

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Институт социально-экономических исследований – обособленное
структурное подразделение Федерального государственного бюджетного
научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук

На правах рукописи

Минязев Айдар Илшатович

**ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ ЧЕЛОВЕКА В
СИСТЕМЕ РЫНКА ТРУДА И СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки – 38.06.01 Экономика

Профиль: Математические, статистические и инструментальные методы
экономики

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

Уфа 2023

Работа выполнена в Институте социально-экономических исследований – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИСЭИ УФИЦ РАН)

Научный руководитель: Гайнанов Дамир Ахнафович, доктор экономических наук, профессор, исполняющий обязанности директора ИСЭИ УФИЦ РАН

Рецензенты: Мартынов Виталий Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры цифровых технологий в экономике и управлении Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ)

Аслаева Салима Шамилевна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник сектора экономики и управления развитием территорий ИСЭИ УФИЦ РАН

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Сбалансированное и согласованное развитие двух взаимосвязанных и взаимозависимых рынков труда и образовательных услуг, необходимо для своевременного удовлетворения нужд региональной экономики высококвалифицированными рабочими. Потребители образовательных услуг, абитуриенты, формируют спрос на рынке, принимая во внимание многие факторы, начиная от потребности и заработной платы квалифицированных рабочих, престижа специальности в обществе, цен на образовательные услуги, до механизмов обеспечения их доступности, таким образом формируя взаимозависимость между рынком труда и образования. Как результат, образование выполняет двойную функцию в обществе: одновременно удовлетворяет человеческую потребность в знаниях, умениях и навыках, и потребности экономики в квалифицированных кадрах для развития производства высококачественных товаров и услуг. В результате образуется взаимосвязь между сферой образования и рынком труда, и изменения, затрагивающие один рынок в течении длительного периода, неизбежно отражаются на развитии другого.

В такой ситуации очевидно, что выявление факторов, формирующих поведение человека на рынке труда, с целью влияния на его выбор различными мерами государственного воздействия и удовлетворения перспективных кадровых потребностей является актуальной управленческой задачей. Оценку эффективности предполагаемых управленческих мер воздействия целесообразно оценивать до принятия решений на основе имитационного моделирования с использованием моделей цифровых двойников.

Степень научной разработанности темы исследования.

Важность данной проблемы обуславливает большое число новых работ в этой области в последние годы, например, экономико-математическая модель потенциала трудовых ресурсов региона К.В. Кетовой, И.Г. Русяка и Д.Д. Вавиловой, прогноз динамики трудовых ресурсов когортно-компонентным методом В.Б. Прудникова, математическая модель самоорганизации трудовых ресурсов А.П. Невечери, методология композиции когнитивного и динамического моделирования Г.В. Гореловой, А.В. Масленниковой и Е.Н. Соколовой.

Прогнозирование потребностей рынка труда во взаимосвязи с рынком образования с учетом перспектив видов экономической деятельности и сценарными вариантами экономической и кадровой политики позволяет имитационное моделирование на основе агенториентированного подхода. Агент-ориентированный подход позволяет учитывать индивидуальное поведение множества активных объектов, влияние флуктуаций агентов микроуровня на показатели макроуровня и их взаимодействие, рассматривая их как мультиагентную систему.

Большой вклад в направление моделирования экономических и социальных процессов с агент-ориентированным подходом внесли работы В.Л. Макарова, А.Р. Бахтизина, Е.Д. Сушко и др.

Работы по применению агент-ориентированного подхода в прогнозировании потребностей рынка труда начали появляться относительно недавно. Существующие модели рынка труда М.Ю. Хавинсона, А.Н. Колобова, А.В. Маматова, А.Л. Машковой и О.А. Савиной, Е.А. Россошанской, Т.Е. Быковой не уделяют достаточно внимания поведению человека в зависимости от его индивидуальных характеристик, слабо отражены особенности и связи рынков труда и образовательных услуг. Это определило постановку цели и задач, выбор объекта и предмета исследования.

Цель исследования:

Разработка агент-ориентированной модели, описывающей социально-экономические аспекты поведения человека и позволяющей количественно и качественно исследовать кадровые потребности региона

Задачи исследования:

1. Провести анализ теоретико-методологических подходов, описывающих поведение человека.
2. Разработать модель рынка труда и сферы образования, учитывающий меры государственного воздействия.
3. Оценить эффективность мер воздействия на поведение человека в системе рынка труда и сферы образования на основе сценарных вариантов.

Область исследования соответствует шифру специальности 5.2.2 «Математические, статистические и инструментальные методы экономики» п.п. 1. (Теоретические и методологические вопросы применения математических, статистических, эконометрических и инструментальных методов в экономических исследованиях); п.п. 13. (Агентно-ориентированное моделирование сложных экономических систем).

Объект исследования: агенты рынка труда и сферы образования.

Предмет исследования: взаимоотношения между агентами рынка труда и сферы образования и факторы влияния на них.

Теоретико-методологическая основа: работы отечественных и зарубежных ученых в области теории поведения человека, экономико-математического, агент-ориентированного моделирования.

Информационная база. В работе были использованы статистические и прогнозные данные Федеральной службы государственной статистики, Министерство семьи и труда, а также аналитические материалы Министерства экономического развития и инвестиционной политики Республики Башкортостан, а также данные опросов.

