

УДК 330.4:51-77

## ВОЗМОЖНОСТИ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Минязев А.И.

*Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение  
ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа,  
e-mail: aiminyazev@mail.ru*

Для своевременного удовлетворения потребности региональной экономики в высококвалифицированных работниках требуется сбалансированное и скоординированное развитие двух взаимосвязанных и взаимозависимых рынков – рынка труда и рынка образования. Текущая ситуация на российском и региональных рынках труда характеризуется устойчивым дисбалансом спроса и предложения профессиональных квалификаций. Более того, эта ситуация происходит в контексте постоянных изменений социально-экономических условий: потребности отраслей, конкурентоспособности ряда профессий в новых условиях. Для решения этой проблемы необходимо смоделировать систему рынка труда и образовательных услуг, их взаимодействие и стратегию поведения абитуриента в этой системе с целью эффективной подготовки квалифицированных работников и удовлетворения потребностей рынка труда системой образования региона. В статье рассматриваются возможности использования агентного моделирования в формировании образовательной траектории и управлении целевым поведением обучаемых для обеспечения кадровых потребностей региона. Проведен анализ существующих работ в этой области, определены учитываемые факторы и методы влияния на образовательные траектории, проблемы в определении управляемых параметров поведением агента. Предложен способ расширения возможностей агентного моделирования на основе комплексного учета личностных и средовых факторов выбора человека.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, агентный метод, образовательная траектория, рынок образовательных услуг

## THE POSSIBILITIES OF AGENT-BASED MODELLING IN SHAPING AND IMPLEMENTING THE EDUCATIONAL TRAJECTORY

Minyazev A.I.

*<sup>1</sup>Institute for Socio-Economic Research – separate structural unit of the Ufa Scientific Center,  
Russian Academy of Sciences, Ufa, e-mail: aiminyazev@mail.ru*

A balanced and coordinated development of the two interrelated and interdependent labour and education markets is required to meet the regional economy's demand for highly skilled workers in a timely manner. The current situation in the Russian and regional labour markets is characterised by a persistent imbalance between supply and demand for professional qualifications. Moreover, this situation occurs in the context of constant changes in socio-economic conditions: the needs of industries, the competitiveness of a number of professions in new conditions. In order to solve this problem, it is necessary to model the system of labor market and educational services, their interaction and behavior strategy of applicants in this system in order to effectively train qualified workers and meet the needs of the labor market by the regional educational system. The article deals with the possibilities of using agent-based modeling in forming the educational trajectory and managing the target behavior of trainees to meet the staffing needs of the region. The analysis of existing researches in this field has been carried out, the considered factors and methods of influence on the educational trajectories and the problems in defining of controllable parameters of agent's behavior have been identified. The method of extending the capabilities of agent-based modeling based on the integrated consideration of personal and environmental factors of a person's choice is proposed.

**Keywords:** Simulation modelling, agent-based method, educational trajectory, education market

Уровень развития региональной и национальной экономики во многом зависит от ситуации на рынке труда. Трудовые ресурсы играют важную роль в становлении цифровой экономики страны. В последние годы региональные власти сталкиваются с серьезными проблемами регулирования рынка труда, поскольку во многих регионах наблюдается дисбаланс между спросом и предложением на квалифицированные кадры, вызванный несоответствием структуры набора в учебные заведения и перспективными потребностями регионального рынка труда. Сложилась ситуация, при которой структура рынка образователь-

ных услуг задается ценностями молодежи, а не ситуацией на рынке труда. Это связано с тем, что в настоящее время профессиональное обучение функционирует в рамках рыночных механизмов и в значительной степени определяется потребителями, оплачивающими образовательные услуги [1]. В интересах государства необходимо, чтобы абитуриенты обучались по специальностям, соответствующим востребованности и региональной специфике, поскольку это позволяет обеспечить стабильное развитие и функционирование экономики, а также снижение безработицы среди молодежи, что влечет снижение миграционного оттока

