

Построение рейтинга инновационного развития российских регионов по уровню вовлечённости университетов

Введение. В статье приводится методика кластеризации и группировки показателей деятельности университетов для построения интегрального рейтинга регионов России по уровню вовлечённости университетов в региональное инновационное развитие. Рассмотрены следующие проблемы, требующие управленческого воздействия государственных структур: роль научно-исследовательской базы региональных университетов в укреплении инновационного потенциала регионов, степень вовлечённости университетов в инновационное региональное пространство.

Цель исследования — разработка системы рейтингования регионов России по степени вовлечённости университетов в инновационное развитие с использованием математического инструментария и интеллектуальной системы обработки данных. **Гипотеза статьи** — существование связи регионального инновационного развития с результативностью университетского вклада.

Математический подход предполагает рассмотрение и многомерное ранжирование основных групп показателей деятельности университетов с целью получения кластерных классификаций в рамках каждой из поставленных проблем. Решение проблем состоит в построении барометра инновационной активности в виде многоцелевого проблемно-ориентированного рейтинга.

Материалы и методы. Применён подход, включающий оценку и многомерное ранжирование вклада университетов с использованием групп интегральных индексов, созданных на основании агрегирования нескольких важных показателей деятельности вуза. Вычислительные эксперименты проведены по данным Минобрнауки для регионов России и региональных вузов. Рассмотрено 16 показателей регионов России за 2016 год.

Результаты и дискуссия. Выполнено ранжирование и сопоставление вузов по степени вовлечённости в инновационное развитие региона с использованием индикаторной модели и агрегирования в зависимости от целевой проблемы. Получены количественные показатели качества деятельности вузов по регионам, позволяющие получить интегральный рейтинг российских регионов

по уровню вовлечённости университетов. В отличие от других подходов, авторский метод включает три составляющих, которые являются самостоятельными интегральными индексами и указывают на уровень вовлечённости университетов в региональное инновационное развитие. Выполнена обработка статистических данных по ведущим показателям российских вузов за 2016 год. Авторская методика Наука — модель с тремя факторами — модель с перегруппировкой, названная автором А-В-С, показала высокий потенциал вузов России по сбалансированности востребования научных центров вузов на региональном уровне в региональном управлении наукой и инновациями.

Заключение. Результаты исследования сопоставлены с рейтингами известных агентств. Автор надеется, что в скором времени в России появится надёжная наукометрическая система на уровне рейтингования вузов по их вовлечённости в инновационное развитие России, такой рейтинг будет бесспорным аргументом в пользу финансирования региональных вузов. Автор заложил высокое требование: соответствие трём моделям, только в таком случае региональные вузы могут получить финансирование из муниципалитета, после перераспределения от центра. При этом необходимо тщательно выбирать вузы, в которых проекты получают развитие и перспективу. Региональные органы власти должны выполнять требования для получения необходимых инвестиций в перспективные проекты. Научный потенциал и востребованность теоретических исследований для их полноценного применения на всех предприятиях, соединение сфер теоретической науки и практического внедрения позволяют снизить затраты на содержание устаревших технологий во всех областях знаний и задействовать опыт старших поколений и силы молодёжи для развития высокотехнологичного производства в России. Поэтому результаты исследования будут полезны федеральным органам власти и финансово-кредитным организациям, осуществляющим финансирование.

Ключевые слова: регион, университет, инновации, интегральный рейтинг, системный анализ.

Irina Yu. Vygodchikova

Saratov State University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

Preparation of Innovative Development Rating of Russian Regions by the Level of University Involvement

The paper presents method of clustering and grouping the university performance indicators to prepare an integral rating of Russian regions by the level of university involvement in innovative development of Russian regions. The following problems that require the management influence of state structures are considered: the role of the research base of regional universities in strengthening the innovative potential of regions, the degree of involvement of universities in the innovative regional space.

The aim of the study is to develop a rating system for Russian regions according to the degree of university involvement in innovative development using mathematical tools and an intelligent data processing system.

The main hypothesis of the article is the existence of a link between regional innovative development and the effectiveness of university contributions.

The mathematical approach involves the consideration and multidimensional ranking of the main groups of university performance indicators in order to obtain cluster classifications within each of the problems posed. The solution to the problems is to build a barometer of innovation activity in the form of a multi-purpose problem-oriented rating.

Materials and methods. An approach is applied that includes the assessment and multidimensional ranking of the contribution of universities using groups of integral indices created on the basis of

aggregation of several important indicators of the university's activity. Computational experiments were conducted according to the data of the Ministry of Education and Science for the regions of Russia and regional universities. 16 indicators of Russian regions for 2016 are considered.

Results and discussion. The ranking and comparison of universities according to the degree of involvement in the innovative development of the region was performed using an indicator model and aggregation depending on the target problem. Quantitative indicators of the quality of university's activities by regions are obtained, which allow us to obtain an integral rating of Russian regions by the level of university involvement. Unlike other approaches, the author's method includes three components, which are independent integral indexes and indicate the level of involvement of universities in regional innovative development. Statistical data on the leading indicators of Russian universities for 2016 were processed. The methodology Science-model with three factors - the model with regrouping, named by the author A-B-C, showed the high potential of Russian universities to balance their regional demand as management research centers.

Conclusion. The results of the study are compared with the ratings of the well-known agencies. The author hopes that soon Russia

will have a reliable scientometric system at the level of rating universities on their involvement in the innovative development of Russia, such a rating will be an indisputable argument in favor of financing regional universities. The author laid down a high requirement: compliance with the three models, only in this case, regional universities can receive funding from the municipality, after redistribution from the center. At the same time, it is necessary to carefully choose universities in which projects will receive development and perspective. Regional authorities must meet the requirements to receive the necessary investments in promising projects. The scientific potential and demand for theoretical research for their full application at all enterprises, the combination of theoretical science and practical implementation will reduce the cost of stabilizing outdated technologies in all areas of knowledge and use the experience of older generations and the strength of young people for high-tech production growth in Russia. Therefore, the results of the study will be useful to federal authorities and financial and credit organizations that provide financing.

Keywords: region, university, innovation, integral rating, system analysis.

Введение

Проблема регулирования инновационного развития региона требует системного анализа и мониторинга основных направлений развития и совершенствования инновационно-коммуникационной среды университета как интеллектуальной ячейки общества [1]. Эти проблемы в последнее время затрагивают в исследованиях многих российских и зарубежных учёных [2, 3]. Перед Россией стоит задача не столько адаптировать существующие методы аналитики в области вклада вузов в региональное инновационное развитие, сколько создать собственные, опираясь на опыт зарубежных учёных и рекомендации собственных научных школ [4, 5].

