

## ЭКОНОМИКА РОССИИ И РЕГИОНОВ

УДК 332.1, 338.2, 339.9

JEL: C69, J61, P46

**Применение агент-ориентированного подхода для анализа миграционных потоков с учетом эпидемиологической ситуации, вызванной пандемией COVID-19**

*В.И. Абрамов*, к.э.н., заместитель директора по научной работе  
e-mail: *wladimir.abramow@gmail.com*

*Д.С. Евдокимов*, аспирант, м.н.с  
e-mail: *dimaevd15@gmail.com*

**Аннотация**

**Предмет/тема.** Работа посвящена анализу тенденций, связанных с показателями миграции в России в период распространения новой инфекции COVID-19. **Цель работы.** Цель исследования заключается в изучении опыта применения агент-ориентированного подхода при моделировании миграционных процессов с учетом эпидемиологической ситуации. **Методология.** В работе использованы общенаучные методы: экономический анализ, экспертные оценки, синтез, дедукция, индукция, аналогия, моделирование, классификация, исторический и логический анализ. **Результаты.** Миграционная составляющая является одним из основных аспектов в демографических процессах каждого государства. Различные факторы влияют на ее оценочные показатели, но есть определенные закономерности и тенденции, такие как сезонность, политическая обстановка в мире, условия проживания в конкретной стране. Неизменным остаётся важность этого социально-демографического процесса. В России создана новая концепция государственной миграционной политики сроком до 2025 года. Однако её реализацию осложняет актуальная эпидемиологическая ситуация, сложившаяся в мире. Распространение COVID-19 заставило закрыть границы страны, что оказало серьезное влияние на миграционные потоки. В связи с эпидемиологической обстановкой мигранты вынуждены искать новые рабочие места и менять привычные маршруты, которые они использовали для перемещения в другие страны с целью заработка. В РФ увеличилось количество безработных, а также активизировался процесс вытеснения мигрантов с рынка труда. Распространение вируса по всему миру способствовало принятию политических решений, связанных с возвращением россиян на родину. Таким образом, социальные и политические аспекты последствия пандемии серьёзно повлияли на социально-демографические процессы в мире. **Выводы.** Специфика оценки миграционных потоков подразумевает использование программно-аналитических систем для изучения общей тенденции миграции, в т.ч. и в особые периоды (экономические кризисы, масштабные вспышки эпидемий и т.д.). В решении задач, связанных с поиском, анализом, прогнозированием путей преодоления острых проблем, в связи с изменением внутренних и внешних миграционных потоков, может помочь активное использование агент-ориентированных моделей, воссоздающих исследуемую систему, максимально приближенную к реальности. **Область применения результатов.** Результаты исследования могут быть применены для дальнейшего изучения миграционных процессов с использованием агент-ориентированного моделирования, а также в ходе совершенствования миграционной политики в России при развитии глобальных угроз, вызванных эпидемиологической ситуацией в мире.

**Ключевые слова:** миграция, миграционное поведение, регион, агент-ориентированное моделирование, COVID-19, население, политическая стратегия, демография

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-51-14010 АНФ<sub>а</sub>)*

**DOI:** <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2020-3-49-58>

### **Введение**

Перемены, связанные с миграционными решениями ряда стран, стимулируют мигрантов увеличивать активность и перемещаться в более благоприятные страны с лучшими условиями для проживания. Политические решения в области законодательного регулирования миграционных потоков также во многом влияют на изменение количества мигрантов по всему миру. Если рассматривать данную тенденцию в рамках Российской Федерации, то можно отметить, что пиковый рост мигрантов пришелся на 2011-2015 гг.<sup>1</sup> по причинам, связанным с политической ситуацией в Украине [1, 2]. По подсчетам некоторых экспертов, в Россию прибыло около 2 миллионов человек<sup>2</sup>.

