



Искусственные общества. 2013-2023

ISSN 2077-5180

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

Все права защищены

Выпуск 2 Том 18. 2023

Имитационная модель поведения выпускников учебных заведений среднего специального образования на рынке труда

Гайсина Амина Шамилевна

*Уфимский федеральный исследовательский центр РАН
Российская Федерация, Уфа*

Минязев Айдар Илшатович

*Уфимский федеральный исследовательский центр РАН
Российская Федерация, Уфа*

Аннотация

Структура потребностей предприятий в рабочих кадрах претерпевает изменения, и система профессионального образования (СПО) должна максимально быстро адаптироваться к новым реалиям рынка труда. Для оперативного отклика на текущие кадровые запросы предлагается имитационная модель поведения выпускников на рынке труда с учетом направлений подготовки (НП) СПО, потребностей в рабочих кадрах по видам экономической деятельности (ВЭД), представленной в виде матрицы профессионально-квалификационного соответствия ВЭД-НП и социологического опроса выпускников. Имитационная модель основана на агент - ориентированном подходе, где агентами являются выпускники ссузов, предприятия, укрупненные по ВЭД и органы власти, заданные экзогенно. Программная реализация позволяет имитировать реальные процессы трудоустройства выпускников ссузов с учетом вакантных мест по ВЭД и поведенческих аспектов. Применение имитационной модели позволит регулировать возникающий дисбаланс между предложениями ссузов и потребностями предприятий.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование, выпускник, поведенческие аспекты выпускников, агент-ориентированная модель, рынок труда

Дата публикации: 30.06.2023

Источник финансирования:

Данное исследование выполнено в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 075-01134-23-00 на 2023 год.

Ссылка для цитирования:

Гайсина А. Ш. , Минязев А. И. Имитационная модель поведения выпускников учебных заведений среднего специального образования на рынке труда // Искусственные общества. – 2023. – Т. 18. – Выпуск 2.
URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800025572-8-1/>. DOI: 10.18254/S207751800025572-8

¹ В реалиях текущего состояния экономики, когда структура потребностей на рынке труда меняет свой вектор направления, особую актуальность приобретают вопросы, связанные с совершенствованием системы профессионального образования (СПО). Появление новых факторов таких как пандемия и мобилизация, влияющих на рынок труда, приводит к изменению спроса на рабочие кадры. СПО должно оперативно откликаться на текущие кадровые запросы, подготавливая рабочую силу к экономическим и технологическим изменениям в средней и долгосрочной перспективе. Подготовка специалистов для отраслей экономики должна соответствовать потребности субъектов страны в них. В стратегии развития среднего профобразования до 2030 г., разработанной Минпросвещения Российской Федерации особое внимание уделено подготовке кадров для отраслей, имеющих ключевое значение для обеспечения безопасности, суверенитета и конкурентоспособности страны, а также учитывается опыт синхронизации региональных систем среднего профессионального образования и кадровых потребностей экономики субъектов России [11].

² Как отмечает Д. Аутор [16], в условиях непрерывного изменения экономической среды спрос на рутинные навыки сокращается, в то время как потребность в работниках с развитыми социальными навыками и способностью решать задачи высокого уровня стремительно возрастает. Следовательно, система среднего профессионального образования должна стать более реактивной на растущий спрос в универсальных навыках, которые составляют основу квалификационной матрицы современной рабочей силы.

³ Прогнозирование кадровой потребности на рынке труда, подробно рассмотрена в работах В.А. Гуртова [7]. Прогноз основан на построении экономико-математических моделей, где структура промышленного производства рассматривается в разрезе выделенных отраслей экономики и для уровней образования.

⁴ Следует отметить, что с переходом к цифровой экономике, актуальными стали работы с использованием цифровых двойников, имитирующие реальные процессы в экономике. Так, А.Р Бахтизин и В.Л. Макаров [8] определяют агент ориентированное моделирование (АОМ), как новый инструментарий в общественных науках. Широко используют агентное моделирование для

регулирования социально-экономических и демографических процессов [9, 10]. В работах А.С. Акопова и Г.Л. Бекларян [1, 2] рассматривается оптимизация структуры занятости населения, с учетом трудоустройства на наиболее предпочтительные рабочие места. В работе Е.А. Россошанской [14] агентная модель используется для моделирования трудового потенциала в муниципальном управлении. В работе Д.А. Гайнанова [3, 4] дисбаланс трудовых ресурсов и образовательных услуг в системе СПО рассматривается на основе анализа поведенческих факторов трудовых ресурсов. Автором были отмечены возможности агентного моделирования, такие как: быстрая обработка и анализ больших массивов информации. В работе М. Нойгар [17] агентное моделирование применяется для изучения влияния органов управления на функционирование рынка труда. В работе М. Накамура [18] исследовано влияние экономических тенденций на рынок труда небольшого экономического сообщества, рассмотренного в виде многоагентной модели.