В то время как механические модели и методы прогнозирования, основанные на оценивании закона распределения значений временного ряда, применяются исходя из предположения, что закономерность находится внутри группы показателей, барометрические методы основываются на том, что будущее состояние моделируемой системы может быть предсказано на основе выделенных, особенно важных показателей, измеренных в настоящем вре-

мени. Применение барометрических методов позволяет использовать несколько ключевых параметров анализируемого процесса, являющихся статистическими индикаторами закономерности дальнейшего развития динамического процесса, и они служат барометрами текущего статуса и будущих тенденций [6].

Применение барометрических методов к пространственным данным о деятельности региональных вузов за один период времени требует выделения важных групп, определяющих общий статус рассматриваемых объектов в регионе и позволяющих на основании агрегирования данных вычислить интегральный индекс.

В современных условиях развитие высоких технологий требует содействия университетов для внедрения перспективных наукоёмких технологий [7]. Для повышения производительности предприятий, ориентированных на инновации, нужно усиливать востребованность выпускников университетов [8, 9]. Однако выпускники придут на предприятия и будут некоторое время адаптироваться, прежде чем начать использовать полученные в вузе знания, и необходимо создание интеграционной среды, принимающей,

воспринимающей и развивающей рекомендации научного развития [10, 11]. При построении такой стратегии нужно оценить перспективы реализации важных-усовершенствований, в том числе применения математического аппарата, содержащего высокоскоростной алгоритм программной обработки данных [12, 13].

Ранжирование университетов необходимо для определения направлений и векторов стимулирования инвестиционной активности наукоёмких инновационных проектов, реализуемых университетами [14], [15, 16]. Мониторинг инновационной активности университетов требует комплексного подхода, агрегирования многомерных данных и кластеризации на ведущие группы [17, 18].

В соответствии с заявленной целью, основной задачей исследования является разработка экономико-математического инструментария для построения рейтингового барометра регионов России по степени вовлечённости университетов в инновационное развитие.

Предметом исследования являются кластерные и индикаторные модели, позволяющие оценить вклад университетов в региональное инновационное развитие.

1. Обзор литературы

Рассмотрим основные школы, в рамках которых получила сильное развитие проблематика наукометрического оценивания степени влияния университетов на инновационное развитие региональных систем.

Крупные исследования, основанные на многомерном анализе динамических рядов данных, выполнены учёными Z. Griliches (1979, 1986) и A. Jaffe (1989) [4, 5]. В указанных работах впервые получены статистические показатели для оценки патентной активности как важного фактора инновационного развития вузов. Исследования основаны на анализе динамики широкого объёма эмпирических данных и оценке корреляций между объемами финансирования вузов и результатами трансфера университетских разработок. В исследованиях выявлены существенные и статистически значимые связи между эффектами университетских научных исследований и корпоративной патентной активностью.

Именно выделение основных функциональных подразделений университета: наука, инновации, образование, трудоустройство выпускников, лаборатории и исследовательский практикум, позволяет выявить уровень развития каждого из направлений для университета в целом. Однако применение статистических параметров требует анализа выборки данных, учитывающей существенные показатели. Лишние шумовые эффекты, возникающие ввиду лавинообразного роста информации в последние годы, искажают модель. Поэтому стандартные вероятностные методы не могут использоваться для оценки рейтинга университета по уровню вовлечённости в инновационную сферу.

Работы Blind and Grupp (1999), Fritsch et al. (2007), Brenner and Broekel (2011) уста-

новили значимое влияние университетов на инновационную активность в регионе [3, 14]. Собственно говоря, сама инновационная сфера рождается на уровне высшего образования, поэтому все показатели будут иметь инновационный смысл.

Однако имеется ряд сложностей, требующих ключевых показателей и систематизированного комплекса индексирования, свободного от монопольного противодействия внутри структуры и конфронтации идей (Нижегородцев Р.М., [24]). С точки зрения Р.М. Нижегородцева, необходима новая эконометрическая база оценки университетского влияния на инновационный капитал страны. Несмотря на опыт зарубежного влияния, до сих пор такая шкала не принята в России, и университеты должны двигаться вслед за производством, доказывая необходимость внедрения теоретической базы на практике. Процесс должен изменить направление, вектор развития должен исходить из научного обоснования и как можно быстрее применяться на практике. Такой инструментальный требует построения интегральной системы наукометрического рейтингования университетов.

Современные зарубежные исследователи, например, Benneworth P., Goddard J.B., Arbo P., Chatterton P., Varga A., солидарны во мнении, что университет должен быть важным управленческим центром для выстраивания стратегии развития региональной экономики. Для определения и оценки влияния университета на региональное инновационное развитие в зарубежных исследованиях выделяются структурные факторы, определяющие влияние университета на процесс инновационного развития, рассматривается корреляция между объемами финансирования университетов и их результатами по измери-

мым показателям: количеству научного персонала, количеству патентов, уровню продаж университетских разработок, объёму затрат на научные исследования, количеству защит диссертаций; количеству ежегодно издаваемых научных статей; численности выпускников вузов. Для этого чаще всего используется регрессионный подход (Griliches, 1979; Jaffe, 1989; Feldman & Florida, 1994; Blind, K. & Grupp, H., 1999; Fritsch, et al., 2007; Broekel and Brenner, 2011) и логарифмическая линейная зависимость с использованием неоклассической производственной функции типа Кобба – Дугласа, которая исходит из тезиса, что инновационный «выход» университета создается из ряда факторов, которые мультипликативно соединяются (Cobb C., Douglas P., 1928). Причем, основным показателем «выхода», результативности, университетских исследований и инновационной деятельности является патентная активность (Freeman, 1987). Ясно, что такой подход не только сужает цель исследования, но также требует вносить многочисленные допущения в модель, чтобы учесть влияние всех важных региональных университетов.

Необходимость в рейтинге диктуется ещё и тем фактом, что сбор данных вузов может быть не простым процессом, и выводы будут получены слишком поздно. Для этого необходимо внедрить наукометрическую базу рейтингования вузов в российский практикум статистического анализа данных. Современные технологии позволяют выполнить такую процедуру, важна методика.

В данном случае нужно отметить, что, несмотря на наличие многочисленных показателей и составление рейтингов инновационного развития регионов, например (Zemtsov S.P., Baburin V.L., Barinova V.A., 2015), на сегодняшний день в российской

практике не разработана методология оценки вклада университетов в региональное инновационное развитие.