Научную новизну представляют следующие научные положения, выносимые на защиту:

1. Предложена концептуальная модель системы рынка труда и сферы образования, основанная на ситуационно-поведенческом подходе.

Отличительной особенностью такого подхода является учет не только рациональных решений на основе объективных данных, но и субъективных предпочтений, ценностей и контекстуальных факторов, такие как изменения в экономической ситуации, требования работодателей, доступность образовательных программ и других внешних воздействий. Такой подход открывает новые возможности для разработки оптимальных стратегий управления образовательными процессами и снижения дисбаланса между спросом и предложением квалифицированных кадров в регионе. (*п. 1. Паспорта специальности 5.2.2*).

2. Разработана модель описания субъективных аспектов поведения социального индивида, включающая факторы, характеризующие агента как абитуриента в сфере образования и выпускника на рынке труда, позволяющая создать цифрового двойника. Отличительной особенностью модели является интеграция данных из социологических опросов, обеспечивающая эмпирическую основу для моделирования и анализа (желаемая заработная плата, готовность к миграции, переобучению и др.). Создание цифрового двойника позволяет проводить эксперименты и сценарные анализы для оценки эффективности различных мер управления образовательной траекторией агентов и исследования их поведения на рынке труда и в сфере образования (*п. 13. Паспорта специальности 5.2.2*).

3. Разработана комплексная модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования, включающая вузы, предприятия и регион, формирующие соответственно: предложение квалифицированных кадров, спрос на квалифицированные кадры и среду их взаимодействия. Особенность модели заключается в учете регионального аспекта путем регулирования контрольных цифр приема в образовательные учреждения, влияния на среднюю зарплату в отрасли, развития программ переобучения и региональных мер поддержки развития предприятий. Модель представляет собой ценный инструмент анализа и планирования кадровых потребностей региона и эффективного устранения дисбаланса на рынке труда (*п. 13. Паспорта специальности 5.2.2*).

4. Разработаны алгоритмы, апробированы программные реализации поведения человека в системе рынка труда и сферы образования, проведены сценарные эксперименты, позволяющие прогнозировать меры по снижению дисбаланса спроса и предложения квалифицированных кадров в регионе. Результаты исследований являются основой для принятия управленческих решений как в сфере образования, так и на региональном рынке труда (*п. 13. Паспорта специальности 5.2.2*).

Практическая значимость данного исследования заключается в его способности значительно повысить эффективность управления кадровыми потребностями региона и обеспечить лучшую адаптацию образовательных систем к требованиям рынка труда за счет более точного моделирования и прогнозирования поведения агентов на рынке труда и в сфере образования, а также позволит исследовать эффективность различных воздействий и мер по управлению их поведением. Цифровые модели будут полезным инструментом для анализа и планирования кадровых потребностей региона, определения приоритетных направлений образовательных программ и принятия эффективных мер по устранению дисбаланса на рынке труда, способствуя тем самым устойчивому развитию и успешной адаптации региона к изменяющимся условиям.

Апробация результатов исследования. Основные положения исследования докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в том числе на XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России" (Уфа, 2020), XIV Международной научно-практической конференции "Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем" (Уфа, 2020); XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России" (Уфа, 2021), XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России" (Уфа, 2022).

Теоретические, методические и прикладные результаты исследования использованы при выполнении государственного задания государственного задания УФИЦ РАН № 075-01211-20-01 на 2020 г., № 075-00504-21-00 на 2021 г., № 075-03-2022-001 ИСЭИ УФИЦ РАН на 2022 г., 075-01134-23-00 на 2023 г.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 14 научных работах, в том числе в 11 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, поданы три заявки на регистрацию программ для ЭВМ и одна заявка на регистрацию базы данных.

Структура и объем диссертации обусловлены поставленными целью, задачами и научной логикой исследования. Научно-квалификационная работа включает введение, три главы основного текста, заключение; библиографический список.

Во введении обоснована актуальность темы исследования; определена степень разработанности проблемы; сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования; представлены основные результаты работы и их научная новизна; отражена практическая значимость основных положений и выводов.

В первой главе "Основные аспекты формирования дисбаланса спроса и предложения кадров на рынке труда и в сфере образования" рассмотрена

проблема дисбаланса спроса и предложения кадров на рынке труда и в сфере образования. Рассматриваются основные аспекты этой проблемы, вводятся ключевые понятия и параметры, необходимые для дальнейшего анализа и моделирования. Также обсуждаются существующие подходы к описанию поведения человека на рынке труда и рассматривается необходимость применения ситуационно-поведенческого подхода для более точного моделирования реального поведения агентов. Ситуационно-поведенческий подход представляет новые возможности для эффективного управления образовательными процессами с целью удовлетворения потребностей регионального рынка труда и снижения дисбаланса в кадровом секторе.

Во **второй главе** "Концептуальная модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования" рассмотрены агенты сферы образования и рынка труда, представление и параметры этих агентов в разрезе направлений подготовки, определение параметров через опрос, анализ потребности в кадрах в различных сферах экономики и метод их определения. Предложена модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования. Модель позволяет оценить дисбаланс между спросом и предложением на квалифицированные кадры, учитывая различные факторы, такие как образовательные программы, потребности предприятий, и региональные воздействия. Главная цель модели заключается в анализе текущей ситуации на рынке труда и сфере образования, а также предложении эффективных мер для устранения дисбаланса и обеспечения соответствия кадровых ресурсов потребностям региона.

