



## Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

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

All right reserved

Issue 3 Volume 14. 2019

# Forecasting dynamics of Regional Human Resource using Agent-based simulation methods

**A. Mashkova**

*Central Economics and Mathematics Institute  
Russian Federation, Moscow*

**A. Mamatov**

*Belgorod State University  
Russian Federation, Belgorod*

**O. Savina**

*Orel State University named after I.S. Turgenev  
Russian Federation, Orel*

## Abstract

The article presents the agent-based model of the regional human resource dynamics. The model consists of modules representing demographic, education, migration economic processes and regional governance. The main stages of modeling are described: reproduction of the current situation, forecasting and assessment of the influence of control actions - events aimed at developing human resources in the region. Results of modeling of labor market dynamics in the Belgorod region are presented. Within the retrospective modeling, dynamics of the population and the labor market from 2010 to 2019 was reproduced. Within the predictive modeling from 2020 to 2030, existing trends in the fields of education, employment and migration of residents were reproduced.

**Keywords list (en):** agent-based modeling, regional human resource, event, forecast, retrospective modeling

**Date of publication:** 10.09.2019

## Acknowledgment:

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-

**Citation link:**

Mamatov A., Mashkova A., Savina O. Forecasting dynamics of Regional Human Resource using Agent-based simulation methods // Artificial societies. 2019. V. 14. Issue 3 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800006724-5-1/> (circulation date: 28.09.2020). DOI: 10.18254/S207751800006724-5

1

**Введение**

Актуальность управления развитием кадрового потенциала регионов России обусловлена многими причинами, большинство из которых оказывают разнонаправленное воздействие. С одной стороны, уменьшается приток на рынок молодых кадров, что вызвано снижением рождаемости и наблюдаемой депопуляцией. С другой стороны – изменяется профессиональная структура спроса на рабочую силу. По оценке экспертов Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования реализация сценария ускоренного интенсивного роста в отсутствие адекватной политики социальной адаптации может высвободить 6–10 млн занятых [6].

2

Целью представленной работы является определение влияния мероприятий Программы на динамику кадрового потенциала региона с учетом особенностей различных групп населения: студентов, выпускников, предпринимателей, работающих по найму и безработных.

3

**Постановка задачи**

В данной статье ставится задача разработки инструмента для оценки влияния мероприятий Программы по развитию кадрового потенциала региона на отдельные категории населения и динамику рынка труда в целом. В качестве основного метода было выбрано агент-ориентированное компьютерное моделирование, особенностью которого является оценка глобальной динамики системы как результата взаимодействия субъектов микроуровня, что как нельзя лучше соответствует особенностям поставленной задачи.

4

Моделирование рынка труда проводится с учетом демографических, экономических, миграционных процессов и функционирования образовательной системы, при этом учитывается как поведение жителей региона в сферах получения образования, трудоустройства и миграции, так и управляющие воздействия региональных органов административного управления, формализованные в виде Программы развития кадрового потенциала региона.

5

Программа направлена на согласование структуры рабочей силы и рынка труда в регионе путем целевого набора студентов и программ профессиональной переподготовки кадров, укрепление взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий региона в рамках проведения стажировок и закрепления студентов за организациями на время обучения. Мероприятия Программы и индикаторы их эффективности представлены в работе [2]. Каждое мероприятие нацелено на определенную группу населения. Критериями группировки являются возраст, место проживания, образование и социальный статус. Эффективность мероприятий в каждом кластере оценивалась на основе результатов социологического исследования, представленного в [3].

## Структура агентной модели

Модель динамики кадрового потенциала региона включает ряд взаимосвязанных модулей: «Демография», «Миграция», «Образование», «Экономика» и «Административное управление», каждый из которых отражает существенные факторы, влияющие на количественный и качественный состав рабочей силы в регионе (рисунок 1) [12]. На вход модели поступает информация об экономических структурах региона, демографических и миграционных процессах; выпуске из образовательных учреждений; а также план мероприятий Программы развития кадрового потенциала региона и оценки их влияния на целевые группы населения, полученные в результате социологических опросов.

