



Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

All right reserved

Issue 4 Volume 13. 2018

Method of calculation of the optimal placement of strategic universities across the country

G. Gumerova

*Bashkiria State University
Russian Federation*

I. Zulkarnay

*Bashkiria State University
Russian Federation, Ufa*

Abstract

The article presents an approach based on qualitative reasoning and quantitative calculations, to solve the problem of allocation of backbone universities (so-called federal universities (FU) and national research universities (NRU)) across the country. The goal is to achieve the economic optimality of their placement, where the criterion of optimality is to maximize the system-forming effect of all universities endowed with this function, with a limited budget for their financing. In contrast to the previously developed agent-based model, which modeled the search by university agents for a territorial location, in which they maximized the system-forming effect, this paper calculates the potential of the system formation of cities. On this basis the issue of financing the system formation system in the country is solved, what is the reason for making decisions on the placement of FU and NRU. The article offers an approach and solutions that contribute to the development of the regional economy (spatial economy), methods of rational distribution of productive forces throughout the countries.

Keywords list (en): agent-based modeling, regional economy, federal university, national research university

Date of publication: 08.11.2018

Acknowledgment:

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проек-та №

Citation link:

Gumerova G., Zulkarnay I. Method of calculation of the optimal placement of strategic universities across the country // Artificial societies. 2018. V. 13. Issue 4 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000142-5-1/> (circulation date: 18.01.2020). DOI: 10.18254/S0000142-5-1

1 **Введение**

2 Процессы глобализации, обострения международной конкуренции, усиления специализации стран в производстве продукции с выстраиванием их в глобальные цепочки, ставят перед Россией новые и сложные задачи технологического и научного развития. Решение этих задач требует интеграции системы высшего образования России в мировое образовательное пространство, достижение российскими вузами мирового уровня [1]. В литературе хорошо освещен вопрос влияния университетов мирового уровня на конкурентные позиции страны [7, 8], это осознается правительствами стран, в связи с чем руководство многих стран поставили задачу развития университетов мирового уровня, иногда создавая их «с нуля» [9]. В частности, Китай накопил большой опыт в развитии университетов мирового уровня [10, 11]. Из стран «ближнего зарубежья» значительный опыт в этом направлении имеет Казахстан [12].

3 В создании и развитии университетов мирового уровня, в их влиянии на экономику страны, большое значение имеет их территориальное расположение в стране, что относится к вопросам теории региональной экономики и совершенствования региональной политики [2].

4 Другой аспект достижения системой высшего образования страны мирового уровня – это размещение потенциальных вузов, нацеленных на достижение этого уровня, по территории страны, что относится к вопросам региональной (пространственной) экономики [13].

5 Наши исследования показывают, что часть ФУ и НИУ, призванных поднять уровень российской системы высшего образования на мировой уровень, с точки зрения функции системообразующего воздействия на образовательное пространство страны, не могут выполнить эту функцию эффективно, т.к. находятся на краю государства или окружены малонаселенным пространством [6]. Безусловно, это свидетельствует о недостатках теории и практики политики размещения системообразующих университетов с точки зрения теории и методологии региональной (пространственной) экономики [2]. В целях развития региональной экономики в части размещения системообразующих вузов, мы начали развивать агент-ориентированный [3] подход к решению этого комплекса задач [4, 5]. В данной работе предлагается новый, по отношению к ранее предложенному в [6], подход и демонстрируется одно из решений поставленной проблемы.

6 **Теоретический анализ**

7 Согласно изначальным документам, описывающим назначение ФУ и НИУ, в частности, на них возлагалась функция осуществления системообразующего влияния на региональные системы высшего образования и науки. Предполагалось, что такие университеты, будучи передовыми в стране и в своем регионе, должны оказывать методологическую помощь вузам местной системы образования, способствуя, таким образом, общему поднятию уровня высшего образования и науки в стране. В частности, ФУ были созданы по одному-два в каждом федеральном округе (ФО), как правило, по одному (например, создание двух ФУ в Северо-Западном ФО, объясняется, очевидно,

территориальной отделенностью Калининградской области от ФО и от всей страны). Тем самым полагалось, что ФУ должен выполнять системообразующую функцию для системы высшего образования соответствующего ФО. НИУ, нацеленные, прежде всего на создание новых знаний, также выполняли системообразующую функцию, но не только на систему образования и науки региона, но и экономики региона, имея ввиду инновационное развитие отраслей региона, в соответствии с научной специализацией НИУ.