Результаты настоящего исследования являются новыми и не имеют аналогов в российской и зарубежной практике.

2. Методы

При оценке многокритериальных решений возникает проблема выбора интегрального показателя, позволяющего дать количественную оценку процесса. Один путь состоит в построении оптимизационных моделей и их дальнейшей свёртки в единый критерий на основе расчёта весового показателя [19]. Однако промежуточный этап моделирования и оптимизации уже содержит высокие шумы, препятствующие обоснованию идентификации цели исследования.

В последнее время всё больше внимания уделяется структурному и проблемно-ориентированному анализу вклада факторных признаков на результативность инновационной системы регионов, одним из основных элементов которой является университет [20, 21, 22]. Так, в рейтингах российского агентства «Эксперт РА»¹ предлагается использовать следующие важные показатели: условия для получения качественного образования, уровень востребованности работодателями выпускников, уровень научно-исследовательской деятельности².

Поиск индикаторов влияния университетов на инновационное развитие требует применения экономико-математического аппарата и струк-

турного мониторинга [23, 24, 25]. Интегральные показатели могут играть существенную роль в таких важных проектах как «Проект 5-100»³, «Опорные университеты»⁴.

Для унификации единиц измерения, все показатели заменяются своими нормированными аналогами. Они получают известным методом линейного масштабирования. Для построения интегрального рейтинга российских регионов по степени вовлечённости университетов в региональное инновационное развитие на базе выше определенных показателей был реализован следующий алгоритм.

1. Нормирование. Поскольку шкала и единицы измерения различных показателей для регионов различна, используется метод линейного масштабирования по каждому региональному показателю и пересчитывается его нормированный аналог:

$$\hat{X} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где X — фактическое значение показателя для данного региона, минимум и максимум берётся по аналогичному показателю среди всех регионов. Таким образом, минимальное значение данного показателя 0, максимальное единица.

2. Классификация показателей. Пусть N — число групп показателей, характеризующих деятельность вузов рассматриваемого региона, n_i — число показателей, характеризующих деятельность вузов рассматриваемого региона в i -ой группе, $\hat{X}_{i,j}$ — нормированный аналог показателя, характеризующего деятельность вузов рассматри-

ваемого региона, $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, n_i}$. Субиндекс строится по следующей формуле.

$$z_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \hat{X}_{i,j}, \quad (2)$$

3. Построение интегрального рейтинга. Интегральный рейтинг для каждого региона по степени вовлечённости университетов в региональное инновационное развитие определяется по формуле:

$$Z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \hat{X}_{i,j} \right) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i. \quad (3)$$

Для анализа удобно применять ранг регионов, поэтому в группе регионов вычисляется ранг соответствующего показателя для этого региона. Ранг берётся в прямом порядке, когда «1» соответствует лучшему значению (соответственно, показатель Z для указанного региона будет наиболее высоким).

3. Систематизация и анализ

Выполним оценку рангов по трём группам перспективного влияния университетов на региональное инновационное развитие: образовательное пространство, научно-исследовательская база и региональная интеграционная среда.

В исследовании использованы следующие 16 основных показателей, характеризующих деятельность университетов России⁵.

Среди них выделены следующие три группы в соответствии с основными функциями

¹ Аккредитованные рейтинговые агентства [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эксперт_РА (дата обращения: 12.05.2021 г.).

² «100 лучших ВУЗов России, 2016 год». — URL: <https://edu.ru/ratings/rejting-vuzov-rossii-2016/> (дата обращения: 11.06.2021).

³ «Российское образование мирового класса» [Электронный ресурс]. URL: <http://5top100.ru/> (дата обращения: 11.06.2021).

⁴ Опорные университеты Russia. [Электронный ресурс]. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/227264310> (дата обращения: 27.06.2021).

⁵ База данных по всем региональным университетам России была собрана в результате реализации гранта РФФИ (2016–2019 гг.), Номер Проекта 16-06-00582, Название Проекта «Разработка методологии и инструментария оценки и прогнозирования влияния национальных исследовательских университетов на инновационное развитие региона»

ми образовательной системы и университетов в региональной экономике.

1. Образование и подготовка кадров.

1.1. Общая численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры.

1.2. Общая численность обучающихся студентов по программам среднего профессионального образования.

2. Наука. Университеты в образовательной системе региона опосредованно координируют научно-исследовательскую работу, направляют, стимулируют и возобновляют научно-исследовательский потенциал, способствуют развитию перспективных наукоемких отраслей. Поэтому научно-исследовательская база университета особенно важна для инновационного развития региона.

2.1. Общее количество публикаций организации в расчете на 100 НПП.

2.2. Общая численность аспирантов (адъюнктов), интернов, ординаторов, ассистентов-стажеров.

2.3. Общая численность докторантов.

2.4. Общая численность ППС (без внешних совместителей и работающих по договорам ГПХ).

2.5. Общая численность научных работников (без внешних совместителей и работающих по договорам ГПХ).

2.6. Число статей, подготовленных совместно с зарубежными организациями.

2.7. Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих правовую охрану за пределами России.

3. Региональная инновационная интеграция.

3.1. Общая численность слушателей программ дополнительного профессионального образования.

3.2. Число предприятий, с которыми заключены догово-

ры на подготовку специалистов.

3.3. Число предприятий, являющихся базами практики, с которыми оформлены договорные отношения.

3.4. Количество бизнес-инкубаторов.

3.5. Количество технопарков.

3.6. Количество центров коллективного пользования научным оборудованием.

3.7. Количество малых предприятий.

4. Модель агрегирования

На основании приведённых показателей осуществлена перегруппировка с учётом источников формирования каждой из рассмотренных групп агрегирования. Такой метод агрегирования позволяет выявить ключевые факторы по группам влияния вузов на инновационный статус региона, независимо от филиальной сети.

К примеру, студенты получают профессиональное профильное образование, и источником формирования качественного ресурса, увеличивающего инновации, являются сами студенты и предприятия, где они будут применять на практике свои полученные в вузе компетенции, они объединены в одну группу. требующую внимания руководства вузов. То же самое касается дополнительного образования и формирования научных кадров.

Отдельно учтена группа научных публикаций, поскольку источник её формирования — существующий научно-исследовательский состав работников университета. В то же время, научно-педагогический состав работников вуза выполняет всю учебно-методическую, научную и адаптационную работу и готовит выпускников, поэтому группа выделена отдельно.

Востребованность выпускников, интеграционные и инфраструктурные факторы

важны для сохранения конкурентоспособности университета как самостоятельного хозяйствующего субъекта, самокупаемого и востребованного звена экономики.

