие методы оценки результатов деятельности вузов не позволяют провести комплексный анализ различных направлений образовательной деятельности, а также не учитывают степень их влияния на результат обучающихся. Основная проблема существующих подходов заключается в том, что они не способны выявлять имеющиеся

зависимости между качеством организации деятельности вузов и эффективностью обучения студентов. Большинство людей понимает под словосочетанием «эффективность вузов» качество подготовки и обучения будущих специалистов. Как ни странно, но именно этого показателя в перечне критериев блока образовательной деятельности вуза нет. За все время проведения мониторинга показатели, оценивающие уровень знаний обучающихся и профессиональные достижения выпускников, так и не были добавлены. Единственным близким по смыслу показателем такого рода стал добавленный в 2015 году процент трудоустроившихся выпускников. Он мог бы быть объективным, если бы все работодатели добросовестно, в полном объеме и в установленный срок производили пенсионные отчисления за своих работников. Но, к сожалению, по заявлениям самих же руководителей Министерства труда РФ, около 20% трудоспособного населения не отражены в базах пенсионного фонда.

Мониторинг может отражать объективные результаты только в случае реализации системного подхода. Для качественного проведения такого масштабного исследования, как мониторинг вузов страны, должен учитываться целый комплекс внешних и внутренних факторов относительно социально-экономического благополучия региона, интересов проживающих здесь людей, а самое главное - специфики образовательной организации. Таким образом, проблема оценки качества образования с опорой на критерии, предъявляемые рынком труда, до сих пор актуальна и дискуссионна. В настоящее время идет активное обсуждение соответствующего изменения системы оценки показателей эффективности вузов, а также подхода к их аккредитации.

В данной статье анализируются действующие показатели эффективности деятельности вуза и исследуется их связь с востребованностью выпускников. Предлагаемые модели дают возможность спрогнозировать влияние тех или иных показателей эффективности вуза на изменение условий успешности выпускников и выявить индикаторы, оказывающие наиболее сильное влияние на эффективность процесса трудоустройства. Кроме того, анализ динамики показателей эффективности деятельности вуза за несколько лет позволит руководству вуза выстроить оптимальную траекторию образовательной деятельности на ближайшую перспективу.

## **2. Мониторинг эффективности вузов**

Указом Президента РФ «О мерах реализации государственной политики в области образования и науки» от 7 мая 2012 года №599

Правительству Российской Федерации была поставлена задача проведения мониторинга эффективности деятельности государственных образовательных учреждений в целях оценки эффективности их работы, реорганизации неэффективных государственных образовательных учреждений.

Мониторинг эффективности вузов представляет собой сбор статистических и аналитических материалов об учебных заведениях и формирование показателей оценки эффективности их деятельности. На основе этих данных принимается решение в отношении тех вузов и их филиалов, которые относятся к «группе риска» по утвержденным и согласованным критериям.

Технологическая цепочка мониторинга состоит из решения следующих задач:

- 1) формирование показателей – задание вектора системы взглядов на развитие образования в стране;
- 2) сбор данных по обозначенным показателям – отбор необходимой информации по открытым источникам или путем специализированного сбора;
- 3) верификация данных – проверка соответствия действительности предоставленных учебными заведениями данных;
- 4) расчеты и построение рейтинга – деление вузов на «эффективные» и «неэффективные» с помощью определенного алгоритма.

Результаты мониторинга образовательных организаций по направлениям деятельности за 2017 год представлены на портале <http://indicators.miccedu.ru/>.

На текущий момент мониторинг эффективности высших образовательных учреждений включает в себя 62 показателя. Данные показатели предоставляют общую информацию функционирования образовательных организаций в целом без учета их разделения по сферам деятельности.

В разделе «Образовательная деятельность» первые семь показателей демонстрируют структуру и качество приема в организацию высшего образования, а оставшиеся восемь характеризуют общий контингент и привлекательность образовательной организации для студентов. Этот набор показателей позволяет выделить типы образовательных программ, реализуемых в вузе.

В разделе «Научно-исследовательская деятельность» первые семь

показателей дают представление о публикационной деятельности сотрудников вузов, а следующие семь – доходы от научной деятельности. Последние два показателя отображают признание исследователей в российском и зарубежном исследовательском сообществе.

Показатели раздела «Международная деятельность» являются дополнительной характеристикой: десять из них характеризуют международный аспект образовательной деятельности, куда включается привлекательность и доступность вузов для иностранных граждан и подготовка аспирантов (согласно ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» подготовка в аспирантуре является одним из уровней образования). Оставшиеся три показателя характеризуют привлекательность вузов для зарубежных исследователей и признание уровня исследований для зарубежных фондателей.

Раздел «Финансово-экономическая деятельность» (4 показателя) дает общее представление об общем состоянии функционирования учреждения с точки зрения финансовых ресурсов. Сюда включается структура доходов и общая доля этих доходов, приходящаяся на одного научно-педагогического работника и на одного студента.