8 В [6] нами предложен математический аппарат расчета этого системообразующего эффекта. Он включает ряд формул, основанных на естественных предположениях о закономерности его распространения. Так, мы считаем, что интенсивность внешнего эффекта университета на региональную систему высшего образования падает с расстоянием элементов этой системы, на которые распространяется системообразующий эффект. Скорость убывания этого эффекта определяется видом функции и параметром K , означающим количество раз уменьшения интенсивности эффекта на определенном, заданном расстоянии. Например, эксперты могут дать оценку, что на расстоянии 250 км интенсивность эффекта будет падать в 5 раз. Обозначим через F_y^0 среднюю интенсивность влияния агента-университета на 1 человека, вблизи от него; $P_{ГОРОД}$ – численность населения в городе, где находится университет.

9 Тогда интенсивность системообразующего эффекта университета (например, ФУ) на душу населения на расстоянии r до поселения (объекта воздействия со стороны университета) выражается формулой:

$$10 \quad F_y^{\square}(r) = \begin{cases} F_y^0, & r \leq r_y^0 \\ F_y^0 * \left(\frac{r_y^0}{r}\right)^{\beta}, & r > r_y^0 \end{cases} \quad (1)$$

11 Произведение (1) на население поселения, на которое воздействует университет на расстоянии r , дает полную интенсивность системообразующего эффекта:

$$12 \quad E_y^{\square}(r) = \begin{cases} F_y^0 * P_{ГОРОД}, & r \leq r_y^0 \\ F_y^0 * \left(\frac{r_y^0}{r}\right)^{\beta} * P_{ПОС}, & r > r_y^0 \end{cases} \quad (2)$$

13 Соответственно, для всех поселений вокруг агента-университета суммарная эффективность действия системообразующей силы университета определяется формулой:

$$14 \quad E_y(\Omega) = F_y^0 * P_{ГОРОД} + \sum_{j \in \Omega^{\square}} F_y(r_j) * P_{ПОСj} \quad (3)$$

15 Где $E(\Omega)$ – эффект действия системообразующей силы ОУ на все поселения j в регионе ; – территория, на которой расположены поселения, эта территория может охватывать как круг заданного радиуса, так территорию ФО, а также территорию всей страны. r_j – расстояние между агентом-университетом и агентом-поселением j .

16 Показатель β определяется выражением:

$$17 \quad \beta = \log\left(\frac{r_{ГОРОД}^{max}}{r_{ГОРОД}^0}\right) * K \quad (4)$$

18 Два подхода к моделированию

19 В [6], в рамках мультиагентного подхода к моделированию, университеты были активными агентами, передвигающимися по карте страны в поисках места, где каждый из них максимизировал интенсивность системообразующего эффекта. Города и поселения вели себя как пассивные агенты, привязанные к месту их фактического расположения. В ходе эмуляционных экспериментов университеты сами находили географическое место

расположения на карте РФ, где они максимизировали интенсивность эффекта. Алгоритм был построен так, что они не могли собраться в г.Москве, где каждый из них максимизировал бы целевую функцию, что представляется интуитивно очевидным. Поиск места максимизации целевой функции (3) производился из заранее заданных точек, где агенты-университеты находились изначально, это была сетка, покрывающая всю страну. Один вариант, это равномерная сетка, другой вариант – сетка, с меняющимися размерами ячеек, обратно пропорционально плотности населения. Из этих изначальных точек, агенты-университеты устремлялись к относительно близким крупным городам, а крупнейшие города (г.Москва и г.Санкт-Петербург) не оказывали значительного влияния на значение (3) в силу вида функции (1). Кроме того, в программе была опция ограничения зоны поиска агентом-университетом места максимизации целевой функции.

20 В этой статье излагается второй подход к исследованию поставленного выше вопроса, в связи с чем была разработана другая компьютерная программа. В ней производится расчет целевой функции (3) для группы городов, эти города упорядочиваются по убыванию значения (3), и производится анализ городов в верхней части списка на предмет размещения в них системообразующего университета. Базовая идея этого подхода – системообразующие университеты должны располагаться в городах, где они наиболее эффективно смогут выполнить эту функцию, т.е. где они максимизируют целевую функцию (3).