Таким образом, перераспределение показателей позволило выделить следующие семь групп, используемых в построении интегрального рейтинга (новые группы обозначены, соответственно, от 1 до 7). Построены следующие группы показателей.

1. Профессиональное образование.

Общая численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры.

Число предприятий, с которыми заключены договоры на подготовку специалистов.

Число предприятий, являющихся базами практики, с которыми оформлены договорные отношения.

2. Дополнительное образование.

Общая численность слушателей программ дополнительного профессионального образования.

Общая численность обучающихся по программам среднего профессионального образования.

3. Подготовка научных кадров.

Общая численность аспирантов (адъюнктов), интернов, ординаторов, ассистентов-стажеров.

Общая численность докторантов.

4. Научные исследования.

Общее количество публикаций организации в расчете на 100 НПП

5. Региональная инновационная интеграция

Количество бизнес-инкубаторов.

Количество технопарков.

Количество малых предприятий.

6. Кадровый состав.

Общая численность ППС (без внешних совместителей)

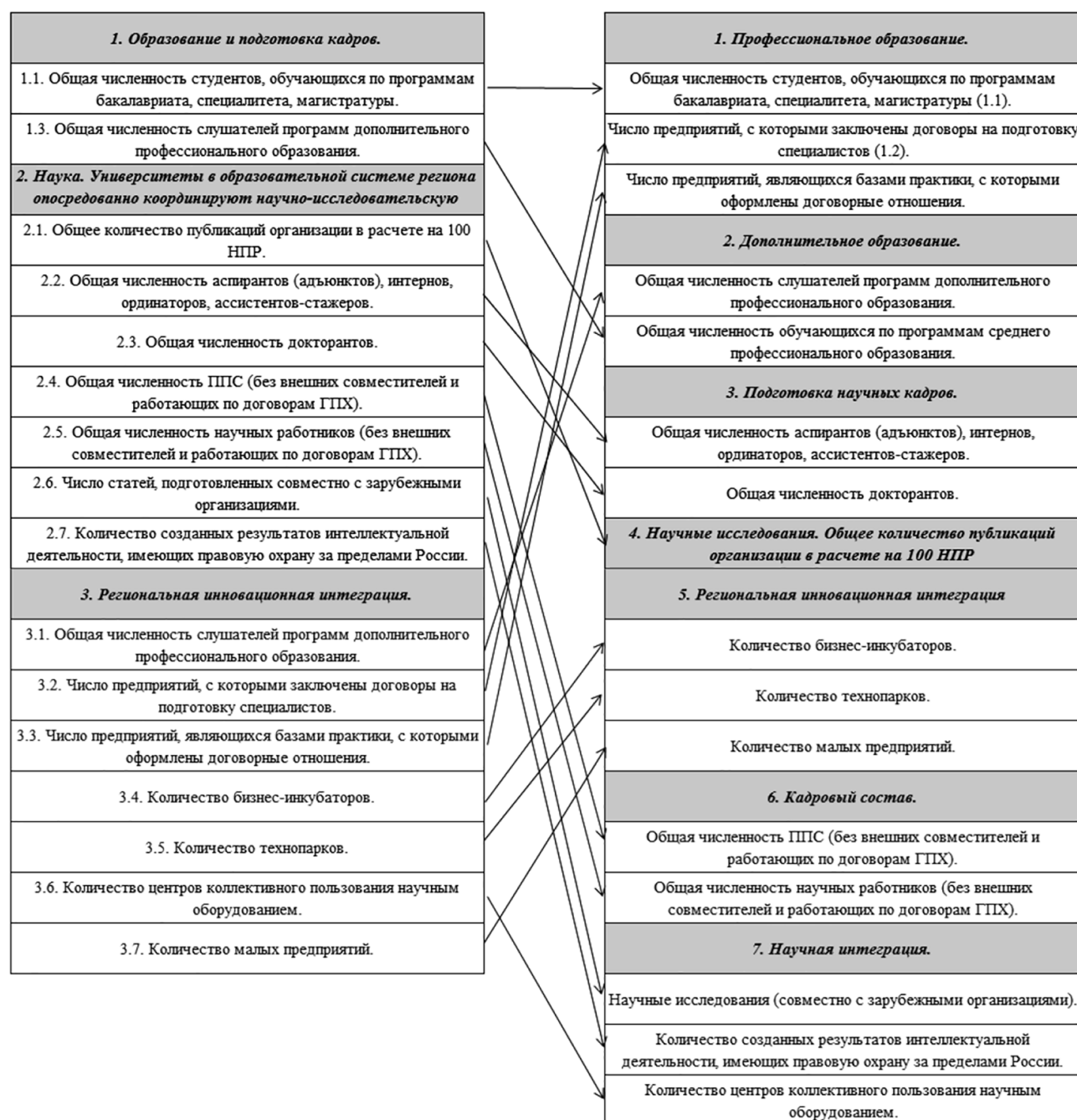


Рис. 1. Системный анализ (стрелки обозначают перекомпоновку групп по авторскому методу)

Fig. 1. System analysis (arrows indicate the recomposing of groups according to the author's method)

и работающих по договорам ГПХ).

Общая численность научных работников (без внешних совместителей и работающих по договорам ГПХ).

7. Научная интеграция.

Научные исследования (совместно с зарубежными организациями).

Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих правовую охрану за пределами России.

Количество центров коллективного пользования научным оборудованием.

Модель агрегирования первичных показателей представлена на рисунке 1.

Анализ данных выполняется в 3 этапа:

А. Оценка научного потенциала, используются показатели группы 2. Наука (2.1-2.7).

В. Оценка агрегированных групп по формуле (3) на основании классификации на 3 группы.

С. Оценка агрегированных групп по формуле (3) на основании классификации на 7 групп.

5. Результаты вычислительных экспериментов по всем вузам и регионам России

При исследовании Российских региональных вузов в 2016 году были использованы информационно-аналитиче-

ские материалы Минобрнауки⁶, были определены интегральные рейтинги по формуле (2) для группировок, представленных выше.

Отдельно был вычислен рейтинг по второй группе «научно-исследовательская база» (НИИР), входящей в «Группу трёх агрегатов».

Сопоставим рейтинги с рейтингом инновационных регионов, публикуемым в журнале «Бизнес территория», разработанным Ассоциацией инновационных регионов России совместно с Министерством экономического развития Российской Федерации⁷.

Для исследуемых данных и трёх рассмотренных агрегированных групп, соответственно, получаем следующую трактовку рекомендаций рейтингования.