В разделе «Инфраструктура» отражены 8 показателей, дающих информацию о необходимых для обеспечения образовательного и научно-исследовательского процесса помещениях, компьютерах, научно-лабораторном оборудовании и библиотечных ресурсах.

Раздел «Трудоустройство» содержит всего один показатель, в котором указан процент выпускников образовательной организации, трудоустроившихся в течение года, следующего за годом выпуска.

5 показателей раздела «Кадровый состав» содержат в себе данные о научно-педагогических работниках, имеющих степень кандидата или доктора наук, а также долю штатных работников.

Изначально, для обработки результатов мониторинга было адаптирована методика государственной аккредитации для определения пороговых значений, которая по каждому аккредитационному показателю делила вузы на 75% лучших и 25% худших. Так, по каждому показателю мониторинга вуз попадает в одну из четырех зон: А – 25% лучших; В – если не входит в область А, но входит в 50% лучших; С – если не входит в области А и В, но показатель выше порогового; D – если значение показателя ниже порогового. Однако такой подход породил неоднозначность при сравнении вузов по группе показателей: неясно, какой набор оценок лучше: АС или ВВ?

Следующим шагом в оценке эффективности вузов стало применение в 2016 году аналитической модели, предложенной в 70-х годах консалтинговой группой McKinsey и компанией General Electric для оценки стратегических позиций бизнеса. Эта модель оценивает результативность вуза на основе семи агрегированных показателей по шкале от ААААААА (наивысшие значения всех показателей) до DDDDDDD (худшие значения показателей). В качестве решения было предложено разделить вузы на семь лиг, как показано на Рисунке 1.

Лиги	Вектор оценок	Кол-во вузов и филиалов
1	ААААААА	3
2	от ААААААВ до АААААСС	33
3	от ААААВВС до ААВВВСС	172
4	...	274
5	...	342
6	...	353
7	Более 4-х D	301

Рисунок 1 - Распределение вузов и филиалов в соответствии с методикой рейтинга на основе мониторинга эффективности

В 2017 году исследователи сопоставили результаты рейтинга по мониторингу эффективности деятельности вузов с аналогичными данными за 5 лет. Это дало возможность изучить динамику внутри лиг и между ними, выявить и оценить корреляционные связи высоких позиций образовательных организаций в рейтинге с особыми статусными характеристиками ведущих вузов. В результате, методика расчета была усовершенствована за счет введения дополнительных параметров и увеличения количества лиг до десяти. В 2017 году распределение вузов по лигам приблизилось к нормальному: в двух первых и двух последних лигах достаточно мало вузов. Основная масса вузов сосредоточена в четвертой, пятой и шестой лигах [6].

Что касается динамики количества исследуемых учебных заведений, то после проведения первого мониторинга в 2012 году к настоящему моменту количество вузов и филиалов сократилось примерно на тысячу, при этом в 2017 году в мониторинге приняли участие 769 вузов и 692 филиала.

Мониторинг эффективности вузов, бесспорно, является важным процессом, направленным на улучшение качества образования. Наличие

непрерывного контроля такого рода способствует поддержанию качества образования на достойном уровне. Однако, хороших результатов можно добиться только при наличии правильной процедуры мониторинга. В настоящее время единого идеального способа мониторингового оценивания вузов пока не найдено: ежегодно меняются показатели, происходит изменение количества лиг и оценок, вводятся дополнительные правила для вузов. Очевидно, что система мониторинга эффективности вузов в том виде, в котором существует сейчас, несовершенна и требует изменений. Но бесспорно, что судить о качестве вуза необходимо, в первую очередь, по оценке профессиональной квалификации его выпускников.

### **3. Анализ данных с помощью пакета STATISTICA**

#### *3.1. Описание входных и выходных данных*

Модели взаимосвязи показателей мониторинга эффективности деятельности вузов и мониторинга трудоустройства выпускников дают возможность спрогнозировать влияние тех или иных показателей эффективности на изменение условий успешности выпускников. Наиболее подходящими для имитации подобной взаимосвязи являются нейросетевые модели, способные аппроксимировать произвольные непрерывные многопараметрические зависимости, учитывая эмерджентность моделируемых процессов.

Построение модели взаимосвязи показателей мониторинга эффективности деятельности вузов и мониторинга трудоустройства выпускников осуществлялось с помощью модуля Neural Networks пакета STATISTICA 12.