В **третьей главе** "Алгоритмы и программная реализация поведения человека в системе рынка труда и сферы образования" посвящена алгоритмам поведения агентов на рынке труда и в сфере образования, которые используются для моделирования их решений и взаимодействий. Разработана программная реализация модели в среде AnyLogic. Проведены сценарные эксперименты по оценке эффективности мер по снижению дисбаланса спроса и предложения квалифицированных кадров.

В **заключении** сформулированы основные выводы и результаты научно-квалификационной работы.

В **приложениях** представлены графические и табличные материалы, отражающие и дополняющие отдельные положения научно-квалификационной работы.

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Предложена концептуальная модель системы рынка труда и сферы образования, основанная на ситуационно-поведенческом подходе. Отличительной особенностью такого подхода является учет не только рациональных решений на основе объективных данных, но и субъективных предпочтений, ценностей и контекстуальных факторов, такие как изменения в экономической ситуации, требования работодателей, доступность образовательных программ и других внешних воздействий. Такой подход открывает новые возможности для разработки оптимальных стратегий управления образовательными процессами и снижения дисбаланса между спросом и предложением квалифицированных кадров в регионе.

Ситуационно-поведенческий подход является ключевым аспектом концептуальной модели, разрабатываемой в данной диссертации. Этот подход основан на предположении о том, что поведение индивида в значительной степени зависит от ситуации, в которой он находится, и контекстуальных факторов, воздействующих на него.

В рамках данной исследования проведен анализ теоретико-методологических подходов, описывающих поведение человека. Это может включать в себя психологические, социологические и экономические теории, которые помогут лучше понять, какие факторы влияют на принятие решений в сфере образования и выбор профессии.

Традиционные экономические модели предполагают, что люди принимают рациональные решения, опираясь на объективные данные. Однако в реальности многие решения принимаются с учетом субъективных предпочтений, ценностей, мотиваций и социального контекста. Ситуационно-поведенческий подход предполагает, что в процессе принятия решений индивид учитывает не только свои личные цели и предпочтения, но и контекстуальные факторы, такие как рыночные требования к квалификации, экономическая ситуация в регионе и др. (рис. 1). Эти факторы могут оказывать значительное влияние на трудовую мобильность человека.

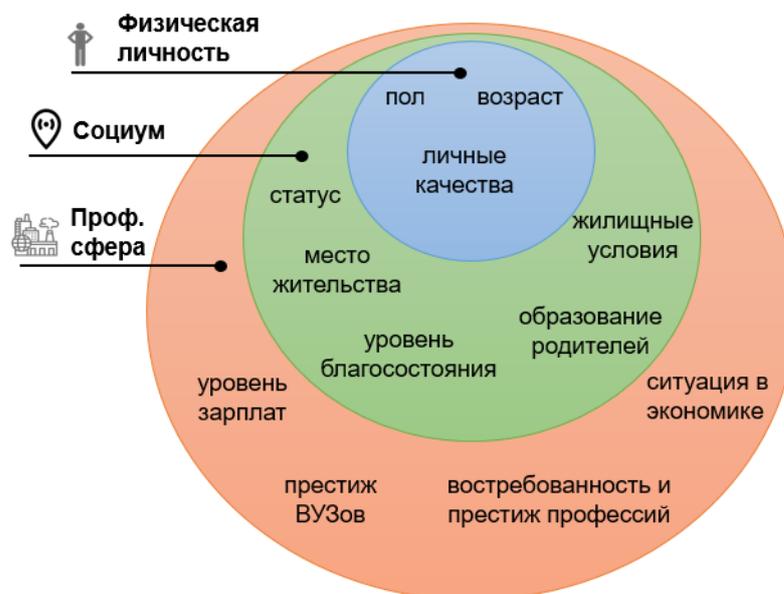


Рис. 1 – Факторы поведения человека в системе рынка труда и сферы образования

Разработка концептуальной модели на основе ситуационно-поведенческого подхода позволяет учесть и моделировать влияние этих контекстуальных факторов на поведение агента на рынке труда и в сфере образования. Например, модель может учитывать такие факторы, как изменения в экономической ситуации, требования работодателей к определенным навыкам и специальностям, доступность образовательных программ и возможности для профессионального развития.

Использование ситуационно-поведенческого подхода позволяет более точно описывать и прогнозировать поведение агента в различных сценариях. На основе модели можно будет проводить эксперименты и сценарные анализы для оценки эффективности мер воздействия на образовательную траекторию человека. Это поможет определить оптимальные стратегии управления образовательными процессами с целью удовлетворения кадровых потребностей региона и снижения дисбаланса между спросом и предложением квалифицированных кадров.

Таким образом, ситуационно-поведенческий подход представляет собой новый и перспективный подход в исследовании управления поведением человека в системе рынка труда и сферы образования. Он позволяет учесть сложные взаимосвязи между индивидуальными предпочтениями, контекстуальными факторами и внешними воздействиями, что может значительно повысить эффективность управления кадровыми потребностями региона и обеспечить лучшую адаптацию образовательных систем к требованиям рынка труда.