1. Рекомендации по уровню научно-исследовательской базы университета для региональных высокотехнологичных проектов и НИИР: сильный научно-исследовательский потенциал (1-11), средний научно-исследовательский потенциал (12-73), слабый научно-исследовательский потенциал (74-81).

2. Рекомендации по уровню инновационного потенциала региона для работодателя, осуществляющего высокотехнологичные проекты: сильный инновационный потенциал (1-11), средний инновационный потенциал (12-73), слабый инновационный потенциал (74-81).

3. Рекомендации по уровню вовлечённости вузов в инновационное развитие региона:

⁶ Информационная система анализа деятельности образовательных организаций в сфере высшего и среднего профессионального образования [Электронный ресурс] — URL: <http://indicators.miccedu.ru/indicators/> (дата обращения: 21.06.2021).

⁷ Инновационная активность российских регионов в рейтинге за 2016 год [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biz-ter.ru/news/2826> (дата обращения 27.06.2021)

сильная вовлечённость вузов (1-11), средняя вовлечённость вузов в инновационное развитие региона (12-73), слабая вовлечённость вузов в инновационное развитие региона (74-81).

Применим следующую классификацию: сильный инноватор (1-11), средний инноватор (12-73), слабый инноватор (74-81).

Результаты вычислений рейтингов и сопоставление с рейтингом инновационных регионов, публикуемый в журнале «Бизнес территория», разработанным Ассоциацией инновационных регионов России совместно с Министерством экономического развития Российской Федерации представлены в таблице 1. В исследовании не рассматривались Москва и Московская область, поскольку эти регионы имеют особенности своего развития.

В исследовании для анализа рейтингов регионов были взяты показатели, характеризующие деятельность региональных университетов, а для сопоставления выбраны рейтинги регионального инновационного развития. Поскольку основной гипотезой было существование взаимосвязи влияния университетов на региональное инновационное развитие, требуется установить существенную связь полученных рейтинговых рядов. Применяя корреляционный анализ, возможно убедиться в существовании достаточно тесной связи каждой из групп рейтингов, полученных в исследовании, с рейтингом журнала «Бизнес территория». Коэффициенты корреляции составляют, соответственно, 0,69 (группа научных исследований), 0,65 (три группы по перспективному влиянию на инновации) и 0,66 (семь групп по инновационному потенциалу). Значимость коэффициентов для такого объёма выборки высока и принимается с вероятностью 99%. Тем самым

установлено существование сильной зависимости инновационного потенциала региона от уровня развития университетов.

Результаты моделирования группы наиболее сильного вовлечения вузов в инновационное развитие регионов

На рис. 2 представлено распределение рейтинга в лидирующей группе.

Следует отметить, что многие регионы, не являясь высоко-инновационными центрами, попали в группу лидеров по вовлечённости университетов в региональное инновационное развитие.

К примеру, в Тюменской области и Иркутской области ведутся крупные разработки нефти, в Челябинской области осуществлён прорыв в технологии по запуску ноу-хау «заводы по науке»⁸. В крупных проектах участвуют филиалы важнейших российских университетов, воспитывающих грамотных разработчиков программно-ориентированной производственно-технологической среды. Также ведущие компании Газпром, ЛУКОЙЛ и другие гиганты, которые понимают, что без бизнес-инкубаторов по развитию научного потенциала развитие не представляется возможным. Примером может служить и крупномасштабный проект Сбербанка «Саратов-Балаково», запуск которого планируется через 5 лет, а подбор кадров происходит уже сегодня.

Предложенный подход позволит создать проблемно-ориентированную систему рейтингования вузов на региональном уровне для стимулирования регионального инновационного развития.

⁸ Челябинская область в лидерах по запуску инноваций в производство. URL: <https://up74.ru/articles/ekonomika/123606/> (дата обращения: 27.06.2021)

Таблица 1

Ранги регионов по фактору инновационного развития

Table 1

Ranks of regions by innovation development factor

Регион	Ранг региона журнала «Бизнес- территория»	Рекомендации журнала «Бизнес- территория»	А. Ранг региона по группе НИИР	Рекомендации по группе НИИР	В. Ранг региона по вовлечённости ун-тов с 3 группами	Рекомендации (3 группы)	С. Ранг региона по вовлечённости ун- тов с 7 группами	Рекомендации (7 групп)
Москва	-	-	-	-	-	-	-	-
Московская область	-	-	-	-	-	-	-	-
Санкт-Петербург	1	сильный	1	сильный	1	сильный	1	сильный
Тюменская область	24	средний	4	сильный	3	сильный	2	сильный
Республика Татарстан	2	сильный	2	сильный	2	сильный	3	сильный
Ростовская область	17	средний	5	сильный	4	сильный	4	сильный
Ленинградская область	42	средний	6	сильный	5	сильный	5	сильный
Свердловская область	11	сильный	11	сильный	6	сильный	6	сильный
Алтайский край	25	средний	7	сильный	21	средний	7	сильный
Новосибирская область	4	сильный	9	сильный	9	сильный	8	сильный
Красноярский край	9	сильный	10	сильный	10	сильный	9	сильный
Ставропольский край	30	средний	3	сильный	11	сильный	10	сильный
Самарская область	8	сильный	16	средний	7	сильный	11	сильный
Челябинская область	19	средний	13	средний	8	сильный	12	средний
Томская область	3	сильный	8	сильный	17	средний	13	средний
Нижегородская область	7	сильный	12	средний	19	средний	14	средний
Республика Башкортостан	6	сильный	15	средний	13	средний	15	средний
Саратовская область	33	средний	14	средний	14	средний	16	средний
Иркутская область	26	средний	18	средний	18	средний	17	средний
Краснодарский край	35	средний	23	средний	22	средний	18	средний
Приморский край	43	средний	21	средний	16	средний	19	средний
Хабаровский край	23	средний	20	средний	25	средний	20	средний
Пермский край	13	средний	22	средний	23	средний	21	средний
Воронежская область	15	средний	19	средний	20	средний	22	средний
Кемеровская область	50	средний	28	средний	28	средний	23	средний
Омская область	29	средний	27	средний	15	средний	24	средний
Белгородская область	27	средний	25	средний	12	средний	25	средний
Волгоградская область	49	средний	17	средний	27	средний	26	средний
Республика Дагестан	71	средний	24	средний	26	средний	27	средний
Курская область	51	средний	26	средний	31	средний	28	средний
Ярославская область	18	средний	29	средний	29	средний	29	средний
Астраханская область	48	средний	40	средний	24	средний	30	средний
Республика Удмуртия	32	средний	41	средний	35	средний	31	средний
Ульяновская область	14	средний	31	средний	32	средний	32	средний
Калининградская область	31	средний	39	средний	30	средний	33	средний
Оренбургская область	55	средний	35	средний	33	средний	34	средний
Пензенская область	22	средний	33	средний	36	средний	35	средний
Рязанская область	28	средний	32	средний	34	средний	36	средний
Брянская область	47	средний	52	средний	39	средний	37	средний
Орловская обл	52	средний	42	средний	47	средний	38	средний