В качестве обучающей выборки для построения нейросетевых моделей использовались данные портала <http://indicators.miccedu.ru/> [3], который содержит информацию о деятельности образовательных организаций по результатам мониторинга Минобрнауки России. Как было отмечено ранее, мониторинг эффективности деятельности вузов отслеживает всего один показатель востребованности выпускников – долю трудоустройства. Другие показатели, связанные с трудоустройством, можно найти на Портале мониторинга трудоустройства выпускников <http://vo.graduate.edu.ru> [4]. Данный мониторинг отслеживает три основных показателя: долю трудоустроившихся выпускников в течение первого года после окончания вуза, среднюю сумму ежемесячных выплат выпускникам в первый год после окончания вуза, средний возраст

выпускника. Первый из этих показателей (доля трудоустройства) также присутствует в мониторинге эффективности деятельности вузов. Методика мониторинга трудоустройства включает в себя следующие этапы:

1) Сбор сведений о выданных образовательными организациями документах об образовании с информацией по выпускникам.

2) Анализ собранных данных, формирование списков, удовлетворяющих требованиям.

3) Определение числа трудоустроенных по СНИЛС, определение размеров выплат.

4) Расчет показателей.

На Рисунке 2 приведены показатели трудоустройства ВГУ по результатам мониторинга за 2017 год (то есть по выпускникам 2016 года).

<b>Результат</b>
<b>Доля трудоустройства выпускников</b>
<b>80%</b>
<b>Средняя сумма выплат выпускникам</b>
<b>26026 Р</b>
<b>Средний возраст выпускников</b>
<b>24,7 лет</b>
<b>Количество регионов, в которых трудоустроены выпускники</b>
<b>62</b>

Рисунок 2. Показатели мониторинга трудоустройства на примере ВГУ

Отметим, что портал мониторинга позволяет посмотреть средние суммы выплат не только по вузу в целом, но и по отдельным специальностям (направлениям), что дополнительно позволяет проводить сравнительный анализ вузов по общим направлениям подготовки (Рисунок 3).

Код	Наименование направлений подготовки (специальностей)	Число допущенных к	Средний возраст	Средняя сумма	Доля
		обработке выпускников	выпускников	выплат выпускникам	трудоустройства выпускников
		ΔУ	ΔУ	ΔУ	1▼
44	Образование и педагогические науки	6 чел.	31,7 лет	22 159 Р	100%
21	Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия	18 чел.	29,7 лет	28 894 Р	94,1%
51	Культуроведение и социокультурные проекты	10 чел.	23,4 лет	13 673 Р	90%
33	Фармация	153 чел.	27,6 лет	22 621 Р	88,8%
01	Математика и механика	172 чел.	23,7 лет	40 820 Р	86,5%
02	Компьютерные и информационные науки	92 чел.	23,9 лет	36 114 Р	85,7%
46	История и археология	114 чел.	25 лет	20 545 Р	85%
38	Экономика и управление	954 чел.	25,9 лет	27 972 Р	84,7%
09	Информатика и вычислительная техника	115 чел.	23,4 лет	39 220 Р	82,6%
04	Химия	85 чел.	23,5 лет	21 148 Р	81,2%
39	Социология и социальная работа	55 чел.	23,1 лет	19 176 Р	80%
05	Науки о земле	267 чел.	24,3 лет	25 772 Р	76,2%
40	Юриспруденция	562 чел.	25 лет	24 057 Р	76%
03	Физика и астрономия	161 чел.	23,7 лет	27 080 Р	75,9%

Рисунок 3- Показатели мониторинга трудоустройства ВГУ по отдельным направлениям подготовки.

Для обучения нейронных сетей на основе данных, взятых с сайта <http://indicators.miccedu.ru/>, была сформирована выборка, содержащая 400 наиболее крупных вузов РФ, представляющих все субъекты РФ, отраженные в результатах мониторинга.

Начальным этапом исследования был сбор данных. Данные мониторинга, согласно одному из его принципов, являются публичными и находятся в открытом доступе на портале мониторинга. На портале данные представлены в удобном для пользователя виде, но в неудобном виде для анализа, поэтому для формирования обучающей и тестовой выборок потребовалось написание специализированных скриптов. Отобранные данные были представлены в виде Таблицы, фрагмент которой приведен на Рисунке 4.

Наименование образовательного учреждения/№ критерия	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
Национальный исследовательский Московский государственный	71,27	71,2	56,79	48,34	0	3	44	2,29	15,78	18,86
Орловский государственный институт культуры	81,09	81,09	63,36	54,8	0	0	0	0	3,88	4,85
Гюменский государственный университет	73,47	73,24	59,18	42,06	1	4	10	0,37	13,77	15,63
Рязанский государственный агротехнологический университет им	54,25	54,25	51,28	40,91	0	0	22	4,51	8,62	11,55
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина	70,58	70,58	60,98	48,58	0	0	63	5,63	10,48	11,26
Рязанский государственный радиотехнический университет	67	67	56,99	45,45	0	0	363	36,01	12,02	13,69
Смоленская государственная сельскохозяйственная академия	54,18	54,18	51,93	42,62	0	0	0	0	8,21	9,65
Смоленский государственный университет	69,83	69,83	63,66	50,26	0	0	11	1,69	7,23	8,03
Смоленская государственная академия физической культуры, спор	59,26	58,09	51,81	47,8	0	0	6	2,58	7,38	8,67
Мичуринский государственный аграрный университет	53,92	53,92	53,6	45,31	0	0	69	13,42	14,53	16,31
Гамбовский государственный технический университет	60,16	60,16	56,21	42,75	0	0	72	8,83	19,44	22,38
Гамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина	66,75	66,75	58,3	44,34	0	0	83	4,87	8,48	12,29
Тверская государственная сельскохозяйственная академия	46,96	46,96	56,5	39,12	0	0	2	1,22	0	3,39
Тверской государственный медицинский университет	83,23	82,28	70,18	58,92	0	2	181	25,97	0	13,25
Тверской государственный университет	67,19	67,13	61,56	47,42	1	0	31	2,37	17,11	19,08