У каждой страны сформированы собственные цели и задачи, связанные с миграцией. Оценочные показатели формируются исходя из собственных потребностей каждой страны. Концепция миграционной политики предусматривает создание нормативного документа, собирающего в себе все ключевые аспекты. Для России сформирована концепция, утвержденная Президентом России 31 октября 2018 года, на срок 2019-2025 гг.<sup>3</sup>, а также в марте 2020 года утвержден перечень поручений по реформе миграционного законодательства. Основным источником для обеспечения трудовыми ресурсами национальной экономики всей страны должно быть естественное воспроизводство населения, а миграционные потоки должны выступать в качестве вспомогательного фактора для возобновления трудовых ресурсов [3].

Страны привлекают дополнительные человеческие ресурсы за счет предложения людям более благоприятных условий жизни. Такая политика приводит к тому, что самые перспективные страны могут выбирать «подходящих» мигрантов, которые были бы им полезны.

В экономически развитых государствах процесс традиционного демографического воспроизводства населения пройден. Снижение показателей рождаемости и увеличение показателей смертности свидетельствует о снижении общей численности населения. Стоит отметить также сокращение доли трудоспособного населения и увеличение количества людей среднего возраста (его старения) в мире [4].

Настоящая работа посвящена анализу тенденций, связанных с показателями миграции в России в период распространения новой инфекции COVID-19. В последнем разделе рассмотрен опыт применения агентного подхода при моделировании миграционных процессов с учетом эпидемиологической ситуации.

### **Динамика показателей миграции в России в период распространения коронавирусной инфекции COVID-19**

Вызовом для всего мира стала вспышка новой коронавирусной инфекции, меры по предотвращению которой, а также стабилизация ситуации, затронули все сферы общества. Миграционные потоки были нарушены. Вследствие дефицита рабочих мест большое количество мигрантов покинуло страны в поисках новой работы [5]. Сложившаяся эпидемиологическая ситуация вынудила принять ограничительные меры во всех странах и полностью ограничить

---

<sup>1</sup> Общие итоги миграции населения Российской Федерации 1990-2019 гг. (РОСТАТ). [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 20.07.2020).

<sup>2</sup> Информация о социально-экономическом положении России 01.01.2020 – 01.03. 2020 гг. (РОСТАТ). [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 20.07.2020).

<sup>3</sup> Указ Президента РФ от 31 октября 2018 г. № 622 «О Концепции государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019-2025 годы».

или сократить до минимума международные и внутренние перелеты. Так, в России с целью регулирования миграционных процессов на период пандемии был принят Указ № 392 от 15.06.2020 г. «О временных мерах по урегулированию правового положения иностранных граждан и лиц без гражданства в Российской Федерации в связи с угрозой дальнейшего распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)».

Мировая статистика показывает, что международные авиаперелеты в значительной степени способствовали распространению вируса. В большинстве стран мира именно прибывающие туристические потоки увеличивали скорость распространения инфекции и оказывали негативный эффект в целом для страны, где вспышка была купирована. В ряде стран были зафиксированы повторные вспышки вируса из-за сохранившихся единичных перелетов.

Россия оказалась одной из первых стран, которая сократила, а потом приостановила международные перелеты [6]. С другой стороны, поскольку нельзя было точно назвать срок, на который эти ограничительные меры будут сохранены, Правительство РФ приняло решение вывезти всех граждан России из других стран, что также способствовало распространению инфекции внутри страны [7]. По предварительным оценкам коммуникационного центра Правительства РФ, в страну с 01.04.2020 г. по 15.06.2020 г. прибыло около 685,1 тысяч граждан (апрель – 273 тыс. чел.; май – 279,6 тыс. чел.; июнь – 132,5 тыс. чел.) посредством различных транспортных средств, чаще всего – с помощью авиасообщения<sup>4</sup>. В то же время, авиакомпании понесли очень серьезные финансовые потери. Согласно исследованию Boston Consulting Group, авиапарки по всему миру сократились на 17 тысяч самолетов (49% от общего количества). В исследовании также приведены сведения о заполняемости самолетов – сокращение пассажиропотока составило 65% по всему миру, в Европе этот показатель оказался еще выше – 86%. По мнению некоторых экспертов, после снятия ограничений пассажиропоток будет стремительно увеличиваться, и превысит средние показатели за аналогичные периоды предыдущих лет, в связи с чем, эксперты предлагают использовать паузу для создания переориентации авиакомпаний под нынешние реалии [8].