и других негативных социальных явлений. В такой ситуации становится важным определить, проанализировать и рассмотреть факторы, формирующие образовательную траекторию абитуриентов, чтобы заблаговременно сформировать спрос на рынке образования и корректировать поведение абитуриентов мерами государственного управления с целью более полного удовлетворения перспективных потребностей рынка труда. На социально значимых рынках сложнее определить факторы, влияющие на поведение людей, поэтому необходимо использовать подход, учитывающий человеческую природу, то есть поведение потребителей социальных групп, на которых влияет большое количество факторов при принятии решения о покупке услуги. Это особенно актуально для социально значимых рынков, например рынка образовательных услуг. Актуальность проблемы обуславливает появление в последние годы новых работ по моделированию образовательной траектории человека с учетом множества факторов среды и личностных факторов.

Целями исследования являются анализ моделей формирования образовательной траектории и обоснование необходимости применения возможностей агентного моделирования для манипулирования образовательной траекторией с целью обеспечения кадровых потребностей.

#### **Материалы и методы исследования**

Для исследования проанализированы научные работы по теме исследования, данные опросов и лонгитюдных исследований.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

А.В. Маматов объясняет поведение агентов в соответствии с когнитивной моделью ТОТЕ, которая описывает цикл достижения цели по отношению к окружающей среде. Данные агента систематизируются в субъективную и объективную информацию, включая неудовлетворенность, оценку уровня жизни, текущие жизненные цели, а также пол, возраст, доход, район проживания и образование. Агент также ведет три вида персональных записей: Прошлое – важные события, произошедшие с агентом в прошлом; Планы – будущие события, направленные на достижение социальных целей агента; Альтернативные варианты – возможные решения и ожидаемый уровень жизни после их реализации. Процесс принятия решений интеллектуальными агентами характерен для всех областей социальной сферы. Если в плане агента есть активная задача, он бу-

дет продолжать действовать по текущему плану, пока план не будет завершен. План агента меняется при выполнении алгоритма принятия решения, который включает создание альтернатив, общение и генерирование оценки уровня жизни. Если план агента пуст, агент обновляет список альтернатив, оценивает текущий уровень жизни и устанавливает ожидаемый уровень жизни для каждой альтернативы при ее реализации. Когда агент сравнивает текущую ситуацию с ожидаемой, он исходит из наилучшей известной альтернативы. Когда задача выполнена, информация о ней переносится из плана в историю [2].

В агентной модели воспроизводства трудового потенциала Е.А. Россошанской человеческие агенты обладают восемью личностными качествами: когнитивным и творческим потенциалом, физическим и психическим здоровьем, моральным уровнем и потребностью в достижениях, коммуникативными навыками и грамотностью. На основе этих качеств определяется качество трудового потенциала человеческого агента. Метод, используемый для измерения этих качеств, основан на применении шкалы Лайкерта. В процессе развития рабочий потенциал зависит от внешней среды и собственных действий человека. Качество будущего трудового потенциала агента зависит от его поведения и существующих характеристик, которые могут быть конструктивными, нейтральными или деструктивными. Власти могут влиять на воспроизводство потенциальных качеств рабочей силы путем продвижения позитивных практик, таких как здоровый образ жизни и профилактика негативных событий, то есть путем снижения распространенности деструктивных форм поведения в модели и увеличения доли населения с конструктивными формами поведения [3].

В модели М.Ю. Хавинсона и А.Н. Колобова динамика численности работающего населения по секторам моделируется путем оценки каждого сектора по трехбалльной шкале на основе условий труда, престижа и заработной платы. Действующие агенты разделены на возрастные группы, и предполагается, что каждая возрастная группа представлена стратегией межсекторной мобильности, которая максимизирует одну из трех переменных: условия труда, престиж и заработная плата. Для каждой возрастной группы также характерна стратегия выбора сектора, который делится на чистый и смешанный. Чистая стратегия заключается в стремлении работника максимизировать один параметр. Смешанная стратегия включает в себя стремление агента выбрать

отрасли, максимизирующие два параметра: заработная плата и престиж, заработная плата и условия труда, престиж и условия труда. Например, в возрастной группе 16–23 года агенты стремятся максимизировать как престиж, так и заработную плату [4].