Рисунок 4 - Фрагмент исходных данных с показателями мониторинга.

В данном исследовании анализировалась взаимосвязь между показателями мониторинга трудоустройства выпускников (доля трудоустройства и средняя сумма выплат выпускникам) и всеми показателями мониторинга эффективности деятельности вузов (исключая показатель трудоустройства). Кроме того, в исследовании был дополнительно рассмотрен показатель, характеризующий отношение средней заработной платы выпускников к средней заработной плате в регионе. Для проведения всестороннего анализа были решены три задачи.

### 3.2. Классификация

Первым был рассмотрен показатель 6.1 – это доля выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года, следующего за годом выпуска. Так как значения этого показателя в результатах мониторинга меняются с фиксированным шагом в 5% (рассчитанное значение доли трудоустройства округляется до ближайшего значения, кратного 5%), задача поиска взаимосвязи этого показателя со значениями всех остальных показателей мониторинга эффективности деятельности вузов решалась как задача классификации. Показатели двухсот вузов использовались для обучения, оставшиеся 200 – для тестирования сети.

Лучшую производительность показала сеть архитектуры многослойный перцептрон MLP 61-10-10, обучающаяся по алгоритму обратного распространения ошибки и содержащая 61 вход (по количеству показателей мониторинга эффективности), 10 нейронов в скрытом слое и 10 выходов (так как всего в выборке присутствовало 10 различных

значений доли трудоустройства).

Точность предсказания доли трудоустройства выпускников по значениям показателей эффективности вуза на обучающей выборке составила 100% (то есть в 100% случаях доля трудоустроившихся была предсказана верно), на тестовой 78,5%, что, в целом, позволяет считать обучение сети успешным.

Подробный анализ результатов обучения этой сети представлен в [2]. Отметим, что по итогам проведенного анализа значимости входных признаков для предсказания доли трудоустроившихся выпускников значимыми (в той или иной степени) оказались 56 показателей мониторинга эффективности (то есть почти все). Для оценки значимости использовалась процедура Global sensitivity analysis, реализованная в пакете STATISTICA.

### 3.3. Регрессия

Далее был рассмотрен показатель 6.2 – это средняя сумма ежемесячных выплат выпускникам в первый год после окончания вуза, предсказанная по значениям показателей мониторинга эффективности деятельности вузов (кроме 6.1). Задача прогнозирования значений этого показателя решалась как задача регрессии. При этом лучшие результаты показала сеть многослойный персептрон MLP 61-21-1. Основным показателем качества при решении задачи восстановления неизвестной многомерной зависимости является коэффициент детерминации  $R^2$ , то есть доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью (чем ближе к 1 значение  $R^2$ , тем сильнее найденная зависимость). Результаты обучения лучшей сети (коэффициент детерминации) представлены в Таблице 1.

Результаты обучения данной сети можно признать очень успешными, так как коэффициенты детерминации на обучающей и тестовой выборках оказались довольно высокими ( $>0.9$ ).

Таблица 1. Коэффициенты детерминации лучшей сети

	Коэффициент детерминации	
	Обучающая выборка	Тестовая выборка
MLP 61-21-1	0.952	0.916

Для данной модели в [2] также была исследована значимость отдельных показателей мониторинга эффективности вузов как факторов влияния на величину средней заработной платы выпускников в течение календарного года, следующего за годом выпуска. В отличие от предыдущей модели, значимых показателей эффективности всего 3: доходы образовательной организации из всех источников; доходы образовательной организации от приносящей доход деятельности; усредненный по реализуемым направлениям минимальный балл ЕГЭ студентов, принятых на обучение по очной форме. Далее модель была перестроена только для этих трех факторов, качество обучения осталось без изменения.

На Рисунке 5 приведен график исходных (синий цвет) и предсказанных (красный цвет) значений средней суммы выплат выпускникам для 200 различных вузов из тестовой выборки.