Подобные статистические данные могут служить основой для построения различных моделей и прогнозов с целью формирования актуальных концепций по проведению эффективной миграционной политики внутри стран. Одним из наиболее эффективных инструментальных средств является агент-ориентированное моделирование (далее – АОМ), которое активно используется зарубежными и отечественными исследователями для изучения миграции в различных формах ее проявления [9, 10]. В следующем разделе работы приведена методология построения АОМ, позволяющая осуществлять анализ миграционных потоков с учетом распространения вирусных заболеваний. Изложенные алгоритмы могут быть использованы для разработки реалистичной модели распространения коронавирусной инфекции в России, а также для оценки влияния эпидемиологической ситуации на миграционные процессы [11].

#### **Агент-ориентированная модель влияния миграционных процессов на распространение вирусных заболеваний**

В разработанной модели [12] влияния миграционных процессов на распространение вирусных заболеваний агенты представлены жителями районов Южной Африки, учтены социальные контракты и взаимодействия агентов-жителей на микроуровне (отдельный агент) и на макроуровне (домохозяйство). Домохозяйства представлены как сообщества, в которых агенты-жители принимают собственные решения, которые могут отражаться на всех членах домохозяйства. Другими словами, функционал модели учитывает как индивидуальные действия агентов, так и социальные связи между домохозяйствами. АОМ реализована с использованием программного обеспечения Repast<sup>5</sup> и Jess<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Коммуникационный центр Правительства Российской Федерации. Отчет «О текущей ситуации по борьбе с коронавирусом» от 20.06.2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://стопкоронавирус.рф/info/ofdoc/reports/> (Дата обращения: 15.07.2020).

<sup>5</sup> «Repast Agent» – набор инструментов для моделирования. Более подробно см.: [Электронный ресурс]. – URL: <http://repast.sourceforge.net/>.

**Индивидуальные характеристики агентов.** Агенты в модели – жители сельских районов. Авторами предусмотрено, что они могут иметь собственные характеристики, которые влияют на динамические процессы модели, а именно: пол, возраст, показатели здоровья, семейное положение и расчётная продолжительность жизни. Базовые агенты создаются в процессе запуска АОМ, а новые агенты добавляются во время проведения сценарных экспериментов. Основные характеристики типового агента в модели приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Характеристики агентов

Характеристика	Вариация характеристик
Пол	Мужской/Женский
Возраст агента	От 0 до 16 лет (ребенок); от 16 до 45 лет (взрослый); от 45 и старше (пожилой)
Состояние здоровья	Удовлетворительное; отличное; заражен ВИЧ/СПИДом; пожилой; смерть
Расчетная продолжительность жизни	Произведена выборка из нормального распределения с показателями среднего возраста – 56 лет и стандартного отклонения – 10 лет

Источник: составлено авторами

**Принцип распространения вирусных заболеваний в модели.** Одним из ключевых процессов в модели является распространение заболеваний ВИЧ/СПИДом. За основу был взят подход, основанный на распространении инфекций [13], в т.ч. с использованием гамма-распределения, наиболее близко соответствующего демографическим показателям аналогичных сельских районов. Формула расчета новых взрослых пациентов с диагнозом ВИЧ/СПИДом для выведения ежегодного показателя (1):

$$\text{Заболелаемость ВИЧ / СПИДом } (t : \text{год}) \leftarrow \gamma (\alpha, \beta) (1),$$

где значения параметра распределения для  $\alpha$  и  $\beta$ , равны 12 и 1,25 соответственно. Статистической основой для расчета этого показателя являются исследования, проведенные в сельских районах Южной Африки.

Сложные миграционные процессы серьезно влияют на передачу таких заболеваний как ВИЧ, СПИДа. Проведя анализ исследований, на которых основан расчет заболеваемости, можно сделать вывод о влиянии трудовой миграции на увеличение количества заболевших вследствие постоянных перемещений (один раз в несколько месяцев) одного из супругов в другие регионы и обратно. Конфигурация модели рассчитана таким образом, что она производит подсчет агентов зараженных ВИЧ/СПИДом, и если у такого агента есть супруг, то он будет тоже считаться зараженным. А также, примерно 20-45% новорожденных детей от женщин болеющих ВИЧ уже заражены. Настройки агентной модели не предусматривают доступность приобретения антиретровирусных лекарств.

