

Искусственные общества 2013-2024

ISSN 2079-8784

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

Все права защищены

Выпуск 2 Том . 2019

Опыт применения агент-ориентированного подхода к моделированию процессов в области миграционной политики

Абрамов Владимир Иванович

*Центральный экономико-математический институт РАН
Российская Федерация, Москва*

Аннотация

Статья посвящена анализу существующего опыта применения агент-ориентированного подхода к моделированию миграционных процессов, проводимому с целью дальнейшей разработки комплекса агентных моделей, имитирующих процессы в области миграционной политики. Анализ показал, что, несмотря на демонстрируемые агентным подходом преимущества по сравнению с традиционными методами демографических исследований, в ходе моделирования выявляются различные трудности с точки зрения имитации миграционных процессов, которые, тем не менее, не преуменьшают достоинства агентных и других существующих подходов к моделированию. Гибридное популяционное агентное моделирование относится к новой развивающейся области исследования, но в настоящее время уже имеются преимущества реализации данного подхода.

Ключевые слова: миграция, миграционная политика, агент-ориентированное моделирование, экономика Евросоюза

Дата публикации: 08.07.2019

Источник финансирования:

Результаты исследований, представленные во введении, получены в рамках государственного задания ЦЭМИ РАН. Результаты исследований, представленные в разделах «Сетевая модель миграционной адаптации», «Модель возвратной

миграции», «Гибридная популяционная агент-ориентированная модель», получены за счет средств Российского Фонда фундаментальных исследований (проект № 18-51-14010).

Ссылка для цитирования:

Абрамов В. И. Опыт применения агент-ориентированного подхода к моделированию процессов в области миграционной политики // Искусственные общества – 2019. – Выпуск 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://artsoc.jes.su/S207751800005912-2-1> (дата обращения: 19.05.2024). DOI: 10.18254/S207751800005912-2

1

Введение

Взрывной рост населения во всем мире в последние несколько десятилетий оказал огромное влияние на уровень запасов природных ресурсов, состояние окружающей среды и строение общества во многих странах. Изучение демографических и миграционных тенденций, а также динамики изменения структуры населения, играет ключевую роль для формирования внутренней, а также глобальной политики в области достижения устойчивого социального и экологического развития. Традиционно демография является эмпирической дисциплиной в области социальных наук, направленной на исследования долгосрочных изменений процессов на уровне населения [3]. Тем не менее, в последние годы в данной области наблюдается растущий уровень критики по отношению к неудовлетворительному уровню теоретического обоснования и объяснения различных демографических явлений [8].

2

Современные исследования в области демографии сталкиваются с тремя важными проблемами [15]. Во-первых, для правильного описания демографических явлений и надлежащего определения политических задач, анализ демографической ситуации должен проводиться на различных уровнях агрегации: от отдельных индивидов, домохозяйств и регионов до общества в целом [5]. Попытки решить эту проблему недавно были предприняты путем взаимоувязывания многоуровневого статистического анализа временных рядов с микромоделированием [9]. Тем не менее, использование агрегирования не гарантирует высокую точность прогноза, а увеличение размерности в моделях снижает качество прогнозирования ввиду повышения чувствительности к объему исходных данных, а также их дефициту. Вторая проблема состоит в увязке статистических данных с другой значимой информацией для выявления новых трендов в контексте демографических процессов. Наконец, третья задача состоит в определении уровня детализации разрабатываемых демографических моделей, а также в степени использования эмпирических данных.

3

С точки зрения потенциала в решении выше обозначенных проблем, агент-ориентированное моделирование (далее – АОМ) существенно отличается от статистических методов, поскольку данный подход позволяет учитывать явления, для которых нет явного аналитического представления [2]. В связи с этим, АОМ является эффективным инструментом для анализа и объяснения таких нелинейных или сложных взаимодействий, как социальный характер поведения, включающий

различные трудно формализуемые элементы (например, социальный контекст, сети межличностных отношений, и др.).

4 Данная статья посвящена анализу существующего опыта применения агент-ориентированного подхода к моделированию миграционных процессов, проводимому с целью дальнейшей разработки комплекса агентных моделей, имитирующих процессы в области миграционной политики.