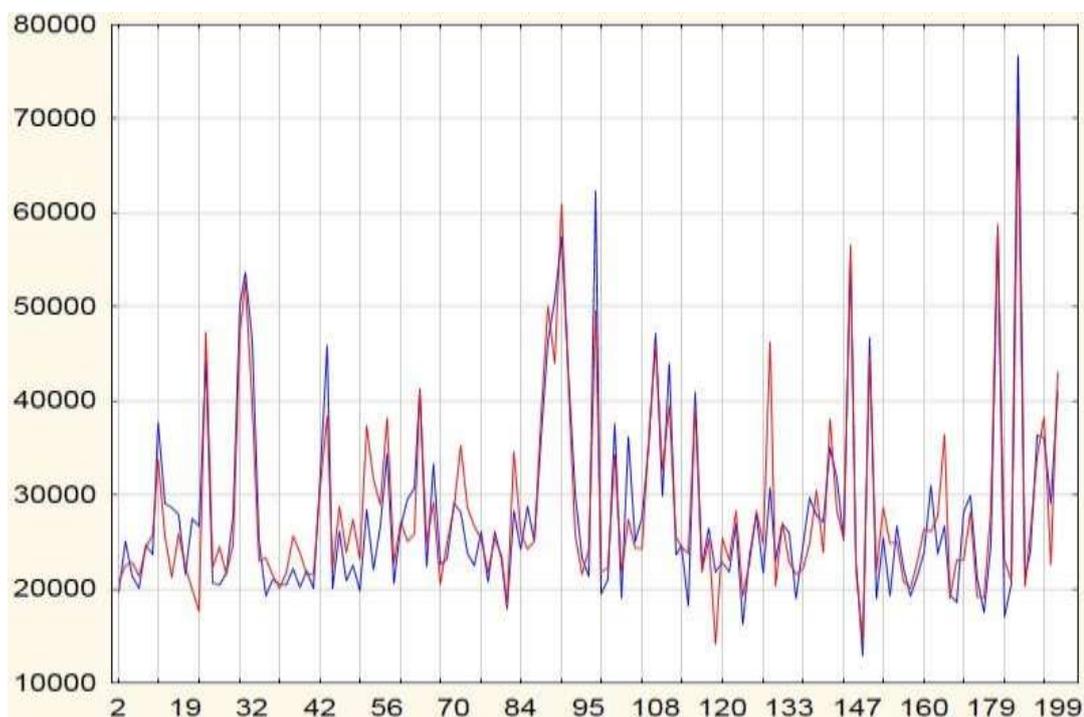


Рисунок 5 - График наблюдаемых и предсказанных значений

На оси абсцисс представлена средняя сумма выплат выпускникам, на оси ординат – порядковые номера вузов. Видно, что для большинства вузов, отсутствовавших в обучающей выборке, нейронной сети удалось хорошо спрогнозировать значение показателя. Это говорит о том, что существует достаточно сильная зависимость между указанными выше тремя показателями эффективности и средней суммой выплат

выпускникам. Также по этому графику видно, насколько сильно отличаются средние зарплаты выпускников в первый год после окончания вуза.

Данный график позволил предположить, что качество прогноза может существенно возрасти, если перейти к приведенным показателям суммы выплат (так как исчезнут резкие колебания). Для этого в анализ был искусственно добавлен показатель 6.3 – отношение средней суммы выплат выпускникам к средней заработной плате по региону.

В результате данного исследования была построена достаточно достоверная нейросетевая модель, однако, вопреки сделанному предположению, точность этой сети оказалась хуже, чем построенной ранее модели, прогнозирующей показатель средней суммы выплат выпускникам. Исследование значимости отдельных показателей мониторинга эффективности вузов как факторов влияния на отношение средней суммы выплат выпускникам к средней заработной плате по региону показало, что значимых показателей эффективности по-прежнему всего три, но два из них отличаются от найденных предыдущей моделью (Таблица 2)

Таблица 2. Значимые показатели для предсказания 6.3.

Показатель	Ранг
4.4 Доходы образовательной организации из всех источников	3
4.3 Отношение средней заработной платы НПП в образовательной организации к средней заработной плате по экономике региона	1,39
2.10 Доходы от НИОКР в расчете на одного НПП	1,27

Ранг, приведенный в Таблице 2, показывает, во сколько раз увеличится ошибка сети, если убрать из рассмотрения данный показатель (а остальные оставить без изменения).

В Таблице 3 представлены результаты обучения лучшей сети по трем значимым входным показателям.

Таблица 3 - Коэффициенты детерминации лучшей сети для 6.3.