**Состояние здоровья агента.** Оценка состояния здоровья агента в модели рассчитывается на основании методологии, изложенной в [14, 15]. Наиболее существенное влияние на состояние здоровья агентов оказывает заболеваемость ВИЧ/СПИДом. Согласно данным «UNAIDS<sup>7</sup>», среднее время наступления смерти от ВИЧ/СПИДа – от 8 до 9 лет. Чтобы имитировать постепенное ухудшение здоровья агента используется сигмоидная функция, с инкуба-

<sup>6</sup> «Jess» – набор правил и сценариев, написанный на языке программирования «Java». Более подробно см.: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.jessrules.com/jess/>.

<sup>7</sup> «UNAIDS» – отчет о глобальной эпидемии СПИДа за 2006 год. Более подробно см.: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.unaids.org>

ционным периодом – 18 месяцев и расчетного времени заражения до смерти агента через 8-9 лет.

**Рождение агентов.** Процесс рождение в модели, сконструирован таким образом, что появление ребенка возможно только у супружеских пар. Причем, если рассматривать исследование [16], инфицированные женщины (ВИЧ/СПИДом) могут родить ребенка в течение 8 лет после заражения. Появление нового агента возможно при одновременном выполнении следующих условий:

- оба партнера живы;
- прошел как минимум один год с момента последних родов матери, и мать не заражена ВИЧ/СПИДом.

Проверка указанных выше условий в модели происходит с помощью следующего программного кода:

$$\text{Create child agent: } \left\{ \begin{array}{l} \text{TRUE, IF (Chances for birth) AND (Birth Possible)} \\ \text{FALSE, otherwise} \end{array} \right\}$$

Фертильность женщин, страдающих ВИЧ, снижается с инкубационным периодом. Можно ожидать от двух до трех новорожденных детей, рожденных от пары, при условии, что и муж, и жена останутся живы в это время. При этом шанс нового рождения является вероятностным параметром.

**Способность работать.** В модели предполагается, что здоровые агенты будут искать полноценную работу или работу с частичной занятостью в своем районе. Однако доступность такой работы ограничена, в связи с чем, только 40-50% агентов-мужчин и 30-40% агентов-женщин получают доход, величина которого рассчитывается на основе нормального распределения. Использование нормального распределения является допущением модели, не прошедшим валидацию.

**Представление домохозяйств в модели.** В разработанной АОМ домохозяйства определяются как группы агентов, проживающих совместно и использующих совокупный доход и общие ресурсы. Типовой состав домохозяйства включает в себя агентов: супружеские пары; взрослые мужчины/женщины, не состоящие в браке; дети и пожилые люди. Постоянный состав домохозяйства меняется с учетом событий, происходящих в модели с агентами (рождение, смерть, миграция). Если в домохозяйстве не осталось взрослых агентов, агенты-дети перемещаются в другие домохозяйства, где есть взрослые агенты. Изменение состава домохозяйства очень серьезно отражается на стрессовом состоянии агентов. На основе исследований [17], средний размер домохозяйства составляет 7-10 человек.

**Брак и создание семьи.** Несмотря на то, что несколько пар могут проживать в одном доме, в результате создания семьи возможно появление новых домохозяйств. Единственным ограничением в модели является выполнение условия, что возраст партнеров должен составлять от 16 до 45 лет, и для семьи соблюдается табу на инцест. Для создания нового домохозяйства, семьи каждого партнера вносят деньги.

**Динамические социальные сети.** В схематическом исполнении представлена мульти-реляционная социальная сеть агентов, где задействованы агенты и домохозяйства, также как описано в работе [18]. Сети являются динамическими в том смысле, что домохозяйства могут возникать и распадаться, а отношения между агентами-людьми со временем меняются, в т.ч. в результате их смерти.

