

Агентные модели регионального рынка труда и сферы образования*

Agent Models of the Regional Labor Market and Education

Д. ГАЙНАНОВ, Л. МИГРАНОВА

Гайнанов Дамир Ахнафович, д-р экон. наук, и.о. директора Института социально-экономических исследований (ИСЭИ) Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИЦ РАН). E-mail: 2d2@inbox.ru

Мигранова Лилия Ишмухаметовна, канд. экон. наук, старший научный сотрудник ИСЭИ УФИЦ РАН. E-mail: lilya2710@yandex.ru

В статье описан опыт авторов по разработке агентных моделей регионального рынка труда и сферы образования. Разработана концептуальная агент-ориентированная модель мониторинга кадровой обеспеченности региона, которая позволяет оценить эффективность государственных мер, направленных на снижение профессионально-квалификационного дисбаланса на рынке труда. Система включает модели образования, трудоустройства выпускников на региональном рынке труда, результаты вычислительных экспериментов, которые могут быть использованы для формирования государственной кадровой политики региона.

Ключевые слова: рынок труда, сфера образования, агент-ориентированное моделирование, поведение выпускников, кадровая потребность региона.

The article describes the authors' experience in developing agent-based models of the regional labor market and education. The conceptual agent-based model of monitoring the region's staffing availability is developed, which will help to assess the effectiveness of government measures aimed at reducing the professional and qualification imbalance in the labor market. The system includes models of education, employment of graduates in the regional labor market, the results of computational experiments that can be used to formulate the state personnel policy of the region.

Keywords: labor market, education, agent-oriented modeling, behavior of graduates, personnel needs of the region.

Введение

Агент-ориентированное моделирование позволяет воспроизводить поведение агентов в имитационной среде и манипулировать ими, определяя их реакцию на те или иные внешние и внутренние воздействия, фактически создавая цифрового двойника человека и сценарные варианты его возможного поведения. Создание агентных моделей рынка труда и сферы образования позволит планировать кадровую политику и разрабатывать государственные меры по подготовке необходимых специалистов. Такая модель может быть полезной для региональных органов власти, университетов и других заинтересованных сторон, которые занимаются планированием и развитием региона.

Результаты

Авторами разработана концептуальная модель системы мониторинга и прогноза кадровой обеспеченности региона с применением агент-ориентированного подхода. Модель представляет собой систему, которая собирает и анализирует данные о макроэкономическом и

* Ссылка на статью: Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И. Агентные модели регионального рынка труда // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2023. № 5. С. 149–155.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Уфимского федерального исследовательского центра РАН № 075-01134-23-00 на 2023 год.

демографическом состоянии региона, учитывает такие факторы, как изменения в уровне безработицы, рождаемости, миграции и др., и использует их для прогнозирования потребности в профессиональных кадрах на долгосрочной и среднесрочной перспективе на основе выбранного сценария развития экономики.

Методика агентного моделирования базируется на создании групп агентов, которые взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Каждый агент имеет свои собственные характеристики и правила поведения, обладает автономностью, разнообразием, ограниченным уровнем интеллекта и имеет свое местоположение в пространстве (рис. 1).



Рис. 1. Агентное моделирование как система управления поведением

Сущность данной модели базируется на двух основных модулях: «Человек» и «Предприятие». Модуль «Человек» представляет собой трудовой ресурс, описывая его в различных статусах: «Выпускник», «Безработный», «Желающий сменить работу» и «Мигрант». Этот модуль формирует предложение на рынке труда. С другой стороны, модуль «Предприятие» формирует потребность (спрос) в высококвалифицированных кадрах. Он состоит из множества агентов, где каждый агент представляет определенный вид экономической деятельности. Эти агенты характеризуются различными параметрами, такими как количество вакансий, численность сотрудников, текучесть кадров, выход на пенсию и другие. Исходя из взаимодействия модулей «Человек» и «Предприятие», анализируется взаимосвязь между предложением и спросом на рынке труда с учетом различных статусов и потребностей работников и предприятий. Модель способствует более точному и адаптивному управлению кадровыми ресурсами и планированию трудовых потоков (рис. 2).