Регион	Ранг региона журнала «Бизнес- территория»	Рекомендации журнала «Бизнес- территория»	А. Ранг региона по группе НИИР	Рекомендации по группе НИИР	В. Ранг региона по вовлечённости ун-тов с 3 группами	Рекомендации (3 группы)	С. Ранг региона по вовлечённости ун- тов с 7 группами	Рекомендации (7 групп)
Республика Бурятия	54	средний	45	средний	38	средний	39	средний
Республика Калмыкия	74	слабый	74	слабый	68	средний	69	средний
Тамбовская область	41	средний	36	средний	37	средний	40	средний
Республика Саха (Якутия)	63	средний	43	средний	41	средний	41	средний
Республика Мордовия	12	средний	30	средний	46	средний	42	средний
Забайкальский край	68	средний	53	средний	42	средний	43	средний
Тульская область	10	сильный	37	средний	43	средний	44	средний
Амурская область	69	средний	60	средний	58	средний	45	средний
Ивановская область	40	средний	34	средний	50	средний	46	средний
Кировская область	46	средний	50	средний	49	средний	47	средний
Ханты-Мансийский АО	64	средний	46	средний	45	средний	48	средний
Республика Северная Осетия – Алания	65	средний	38	средний	52	средний	49	средний
Тверская область	44	средний	44	средний	48	средний	50	средний
Республика Кабардино-Балкария	66	средний	54	средний	40	средний	51	средний
Республика Чувашия	21	средний	47	средний	51	средний	52	средний
Липецкая область	16	средний	48	средний	57	средний	53	средний
Владимирская область	20	средний	49	средний	44	средний	54	средний
Республика Марий Эл	39	средний	55	средний	56	средний	55	средний
Вологодская область	36	средний	56	средний	65	средний	56	средний
Смоленская область	34	средний	51	средний	64	средний	57	средний
Республика Коми	59	средний	66	средний	54	средний	58	средний
Чеченская Республика	78	слабый	59	средний	53	средний	59	средний
Калужская область	5	сильный	58	средний	59	средний	60	средний
Республика Карелия	53	средний	61	средний	55	средний	61	средний
Курганская область	67	средний	64	средний	66	средний	62	средний
Республика Адыгея	62	средний	62	средний	60	средний	63	средний
Сахалинская область	57	средний	72	средний	63	средний	64	средний
Новгородская область	38	средний	57	средний	61	средний	65	средний
Псковская область	61	средний	67	средний	62	средний	66	средний
Республика Хакасия	75	слабый	69	средний	67	средний	67	средний
Мурманская область	45	средний	63	средний	71	средний	68	средний
Архангельская область	37	средний	74	слабый	68	средний	69	средний
Карачаево-Черкесская Республика	77	слабый	65	средний	72	средний	71	средний
Камчатский край	58	средний	71	средний	73	средний	72	средний
Костромская обл	56	средний	68	средний	70	средний	73	средний
Еврейская автономная область	80	слабый	77	слабый	75	слабый	74	слабый
Республика Ингушетия	79	слабый	70	средний	78	слабый	75	слабый
Республика Тыва	76	слабый	73	средний	74	слабый	76	слабый
Республика Алтай	72	средний	76	слабый	76	слабый	77	слабый
Магаданская область	60	средний	78	слабый	79	слабый	78	слабый
Ямало-Ненецкий АО	73	средний	79	слабый	77	слабый	79	слабый
Чукотский АО	70	средний	80	слабый	80	слабый	80	слабый
Ненецкий АО	81	слабый	81	слабый	81	слабый	81	слабый

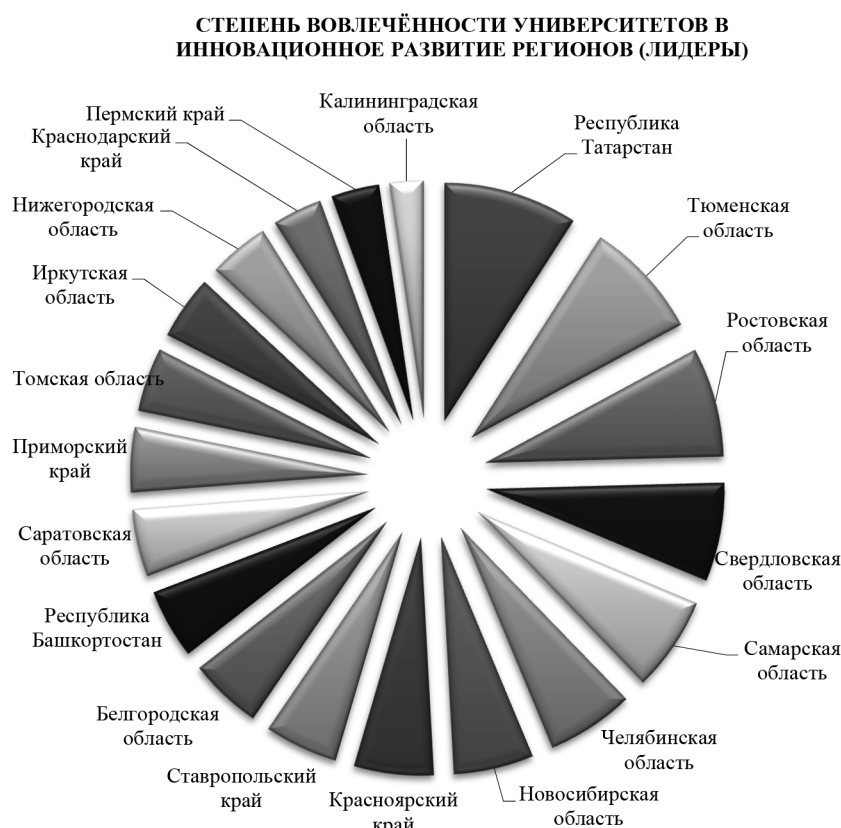


Рис. 2. Инновационные лидеры среди вузов (2016 г.)