7



Рис. 1 Структура модели динамики кадрового потенциала региона

8 Процесс моделирование кадрового потенциала региона на базе агент-ориентированного подхода включает следующие основные этапы:

- 9 1. Воспроизведение населения региона и текущей ситуации на рынке труда.
2. Генерация агентов, составляющих населения региона, их группировка по домашним хозяйствам (модуль «Демография»).
3. Создание агрегированных организаций различных отраслей и рабочих мест на них. Закрепление трудоспособных безработных агентов за биржей труда (модуль «Экономика»).
4. Создание образовательных учреждений различных ступеней, в том числе школ, учреждений среднего профессионального и высшего образования. Для каждого образовательного учреждения формируется список образовательных мест по различным группам специальностей, за ними закрепляются агенты соответствующего возраста (модуль «Образование»).
5. Моделирование динамики рынка труда
6. Рождаемость и смертность агентов, создание новых домохозяйств в результате браков и разводов (модуль «Демография»).
7. Создание новых рабочих мест в результате роста отраслей экономики региона (модуль «Экономика»).
8. Выбытие специалистов с рабочих мест в результате эмиграции; приток специалистов из других регионов и из-за рубежа (модуль «Миграция»).
9. Поступление и выпуск агентов из образовательных учреждений (модуль «Образование»).

10. Моделирование воздействия мероприятий Программы развития кадрового потенциала региона. В модели реализуются следующие типы мероприятий:
11. Выделяются гранты на создание собственного бизнеса, субсидии на поддержку фермерских хозяйств (модули «Региональное управление», «Экономика»).
12. Организируются стажировки студентов на предприятиях региона (модули «Образование», «Экономика»).
13. Реализуются программы переобучения и трудоустройства безработных (модули «Образование», «Экономика»).
14. Регулируется количество бюджетных образовательных мест по приоритетным группам специальностей; организуется целевая подготовка специалистов для производства (модули «Региональное управление», «Образование»).

10 Алгоритм воздействия мероприятий на целевые группы населения представлен в [2].

11

## Результаты расчетов

Для информационного наполнения модели динамики кадрового потенциала региона используются данные из различных источников. Исходными данными о демографических процессах являются ежегодники и результаты Всероссийской переписи населения [1]. Экономические структуры в регионе формируются на основе данных регионального статистического сборника «Белгородская область в цифрах» [9]. Динамика миграционных процессов воспроизводится на основе оценок Федеральной службы государственной статистики [11]. Поступление и выпуск из образовательных учреждений региона по различным специальностям отражен в отчетах Министерства образования и науки [5]. Динамика вакансий отслеживалась на данных службы занятости и специализированных сайтах поиска вакансий [8].

12 Программа мероприятий по развитию кадрового потенциала региона формируется на основе Стратегии развития Белгородской области [7]. Параметры индивидуальной активности агентов, представляющих жителей региона, и воздействия на них мероприятий Программы, задаются на основе результатов социологических опросов [3].

13 Экспериментальные исследования на разработанной агент-ориентированной модели динамики кадрового потенциала региона проводились для Белгородской области в двух режимах. В режиме ретроспективного моделирования были загружены данные о населении и рынке труда в 2010 году, и воспроизводилась их динамика вплоть до текущего 2019 года. Для сопоставления данных о потребностях рынка труда и выпуске специалистов из образовательных учреждений в таблице 1 востребованные профессии были сгруппированы по соответствующим укрупненным группам специальностей (УГС). Так, например, профессии кондитера, пекаря и повара относятся к УГС 19 «Промышленная экология и биотехнологии»; каменщики, маляры, отделочники – к УГС 8 «Техника и технологии строительства». Поскольку данные о выпуске 2019 года еще не представлены в официальных источниках, оценка проводится на основе цифр приема абитуриентов на очную форму обучения в 2015 году, доступных на сайте Министерства науки и высшего образования [5].