5

Модель возвратной миграции

С помощью технологий SESSL [6] и ML3 [17] в работе [14] была разработана модель, имитирующая процессы возвратной миграции. Мигранты обладают рядом характеристик, влияющих на их финансовое состояние, а также желание возвращения на родину. Интенсивность миграционных потоков основывается на статистических данных Управления национальной статистики Великобритании.

6 Возраст мигрантов имеет большое значение в ходе симуляции, поскольку после достижения пенсионного возраста агенты исключаются из модели. Имитируемые мигранты также наделяются случайно определенным «уровнем квалификации», который влияет на уровень их потенциального дохода. Кроме того, модель имеет сетевой характер, поскольку каждый мигрант имеет собственную социальную сеть связей.

7 При инициализации модели интенсивность возникновения мигрантов зависит от разницы между текущим средним заработком и целевым заработком агентов [7]. Кроме того, на общий доход агентов влияет социальный капитал, связанный с масштабами сети мигрантов [13], доступом к кредитам и ипотеке, и др. Агенты-мигранты в ходе симуляции придерживаются одной из двух стратегий: переселение на постоянной основе в другую страну или накопление капитала, достаточного для комфортного проживания на родине [4].

8 Проведенная серия множественных экспериментов показала, что язык SESSL позволил реализовать и интегрировать новый метод экспериментального проектирования для демографических моделей. Объединение регрессионных метамоделей и эмулятора гауссовского процесса с методами, поддерживаемыми SESSL, показали, что характер распределения стратегий мигрантов, а также характер их сетевых связей имеют решающее значение в процессе формирования демографической ситуации.

9

Сетевая модель миграционной адаптации

Модель [16] реализована в мультиагентной программируемой среде моделирования Netlogo. При инициализации модели генерируется популяция из 272 агентов, которая распределяется по ячейкам в пространстве. В качестве исходных данных были использованы база данных «Проект мексиканской миграции»¹, а также данные из альтернативных источников. В связи с невозможностью установить характер сетевых связей мексиканских общин была

выбрана топология сети «тесного мира», которая имеет высокий уровень кластеризации, а также невысокое расстояние между узлами [18].

¹⁰ При запуске симуляции агенты принимают решения об эмиграции в зависимости от текущего местоположения и величины заработной платы. В ходе симуляции осуществляется сравнение показателей уровней зарплат в «домашнем» и «зарубежном» регионах, влияющее на принятие решений агентов об эмиграции. Кроме того, эмигранты, осуществляющие трудовую деятельность, имеют возможность осуществлять денежные переводы своим родственникам с целью компенсации издержек на эмиграцию. Агенты, находящиеся в «домашнем» регионе, в ходе симуляции принимают решения об эмиграции, причем изменение числа мигрантов оказывает влияние на их фактическую заработную плату. Однако, поскольку эмигранты отправляют информацию и денежные ресурсы своим родственникам, это также влияет на ожидаемые доходы немигрантов, и, следовательно, на их полезность с точки зрения трудовой миграции, а также на количество накопленных ими ресурсов.

¹¹ Результаты моделирования показали, что вне зависимости от политических ограничений агенты наиболее интенсивно перемещаются в области, имеющие на своей территории высокую концентрацию эмигрантов («диаспоры»). Данная тенденция ослабевает лишь в случае экстремально невыгодных условий для миграции. Области с отсутствующими на территории «диаспорами» становятся доминирующими с точки зрения эмиграции лишь в случае значительного ослабления политики сдерживания миграционных потоков.

¹² Согласно теории социальных сетей, результаты моделирования продемонстрировали тенденцию агентов-мигрантов перемещаться в области с наличием «диаспор» даже в том случае, когда политические условия сильно благоприятствуют перемещению к альтернативному пункту назначения. Однако в случае наличия обратной миграции миграционные потоки могут изменяться в зависимости от различных политических условий. В таком случае, либеральное «альтернативное направление» может привлечь большее число мигрантов, чем ограничительное «традиционное направление». Результаты моделирования также показали, что процесс перемещения агентов в пространстве может стать нестабильным в случае, когда оба «направления» имеют схожие политические условия. В таком случае в модели наблюдается сокращение размера диаспоры по мере возвращения и повторной миграции агентов, что, в свою очередь, приводит к образованию более равномерных потоков миграции между регионами.