Fig. 2. Innovative leaders among universities (2016)

Такой подход для всех регионов позволит сильно укрепить фундамент научных исследований, и учить выпускников для их новой интересной работы на благо своих семей, региона и России в целом. Основой финансирования является чёткий выбор критериев оценки для перспективы синергического эффекта в системе «университет – крупная отраслевая компания».

Выводы и прогнозирование

В статье приводятся методы построения рейтинга регионов России в зависимости от поставленной проблемы. Автор предлагает применять проблемно-ориентированный подход для построения интегрального рейтинга регионального инновационного развития, служащий «барометром» вузовского инновационного вклада в региональный потенциал.

Рассмотрены следующие

проблемы, требующие управленческого воздействия государственных структур: роль научно-исследовательской базы региональных университетов в укреплении инновационного потенциала регионов, степень вовлечённости университетов в инновационное региональное пространство.

Решение этих проблем позволяет оценить перспективы региона в инновационной реструктуризации основных звеньев структурного образовательного комплекса с целью повышения уровня его содействия продуктивному инновационному региональному развитию. Основная гипотеза статьи – существование связи регионального инновационного развития с результативностью университетского вклада. Математический подход предполагает рассмотрение и многомерное ранжирование основных групп показателей деятельности университетов с целью получения кластерных классификаций в

рамках каждой из поставленных проблем.

Согласно прогнозам автора, целостность вузовской системы сохранится благодаря высокотехнологичным проектам бесспорных лидеров (по всем критериям оценки). Тогда к 2022–2025 гг. Россия будет иметь в каждом из ведущих регионов несколько вузов, имеющих солидный опыт и перспективное влияние на экономику страны. Ввиду развития коммуникативных технологий, важно как географическое расположение вуза, чтобы студенты могли задавать вопросы в очной форме, так и уровень дистанционных технологий (для очного и заочного обучения). Поэтому условия работы (оснащения аудиторий и комфортные занятия в классе так же важны, как требования дополнительных сервисов). В итоге студенты будут подготовлены в трёхмерном режиме: самостоятельность, усердие, общение с преподавателем. Как результат такой работы можно указать стабильно растущий научный потенциал, который имеет более высокую перспективу в России, нежели в других странах мира.

Практическая значимость

Авторский метод не противоречит существующим, но имеет преимущество: прозрачность выводов по научному вкладу в инновационное развитие регионов со стороны университетов, в то же время собирать такие данные, которые проанализированы в статье⁹, каждый раз не представ-

⁹ База данных по всем региональным университетам России была собрана в результате реализации гранта РФФИ (2016–2019 гг.), Номер Проекта 16-06-00582, Название Проекта «Разработка методологии и инструментария оценки и прогнозирования влияния национальных исследовательских университетов на инновационное развитие региона»

ляется возможным. С другой стороны, метод можно применять на суб-данных (часть регионов или несколько выделенных вузов), что и представляет основную практическую ценность метода.

Заключение

В статье разработан инструментарий для решения комплекса проблем, требующих оценки роли вузов в региональном инновационном развитии. Решение этих проблем состоит в построении барометра инновационной активности в виде многоцелевого проблемно-ориентированного рейтинга. Применён подход, включающий оценку и многомерное ранжирование вклада университетов с использова-

нием групп интегральных индексов, созданных на основании агрегирования нескольких важных показателей деятельности вуза. В исследовании выполнена разработка экономико-математического инструментария для построения рейтингового барометра регионов России по степени вовлечённости университетов в инновационное развитие. Предметом исследования стали кластерные и индикаторные модели, позволяющие оценить вклад университетов в региональное инновационное развитие.

Вычислительные эксперименты проведены по данным Минобрнауки для регионов России и региональных вузов. В вычислительных экспериментах использованы данные Минобрнауки о показателях

систем образования 81 региона России в 2016 году.

Выполнено ранжирование и сопоставление вузов по степени вовлечённости в инновационное развитие региона с использованием индикаторной модели и агрегирования в зависимости от целевой проблемы. В результате подтверждена основная гипотеза статьи, обоснованием послужил созданная инструментальная модель, полученная в результате применения логических правил и выбора ключевых параметров группировки по важным группам наукометрических показателей для построения модели рейтинга регионов по уровню вовлечённости университетов в инновационный капитал позволит оценить перспективы региона в инновационном развитии России.

Литература

1. Нижегородцев Р.М., Пискун Е.И. Кудревич В.В. Прогнозирование показателей социально-экономического развития региона // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 1. С. 38–48.
2. Ключев А.К. Программы инновационного развития региона и университетов: поиск соответствия // Университетское управление: практика и анализ. 2010. № 1. С. 30–34.
3. Blind K., Grupp H. Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences // Research Policy. 1999. № 28(2). С. 451–468.
4. Griliches Z. Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth // Bell Journal of Economics. 1979. № 10(1). С. 92–116.
5. Jaffe, A. Real effects of academic research // American Economic Review. 1989. № 79. С. 957–970.
6. Сио К.К. Управленческая экономика. Пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 2000. 671 с.
7. Goddard J. B., Chatterton P. The response of universities to regional needs // European Journal of Education. 2000. № 35(4). С. 475–496.
8. Teece D.J., Peteraf M., Leih S. Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy // California Management Review. 2016. 58 (4). С. 13–35.
9. Fratesi U., Senn L. Growth and Innovation of Competitive Regions: the Role of Internal and External Connections. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. 368 с.
10. Benneworth P. University Engagement With Socially Excluded Communities. Publisher: Springer Netherlands, Copyright Holder: Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013. 352 с. DOI: 10.1007/978-94-007-4875-0.
11. Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. The triple helix—university—industry—government relations: a laboratory for knowledge-based economic development // EASST Review. 1995. № 14 (1). С. 14–19.
12. Vygodchikova I. Y. et al. Estimation of Bond Risks using Minimax // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2017. Т. 7. № 7. С. 1899–1907. Режим доступа: <http://journals.aserspublishing.eu/jarle/article/view/784>. (Дата обращения: 15.03.2017). DOI: 10.14505/jarle.v7.7(21).38.
13. Awrejcewicz J., et al. Quantifying chaos of curvilinear beam via exponents // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2105. № 27(1–3). С. 81–92.
14. Fritsch et al. Universities and Innovation in Space // Industry and Innovation. 2007. № 14 (2). С. 201–218.
15. Autant-Bernard C. Science and knowledge flows: evidence from the French case // Research Policy. 2001. № 30(7). С. 1069–1078.
16. Derunova et al. The study of the dynamics of innovative development of economy on the endogenous growth through multi-sector extension of the Solow model // Biosci. Biotech. Res. Asia. 2014. № 11(3). С. 1581–1589.
17. Pisano G. P. The Evolution of Science-Based Business: Innovating, How we Innovate //

Industrial and Corporate Change. 2010. № 19 (2). С. 465–482.