21 На данном этапе моделирования r_j – это прямое расстояние между университетом и агентом-поселением j , на которое он оказывает системообразующее воздействие. На деле, конечно r_j должен отражать, как минимум наличие и качество дорог, транспортную связанность. Кроме того, требует изучения вопрос, насколько электронные методы коммуникации (Интернет) влияют на функцию (3). Кроме того, необходимо исследовать как влияет на функцию системообразования расположение университета в крупном городе и рядом с ним, как например, в США Стэнфорд расположен в маленьком городе, но рядом с двумя городами-миллиониками Сан-Хосе и Сан-Франциско, а Гарвард и МИТ расположены в маленьком городе Кембридже с населением 100 тыс. чел. Можно предположить, что очень важную роль в формировании целевой функции должны играть удобство коммуникаций до страновых и мировых центров, концентрация студентов и преподавателей в одном месте при достаточной удаленности мест густого заселения посторонним по отношению к университету населением.

22 Города вводятся из базы данных, включающей географические координаты населенных пунктов и их население. Все муниципальные районы и города Приволжского федерального округа и Уральского федерального округа показаны на рис.1, как введенные из этой базы данных.

23 ***Подготовка данных***

24 Для работы имитационных моделей была сформирована база данных 20000 муниципальных образований Российской Федерации. При этом для точности расчетов нет необходимости проводить детализацию до сельских муниципальных образований, достаточно в качестве объекта воздействия системообразующего университета считать городские округа (города) и муниципальные районы. Координатами муниципального района принимались географические координаты его райцентра. В качестве исходных данных для формирования базы данных использовались открытые данные в Интернете, благодаря размещению в Википедии сведений о каждом муниципальном образовании. Например, на рис. 1 можно видеть фрагмент перечня муниципальных районов Тюменской области, с указанием населения района и административного центра, который можно найти в Интернете.

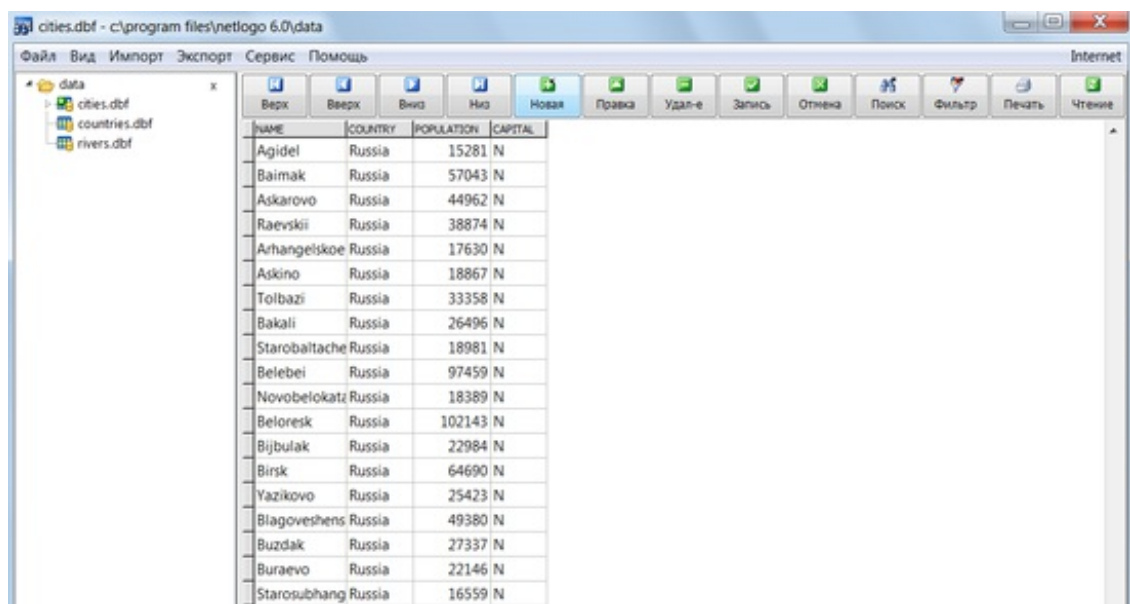
25 Таблица 1. Фрагмент перечня муниципальных районов Тюменской области в