	Коэффициент детерминации	
	Обучающая выборка	Тестовая выборка
MLP 3-21-1	0,841989	0,687235

### 3.4. Кластеризация

Как известно, кластерный анализ — это многомерная статистическая процедура, осуществляющая разбиение объектов на несколько сравнительно однородные группы (кластеров). Таким образом, кластер — это группа элементов, характеризующихся некоторыми общими свойствами, а главная задача кластерного анализа — выделение групп схожих объектов в выборке. В рамках данного исследования также был реализован алгоритм кластеризации ВУЗов по результатам мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования и проанализированы уровни заработных плат выпускников ВУЗов, попавших в один кластер. Результаты полученной кластеризации могут быть использованы для разных целей: разработка новых показателей мониторинга, установление отдельных пороговых значений для кластера, анализ каждого кластера по отдельности, совершенствование системы мониторинга в целом. Кластерный анализ может расширить применение результатов мониторинга в качестве комплексной оценки качества деятельности образовательных учреждений, позволит взглянуть на ситуацию системно, выявить явных лидеров среди вузов, а также вузы, резко отличающиеся от остальных.

Для проведения кластеризации использовалась вся обработанная и подготовленная ранее выборка по 400 вузам. В качестве входных данных использовались все показатели эффективности вузов. Результатом является набор кластеров, которые были получены с помощью самоорганизующихся карт Кохонена.

Самоорганизующиеся карты Кохонена — нейросетевой алгоритм визуализации и кластеризации данных. Карта Кохонена (Self-Organizing Maps, SOM) имеет единственный выходной слой нейронов, расположенных в форме двумерной сетки. Алгоритм обучения карты построен так, что положение нейрона в выходном слое взаимосвязано с положением прототипов в многомерном пространстве входов сети. Такая сеть формирует топологическую структуру, в которой похожие входные векторы образуют группы образов, близко находящиеся на топологической карте. Тем самым, появляется возможность строить топографические карты, чрезвычайно полезные для визуализации многомерной информации. Алгоритм построения карт Кохонена также реализован в пакете STATISTICA.

В данном исследовании была построена карта размера 4x4, то есть все вузы были разделены на 16 кластеров (что ненамного превосходит число лиг, выделяемых в описанном выше существующем подходе).

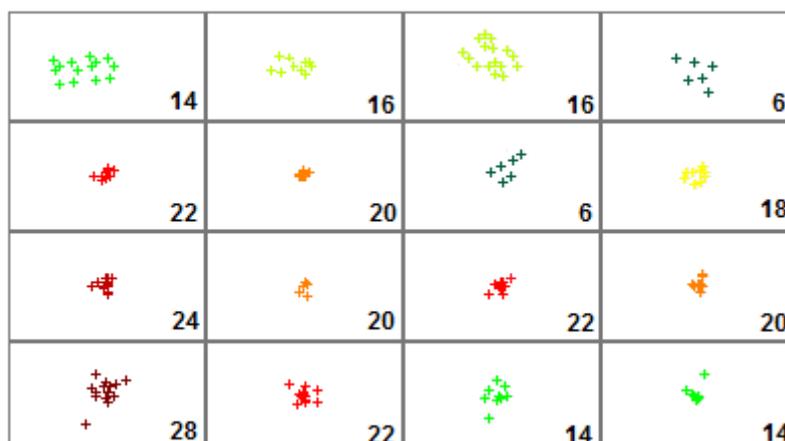


Рисунок 6 - Карта Кохонена

Число в правом нижнем углу сетки соответствует количеству вузов, попавших в этот кластер, крестиками обозначены сами вузы. По расположению крестиков можно судить о том, насколько плотно сгруппированы объекты того или иного кластера, присутствуют ли в них выбросы. Например, кластер, расположенный в ячейке (4;1) объединил 28 вузов и является наибольшим кластером. Меньше всего ВУЗов в кластерах, расположенных в ячейках (1;4) и (2;3).

Таким образом, выборка из 400 вузов была разбита на 16 кластеров, в каждом из которых находятся вузы, имеющие схожие наборы показателей мониторинга. Следующим этапом исследования был анализ заработных плат выпускников вузов каждого кластера, собранных на портале мониторинга трудоустройства выпускников. Готовые данные

№ Кластера	Заработные платы	Наименование образовательного учреждения/№ критерия
(1, 1)	32257,00	Пермский национальный исследовательский политехнический университет
(1, 1)	34264,00	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(1, 1)	57345,00	Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана
(1, 1)	47137,00	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
(1, 1)	43934,00	Санкт-Петербургский государственный университет
(1, 1)	23609,00	Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта
(1, 1)	22987,00	Белгородский государственный национальный исследовательский университет
(1, 2)	23670,00	Тамбовский государственный технический университет
(1, 2)	44212,00	Московский государственный психолого-педагогический университет
(1, 2)	45932,00	Уфимский государственный нефтяной технический университет
(1, 2)	26053,00	Башкирский государственный университет
(1, 2)	22521,00	Саратовский университет имени Н.Г. Чернышевского
(1, 2)	26026,00	Воронежский государственный университет
(1, 2)	50792,00	Московский технологический университет
(1, 2)	26653,00	Казанский национальный исследовательский технологический университет

были сопоставлены с результатами кластеризации (Рисунок 7).