18. Innovation Union Scoreboard. Belgium: European Union, 2013. 80 с.

19. Подиновский В.В., Потапов М.А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra // Бизнес-информатика. 2013. № 3(25). С. 41–48.

20. Van Vught F., Westerheijden Don F. Multidimensional ranking: a new transparency tool for higher education and research // Higher education management and policy. 2010. Т. 22. № 3. С. 6–11.

21. Козлова О.А., Гаркавенко А.Н., Андреева Е.Л. Роль университета в инновационном развитии региональной экономики // Экономика региона. 2008. № 2(14). С. 64–74.

22. Varga A., Sebestyén T., Szabó N., Szerb L. Estimating the economic impacts of knowledge network and entrepreneurship development in smart specialization policy // Regional Studies 54. 2020. С. 48–59. DOI: 10.1080/00343404.2018.1527026.

23. Бутко Е.Я. Индикаторы как инструмент сравнительного анализа образования // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 1(103). С. 31–37.

24. Курочкин Д.А. Инновационная среда региона и особенности ее формирования (на примере Московской области) // Вопросы региональной экономики. 2014. Т. 20. № 3. С. 59–66.

25. Нижегородцев Р.М. Перспективы генерации знаний в XXI веке: функции и барьеры // Экономический вестник ИПУ РАН. 2020. Т. 1. № 1. С. 3–11.

References

1. Nizhegorodtsev R.M., Piskun, Ye.I. Kudrevich V.V. Forecasting indicators of socio-economic development of the region. *Ekonomika regiona = Economy of the region*. 2017; 13; 1: 38–48. (In Russ.)

2. Klyuyev A.K. Programs for innovative development of the region and universities: search for compliance. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz = University management: practice and analysis*. 2010; 1: 30–34. (In Russ.)

3. Blind K., Grupp H. Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences. *Research Policy*. 1999; 28(2): 451–468.

4. Griliches Z. Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. *Bell Journal of Economics*. 1979; 10(1): 92–116.

5. Jaffe, A. Real effects of academic research. *American Economic Review*. 1989; 79: 957–970.

6. Sio K.K. *Upravlencheskaya ekonomika. Pers. s angl. = Management economics. Tr. from Eng.* Moscow: INFRA-M; 2000. 671 p. (In Russ.)

7. Goddard J. B., Chatterton P. The response of universities to regional needs. *European Journal of Education*. 2000; 35(4): 475–496.

8. Teece D.J., Peteraf M., Leih S. Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy. *California Management Review*. 2016; 58 (4): 13–35.

9. Fratesi U., Senn L. Growth and Innovation of Competitive Regions: the Role of Internal and External Connections. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2009. 368 p.

10. Bennenworth P. University Engagement With Socially Excluded Communities. Publisher: Springer Netherlands, Copyright Holder: Springer Science+Business Media Dordrecht; 2013. 352 p. DOI: 10.1007/978-94-007-4875-0.

11. Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. The triple helix—university—industry—government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. *EASST Review*. 1995; 14(1): 14–19.

12. Vygodchikova I. Y. et al. Estimation of Bond Risks using Minimax. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*. 2017; 7; 7: 1899–1907. Available from: <http://journals.aserspublishing.eu/jarle/article/view/784>. (cited 15.03.2017). DOI: 10.14505/jarle.v7.7(21).38.

13. Awrejcewicz J., et al. Quantifying chaos of curvilinear beam via exponents. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2105; 27(1–3): 81–92.

14. Fritsch et al. Universities and Innovation in Space. *Industry and Innovation*. 2007; 14(2): 201–218.

15. Autant-Bernard C. Science and knowledge flows: evidence from the French case. *Research Policy*. 2001; 30(7): 1069–1078.

16. Derunova et al. The study of the dynamics of innovative development of economy on the endogenous growth through multi-sector extension of the Solow model. *Biosci. Biotech. Res. Asia*. 2014; 11(3): 1581–1589.

17. Pisano G. P. The Evolution of Science-Based Business: Innovating, How we Innovate. *Industrial and Corporate Change*. 2010; 19(2): 465–482.

18. Innovation Union Scoreboard. Belgium: European Union; 2013. 80 p.

19. Podinovskiy V.V., Potapov M.A The method of the weighted sum of criteria in the analysis of multicriteria decisions: pro et contra. *Biznes-informatika = Business Informatics*. 2013; 3(25): 41–48. (In Russ.)

20. Van Vught F., Westerheijden Don F. Multidimensional ranking: a new transparency tool for higher education and research. *Higher education management and policy*. 2010; 22; 3: 6–11.

21. Kozlova O. A., Garkavenko A. N., Andreyeva Ye. L. The role of the university in the innovative development of the regional economy. *Ekonomika*

regiona = Economy of the region. 2008; 2(14): 64-74. (In Russ.)

22. Varga A., Sebestyén T., Szabó N., Szerb L. Estimating the economic impacts of knowledge network and entrepreneurship development in smart specialization policy. *Regional Studies* 54. 2020: 48-59. DOI: 10.1080/00343404.2018.1527026.

23. Butko Ye.YA. Indicators as a tool for comparative analysis of education. *Distantcionnoye i virtual'noye obucheniye* = Distance and virtual learning. 2016; 1(103): 31-37. (In Russ.)

24. Kurochkin D.A. The innovative environment of the region and the peculiarities of its formation (on the example of the Moscow region). *Voprosy regional'noy ekonomiki* = Questions of regional economics. 2014; 20; 3: 59-66. (In Russ.)

25. Nizhegorodtsev R.M. Prospects for generating knowledge in the XXI century: functions and barriers. *Ekonomicheskiy vestnik IPU RAN* = Economic Bulletin of the Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences. 2020; 1; 1: 3-11. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ирина Юрьевна Выгодчикова

*К.ф.-м.н, доцент, доцент кафедры
дифференциальных уравнений и математической
экономики*

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет*

им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

Эл.почта: irinavigod@yandex.ru

Information about the authors

Irina Yu. Vygodchikova

*Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Associate
Professor, Associate Professor of the Department of
Differential Equations & Mathematic Economics*

Saratov State University

named after N.G. Chernyshevsky,

Saratov, Russia

E-mail: vigodchikova@info.sgu.ru