2. Разработана модель описания субъективных аспектов поведения социального индивида, включающая факторы, характеризующие агента как абитуриента в сфере образования и выпускника на рынке труда,

позволяющая создать цифрового двойника. Отличительной особенностью модели является интеграция данных из социологических опросов, обеспечивающая эмпирическую основу для моделирования и анализа (желаемая заработная плата, готовность к миграции, переобучению и др.). Создание цифрового двойника позволяет проводить эксперименты и сценарные анализы для оценки эффективности различных мер управления образовательной траекторией агентов и исследования их поведения на рынке труда и в сфере образования.

Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель или симуляцию реального человека, которая основывается на его данных, характеристиках и поведении, учитывающий субъективные аспекты поведения агента в системе рынка труда и сферы образования.

Центральными участниками этой модели являются человек и предприятие. Их взаимодействие рассматривается в упрощенном контексте: с одной стороны, человек может трудоустроиться по своему направлению подготовки, пройти переобучение или мигрировать, а с другой стороны, предприятие принимает решение о найме приеме на работу, изменении заработных плат, а также введении дополнительных рабочих позиций.

Человек представлен в качестве выпускника образовательного учреждения. Расчет численности и структуры направлениям подготовки производится на основе статистических данных о приеме студентов и доли, успешно завершивших обучение в предыдущие годы. Эта начальная оценка корректируется с учетом доли выпускников, которые уже нашли работу до окончания обучения, а также с учетом доли тех, кто планирует продолжить образование на следующем уровне обучения:

К примеру, для бакалавриата:

$$FGr_{k,t} = App_{k,t-4} - Drop_k, \quad (1)$$

$$Drop_k = Gr_{k,t} - App_{k,t-4}, \quad (2)$$

где FGr – прогнозный выпуск, App – фактический прием за прошлый период, $Drop$ – ср. доля доучившихся за предыдущий год, Gr – фактический выпуск за прошлый период, t – год, k – направление подготовки.

Для более точного моделирования субъективных аспектов поведения агента, используются данные из опроса выпускников, такие как желаемая заработная плата, готовность мигрировать в другой регион для работы и готовности пройти переобучение. Конкретные значения параметров отдельного человека формируются с помощью реализации случайных величин. Эти случайные величины описываются с помощью заранее подобранных функций распределения, параметры и вид которых определяются исходя из результатов опроса. Впоследствии параметры распределений корректируются с помощью проверки адекватности модели на ретроспективных данных. Это позволяет получить эмпирическую

информацию о предпочтениях, оценках и мнениях выпускников, чтобы лучше отражать реальное поведение агентов на рынке труда.

Таким образом, модель описания субъективных аспектов поведения социального индивида уточнена и дополнена с учетом указанных фактов, чтобы лучше отразить влияние заработной платы, готовности миграции и готовности переобучения на решения выпускников. Использование данных из опроса выпускников обеспечит эмпирическую основу для моделирования и анализа поведения выпускников на рынке труда (рис. 2).

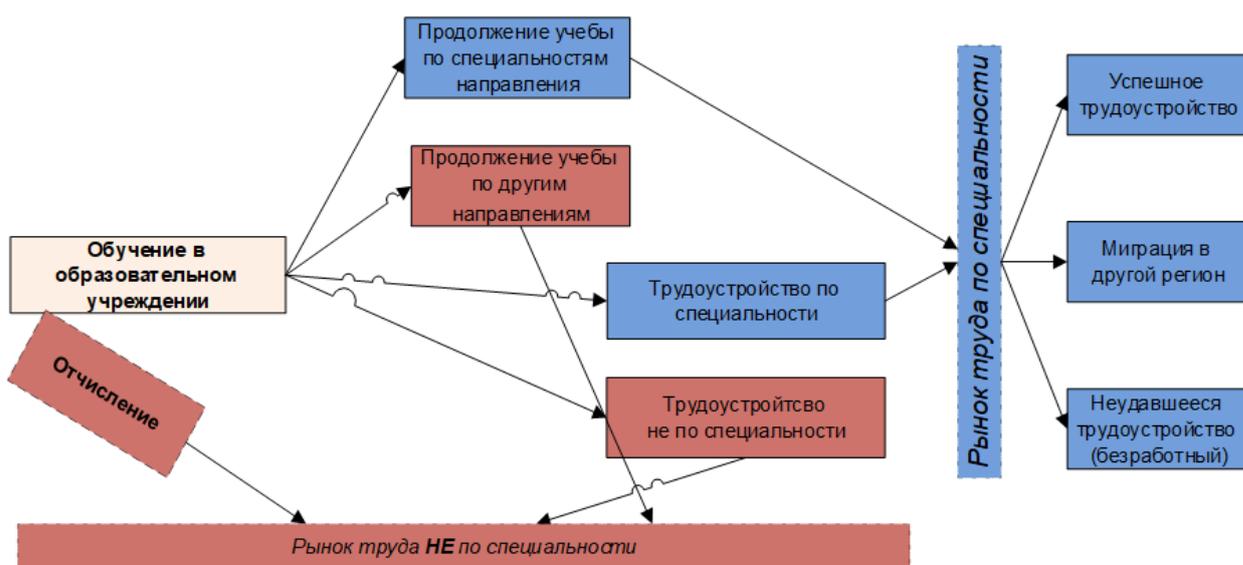


Рис. 2 – Модель поведения выпускника на рынке труда

Создание цифрового двойника позволит проводить различные эксперименты и сценарные анализы, чтобы оценить эффективность различных воздействий на образовательную траекторию агента. Например, можно будет исследовать, как изменение доступности определенных образовательных программ или финансовых поощрений может повлиять на выбор профессии и поведение агента.