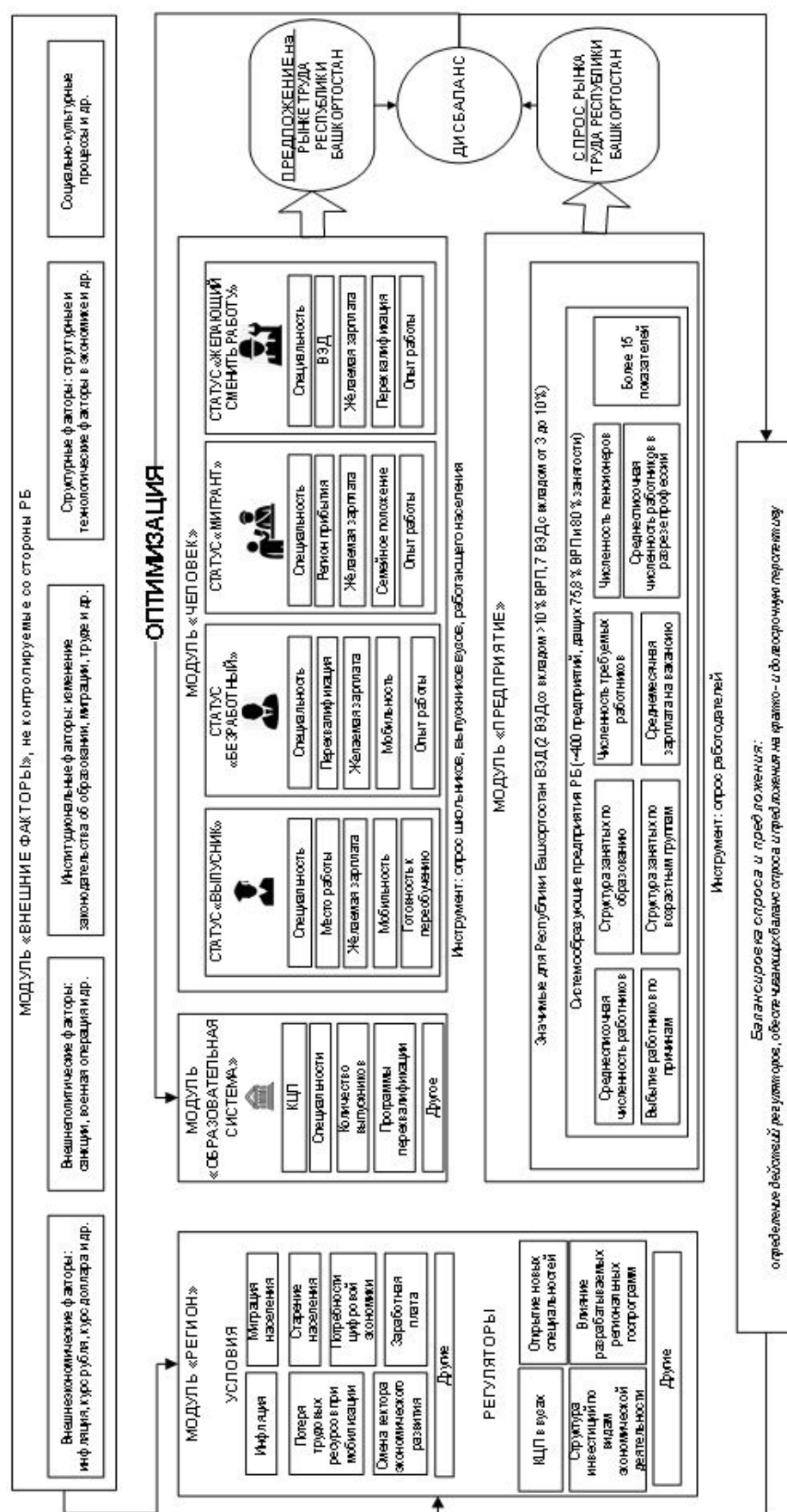


Рис. 2. Концептуальная модель системы мониторинга и прогноза кадровой обеспеченности региона с применением агент-ориентированного подхода

Описания агентов, характеристик и их стратегий поведения представлены в таблице.