⁵ Целью работы является программная реализация имитационной модели поведения выпускников на рынке труда с учетом социологического опроса выпускников и потребностей по видам экономической деятельности (ВЭД). Средой имитационного моделирования был выбран Anylogic, как наиболее оптимальный для описания сложных систем.

⁶ В целях определения ключевых факторов, влияющих на выбор выпускников при трудоустройстве, в 2022 г. ИСЭИ был проведен социологический опрос студентов 65 ссузов Республики Башкортостан [5], по результатам которого были выявлены их планы на трудоустройство после обучения и на продолжение обучения. Так, большинство опрошенных выпускников ссузов (67,3% опрошенных) выразили желание продолжить обучение в дальнейшем. Также 67% выпускников считают, что наличие высшего образования является обязательным условием для построения успешной карьеры. 58,6 % выпускников ссузов планируют работать по специальности после окончания учебы. Достаточно высока доля тех, кто связывает свои жизненные планы с другим городом России (не в Республике Башкортостан) – 36,8%.

⁷ Причиной, по которой выпускники ссузов не работают по полученной специальности или хотят уехать из республики — это низкий социальный потенциал вакантных рабочих мест. Молодежь, окончившая учебные заведения, не желает соглашаться на предлагаемый ей уровень заработной платы.

⁸ Так, 83,6% опрошенных отметили ключевым фактором при выборе работы высокую зарплату. А 36,9% тех, кто планирует уехать, ключевым фактором, который бы мотивировал их остаться в Республике Башкортостан отметили заработную плату. При этом большая часть опрошенных согласилась бы на минимальную заработную плату не ниже 30 тыс. руб. (18,8%) и 40 тыс. руб. (16,1%) в месяц. Минимальную заработную плату не ниже 50 тыс. руб. хотели бы 15,4% опрошенных. Каждый десятый (14,1%) хотел бы работать при минимальной заработной плате не ниже 100 тыс. руб. (рис. 1)

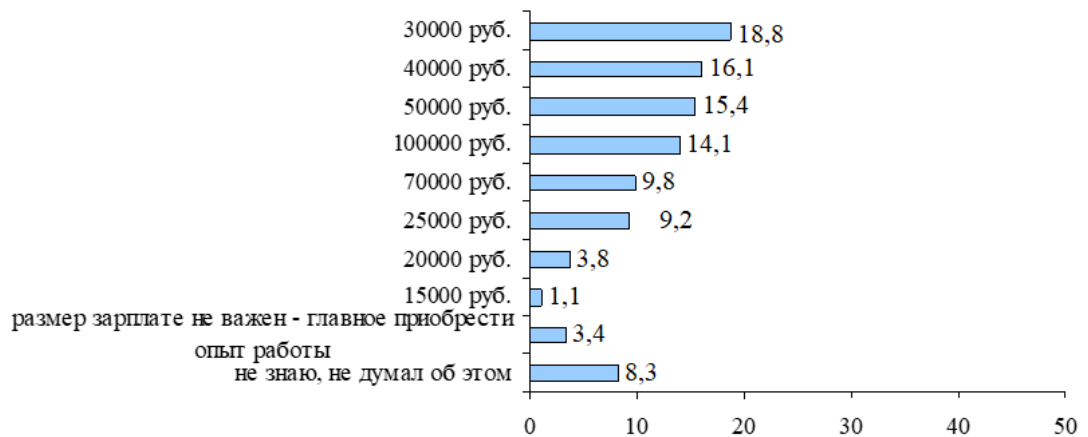


Рисунок 1. Минимальная зарплата, по которой выпускники ссузов готовы работать по своей специальности

¹⁰ 39,3% выпускников согласны работать по специальности за зарплату не ниже 50 тыс. руб. Не ниже 40 тыс. руб. при трудоустройстве по специальности хотят получать 55,4% опрошенных.

¹¹ Исходя из опроса были определены параметры агента-выпускника ссуза:

1. Направление подготовки.
2. Минимальная зарплата, по которой он готов работать по специальности.
3. Желание продолжить обучение в вузе.
4. Желание уехать в другой регион.

¹² Число выпускников по каждому направлению подготовки на прогнозный год рассчитывается исходя из доли студентов от приема прошлых лет, которые через четыре года успешно выпустились [12].

¹³ Желаемая заработная плата определяется с помощью значения функции усеченного нормального распределения: $f(\alpha, \beta, \mu, \sigma)$, где α – минимальное значение (0), β – максимальное значение (100000), μ – математическое ожидание или среднее значение желаемой зарплаты выпускников, σ – среднее квадратическое отклонение. Параметры распределения рассчитываются на основе результатов опроса о минимальной оплате труда, на которую согласен работать человек по своему направлению подготовки. По результатам анализа опроса параметры распределения: α - 0, β - 100000, μ - 49790, σ - 25808.