Создание модели описания субъективных аспектов поведения социального индивида и разработка цифрового двойника позволит более точно моделировать и прогнозировать поведение агентов на рынке труда и в сфере образования, а также исследовать эффективность различных воздействий и мер по управлению образовательной траекторией агентов.

3. Разработана комплексная модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования, включающая вузы, предприятия и регион, формирующие соответственно: предложение квалифицированных кадров, спрос на квалифицированные кадры и среду их взаимодействия. Особенность модели заключается в учете регионального аспекта путем регулирования контрольных цифр приема в образовательные учреждения, влияния на среднюю зарплату в отрасли, развития программ переобучения и региональных мер поддержки развития

предприятий. Модель представляет собой ценный инструмент анализа и планирования кадровых потребностей региона и эффективного устранения дисбаланса на рынке труда.

Модель использует данные о структуре и актуальных программах обучения вузов для определения предложения квалифицированных кадров.

Также модель учитывает предприятия региона, представленные видами экономической деятельности и характеризующиеся уровнем средней заработной платы и потребностью в кадрах в разрезе направлений подготовки. Среднегодовая заработная плата в разрезе видов экономической деятельности рассчитывается на основе статистических данных и индексируется на прогнозный период с учетом прогноза прироста средней заработной платы в регионе. Потребность в кадрах определяется через прогнозный прирост численности персонала в текущем году (t), и освобождение рабочих мест из-за естественного выбытия кадров:

$$\Delta D_{e,t} = \Delta L_{e,t} + L_{e,t}^{-}, \quad (3)$$

где $\Delta D_{e,t}$ – дополнительная потребность в кадрах, $\Delta L_{e,t}$ – прирост в кадрах на прогнозный год, $L_{e,t}^{-}$ – высвобождение рабочих мест по естественным и возрастным причинам, e – вид экономической деятельности.

Прирост в кадрах рассчитывается как разность между среднегодовой численностью занятых L в году t и предшествующем году t-1:

$$\Delta L_{e,t} = L_{e,t} - L_{e,t-1}, \quad (4)$$

где $L_{e,t}$ – среднегодовая численность занятых.

Высвобождение рабочих мест по естественным и возрастным причинам показывает численность работников, выбывших в связи с выходом на пенсию и в связи с потерей трудоспособности (инвалидность, смерть и др.) и определяется с помощью коэффициентов естественно-возрастного выбытия k_{CSe} :

$$L_{e,t}^{-} = L_{e,t-1} \cdot k_{CSe} \quad (5)$$

Коэффициент естественно-возрастного выбытия определяется по данным опроса работодателей.

Далее потребность в кадрах структурируется по уровням профессионального образования. Последующая детализацию прогноза дополнительной кадровой потребности по направлениям подготовки осуществляется на основе матрицы профессионально-квалификационного соответствия «виды экономической деятельности – направления подготовки».

Главная цель модели заключается в оценке дисбаланса между спросом и предложением на квалифицированные кадры. Используя данные о

предложении и спросе, модель позволит исследовать и анализировать текущее состояние рынка труда и сферы образования в регионе. Благодаря модели можно будет определить, существует ли дефицит или избыток квалифицированных кадров, идентифицировать области с дисбалансом и выявить причины такой ситуации (рис. 3).