¹³

Гибридное популяционное агент-ориентированное моделирование

В статье [12] рассмотрены преимущества применения гибридного подхода к моделированию процессов с помощью микро- и агент-ориентированно моделирования. Использование преимуществ этих двух инструментов открывает перед исследователями возможность изучения таких сложных вопросов народонаселения, как гендерный разрыв, разрыв в уровне благосостояния, миграция, взаимосвязь между рынком труда и макроэкономической политикой, эпидемические заболевания и т. д.

14 Построение подобных моделей можно разделить на 4 основных этапа: сбор различных сведений о целевой группе населения (половозрастная структура, географическое распределение и т. д.) [10]; расчет недостающих данных; построение поведенческой модели агентов; проведение сценарного моделирования и анализа.

15 Гибридное популяционное агентное моделирование относится к новой развивающейся области исследования, но в настоящее время уже имеются преимущества реализации данного подхода. Во-первых, агентный подход позволяет более глубоко и подробно исследовать механизмы принятия решений. С другой стороны, микромоделирование имеет преимущества в контексте сбора получаемых в ходе моделирования данных, с целью их дальнейшего представления, оценки и валидации в эмпирических условиях. Таким образом, гибридное имитационное моделирование населения, которое объединяет агентные технологии с базовыми синтетическими данными о населении, может заложить прочную основу для социального моделирования.

16

Выводы

Анализ существующего опыта применения агент-ориентированного подхода в области миграционной политики показал, что, несмотря на демонстрируемые агентным подходом преимущества по сравнению с традиционными методами демографических исследований, в ходе моделирования выявляются различные трудности с позиции имитации миграционных процессов [11]. Во-первых, моделирование в социальных науках обычно концентрируется на очень специфических аспектах социального поведения [1]. Например, чтобы применить стандартный статистический анализ, который предполагает «статическую» случайную связь между переменными, представляется необходимым различать причинные факторы в социальных действиях и социальные свойства (так называемые структурирующие факторы). Алгоритмы имитации особого социального поведения должны быть изначально максимально упрощены для возможности добавления различных структурирующих факторов из более широкой социальной среды.

17 Текущие социальные теории, в некотором смысле, не представляют адекватных предпосылок для проектирования агент-ориентированных моделей. Так, совокупность статистических закономерностей, которые используются социологами для прогнозирования поведения групп населения, оказывается неприменимой при моделировании индивидуального агентного поведения. Следовательно, процесс агентного моделирования не может опираться на существующие теории, поскольку они либо чрезмерно абстрагированы, либо эмпирически нереалистичны.

18 В связи с тем, что социальные взаимодействия всегда носят особый характер с точки зрения контекста (в т. ч. времени и места их возникновения), учет данного аспекта является неотъемлемой частью в поведении агентов, и оказывает высокое влияние на принимаемые ими решения. Однако, учет подобных контекстов с высокой вероятностью может привести к значительной нелинейности

и кластеризации потоков передачи информации между агентами, что потребует значительного усложнения поведенческих алгоритмов в модели. и может рассматриваться как противоречащее идее изначально иметь легковесные модели.

¹⁹ Моделирование агента со сложным характером социального взаимодействия также является другой чрезвычайно сложной задачей в контексте обеспечения агентов возможностью хранить и использовать большие объемы статистической информации. Наконец, во многих многоагентных системах не уделяется должное внимание данным, необходимым для калибровки спроектированных моделей. В настоящее время анкетирование является доминирующим способом сбора информации о том, как люди принимают решения. Однако анализ принципов принятия решений людьми требует разработки новых технологий сбора необходимых для этого данных.

²⁰ Тем не менее, вышеупомянутые трудности не преуменьшают достоинства агентных и других существующих подходов к моделированию. Напротив, как агент-ориентированные модели, так и их традиционные статистические и математические аналоги, имеют как преимущества, так и недостатки в контексте детализированного представления социального поведения исследуемых субъектов.