Интернете

№	Название	Площадь	Население, чел.	Административный центр
1	Абатский район	4 080,4	↘ 17258 [2]	село Абатское
2	Армизонский район	3 109	↗ 9344 [2]	село Армизонское
3	Аромашевский район	3 446,4	↘ 10800 [2]	село Аромашево
4	Бердюжский район	2 828,9	↘ 10836 [2]	село Бердюжье
5	Вагайский район	18 400	↘ 20849 [2]	село Вагай
6	Викуловский район	5 798,9	↘ 15510 [2]	село Викулово

26 Для использования этих сведений в компьютерной программе макросами GIS, данные таблицы 1 вводятся с помощью приложения DBF VIEWER в файл cities.dbf с расширением DBF (рис.1). Само предложение DBF VIEWER является бесплатным и доступным в интернете.

27



The screenshot shows the DBF Viewer application window. The title bar reads 'cities.dbf - c:\program files\netlogo 6.0\data'. The menu bar includes 'Файл', 'Вид', 'Импорт', 'Экспорт', 'Сервис', and 'Помощь'. The toolbar contains icons for 'Верх', 'Вниз', 'Новая', 'Правка', 'Удал-е', 'Запись', 'Отмена', 'Поиск', 'Фильтр', 'Печать', and 'Чтение'. The left pane shows a file tree with 'data' containing 'cities.dbf', 'countries.dbf', and 'rivers.dbf'. The main area displays a table with the following data:

NAME	COUNTRY	POPULATION	CAPITAL
Agidel	Russia	15281	N
Baimak	Russia	57043	N
Askarovo	Russia	44962	N
Raevskii	Russia	38874	N
Arhangelskoe	Russia	17630	N
Askino	Russia	18867	N
Toibazi	Russia	33358	N
Bakali	Russia	26496	N
Starobaltache	Russia	18981	N
Belebei	Russia	97459	N
Novobelokatz	Russia	18389	N
Beloresk	Russia	102143	N
Bijbulak	Russia	22984	N
Birsk	Russia	64690	N
Yazikovo	Russia	25423	N
Blagoveshens	Russia	49380	N
Buzdak	Russia	27337	N
Buraevo	Russia	22146	N
Starosubhang	Russia	16559	N

28 *Рис.1. Внесение названий административных центров и населения муниципальных районов в файл cities.dbf.*

29 Географические координаты городов и муниципальных районов также находятся в Интернете. Они вносятся в файл с расширением SHP, в том же порядке, что и в файле с расширением DBF. Для этой работы используется сервис mapshaper.org, в результате имеем файл cities.shp вида (рис.2):