Рисунок 7.- Заработные платы по кластерам

Для каждого кластера было подсчитано среднее значение заработной платы в кластере. Результаты представлены в Таблице 4.

Таблица 4. Среднее значение заработной платы для каждого кластера

№	З/п	№	З/п	№	З/п	№	З/п
1	37361,86	5	30907,88	9	27863,57	13	18246,67
2	33232,38	6	54393	10	27690,33	14	35409,8
3	27319,44	7	26900,44	11	29832,83	15	24646,35
4	25071,5	8	24262,92	12	22081,5	16	27438,33

Также для каждого кластера был подсчитан коэффициент вариации данных внутри этого кластера. Чтобы оценить взаимосвязь заработных плат с вузами, получившиеся результаты были предварительно очищены от т.н. выбросов. Как выбросы интерпретировались значения заработной платы, которые резко отличаются от других значений в кластере. Например, в кластер 11 попал Тюменский индустриальный университет. Средняя заработная плата его выпускников составляет 62267 рублей, что примерно в два раза больше, чем у остальных представителей кластера, с аналогичным набором входных показателей мониторинга. Заработная плата его выпускников больше средней заработной платы по региону в 1,6 раз. Это объясняется тем, что Тюменский индустриальный университет является одним из региональных опорных ВУЗов. Как только этот вуз был исключен из кластера, коэффициент вариации в этом кластере понизился с 53 до 10.

Также примерами выбросов могут служить Камчатский государственный технический университет, Норильский государственный индустриальный институт и Ухтинский государственный технический университет. Средняя заработная плата выпускников Камчатского государственного технического университета – 58214 рубля, выпускников Норильского государственного индустриального института – 76665 рублей, Ухтинского государственного технического университета - 50311. Заработные платы выпускников этих вузов резко отличаются от остальных по кластеру. Причина высоких заработных плат выпускников Ухтинского государственного технического университета в том, что этот университет является базовым по подготовке инженеров для нефтегазовых компаний. Заработная плата выпускников Камчатского государственного технического университета не является высокой для Камчатского края, тут ключевую роль играет расположение вуза. То же самое касается и Норильского государственного индустриального института, который

является одним из самых северных высших учебных заведений в мире.

Такие вузы искажают общую картину кластера. После очистки наиболее однородным оказался кластер 6 с коэффициентом вариации 2%. Самый высокий коэффициент вариации (21%) у кластеров №1 и №14. Очищенные от выбросов результаты приведены в Таблице 5.

Таблица 5 - Стандартное отклонение и коэффициент вариации заработных плат по кластерам.

№	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	№	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
1	12711,59	21%	9	10561,92	20%
2	11607,32	7%	10	9061,882	10%
3	9258,565	18%	11	16031,45	10%
4	1982,02	8%	12	2663,505	12%
5	6327,737	20%	13	3421,309	13%
6	1038,033	2%	14	19706,82	21%
7	5426,152	13%	15	6077,502	16%
8	3687,408	10%	16	5702,176	11%

Можно сделать вывод, что после очистки от выбросов (всего из рассмотрения было исключено 11 вузов, нетипичных для своих кластеров) средние заработные платы выпускников ВУЗов, попавших в один кластер, стали довольно похожи, так как коэффициент вариации ни в одном из кластеров не превосходит 30%.

При этом стоит отметить, что при проведении кластеризации не учитывалась специфика образовательной деятельности вуза, однако разделение по кластерам само выявило эту специфику. Например, в кластер 12 входят, в основном педагогические вузы (Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Оренбургский государственный педагогический университет и т.д.), а также два классических вуза (Вологодский государственный университет, Курганский государственный университет), в кластер 13 попало достаточно много институтов искусств и т.д.

#### 4. Заключение

Важной проблемой многих регионов России является востребованность выпускников на рынке труда и их трудоустройство.

Оценка качества подготовки выпускников вузов производится не только в образовательных учреждениях по результатам итоговой аттестации, но и по результатам востребованности их на рынке труда. Показатели трудоустройства выпускников вузов являются также одним из важнейших индикаторов, отражающих степень взаимодействия и сбалансированности рынков труда и образовательных услуг. В исследовании построены четыре нейросетевые модели, целью которых было выявление связи между действующими показателями мониторинга эффективности вузов и результатами трудоустройства выпускников.

При построении моделей с использованием трех различных результирующих параметров был выявлено, что наиболее точный результат дает регрессионная модель с выходным параметром 6.2 – средняя сумма ежемесячных выплат выпускникам в первый год после окончания вуза. При этом было показано, что результирующее влияние на заработную плату выпускников имеет всего 3 из измеряемых на сегодня 62 показателей эффективности вузов.