**Миграция и роль социальных сетей.** Миграция в модели рассматривается для агентов в качестве крайней меры для изменения своего социального и материального положения. Важным параметром для агента при принятии решения о миграции в другой регион является нали-

чие знакомого в том регионе, куда он собирается мигрировать. Социальные контакты агентов в миграционных процессах играют ключевую роль. При инициализации модели части агентов присваивается статус «мигрант». На каждом шаге симуляции взрослые агенты принимают решения о миграции в случае своей работоспособности благодаря следующему программному коду:

*If (children in the household == true)  
AND (household members == hungry)  
AND (household == can afford travel expenditure)  
Then (decide to migrate =true)*

### **Заключение**

Распространение новой коронавирусной инфекции COVID-19 оказало сильное влияние на миграционные потоки как в России, так и в мире. Введение различных ограничительных мер, в т.ч. в отношении работы предприятий, повлекло за собой возникновение оттока мигрантов, потерявших возможность работать в режиме самоизоляции [19]. В свою очередь, эпидемиологическая ситуация заставила часть граждан Российской Федерации вернуться обратно на свою родину, что привело к изменению экономической и социально-демографической ситуации в стране.

Для оценки и прогнозирования показателей миграции в работе приведен опыт применения агент-ориентированного подхода к моделированию миграционных процессов с учетом эпидемиологической ситуации. Представленная в статье модель дополнительно расширяет возможности использования АОМ в процессе формирования миграционной политики как на индивидуальном уровне, так и на уровне домохозяйств [20, 21].

Агентная модель демонстрирует распространение вирусных заболеваний на основе социальных связей с учетом миграционных потоков населения в сельских районах Южной Африки. В качестве агентов представлены: местное население и домохозяйства, выступающие в роли семей. Отмечается, что трудовая миграция серьезно осложняет эпидемиологическую обстановку в районах, где проживают семьи мигрантов. Отдельное внимание уделено стремлению агентов проживать ближе к своим родственникам или друзьям, что оказывает сильное влияние на сформированные социальные сети в модели. Для калибровки модели были использованы реальные статистические данные, а также результаты социологических и полевых исследований, связанных с вопросами заболеваемости и миграции на исследуемой территории.

Возможности модели позволяют производить сбор и обработку статистических данных, связанных с оценкой влияния трудовой миграции на эпидемиологическую обстановку, а представленные алгоритмы имеют потенциал их использования для изучения подобных процессов на территории других стран.

### **Литература**

1. Арьков С.В. Формирование понятия «миграция» и «вынужденная миграция» в России // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. – 2018. – № 3 (15). – С. 214-219.
2. Aldieri L., Kotsemir M., Vinci C.P. The role of labour migration inflows on R&D and innovation activity: evidence from Russian regions // Foresight. – 2020. – Vol. 22. – No. 4. – Pp. 437-468.
3. Важенина И.Е., Антонова Н.Л. Влияние миграционных процессов на экономическое состояние России // Тенденция развития науки и образования. – 2020. – № 62-7. – С. 70-74.
4. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф. Агент-ориентированный подход при моделировании трудовой миграции из Китая в Россию // Экономика региона. – 2017. – Т. 13. – Вып. 2. – С. 331-341.
5. Сунцова Ю. Запертые на чужбине. В России растёт преступность среди мигрантов, потерявших работу // Новые известия. – 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://newizv.ru/news/society/29-04-2020/zapertye-na-chuzhbine-v-rossii-rastet-prestupnost-sredi-migrantov-poteryavshih-rabotu>.