Примечания:

1. mmp.opr.princeton.edu

Библиография:

1. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. // М.: Экономика, 2008.
2. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Абрамов В.И. Компьютерное моделирование в управлении экономикой (методологическая основа для стратегического планирования) // Государственный аудит. Право. Экономика, № 3, 2017.
3. Burch T. K. Model-Based Demography. // Essays on Integrating Data, Technique and Theory, 2018, DOI:10.1007/978-3-319-65433-1.
4. Constant A., Massey D. S. Return Migration by German Guestworkers: Neoclassical versus New Economic Theories. // International Migration, 2002, 40(4), p. 5–38.
5. Courgeau D., Bijak J., Franck R., Silverman E. Model-based demography: Towards a research agenda. // Agent-Based Modelling in Population Studies: Concepts, Methods, and Applications, 2016, p. 29–51.
6. Ewald R., Uhrmacher A. M. SESSL: A domain-specific language for simulation experiments. // ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 2014, 24(2).
7. Harris J. R., Todaro M. P. Migration, Unemployment and Development: a Two-Sector Analysis. // American Economic Review, 1970, 60(1), p. 126–142.

8. Hobcraft J. Towards a scientific understanding of demographic behaviour. // Population – English Edition, 2007, 62(1), p. 47–51.
9. Klabunde A., Zinn S., Willekens F., Leuchter M. Multistate modelling extended by behavioural rules: An application to migration. // Population Studies, 2017, 71, p. 51–67.
10. Moeckel R., Spiekermann K., Wegener M. Creating a synthetic population. // Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM), 2003.
11. Morand E., Toulemon L., Pennec S., Baggio R., Billari F. Demographic modelling: The state of the art. // SustainCity working paper, 2010.
12. Pei-jun Y., Xiao W., Cheng Chenc Y., Fei-yue W. Hybrid Agent Modeling in Population Simulation: Current Approaches and Future Directions // Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2016, 19(1)12 <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/19/1/12.html>
13. Portes A. Social Capital: Its Origins and Applications in Modern Sociology. // Annual Review of Sociology, 1998, 24(1), 1–24, DOI:10.1146/annurev.soc.24.1.1.
14. Reinhardt O., Hilton J., Warnke T., Bijak J., Uhrmacher A. Streamlining Simulation Experiments with Agent-Based Models in Demography // Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2018, 21(3)9 <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/21/3/9.html>
15. Silverman E., Bijak J., Hilton J., Cao V. D., Noble J. When demography met social simulation: A tale of two modeling approaches. // Journal of Artificial Societies and Social Simulation 2013, 16(4), 9.
16. Simon M. Path Dependency and Adaptation: The Effects of Policy on Migration Systems // Journal of Artificial Societies and Social Simulation 2019, 22(2)2 <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/22/2/2.html>
17. Warnke T., Steiniger A., Uhrmacher A. M., Klabunde A., Willekens F. ML3: A Language for Compact Modeling of Linked Lives in Computational Demography. // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference, 2015, p. 2764–2775, DOI:10.1109/WSC.2015.7408382
18. Watts D. J., Strogatz S. H. Collective dynamics of small-world networks. // Nature, 1998, 393(6684), p. 440–442, DOI:10.1038/30918

Application of Agent-based approach to the Modeling of Processes in the Field of Migration Policy

Vladimir Abramov

Central Economics and Mathematics Institute

Russian Federation, Moscow

Abstract

The article is devoted to the analysis of existing experience in the application of agent based approach by modeling migration processes carried out for ongoing development of complex agent based models to simulate processes in the field of migration policy. Analysis showed that despite the advantages demonstrated by the agent-based approach compared with traditional methods of demographic research simulation reveals various difficulties in terms of simulating migration processes that nevertheless do not underestimate advantages of agent and other existing modeling approaches. Hybrid population-based agent modeling is a new emerging field of study that showed advantages by implementing this approach.

Keywords: migration, migration policy, agent based modeling, the EU economy

Publication date: 08.07.2019

Citation link:

Abramov V. Application of Agent-based approach to the Modeling of Processes in the Field of Migration Policy // *Artificial Societies* – 2019. – Issue 2 [Electronic resource]. URL: <https://artsoc.jes.su/S207751800005912-2-1> (circulation date: 19.05.2024). DOI: 10.18254/S207751800005912-2