*Статья выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (номер 16-06-00535 А)*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каширина И. Л. Нейросетевые технологии: учеб.-метод. пособие для вузов/И. Л. Каширина. -Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. -72 с.
2. Каширина И.Л. Нейросетевое моделирование результатов мониторингового оценивания деятельности вузов/ И.Л. Каширина, Я.Е. Львович, А.Н. Швиндт//Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2017. - № 4 (19). С. 31.
3. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования [Электронный ресурс] // URL: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo>
4. Портал мониторинга трудоустройства выпускников [Электронный ресурс] // URL: <http://vo.graduate.edu.ru>
5. Львович Я.Е. Модели и процедуры принятия управленческих решений по оптимизации условий качественного образования в вузе/ Я.Е. Львович, А.Н. Швиндт// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. -№3.
6. Наводнов В.Г. Новый рейтинг российских вузов по результатам мониторинга эффективности – 2017// Аккредитация в образовании. №98 от 25.10.2018

7. Азарнова Т.В. Задачи мониторинга и оценки качества образовательных услуг с позиций потребителей/ Т.В. Азарнова, Т.Н. Гоголева, И.Ю. Ляшенко, А.С. Баклыков // В сборнике: Динамика отраслевых рынков и перспективы их развития в экономике современной России сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 9-12.
8. Звонников В. И. Современные средства оценивания результатов обучения: учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Звонников, М. Б. Чельшкова. – 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. – 224 с.

T.V. Azarnova, I.L. Kashirina, A.N. Schwindt  
**NEURAL NETWORK MODELING OF THE INTERACTION OF  
LABOR MARKET SUBJECTS AND EDUCATIONAL SERVICES**  
*Voronezh State University*  
*Analytical center for the Government of the Russian Federation*

*The economy of modern Russia is characterized by a number of problems: unemployment and the unemployed population, new requirements on the part of employers for vocational education, the discrepancy between the employers' personnel needs and the professional capabilities of university graduates. All this is a consequence of the disagreement of the most important areas of modern society - the labor market and education. The increasing complexity of tasks requiring solutions in practice leads to an increase in employers' requirements for the level of training of graduates, which underlies the existing imbalance in the labor market according to qualitative criteria. The article presents the results of neural network modeling of the interaction of subjects of labor markets and educational services. It is shown that to assess the quality of training of specialists according to the criterion of meeting the needs of the regional labor market, indicators of the efficiency of higher education institutions can be used. The rationale for the feasibility of using graduate employment indicators for solving the problems of evaluating and analyzing the effectiveness of higher educational institutions is given. Neural network models of classification, clustering and regression are built for a comprehensive analysis of the relationship between the subjects of the labor market and educational services. Revealed the presence of a strong relationship between the performance indicators of the university and the average salary of graduates in the first year after graduation.*

**Keywords:** labor market, monitoring, evaluation, university efficiency, neural network.

## REFERENCES

1. Kashirina I. L. Neyrosetevye tekhnologii: ucheb.-metod. posobie dlya vuzov/I. L. Kashirina. -Voronezh: IPTs VGU, 2008. -72 p.

2. Kashirina I.L. Neyrosetevoe modelirovanie rezul'tatov monitoringovogo otsenivaniya deyatel'nosti vuzov/ I.L. Kashirina, Y.E. L'vovich, A.N. Shvindt//Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii. - 2017. - No. 4 (19). S. 31.
3. Informatsionno-analiticheskie materialy po rezul'tatam provedeniya monitoringa effektivnosti deyatel'nosti obrazovatel'nykh organizatsiy vysshego obrazovaniya [Elektronnyy resurs] // URL: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo>
4. Portal monitoringa trudoustroystva vypusknikov [Elektronnyy resurs] // URL: <http://vo.graduate.edu.ru>
5. L'vovich Y.E. Modeli i protsedury prinyatiya upravlencheskikh resheniy po optimizatsii usloviy kachestvennogo obrazovaniya v vuze/ Y.E. L'vovich, A.N. Shvindt// Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii.– 2017. -No. 3.
6. Navodnov V.G. Novyy reyting rossiyskikh vuzov po rezul'tatam monitoringa effektivnosti – 2017// Akkreditatsiya v obrazovanii. No.98 ot 25.10.2018
7. Azarnova T.V. Zadachi monitoringa i otsenki kachestva obrazovatel'nykh uslug s pozitsiy potrebiteley/ T.V. Azarnova, T.N. Gogoleva, I.Yu. Lyashenko, A.S. Baklykov // V sbornike: Dinamika otraslevykh rynkov i perspektivy ikh razvitiya v ekonomike sovremennoy Rossii sbornik statey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2018. pp. 9-12.
8. Zvonnikov V. I. Sovremennye sredstva otsenivaniya rezul'tatov obucheniya: ucheb. posobie dlya stud. vuzov / V. I. Zvonnikov, M. B. Chelyshkova. – 3-e izd., ster. - M. : Akademiya, 2009. – 224 ps.