14 Таблица 1. Динамика вакансий на рынке труда Белгородской области.

УГС	2010		2019	
	Вакансий	Обратилось	Вакансий	Выпуск
Среднее профессиональное образование				
Техника и технологии строительства	2422	96	728	396
Машиностроение	1286	212	543	766

Промышленная экология и биотехнологии	376	62	381	442
Технологии легкой промышленности	281	25	229	81
Высшее профессиональное образование				
Техника и технологии строительства	129	41	18	234
Информатика и вычислительная техника	50	12	10	223
Электро- и теплоэнергетика	33	10	14	128
Машиностроение	37	4	12	263
Техника и технологии наземного транспорта	81	43	135	97
Управление в технических системах	31	7	1	30
Психологические науки	6	110	23	10
Экономика и управление	910	563	215	207
Образование и педагогические науки	201	140	95	464

15 Сопоставление данных 2010 и 2019 года [4] показывает тенденцию к снижению числа рабочих вакансий, однако системная потребность в них остается. Следует отметить, что институты профессионального образования в регионе ведут активную подготовку квалифицированных кадров, при этом потребность в кадрах по определенным группам специальностей остается крайне высокой (табл. 2). Это говорит о том, что значительная часть выпускников либо уезжает из региона, либо трудоустраивается не по своей специальности.

16 Ретроспективные эксперименты на агентной модели динамики кадрового потенциала региона показали, что почти 40% выпускников по группе специальностей 9 «Информатика и вычислительная техника», при высоких показателях трудоустройства по специальности (82% по данным Росстата [11]), выбыли с рынка труда региона по причине переезда. По другой приоритетной группе специальностей 8 «Техника и технологии строительства» наблюдается обратная картина: при показателях эмиграции в пределах 5%, что соответствует среднему по данной возрастной группе значению, по специальности трудоустраиваются лишь 43% выпускников со средним образованием [11].

17 В результате обработки результатов вычислительных экспериментов была выполнена оценка влияния предлагаемых мероприятий на целевые группы населения и итоговое состояние регионального рынка труда. В соответствии с предложенной концепцией организации управления кадровым потенциалом на региональном уровне, текущие диспропорции могут быть скорректированы целенаправленным воздействием мероприятий Программы на целевой кластер 3 «Студенты». Высокие цифры набора студентов на перечисленные группы специальностей свидетельствуют об активной реализации целевой контрактной подготовки кадров по приоритетным специальностям для отраслей экономики области; тогда как обеспечение адресной поддержки студенческих и ученических бизнес-инкубаторов (мероприятие Э1) и внедрение практики стажировок молодых специалистов (мероприятие Т1) нуждаются в более широком распространении. В таблице 2 представлены результаты ретроспективного моделирования реализации мероприятий типа Т1 и Э1 при различной широте охвата представителей кластера студентов.

18 Таблица 2. Результаты ретроспективного моделирования.

Тип мероприятия	Группа специальностей	Расчетное количество вакансий при широте охвата мероприятий			Текущее количество
		10%	25 %	50%	
Т1	Техника и технологии строительства (среднее образование)	574	341	184	728
Э1	Информатика и вычислительная техника (высшее образование)	30	25	25	35

19 В режиме прогнозного моделирования с 2020 по 2030 год воспроизводились существующие тенденции в сфере получения образования, трудоустройства и миграции жителей, а также производилась оценка их возможной коррекции путем реализации мероприятий Программы. В качестве стартовых значений состояния рынка труда были заложены актуальные данные с портала [8].

20 Оценка ожидаемого роста отраслей региональной экономики производилась в соответствии с перечнем перспективных отраслей в Белгородской области согласно Стратегии пространственного развития России [10], в числе которых были выделены:

- 21 • производство компьютеров, электронных и оптических изделий;
- деятельность в области информации и связи;
- производство машин и оборудования.