В агент-ориентированной модели образовательной миграции населения региона Т.А. Дорошенко при выборе места учебы все абитуриенты были разделены на следующие группы: кому важны престиж учебного заведения и желание жить в крупном городе, а менее важными для них была стоимость обучения, так как есть финансовая возможность получить образование; кому важны наличие бюджетных мест и общежитий, так как отсутствует финансовая возможность для переезда в другой город для обучения; кому важно наличие бюджетных мест при условии отсутствия тесных семейных и дружественных связей по месту жительства; кому важны такие факторы, как поддержка родителей, близость к дому и семейные традиции; кому важны качественное образование и возможности для дальнейшего устройства карьеры. Поведение агентов зависит от регулирования отдельных параметров образовательных организаций, таких как количество бюджетных мест, наличие общежитий и свободных мест, рейтинг вуза и предоставление дополнительных стипендий [5].

В региональной мультиагентной модели Е.Д. Сушко при имитации поступления абитуриента на учебу составляется список абитуриентов, общий для всех региональных университетов и колледжей/техникумов региона, расположенных в порядке убывания в соответствии с потенциалом агентов. Муниципалитеты ранжируются в соответствии с классификатором, при этом на первом месте – город Вологда, на втором – город Череповец, далее следуют муниципальные районы. Затем учебные заведения оцениваются в соответствии с их рейтингом, в порядке убывания потенциала абитуриентов. Вероятность быть принятым зависит от потенциала агента и места его проживания. Другими словами, модель предполагает, что предпочтения учебных заведений одинаковы [6].

Модель М.Ю. Насадкина формирует упорядоченный список всех возможных пар «абитуриент – университет» на основе расчета функции полезности. Абитуриенты в случайном порядке подают документы в несколько университетов по наиболее подходящим направлениям. Университеты публикуют информацию обо всех поданных заявлениях – список абитуриентов по баллам ЕГЭ и информацию о бюджетных и платных местах. Эта информация позво-

ляет им оценить вероятность поступления в выбранное ими учебное заведение. Наиболее уверенные в себе абитуриенты подают оригиналы документов в наиболее подходящий университет. Для студентов, которые не соответствуют критериям гарантированного приема, эта информация используется для перерасчета их шансов на поступление, которые определяются количеством оставшихся мест в соответствующем университете. Этот процесс повторяется и может продолжаться до тех пор, пока в университетах не останется свободных мест [7].

В описанных поведенческих моделях доминирует концепция рационального агента, часто обладающего полной информацией и высчитывающего все возможные выгоды и издержки от принятия того или иного решения. Предполагается, что агенты имеют четкое представление об альтернативах выбора и их последствиях и принимают наилучшие решения исходя из расчетов выгод и затрат. Многие подходы к выходу из этого тупика следуют стратегии «подстройки» модели рационального выбора. Поведенческая экономика, например, учитывает «когнитивные искажения», которые заставляют людей вести себя несколько иначе, чем это делают за них компьютеры. Однако такие корректировки не меняют общей картины, которая заключается в том, что все события связаны между собой причинно-следственными цепочками, решениями, которые принимают люди.

С развитием современной социологии и нейропсихологических исследований появилась концепция, что выбор – это не рациональный акт одного человека, а результат взаимодействия многих переменных, таких как социальный статус, окружающая среда, культурная идентичность и особенности исторического момента. Другими словами, наш выбор зависит не только от нас. Исследования показывают, что неравенство сохраняется даже в тех ситуациях, когда можно решить проблему доступа. Даже в самых меритократических системах дети из благополучных семей имеют больше шансов поступить в хорошие университеты и сделать хорошую карьеру. Однако неблагополучные семьи часто не пользуются возможностями, которые им предоставляются специально для них. Это связано с тем, что выбор более сложен, чем предполагает теория рационального выбора [8]. Ряд исследований, посвященных влиянию социальных и культурных условий на выбор и стратегии действий людей, способствовали преодолению разрыва между «экономикой» и «мозгом». Другими словами, после открытия того, что природа когнитивных процессов гораздо сложнее,