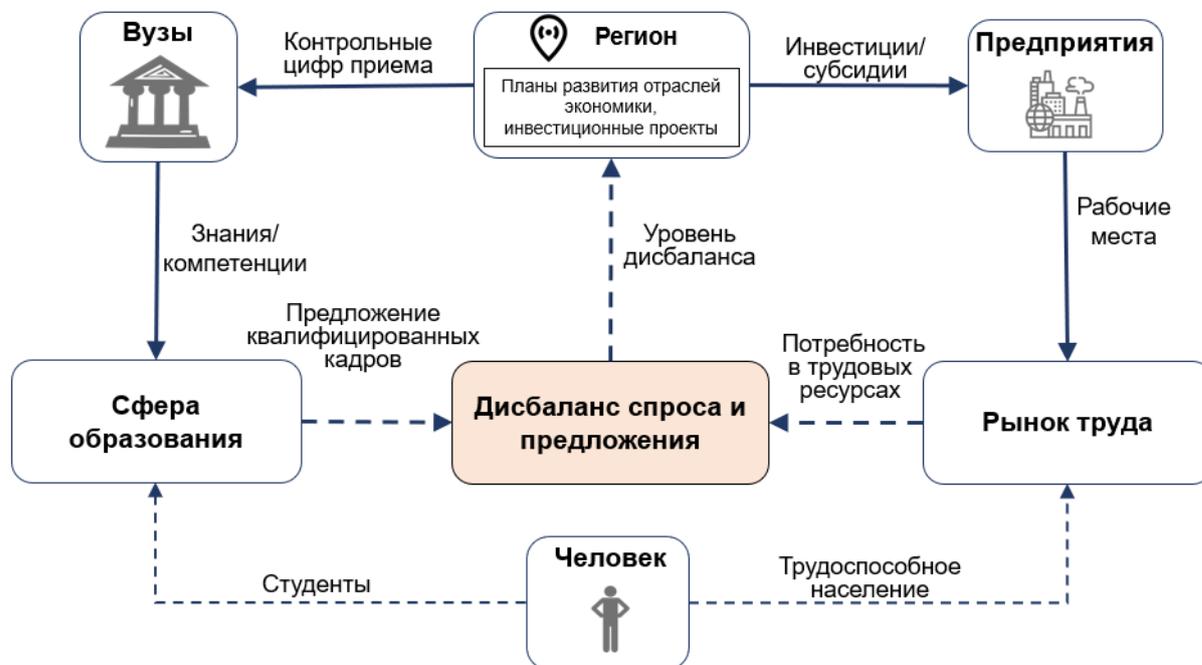


Рис. 3 – Модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования

Модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования дополнена региональным аспектом и мерами, принимаемыми для снижения дисбаланса между спросом и предложением квалифицированных кадров.

Регион, присутствующий в модели неявно, формирует среду остальных агентов системы и включает различные процессы и факторы, определяемые региональной стратегией и программами социально-экономического развития (демографические, миграционные, структурные и технологические изменения в экономике, приоритетные отрасли, инвестиционные потоки и др.). Для снижения дисбаланса между спросом и предложением квалифицированных кадров в регионе, модель будет учитывать различные меры, принимаемые региональными властями (табл. 1).

Таблица 1

Сценарии мер воздействия

Сценарий	Индикатор эффективности	Область воздействия
Регулирование числа выпускников по направлениям подготовки	Количество выпускников по направлениям подготовки. Количество трудоустроившихся, безработных.	Сфера образования

Инвестиции в создание рабочих мест по ВЭД	Параметр «Дополнительная потребность...» агентов предприятий по ВЭД. Количество трудоустроившихся, безработных.	Рынок труда
Повышение уровня среднемесячной зарплаты по ВЭД	Параметр «Среднемесячная заработная плата» предприятий по ВЭД. Количество трудоустроившихся, мигрировавших, безработных.	Рынок труда

Расширение модели с учетом регионального влияния и применение различных мер для снижения дисбаланса спроса и предложения на квалифицированные кадры делает третий пункт научной новизны более комплексным и реалистичным.

Модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования, включающей вузы и предприятия региона, и позволяющей оценить дисбаланс спроса и предложения на квалифицированные кадры, является инструментом для анализа и планирования кадровых потребностей региона, определения приоритетных направлений образовательных программ и принятия эффективных мер по устранению дисбаланса на рынке труда.

4. Разработаны алгоритмы, апробированы программные реализации поведения человека в системе рынка труда и сферы образования, проведены сценарные эксперименты, позволяющие прогнозировать меры по снижению дисбаланса спроса и предложения квалифицированных кадров в регионе. Результаты исследований являются основой для принятия управленческих решений как в сфере образования, так и на региональном рынке труда

В рамках разработки цифровой модели представлен алгоритм, описывающий принятие решения о выборе места трудоустройства на примере выпускника вуза (рис. 4.).