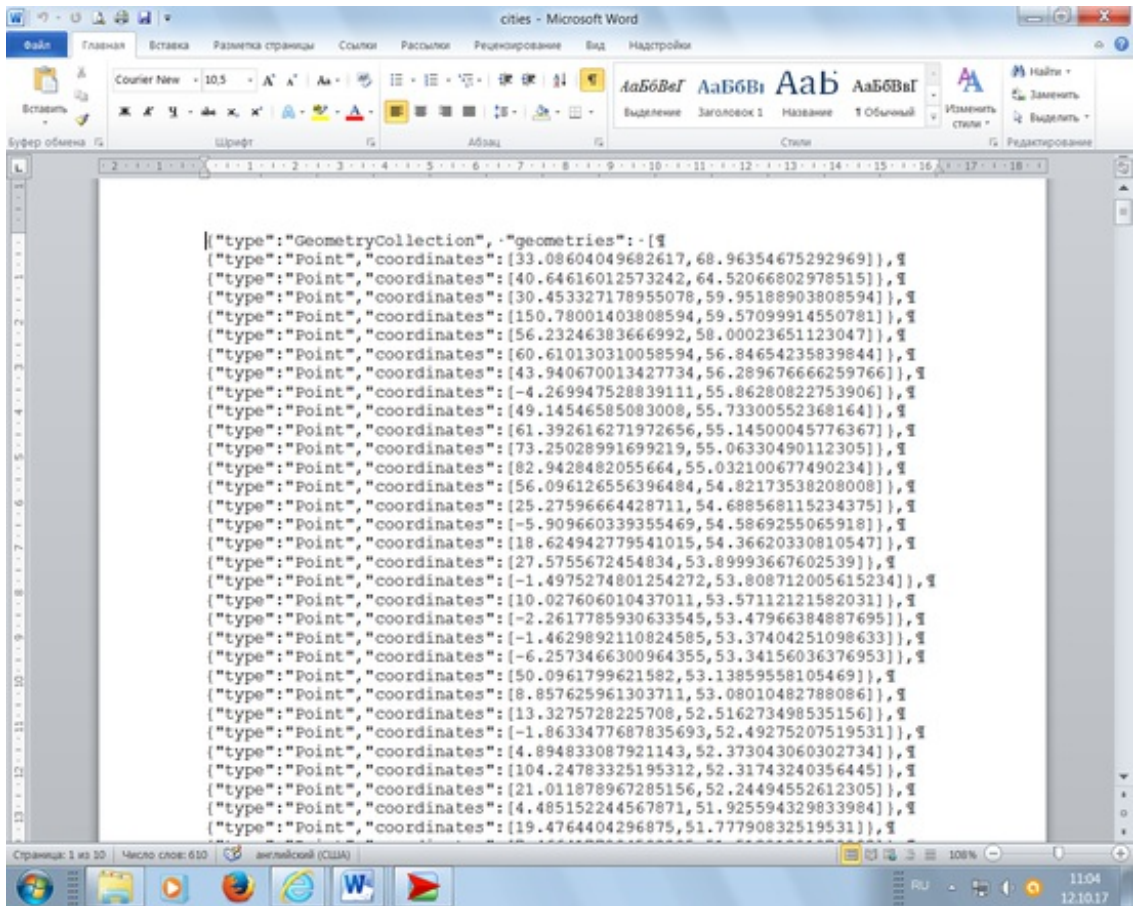


Рис.2. Вид файла cities.shp с географическими координатами городов и муниципальных районов.

31 Обсуждение результатов

32 После загрузки файлов cities.shp и cities.dbf в интерфейсе программы города можно увидеть в виде точек на карте РФ с названиями городов (рис.3). Вывод названий регулируется пороговым значением количества населения города.