чем считалось ранее, пришло понимание того, что мышление, и особенно принятие решений, включает в себя гораздо больше, чем мозг; оно охватывает систему культурных координат, через которые все объекты мышления приобретают смысл и значение, а также социальную среду, в которой формируется «здоровый смысл», и даже физическую и материальную среду. Однако основным интегрирующим измерением, которое отличает эти различные экосистемы выбора, по-прежнему остается неравенство: те, кто находится в привилегированном положении, часто оказываются в ситуации, когда их усилия направлены на получение долгосрочной выгоды, в то время как те, кто не находится в таком положении, погружены в насущные проблемы.

В исследовании образовательных траекторий Т.Е. Хавенсон и Т.А. Чиркиной отмечается, что социально-экономическое положение (СЭП) родителей: культурное происхождение, доход и уровень образования – остаются важными факторами при определении образовательной политики ребенка и часто служат сдерживающими факторами. Дети вынужденно повторяют путь родителей, что сокращает для них шансы повысить свой социальный статус. Даже несмотря на существенное расширение доступа к высшему образованию в последние десятилетия, что должно было вывести фактор успеваемости на первый план, семейный «бэкграунд» все еще фатален и нередко даже перекрывает фактор успеваемости.

Абитуриенты из семей со средним и высоким СЭП чаще поступают в селективные университеты. Основными факторами, влияющими на это, являются готовность семьи нести повышенные расходы на высшее образование, опыт родителей в получении университетского образования и их восприятие ценности высшего образования, особенно в хорошем университете. Абитуриенты из семей с низким СЭП, по сути, не имеют преимуществ, кроме успеваемости, однако и ею часто не пользуются. Во многом это связано с банальной нехваткой информации – им просто неоткуда перенять опыт о разнице между вузами и о перспективах на рынке труда после окончания разных университетов [9].

Еще один фактор, связанный с предыдущим, – это территориальное неравенство. Ученики из семей с низким социальным статусом чаще проживают в селах и небольших населенных пунктах [9].

Правильный выбор требует умения анализировать свои способности и перспективы, смотреть в будущее и действовать проактивно, другими словами, нужна

агентность. Именно трудности с агентностью демонстрируют абитуриенты из семей с низким СЭП. Но это происходит потому, что у них мало шансов узнать, как можно действовать иначе.

Помимо семьи, школа также вносит свой вклад в выбор ребенком образовательной траектории и его жизненных шансов. Маршрут определяется с первого года обучения. Семьи с высоким доходом выбирают престижные школы и спортивные центры. Менее обеспеченные семьи выбирают школы в шаговой доступности. В конечном счете, именно так решается судьба. В России дети редко меняют школу – большинство из них остаются в одном учебном заведении до его окончания. Учителя и школьное руководство часто рассматривают низкий уровень образования родителей, низкий уровень грамотности и занятость в низкоквалифицированной работе как признак низких образовательных возможностей и устремлений. Они более пессимистично относятся к детям из семей с низким уровнем образования и профессий рабочего класса и не рекомендуют им получать высшее образование, в основном считая, что таким детям это не нужно, не востребовано и недоступно. На самом деле, школы, работающие с такими учениками, стремятся к тому, чтобы они завершили свое обучение после девятого класса.

«Картина рынка труда, реконструированная из представлений школьников, как правило, состоит из семи – десяти профессий (таких как юрист, врач, менеджер, учитель и пр.) и не соответствует реальному ландшафту современного российского рынка труда», – поясняют исследователи [8]. В большинстве школ профориентация почти нулевая.

Таким образом, для корректного моделирования образовательной траектории недостаточно учитывать личностные факторы абитуриентов, предполагая, что они будут делать рациональный выбор, владея всей информацией о рынках труда и образовательных услуг. Их информированность серьезно ограничена территорией их проживания, профориентацией в школах, уровнем образования их родителей, социально-экономическим положением и другим «семейным бэкграундом».