22 Рост каждой из перечисленных отраслей обуславливает создание новых рабочих мест, требующих в большинстве случаев специальной подготовки. Наиболее востребованными при описанной в Стратегии траектории развития Белгородской области будут специальности групп 9 «Информатика и вычислительная техника», 11 «Электроника, радиотехника и системы связи», 12 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» и 15 «Машиностроение» (таблица 3).

23 Таблица 3. Прогноз числа вакансий при различной широте охвата мероприятий Программы.

УГС	Широта охвата мероприятий			
	0%	10%	25%	50%
Информатика и вычислительная техника	74	44	35	21
Электроника, радиотехника, системы связи	44	30	18	15
Фотоника, приборостроение	95	82	61	36
Машиностроение	125	101	75	29

24 Для каждого случая (отсутствие управляющих воздействий, реализация мероприятий Программы с различной широтой охвата) проводилась серия из 10 экспериментов, данные по которым усреднялись и приводились к целым значениям. Прогнозируемое к 2030 году число открытых вакансий специалистов с высшим образованием по ключевым специальностям представлено в таблице 3.

25

## Результаты

Агент-ориентированная модель динамики кадрового потенциала региона направлена на информационное обеспечение и оценку эффективности управленческих решений путем проведения многовариантных расчетов. Проведенные ретроспективные и прогнозные эксперименты показали потенциал повышения сбалансированности рынка труда и выпуска специалистов путем реализации мероприятий Программы развития кадрового потенциала регионов, направленных на различные категории населения.

26 В частности, мероприятия по организации стажировок способствуют созданию связей студентов с предприятиями региона, что увеличивает долю трудоустроенных по специальности после выпуска с 43 до 60% при вовлечении в стажировки половины или более студентов по специальности «Техника и технологии строительства». Поддержка студенческих бизнес-инкубаторов в перспективном направлении «Информатика и вычислительная техника»

способствует снижению доли покидающих регион выпускников по данной группе специальностей, однако сохраняется достаточно большое число вакансий с низкой заработной платой.

27 Мероприятия по переподготовке кадров, эффективные для рабочих профессий, показывают сравнительно низкие результаты для вакансий в перспективных отраслях, поскольку для них требуется высокая, приобретаемая годами квалификация. Более высокую эффективность в прогнозном периоде имеют мероприятия, связанные с поддержкой бизнеса и созданием новых рабочих мест.