6. Гершкович Э. Трудовые мигранты застряли в аэропортах Москвы после закрытия границ из-за коронавируса // *The Moscow Times*. – 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.themoscowtimes.com/ru/2020/03/26/migranti-a35>.
7. Кулькова И.А. Влияние пандемии коронавируса на демографические процессы в России // *Human progress*. – 2020. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.34709/ИМ.161.5.
8. Эксперты: половина самолетов всех авиакомпаний в мире простаивает из-за пандемии // ТАСС. – 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/8282777>.
9. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф. Агент-ориентированная модель Евразии и имитация реализации крупных инфраструктурных проектов // *Экономика региона*. – 2018. – Т. 14. – Вып. 4. – С. 1102-1116. DOI: 10.17059/2018-4-4.
10. Хавинсон М.Ю., Колобов А.Н. Агент-ориентированный подход в моделировании миграции на региональном уровне // *Новая азиатская политика и развитие Дальнего Востока России*. – 2020. – С. 174-179.
11. Filippov V.M., Chursin A.A., Ragulina Yu.V., Popkova E.G., Tsvetkov V.A., Dudin M.N. The cyber economy: opportunities and challenges for artificial intelligence in the digital workplace. – Springer Nature Switzerland AG., 2019. – 337 pp.
12. Alam S.J., Meyer R., Ziervogel G., Moss S. The Impact of HIV/AIDS in the Context of Socioeconomic Stressors: an Evidence-Driven Approach // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2007. – Vol. 10. – No. 4/7. [Электронный ресурс]. – URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/10/4/7.html>.
13. Salomon J.A., Gakidou E.E, Murray C.J.L. Methods for Modelling the HIV/AIDS Epidemic in Sub-Saharan Africa. Geneva // World Health Organization, GPE Discussion Paper Series. – 2000. – No. 3. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int/healthinfo/paper03.pdf>.
14. Werth B., Moss S. Modelling Migration in the Sahel: An alternative to cost-benefit analysis. in Terano T., Takahashi S., Sallach D. and Rouchier R. (eds.) // *Advancing Social Simulation*. – Berlin et al.: Springer-Verlag, 2007.
15. Younger Y. Violence and revenge in egalitarian societies // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2005. – Vol. 8. – No. 4/11. [Электронный ресурс]. – URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/4/11.html>.
16. Heuveline P. Impact of the HIV epidemic on population and household structure: the dynamics and evidence to date // *AIDS*. – 2004. – Vol. 18 (suppl. 2). – Pp. 45-53.
17. Drimie S., Ziervogel G. Food security in Sekhukhune // *FIVIMS Food Security Brief*. – 2006. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fivims.net>.
18. Alam S.J., Meyer R. Finding Suitable Analysis Techniques for Agent-based Networks Generated from Social Processes, in *Proceedings of the Social Network Analysis: Second Forum on Advances and Empirical Applications* // Leeds, UK. – 2006. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cfpm.org/cpmrep164.html>.
19. Афзали М. Пандемия COVID-19 в Иране: социально-демографические последствия и миграционная мобильность // *Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право*. – 2020. – № 3. – С. 59-70.
20. Дмитриев М.Г., Юдина Т.Н. Миграционные процессы: модели анализа и прогнозирования (обзор) // *Труды ИСА РАН*. – 2017. – Т. 67. – № 2. – С. 3–14.
21. Акопов А.С., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Макаров В.Л., Ровенская Е.А., Стрелковский Н.В. Укрупненная агент-ориентированная имитационная модель миграционных потоков стран Европейского Союза // *Экономика и математические методы*. – 2019. – Т. 55. – Номер 1. – С. 3-15. [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. – URL: <https://emm.jes.su/s042473880004044-7-1/> (Дата обращения: 20.08.2020). DOI: 10.31857/S042473880004044-7.

**Об авторах**

*Абрамов Владимир Иванович*, кандидат экономических наук, заместитель директора по научной работе, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), Москва.

*Евдокимов Дмитрий Сергеевич*, аспирант, младший научный сотрудник, Лаборатория компьютерного моделирования социально-экономических процессов, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), Москва.

**Для цитирования**

Абрамов В.И., Евдокимов Д.С. Применение агент-ориентированного подхода для анализа миграционных потоков с учетом эпидемиологической ситуации, вызванной пандемией COVID-19 // Проблемы рыночной экономики. – 2020. – № 3. – С. 49-58.