В связи с этим возникает необходимость расширения возможности учета личностных и средовых факторов агентного моделирования образовательной траектории. Для повышения точности и создания более реалистичной цифровой модели, имитирующей образовательную траекторию человека, необходимо учитывать социальные, экономические, психологические подхо-

ды к описанию человека как потребителя [10]. Социальный подход предполагает, что на поведение потребителей влияет их жизненная среда. Поэтому потребители образовательных услуг будут ориентироваться на мнение родственников и знакомых, которые сейчас учатся или учились в учебных заведениях, а также на общие представления о репутации, прибыльности и статусе той или иной профессии в своем окружении. Экономический подход рассматривает потребителей с точки зрения понятий «затраты», «выгоды» и «ценности». В рамках данного подхода потребители образовательных услуг будут стремиться удовлетворить свою потребность в доступе к определенной профессии наиболее дешевым способом и станут рассматривать предложения с более низкой платой за обучение, более дешевыми местами и большим количеством общежитий в зависимости от уровня дохода. Психологический подход основан на предположении, что поведение потребителей определяется чертами личности. Таким образом, поведение потребителей образовательных услуг определяется типом их личности, предпочтениями, склонностью к определенным видам деятельности, интеллектуальными способностями и т.д.

Исходные данные для этих параметров следует определять как из анкетирования, опросов, социологических исследований, так и используя технологии цифровых траекторий или «цифрового следа» человека. Это фактически позволит создать цифрового двойника человека, что дает возможность наиболее адекватно моделировать его образовательный трек и манипулировать им в агент-ориентированной среде, расширяя возможности оценки эффективности воздействия на поведение агентов и формирования необходимых образовательных траекторий для обеспечения кадровых потребностей региона.

### Заключение

В работе рассмотрено агентное моделирование образовательной траектории как путь решения проблемы обеспечения кадровых потребностей региона. По резуль-

татам анализа существующих работ сделан вывод, что влиянию личностных и средовых факторов на выбор человека уделено недостаточно внимания. Обоснована необходимость учитывания экономических, социальных, психологических предпочтений человека для создания его цифрового двойника в целях манипулирования его образовательной траекторией с целью обеспечения кадровых потребностей региона.

*Данное исследование выполнено в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 075-03-2022-001 на 2022 г.*

### Список литературы

1. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И. Трансформация региональных рынков образовательных услуг и труда в условиях цифровой экономики // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 8. С. 1430-1448.
2. Машкова А.Л., Маматов А.В., Константинов И.С. Оценка эффективности мероприятий по развитию кадрового потенциала региона в рамках ситуационно-поведенческого подхода // Экономика. Информатика. 2019. Т. 46. № 4. С. 754-763.
3. Россошанская Е.А. Комплексная агент-ориентированная модель воспроизводства трудового потенциала муниципального образования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 1. С. 124-137.
4. Хавинсон М.Ю., Колобов А.Н. Моделирование динамики численности занятого населения в отраслях экономики: агент-ориентированный подход // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. № 6. С. 919-937.
5. Дорошенко Т. А. Разработка агент-ориентированной модели Образовательной миграции населения региона // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 5. С. 16.
6. Сушко Е.Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация. Препринт WP/ 2012 /292. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. 54 с.
7. Насадкин М.Ю., Питухин Е.А., Астафьева М.П. Агентное моделирование поведения абитуриентов при выборе вуза в России // Фундаментальные исследования. 2015. № 8-2. С. 307-311.
8. Кондратенко В.А., Кирюшина М.А., Богданов М.Б. Образовательные притязания российских школьников: факторы и возрастная динамика. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 32 с.
9. Хавенсон Т.Е., Чиркина Т.А. Образовательный выбор учащихся после 9-го и 11-го классов: сравнение первичных и вторичных эффектов социально-экономического положения семьи // Журнал исследований социальной политики. 2019. Т. 17. № 4. С. 539-554.
10. Гайнанов Д.А., Минязев А.И. Управление поведением человека в мультиагентной системе рынков труда и образовательных услуг // Экономика труда. 2021. Т. 8. № 6. С. 615-630.