---

## References:

1. Vserossijskaya perepis' naseleniya 2010 URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/croc/perepis\\_itogi1612.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm).
2. Mamatov A.V., Savina O.A., Mashkova A.L., Banchuk Yu.A. Primenenie instrumentariya agentnogo modelirovaniya dlya prognozirovaniya dinamiki kadrovogo potentsiala regionov v ramkakh strategii prostranstvennogo razvitiya Rossii / A.V. Mamatov, O.A. Savina, A.L. Mashkova, Yu.A. Banchuk // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie. 2018, T. 8, № 4 (29). S. 41-52.
3. Mamatov A.V., Savina O.A., Mashkova A.L., Mamatova N.A., Banchuk Yu.A. Ispol'zovanie dannykh sotsiologicheskikh oprosov dlya vosproizvedeniya dinamiki kadrovogo potentsiala regionov v komp'yuternoj modeli prostranstvennogo razvitiya Rossii / A.V. Mamatov, O.A. Savina, A.L. Mashkova, N.A. Mamatova, Yu.A. Banchuk // Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Ehkonomika. Informatika. 2018, T. 45. №2. S. 597-604.
4. Mamatov, A. V. Analiz motivatsii kak prognoz potrebitel'skogo povedeniya na rynke truda obrazovatel'nykh uslug/ A. V. Mamatov, D. V. Konovalov, N. A. Koren'kova, I. N. Polevoj. // Spros i predlozhenie na rynke truda i rynke obrazovatel'nykh uslug v regionakh Rossii : sb. dokl. po materialam sed'moj vseros. nauch.-prakt. internet-konf., Petrozavodsk, 13-14 okt. 2010 g. / Feder. sluzhba po trudu i zanyatosti, M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, M-vo truda i zanyatosti Resp. Kareliya, Petrozav. gos. un-t ; pod red. V.A. Gurtova. – Petrozavodsk, 2010. – Kn. 1. – S. 166-172.
5. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federatsii URL: <https://minobrnauki.rf>.
6. Natsional'nye tseli sotsial'nogo razvitiya: vyzovy i resheniya [Tekst] : dokl. k XX Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ehkonomiki i obschestva, Moskva, 9–12 apr. 2019 g. / T. V. Abankina, N. V. Akindinova, S. S. Biryukova i dr. ; otv. red. Ya. I. Kuz'minov, L. N. Ovcharova ; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ehkonomiki». — M. : Izd. dom Vysshej shkoly ehkonomiki, 2019. 113 s. URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/262128176>
7. Ob utverzhdenii strategii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Belgorodskoj oblasti na period do 2025 goda. Postanovlenie pravitel'stva Belgorodskoj oblasti ot 25 yanvarya 2010 goda N 27-pp. URL: <http://docs.cntd.ru/document/428596289>
8. Rabota v Rossii. Obscherossijskaya baza vakansij. URL: <https://trudvsem.ru/>.
9. Statisticheskij ezhegodnik. Belgorodskaya oblast'. 2018: Stat. sb./ Belgorodstat. – Belgorod, 2018. – 580 s.

10. Strategiya prostranstvennogo razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2025 goda URL: <http://static.government.ru/media/les/UVAIqUtT08o60RktoOXI22JjAe7irNxc.pdf>

11. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki URL: <http://www.gks.ru/>.

12. Mamatov, A.V. Information support system for regional human resource development / A.V. Mamatov, I.S. Konstantinov, A.L. Mashkova, O. A. Savina. // Amazonia Investiga. 2018. № 7. P. 426-436.



# Прогнозирование динамики кадрового потенциала в регионах России с использованием методов агент-ориентированного моделирования

**Машкова А. Л.**

*ЦЭМИ РАН*

*Российская Федерация, Москва*

**Маматов А. В.**

*Белгородский государственный национальный университет*

*Российская Федерация, Белгород*

**Савина О. А.**

*Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева*

*Российская Федерация, Орел*

## Аннотация

В статье представлена агент-ориентированная модель динамики кадрового потенциала регионов. Модель состоит из модулей, представляющих демографические, миграционные и экономические процессы, образование, и региональное управление. Описываются основные этапы моделирования: воспроизведение текущей ситуации, прогнозирование и оценка влияния управляющих воздействий – мероприятий по развитию кадрового потенциала в регионе. Приводятся результаты моделирования динамики рынка труда в Белгородской области. В режиме ретроспективного моделирования воспроизводилась динамика населения и рынка труда с 2010 по 2019 год. В режиме прогнозного моделирования с 2020 по 2030 год воспроизводились существующие тенденции в сфере получения образования, трудоустройства и миграции жителей, а также производилась оценка их возможной коррекции путем реализации мероприятий Программы по развитию кадрового потенциала региона.

**Ключевые слова:** агентное моделирование, кадровый потенциал региона, мероприятие, прогноз, ретроспективное моделирование

**Дата публикации:** 10.09.2019

## Ссылка для цитирования:

Маматов А. В. , Машкова А. Л. , Савина О. А. Прогнозирование динамики кадрового потенциала в регионах России с использованием методов агент-ориентированного моделирования // Искусственные общества. 2019. Т. 14. Выпуск 3 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800006724-5-1/> (дата обращения: 28.09.2020). DOI: 10.18254/S207751800006724-5