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2020-3-49-58>

**Application of agent-based approach to analyze migration flows taking into account epidemiological situation caused by the COVID-19**

*Vladimir I. Abramov*, PhD in econ., Deputy director for research CEMI RAS  
e-mail: [wladimir.abramow@gmail.com](mailto:wladimir.abramow@gmail.com)

*Dmitry S. Evdokimov*, PhD student, junior researcher  
e-mail: [dimaevd15@gmail.com](mailto:dimaevd15@gmail.com)

**Abstract**

**Subject/topic.** The paper is devoted to the analysis of trends related to migration rates in Russia during the spread of the new COVID-19 infection. **Objectives.** The purpose of this work is to study the experience of using the agent-based approach in modeling migration processes taking into account the epidemiological situation. **Methodology.** The research uses general scientific methods: economic analysis, expert assessments, synthesis, deduction, induction, analogy, modeling, classification, historical and logical analysis. **Results.** Migration component is one of the main aspects in the demographic processes for each state. Various factors influence its estimated indicators but there are certain patterns and trends, such as seasonality, political situation in the world, living conditions in a particular country. The importance of this socio-demographic process remains unchanged. In Russia a new concept of state migration policy has been created for a period up to 2025. However, its implementation is complicated by the current epidemiological situation in the world. The spread of COVID-19 forced the country's borders to close which had a serious impact on migration flows. Due to the epidemiological situation migrants are forced to look for new jobs and change the usual routes that they used to move to other countries in order to earn money. In the Russian Federation the number of unemployed has increased and the process of ousting migrants from the labor market has intensified. The spread of the virus around the world has facilitated political decisions related to the return of Russians to their homeland. Thus, the social and political aspects of the consequences of the pandemic have seriously influenced the socio-demographic processes in the world. **Conclusions.** The specifics of assessing migration flows implies the use of software and analytical systems to study the general trend of migration including during special periods (economic crises, large-scale outbreaks of epidemics, etc.). The active use of agent-based models which recreates the system under study, as close to reality as possible, can help in solving problems related to the search, analysis, and forecasting of ways to solve acute problems associated with changes in internal and external migration flows. **Scope of the results.** The results of the study can be applied for further research in the field of migration processes using agent-based modeling as well as in the process of improving migra-

---



tion policy in Russia with the development of global threats caused by the epidemiological situation in the world.

**Keywords:** *migration, migratory behavior, region, agent-based modeling, COVID-19, population, political strategy, demography.*

*The work is executed at support of the grant of the Russian Foundation for basic research (project No. 18-51-14010 ANFa)*

### References

1. Arkov S.V. Formation of the concept of «migration» and «forced migration» in Russia // Forum. Series: Humanities and Economics. – 2018. – No. 3 (15). – Pp. 214-219. (In Russian).
2. Aldieri L., Kotsemir M., Vinci C.P. The role of labor migration flows on R&D and innovation activity: evidence from Russian regions // Foresight. – 2020. – Vol. 22 – No. 4. – Pp. 437-468. (In English).
3. Vazhenina I.E., Antonova N.L. Influence of migration processes on the economic state of Russia // Trend of development of science and education. – 2020. – No. 62-7. – Pp. 70-74. (In Russian).
4. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Ageeva A.F. Agent-oriented approach to modeling labor migration from China to Russia // Economy of the region. – 2017. – Vol. 13. – Issue 2. – Pp. 331-341. (In Russian).
5. Suntsova Yu. Locked in a foreign land. In Russia crime is growing among migrants who have lost their jobs // New news. – 2020. [Electronic resource]. – URL: <https://newizv.ru/news/society/29-04-2020/zapertye-na-chuzhbine-v-rossii-rastet-prestupnost-sredi-migrantov-poteryavshih-rabotu>. (In Russian).
6. Gershkovich E. Labor migrants stuck in Moscow airports after closing borders due to coronavirus // The Moscow Times. – 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://www.themoscowtimes.com/ru/2020/03/26/migranti-a35>. (In Russian).
7. Kulkova I.A. Influence of the coronavirus pandemic on demographic processes in Russia // Human progress. – 2020. – Vol. 6. – No. 1. DOI: 10.34709 / IM. 161. 5. (In Russian).
8. Experts: half of the planes of all airlines in the world are idle because of the pandemic // TASS. – 2020. [Electronic resource]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/8282777>. (In Russian).
9. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Ageeva A.F. Agent-oriented model of Eurasia and simulation of implementation of large infrastructure projects // Economy of the region. – 2018. – Vol. 14. – Issue 4. – Pp. 1102-1116. DOI: 10.17059 / 2018-4-4. (In Russian).
10. Khavinson M.Yu., Kolobov A.N. Agent-oriented approach in migration modeling at the regional level // New Asian policy and development of the Russian Far East. – 2020. – Pp. 174-179. (In Russian).
11. Filippov V.M., Chursin A.A., Ragulina Yu.V., Popkova E.G., Tsvetkov V.A., Dudin M.N. The cyber economy: opportunities and challenges for artificial intelligence in the digital workplace. – Springer Nature Switzerland AG., 2019. – 337 pp. (In English).
12. Alam S.J., Meyer R., Ziervogel G., Moss S. The Impact of HIV/AIDS in the Context of Socioeconomic Stressors: an Evidence-Driven Approach // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2007. – Vol. 10. – No. 4/7. [Electronic resource]. – URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/10/4/7.html>. (In English).
13. Salomon J.A., Gakidou E.E, Murray C.J.L. Methods for Modelling the HIV/AIDS Epidemic in Sub-Saharan Africa. Geneva // World Health Organization, GPE Discussion Paper Series. – 2000. – No. 3. [Electronic resource]. – URL: <https://www.who.int/healthinfo/paper03.pdf>. (In English).
14. Werth B., Moss S. Modelling Migration in the Sahel: An alternative to cost-benefit analysis. in Terano T., Takahashi S., Sallac, D. and Rouchier R. (eds.) // Advancing Social Simulation. – Berlin et al.: Springer-Verlag, 2007. (In English).
15. Younger Y. Violence and revenge in egalitarian societies // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2005. – Vol. 8. – No. 4/11. [Electronic resource]. – URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/4/11.html>. (In English).