33

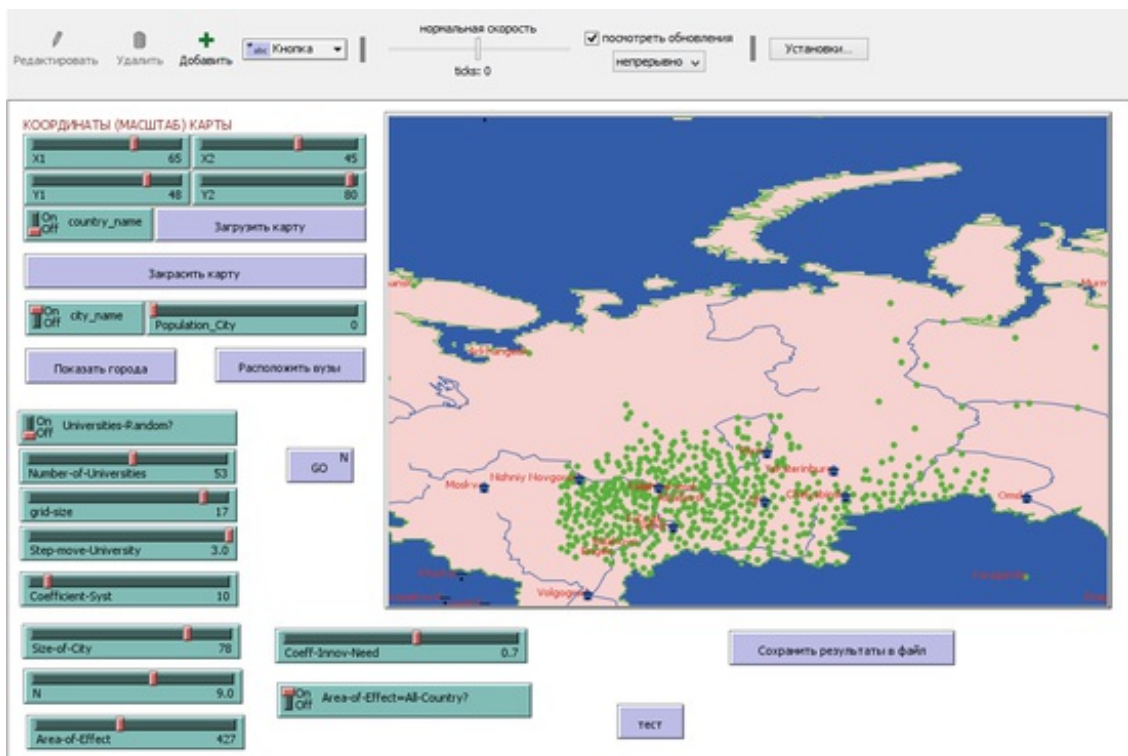


Рис.3. Интерфейс программы модели с муниципальными районами и городами Приволжского федерального округа и Уральского федерального округа

34 Укрупненно эти муниципальные районы видны на рис.4, как часть этого интерфейса. В результате эмуляционного моделирования по формулам вида (1)-(3) для каждого города рассчитывается интенсивность системообразующего эффекта, каждый из которых выводится в файл вида на рис.5. Такой расчет производится для различных значений K , для каждого из которых все города упорядочиваются по убыванию интенсивности эффекта (рис.5), что позволяет принимать решение о размещении вузов по территории страны и об их финансировании.

35



Рис.4. Фрагмент интерфейса с муниципальными районами и городами ПФО и УрФО.

36

7952673.394171448:sum-effect-syst-univ-of-city : Samara
7677451.11791599:sum-effect-syst-univ-of-city : Kazan'
7301745.6754450705:sum-effect-syst-univ-of-city : Ufa
6957159.600532908:sum-effect-syst-univ-of-city : Nizhniy Novgorod
6780935.487915606:sum-effect-syst-univ-of-city : Yekaterinburg
6765296.924792874:sum-effect-syst-univ-of-city : Chelyabinsk
6759742.733419003:sum-effect-syst-univ-of-city : Perm'
5568822.350953437:sum-effect-syst-univ-of-city : Volgograd
5083674.440826897:sum-effect-syst-univ-of-city : Novosibirsk
4261564.209475238:sum-effect-syst-univ-of-city : Omsk

Рис.5. Пример результата расчета интенсивности системообразующего эффекта для ряда городов ПФО и УрФО при одном из значений K .

37 Величина интенсивности системообразующего эффекта, которую мы видим в левой колонке рис.5, определяет количественно, насколько эффективным является расположение в конкретном городе системообразующего университета типа ФУ или НИУ. Системообразующий эффект, очевидно, не является величиной, пропорциональной количеству университетов, скорее, это величина пропорциональная суммарному

финансированию системообразующей функции в каждом городе. Тем самым, можно решить в какой пропорции распределять бюджет системообразования в стране между городами. Теоретически, один системообразующий университет в одном городе может получить больше финансирования, чем три вуза в другом городе.

38 *Перспективы развития модели*

39 В описанном здесь виде имитационная модель также учитывает недостаточное количество факторов, которые определяют функцию системообразования университета. Для повышения адекватности имитационной модели реальности необходимо:

- 40 1. при расчете g_j учитывать дороги, их качество, качество транспортного сообщения, фактор электронных коммуникаций;
2. при учете населения городов и муниципальных районов необходимо учитывать качество населения (образованность, степень вовлечения в наукоемкие и инновационные производства);
3. при учете муниципального района принимать во внимание степень связанности сел и городов муниципального района (во многих районах добраться до административного центра сложнее, чем до города в сотнях километрах от сельского поселения);
4. при расчете функции системообразования необходимо учитывать отраслевую специфику поселений на окружающей территории и каналы влияния университетов на индустрию;
5. для целей разработки региональной политики финансирования функции системообразования необходимо исследовать, в какой части своей деятельности университеты выполняют функцию системообразования, а в какой части они производят новые знания и новых специалистов.