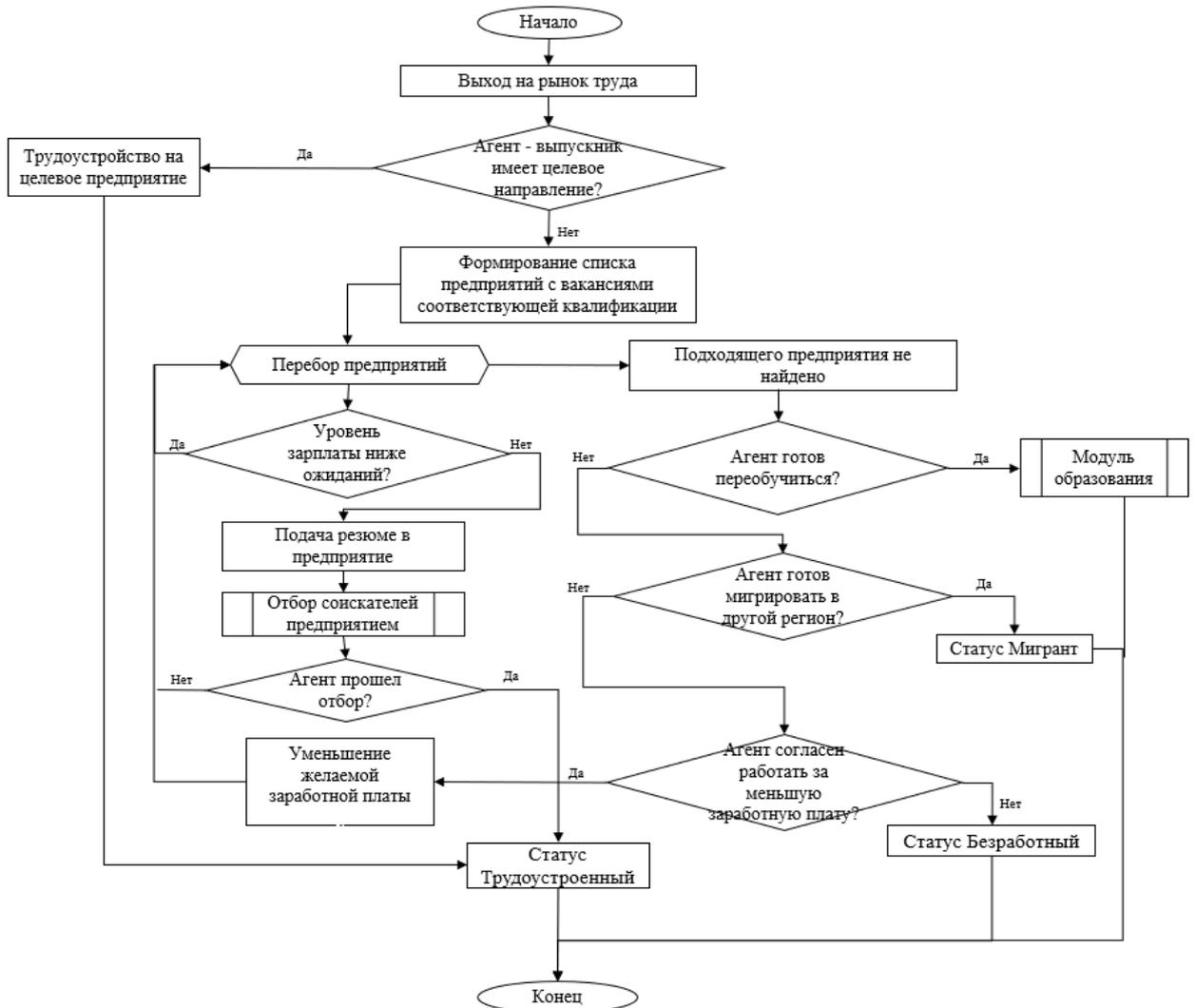


Рис. 4 – Алгоритм поведения человека в модели

Алгоритм учитывает следующие факторы - заработную плату, готовность к миграции, готовность к переобучению, а также спрос и предложение на квалифицированных кадрах. Описана программная реализация, включающая технические средства и языки программирования реализации алгоритмов.