16. Heuveline P. Impact of the HIV epidemic on population and household structure: the dynamics and evidence to date // AIDS. – 2004. – Vol. 18 (suppl. 2). – Pp. 45-53. (In English).
17. Drimie S., Ziervogel G. Food security in Sekhukhune // FIVIMS Food Security Brief. – 2006. [Electronic resource]. – URL: <http://www.fivims.net>. (In English).
18. Alam S.J., Meyer R. Finding Suitable Analysis Techniques for Agent-based Networks Generated from Social Processes, in Proceedings of the Social Network Analysis: Second Forum on Advances and Empirical Applications // Leeds, UK. – 2006. [Electronic resource]. – URL: <http://cfpm.org/cpmrep164.html>. (In English).
19. Afzali M. The COVID-19 Pandemic in Iran: socio-demographic consequences and migration mobility // Scientific review. Series 1: Economics and law. – 2020. – No. 3. – Pp. 59-70. (In Russian).
20. Dmitriev M.G., Yudina T.N. Migration processes: models of analysis and forecasting (review) // Proceedings of ISA RAS. – 2017. – Vol. 67. – No. 2. – Pp. 3-14. (In Russian).
21. Akopov A.S., Bakhtizin A.R., Beklaryan G.L., Makarov V.L., Rovenskaya E.A., Strelkovsky N.V. Enlarged agent-oriented simulation model of migration flows in the European Union countries // Economics and mathematical methods. – 2019. – Vol. 55. – Number 1. – C. 3-15. [Electronic resource]. Access for registered users. – URL: <https://emm.jes.su/s042473880004044-7-1/>. DOI: 10.31857/S042473880004044-7. (Access date: 20.08.2020, In Russian).

#### **About authors**

*Abramov I. Vladimir*, Candidate of Sci. (Econ.), Deputy director for research, Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS), Moscow.

*Evdokimov S. Dmitry*, PhD student, Junior Researcher, Laboratory of computer modeling of social and economic processes, Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS), Moscow.

#### **For citation**

Abramov V.I., Evdokimov D.S. Application of agent-based approach to analyze migration flows taking into account epidemiological situation caused by the COVID-19 // Market economy problems. – 2020. – No. 3. – Pp. 49-58. (In Russian).

**DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2020-3-49-58>**