References:

1. Ислакаева Г.Р. Совершенствование государственной региональной политики в сфере высшего профессионального образования // Дискуссия. 2012. №10 (28). С. 48-50.
2. Гранберг А.Г. Актуальные проблемы регионального развития и региональной политики // Социально-экономические реформы: региональный аспект. 2002. № 4. С. 19-23.
3. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика. 2008. 279 с.
4. Ислакаева Г.Р. Разработка инструментария моделирования отдельных аспектов региональной политики в области предоставления услуг высшего образования // Искусственные общества. 2015. Т. 10. <https://artsoc.jes.su/s20775180000019-9-1>
5. Рамазанов Р.Р. Агентное моделирование формирования населенных пунктов // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2016. № 3 (17). С. 76-82.
6. Зулъкарнай И.У. Мультиагентный подход к разработке региональной политики по размещению учреждений высшего образования по территории страны // Искусственные общества. 2017. Т. 12. <https://artsoc.jes.su/s207751800000111-1-1>
7. Blanco Ramirez, G. (2017). Jean Baudrillard's radical thinking, and its potential contribution to the sociology of higher education illustrated by debates about 'World-Class' universities. *International Studies in Sociology of Education*. 26(4), с. 337-352. DOI:

10.1080/09620214.2017.1322913

8. Sitnicki, M.W. (2018). Determining the Priorities of the Development of EU Research Universities Based on the Analysis of Rating Indicators of World-Class Universities. *Baltic Journal of European Studies*. 8(1), pp. 76-100. DOI: 10.1515/bjes-2018-0006
9. Usoh, E.J., Ratu, D., Manongko, A., Taroreh, J., Preston, G. (2018). Strategic Planning towards a World-Class University. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 306(1),012035. DOI: 10.1088/1757-899X/306/1/012035
10. Huang, F. (2015). Building the world-class research universities: a case study of China. *Higher Education*. 70(2), pp. 203-215. (Web of Science).
11. Song, J. (2018). Creating world-class universities in China: strategies and impacts at a renowned research university. *Higher Education*. 75(4), pp. 729-742. DOI: 10.1007/s10734-017-0167-4
12. Anarbek, N., Yesseyeva, Z.M., Naushabayeva, S. (2016). Establishment of world class universities in Kazakhstan: Al-Farabi Kazakh National university and Nazarbayev university. *Social Sciences (Pakistan)*. 11(6), pp. 798-803. DOI: 10.3923/sscience.2016.798.803
13. Huggins, R., Waite, D., Munday, M. (2018). New directions in regional innovation policy: a network model for generating entrepreneurship and economic development. *Regional Studies*. 52(9), pp. 1294-1304. DOI: 10.1080/00343404.2018.1453131

Метод расчета оптимального размещения системообразующих вузов по территории страны

Гумерова Г. Т.

Башкирский государственный университет

Российская Федерация

Зулькарнай И. У.

Башкирский государственный университет

Российская Федерация, Уфа

Аннотация

В статье излагается еще один подход к научно-обоснованному, на базе качественных рассуждений и количественных вычислений, решению проблемы размещения системообразующих университетов (федеральных университетов (ФУ) и национальных исследовательских университетов (НИУ)) по территории страны. Цель – достичь экономической оптимальности их размещения, где критерием оптимальности является максимизация системообразующего эффекта всех университетов, наделенных этой функцией, при ограниченном бюджете на их финансирование. В отличие от разрабатываемой ранее агент-ориентированной модели, в которой моделировался поиск агентами-университетами территориального расположения, в котором они максимизировали системообразующий эффект, в данной работе рассчитывается потенциал системообразования городов, на основе чего решается вопрос о финансировании системы системообразования по территории страны, что является основанием, в частности, для принятия решений по размещению ФУ и НИУ. Предлагаемые в статье подход и решения являются вкладом в развитие региональной экономики (пространственной экономики), методов рационального размещения производительных сил по территории стран.

Ключевые слова: агентные модели, региональная экономика, федеральный университет, национальный исследовательский университет

Дата публикации: 08.11.2018

Ссылка для цитирования:

Гумерова Г. Т. , Зулькарнай И. У. Метод расчета оптимального размещения системообразующих вузов по территории страны // Искусственные общества. 2018. Т. 13. Выпуск 4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000142-5-1/> (дата обращения: 18.01.2020). DOI: 10.18254/S0000142-5-1