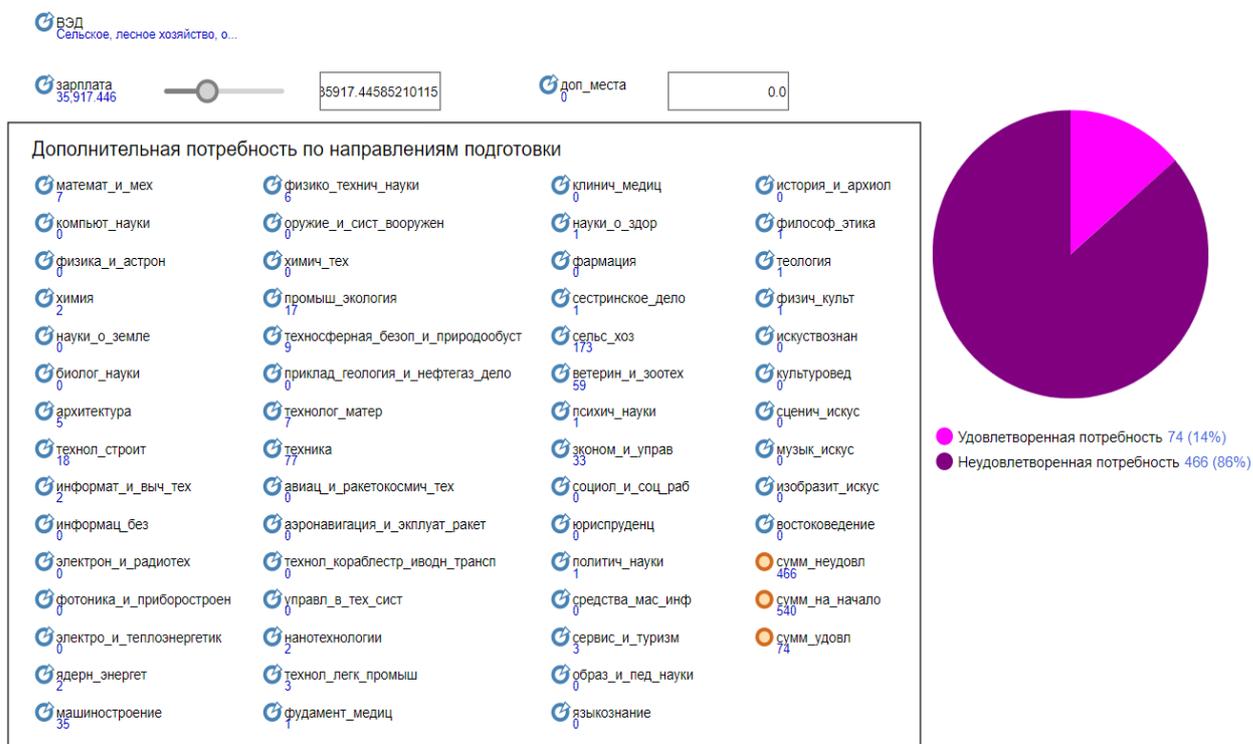


Рис. 5 – Реализация модели в среде AnyLogic

С использованием разработанной модели проведены сценарные эксперименты. Эксперименты включают различные сценарии, позволяющие оценить меры влияния на дисбаланс спроса и предложения квалифицированных кадров, проанализировать результаты сценарных экспериментов и рассмотреть, какие меры оказались наиболее эффективными в снижении дисбаланса. Также уделено внимание ограничениям модели и возможным направлениям дальнейших исследований.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования сформулированы следующие выводы, обобщающие полученные результаты.

Представлен ситуационно-поведенческий подход к исследованию взаимосвязи рынка труда и сферы образования, позволяющий учесть влияние контекстуальных факторов и субъективных аспектов поведения на решения индивида.

Разработана модель субъективных аспектов поведения агентов на рынке труда и в сфере образования, позволяющий более точно моделировать и анализировать выборы и решения индивидов, а также проводить сценарные анализы для определения эффективных стратегий управления образовательными траекториями.

Разработана модель взаимосвязи рынка труда и сферы образования, учитывающая выпуск вузов и потребности предприятий региона, представляющая собой инструмент для анализа и планирования кадровых потребностей. Модель позволяет выявить дисбаланс между спросом и предложением квалифицированных кадров, идентифицировать его причины и предложить эффективные меры для его устранения и имеет практическое значение для развития региональных рынков труда и образования, способствуя их более точному и сбалансированному развитию.

Результаты, полученные по итогам проведения исследования, позволяют решить поставленные задачи.

IV. ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Гайнанов Д. А., Мигранова Л. И., Минязев А. И. Имитационная модель управления поведением абитуриента в образовательной системе региона // Креативная экономика. – 2020. – Т. 14. – №. 10.
2. Гайнанов Д. А., Мигранова Л. И., Минязев А. И. Цифровая модель поведения абитуриента в образовательной среде // Искусственные общества. – 2020. – Т. 15. – №. 4.
3. Гайнанов Д.А., Минязев А.И. Управление поведением человека в мультиагентной системе рынков труда и образовательных услуг // Экономика труда. – 2021. – Том 8. – № 6.
4. Минязев А. И. Агент-ориентированная модель влияния рекламной кампании вуза на выбор абитуриента // фундаментальные исследования. – 2021. – №. 1. – С. 79-83.
5. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И., Минязев А.И. Прогноз интеграционных эффектов объединения вузов на основе имитационного моделирования // Искусственные общества. – 2021. – Т. 16.
6. Минязев А.И. Возможности агентного моделирования в

формировании и реализации образовательной траектории // *Фундаментальные исследования*. – 2022. – № 10 (часть 1) – С. 81-85

7. Гайнанов Д.А., Минязев А.И. Концептуальная модель прогнозирования потребности рынка труда в квалифицированных специалистах на основе агент-ориентированного подхода // *ИЗВЕСТИЯ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН* – 2022. – №. 4. - С. 101-106.

8. Мигранова Л.И., Минязев А.И. Цифровая модель поведения выпускника на рынке труда // *Управленческий учет*. – 2022. – №. 12-2.

9. Мигранова Л.И., Минязев А.И. Прогнозирование кадровой обеспеченности региона на основе агент-ориентированного подхода // *Фундаментальные исследования* – 2022 – №12

10. Гайсина А. Ш., Минязев А. И., Мигранова Л. И. Цифровая модель прогнозирования трудоустройства выпускника вуза с учетом поведенческих аспектов / А. Ш. Гайсина, А. И. Минязев, Л. И. Мигранова // *Ars Administrandi (Искусство управления)*. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 406-425.

11. Гайсина, А. И. Минязев // *Искусственные общества*. – 2023. – Т. 18, № 2.

Статьи, материалы в сборниках научных трудов и конференций

12. Гайнанов Д. А., Минязев А. И. Имитационная модель описания поведения абитуриента на рынке образовательных услуг // *Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России*. – 2020.

13. Минязев А. И. Прогнозирование трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации экономики // *Развитие и взаимодействие реального и финансового секторов экономики в условиях цифровой трансформации [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции; Оренбург. гос. ун-т.– Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2021.*

14. Минязев А. И. Агентно - ориентированный подход в имитационном моделировании / *E-Scio*. – 2020. – №. 8 (47).

Свидетельства о регистрации в Роспатенте программ для ЭВМ и баз данных

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023665062 Российская Федерация. Цифровая модель поведения выпускника вуза на рынке труда : № 2023663909 : заявл. 04.07.2023 : опубл. 11.07.2023 / Д. А. Гайнанов, А. И. Минязев, А. Ш. Гайсина, Л. И. Мигранова

16. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023665062 Российская Федерация. Результаты опроса выпускников вузов Республики Башкортостан : № 2023623020 : заявл. 29.08.2023 : опубл. 01.09.2023 / Д. А. Гайнанов, А. И. Минязев, А. Ш. Гайсина, Л. И. Мигранова