Описание агентов цифровой модели поведения человека на рынке труда

Наименование агента	Характеристики агентов	Доступное поведение
Человек/ соискатель	• Группа (выпускник, меняющий работу, безработный, мигрант) • Направление подготовки • Желаемая зарплата • Опыт работы • Готовность мигрировать, если не будет подходящей работы • Готовность переобучиться, если не будет подходящей работы • Готовность снизить желаемую зарплату, если не будет подходящей работы • Целевое обучение (для выпускников)	Устройство на работу; прохождение переобучения; миграция
Предприятие	• ВЭД • Средняя зарплата • Потребность в кадрах в разрезе уровня образования и направлений подготовки • Численность пенсионеров и др.	Создание дополнительных рабочих мест; увеличение/снижение заработной платы; увольнение работников/пенсионеров
Органы власти	Представлены в виде среды	Поведение задается на основе управляемых параметров модели

Модель позволяет разработать сценарные варианты государственных мер, регулирующих трудовые ресурсы региона, и оценить эффективность управленческого воздействия на поведение агентов регионального рынка труда. Определены входные и выходные данные модели, методики и алгоритмы прогнозирования этих данных [11].

Модель системы мониторинга и прогноза кадровой обеспеченности региона с применением агент-ориентированного подхода состоит из нескольких моделей, таких как модель образовательной сферы, модель трудоустройства выпускника и конкурентная модель рынка труда в целом.

В рамках разработки модели сферы образования был проведен опрос школьников 10-11 классов Республики Башкортостан [2; 3; 7]. На основе полученных данных реализованы алгоритмы, описывающие поведение обучаемых на образовательной траектории в зависимости от уровней образования и направлений подготовки. Это позволило выявить ключевые моменты формирования индивидуальных образовательных траекторий и определить основные факторы и условия, которые могут влиять на профессиональный дисбаланс на рынках труда и в системе образования (рис. 3). Исследование данных факторов на разных этапах образовательного пути позволяет более эффективно управлять поведением обучаемых с целью удовлетворения кадровых потребностей региона.

В частности, проведено исследование пространственных особенностей образовательного выбора школьников региона. Определен уровень возможных потерь будущих высококвалифицированных кадров для республики на основе сопоставления коэффициентов привлекательности вузов России с долей высококвалифицированных кадров в прибывшем или выбывшем населении [8].

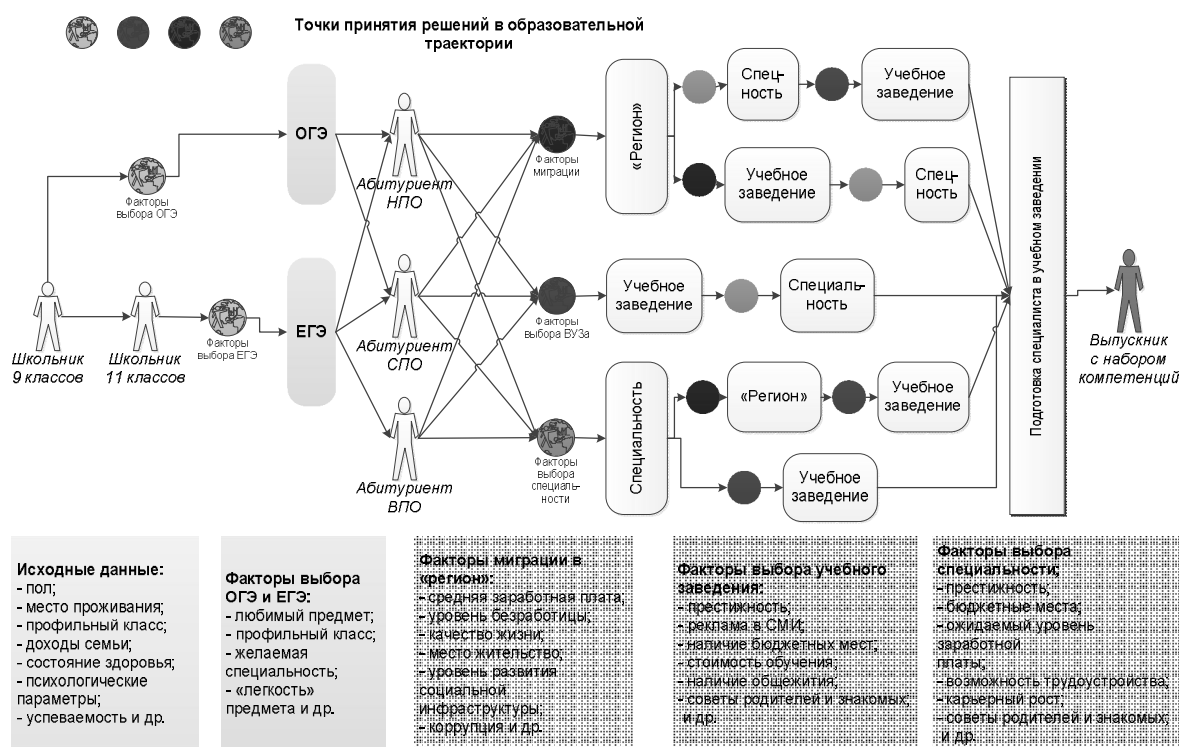


Рис. 3. Точки принятия решений в образовательной траектории школьников

Для прогнозирования выбора специальности и уровня образовательной миграции были проведены сценарные эксперименты с использованием методов агент-ориентированного моделирования [9; 10]. Выходные данные модели представлены на рис. 4. Модель позволила определить численность поступивших абитуриентов и окончивших обучение студентов по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры по направлениям подготовки до 2025 года [4; 5].



Рис. 4. Выходные данные агент-ориентированной модели образовательной сферы

Модель образовательной сферы региона является инструментом, который позволяет определить стратегию поведения обучаемого, создается цифровой двойник, который виртуально выполняет все его возможные действия и выборы в сфере образования. Применяя модель

образовательной сферы региона, можно проводить различные эксперименты, разработать эффективную стратегию развития образования в регионе. Это может помочь улучшить доступность образования, снизить безработицу и повысить качество подготовки специалистов в соответствии с потребностями рынка труда.

Для исследования поведения выпускников вузов на рынке труда был проведен опрос среди студентов, завершающих обучение в шести крупных вузах Республики Башкортостан. В рамках опроса были выявлены основные характеристики, позволяющие описать студентов-выпускников (их предпочтения, желания, ожидания по зарплате и условиям труда) и выделить основные факторы, оказывающие влияние на решение будущего специалиста о переезде из региона после завершения образования [1].

Результатами вычислительного эксперимента на модели трудоустройства выпускника вуза является численность трудоустроившихся выпускников, мигрировавших и безработных (рис. 5). В частности, прогноз подтвердил сохранение существующей тенденции роста безработных выпускников специальности «Юриспруденция», показал ожидание высокого процента миграции выпускников специальности «Клиническая медицина», относительный рост трудоустроенных по направлениям подготовки «Экономика и управление» и «Образование и наука» и др. [6].

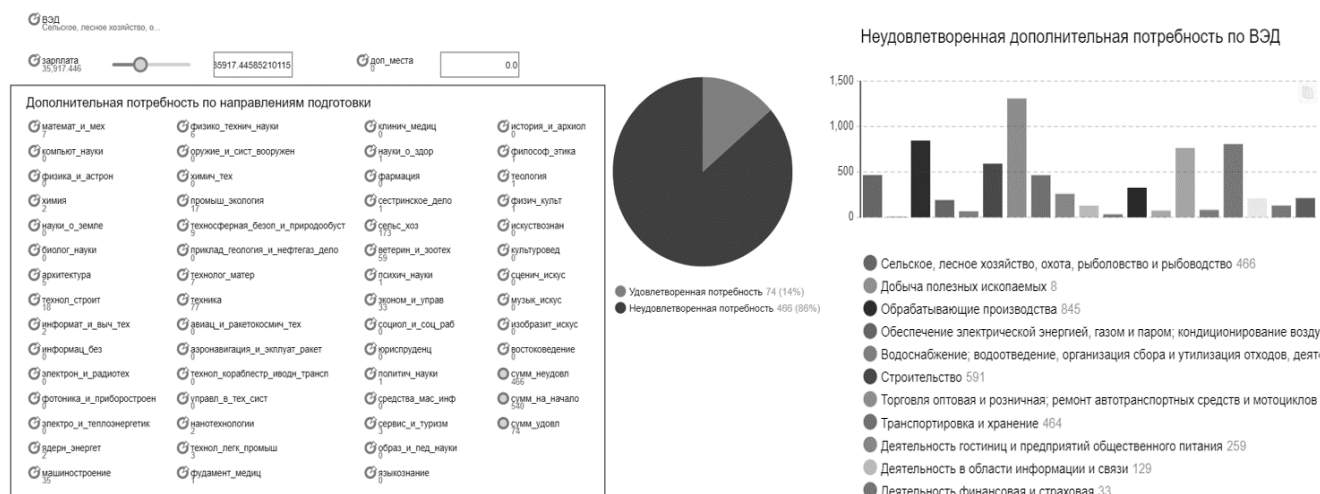


Рис. 5. Результаты вычислительного эксперимента агент-ориентированной модели трудоустройства выпускника вуза

На данный момент авторами ведется работа над интегрированной агентной моделью рынка труда, разрабатываемой для исследования динамики рынка, на котором выпускники образовательных учреждений, безработные, мигранты и работающие лица, меняющие место работы, конкурируют за вакантные позиции. Модель учитывает множество факторов, таких как уровень образования, направление подготовки, опыт работы, готовность к переобучению и миграции, а также желаемую заработную плату.

Заключение

На основе разработанной агент-ориентированной модели возможно проведение вычислительных экспериментов, которые позволят определить сценарии изменения поведения человека на рынке труда и сфере образования в зависимости от изменения его индивидуальных характеристик (предпочтений, возможностей, профессии и др.) как ответ на изменение регулируемых параметров модели (внешние и внутренние изменения в экономике, пандемия, СВО и др.). Проведение вычислительных экспериментов также позволит получить комплексную оценку эффективности принимаемых решений и, в конечном итоге, при расширении масштаба модели – эффективности государственной политики в отношении развития сферы образования и рынка труда региона с целью снижения профессионально-квалификационного дисбаланса.

Литература

1. Гайнанов Д.А., Атаева А.Г., Мигранова Л.И. Поведенческие факторы образовательной траектории в обеспечении кадровых потребностей региона // Проблемы развития территории. 2022. Т. 26. № 5. С. 88–109.
2. Гайнанов Д.А., Атаева А.Г., Мигранова Л.И., Атнабаева А.Р. Влияние образовательного выбора школьников на качество человеческого капитала региона // Регион: экономика и социология. 2022. № 4. С. 107–132.
3. Гайнанов Д.А., Атаева А.Г., Мигранова Л.И., Атнабаева А.Р. Иррациональность поведения абитуриентов как фактор дисбаланса рынков труда и образовательных услуг региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 1. С. 194–208.
4. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И., Минязев А.И. Имитационная модель управления поведением абитуриента в образовательной системе региона // Креативная экономика. 2020. Т. 14. № 10. С. 2551–2568.
5. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И., Минязев А.И. Цифровая модель поведения абитуриента в образовательной среде // Искусственные общества. 2020. Т. 15. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800011658-2-1/>
6. Гайсина А.Ш., Минязев А.И., Мигранова Л.И. Цифровая модель прогнозирования трудоустройства выпускника вуза с учетом поведенческих аспектов // Ars Administrandi (Искусство управления). 2023. Т. 15. № 3. С. 406–425.
7. Мигранова Л.И. Тенденции развития предпочтений абитуриентов в условиях цифровой экономики // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 12-2. С. 116–119.
8. Мигранова Л.И., Атнабаева А.Р. Исследование миграционного поведения абитуриентов при выборе высшего образовательного учреждения на основе методов автоматического анализа данных опроса абитуриентов // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 11. С. 4343–4360.
9. Мигранова Л.И., Минязев А.И. Прогнозирование кадровой обеспеченности региона на основе агент-ориентированного подхода // Фундаментальные исследования. 2022. № 12. С. 130–136.
10. Минязев А.И. Возможности агентного моделирования в формировании и реализации образовательной траектории // Фундаментальные исследования. 2022. № 10-1. С. 81–85.
11. Территориальное расселение и структурная трансформация экономики регионов (концептуальные основы анализа и моделирования): коллективная монография / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Д.А. Гайнанова. Уфа: ИСЭИ УФИЦ РАН, 2022. 184 с.