¹⁴ Желание продолжить обучение в вузе определяется путём генерации случайных чисел от 0 до 1: при генерации числа ниже или равно доли желающих продолжить обучение в вузе, переменная примет значение «да», при генерации числа больше этой доли переменная примет значение «нет». Желание уехать в другой регион у каждого агента-выпускника определяется аналогично. По результатам опроса доля желающих продолжить обучение в вузе и желающих уехать в другой регион составила 67,3% (0,673) и 36,8% (0,368) соответственно.

¹⁵ Рынок труда моделируется в виде ВЭДов, которые обладают следующими параметрами:

1. Наименование ВЭД,

2. Среднемесячная заработная плата,
3. Дополнительная потребность по направлениям подготовки.

¹⁶ Среднегодовая заработная плата определяется из официальной статистики от работодателей по ВЭД и на прогнозные годы индексируется исходя из прогнозного увеличения средней заработной платы согласно Прогнозу социально-экономического развития Республики Башкортостан [12, 13].

¹⁷ Дополнительная потребность в кадрах для каждого ВЭД по направлениям подготовки определяется на основе прироста численности занятых в прогнозном году и высвобождения мест в результате естественно-возрастного выбытия. Формула для расчета дополнительной потребности в кадрах выглядит следующим образом:

$$\Delta D_{e,t} = \Delta L_{e,t} + L_{e,t}^{-}, \quad (1)$$

¹⁹ Здесь $\Delta D_{e,t}$ обозначает дополнительную потребность в кадрах, $\Delta L_{e,t}$ представляет собой прирост численности кадров в прогнозируемом году, $L_{e,t}^{-}$ отражает высвобождение рабочих мест в результате естественного выбытия, е - вид экономической деятельности.

²⁰ Прирост занятых определяется исходя из прогноза социально-экономического развития Республики Башкортостан, представленного на официальном сайте Министерства экономического развития и инвестиционной политики Республики Башкортостан, и вычисляется как разница между среднегодовой численностью занятых L в году t и предшествующему году $t-1$:

$$\Delta L_{e,t} = L_{e,t} - L_{e,t-1}, \quad (2)$$

²² где $L_{e,t}$ представляет среднегодовую численность занятых.

²³ Высвобождение рабочих мест в результате естественного выбытия отражает численность работников, покинувших рабочие места в связи с выходом на пенсию и утратой трудоспособности (например, инвалидность, смерть и т.д.) и определяется с использованием коэффициентов естественного выбытия:

$$L_{e,t}^{-} = L_{e,t-1} \cdot k_{CSe}, \quad (3)$$

²⁵ Коэффициент естественного выбытия k_{CSe} определяется на основе данных, полученных в ходе опроса среди работодателей.

²⁶ Детализация прогноза дополнительной кадровой потребности по направлениям подготовки осуществляется на основе матрицы профессионально - квалификационного соответствия «виды экономической деятельности — направления подготовки». Более подробно данная методика описана в работе [6].

²⁷ Алгоритм работы модели:

1. Инициализация переменных и создание всех агентов-выпускников ссузов со статусом «безработный».
2. Создание для каждого выпускника списка предприятий, где он может найти работу в соответствии с квалификацией.

3. Сортировка списка предприятий по уровню заработной платы по убыванию.
4. Для каждого предприятия из списка, проверка уровня зарплаты и дополнительной потребности в работниках с такой же квалификацией как у выпускника. Если уровень зарплаты на предприятии ниже желаемого, переход к следующему предприятию из списка.
5. Если уровень зарплат равен или выше желаемого, проверка дополнительной потребности предприятия в работниках с такой же квалификацией как у выпускника. Если потребность больше 0, то выпускник устраивается на работу на предприятие и ему присваивается статус «трудоустроен», а дополнительная потребность предприятия уменьшается на единицу, алгоритм останавливается.
6. Если перебор по списку предприятий окончен, проверка параметра «Желание продолжить обучение в вузе» у выпускника. Если значение параметра «да», алгоритм останавливается. Если значение параметра «нет», проверка параметра «Желание уехать в другой регион». Если значение параметра «да», выпускнику присваивается статус «мигрант», алгоритм останавливается. Если значение параметра «нет» и перебор по списку предприятий был выполнен только один раз, вернуться к шагу 4 и уменьшить желаемую зарплату на 40%.
7. После перебора всех агентов в популяции «Человек», вывод результатов модели: число трудоустроенных агентов, численность безработных и мигрировавших на работу в другой регион.

28

Структура трудоустроенных, мигрировавших и безработных выпускников по НП

Информатика и вычислительная техника



● трудоустроившиеся 972 (63%)
 ● мигрировавшие 234 (15%)
 ● безработные 328 (21%)

Трудоустроившиеся по НП по ВЭД



Рисунок 2. Главное окно модели

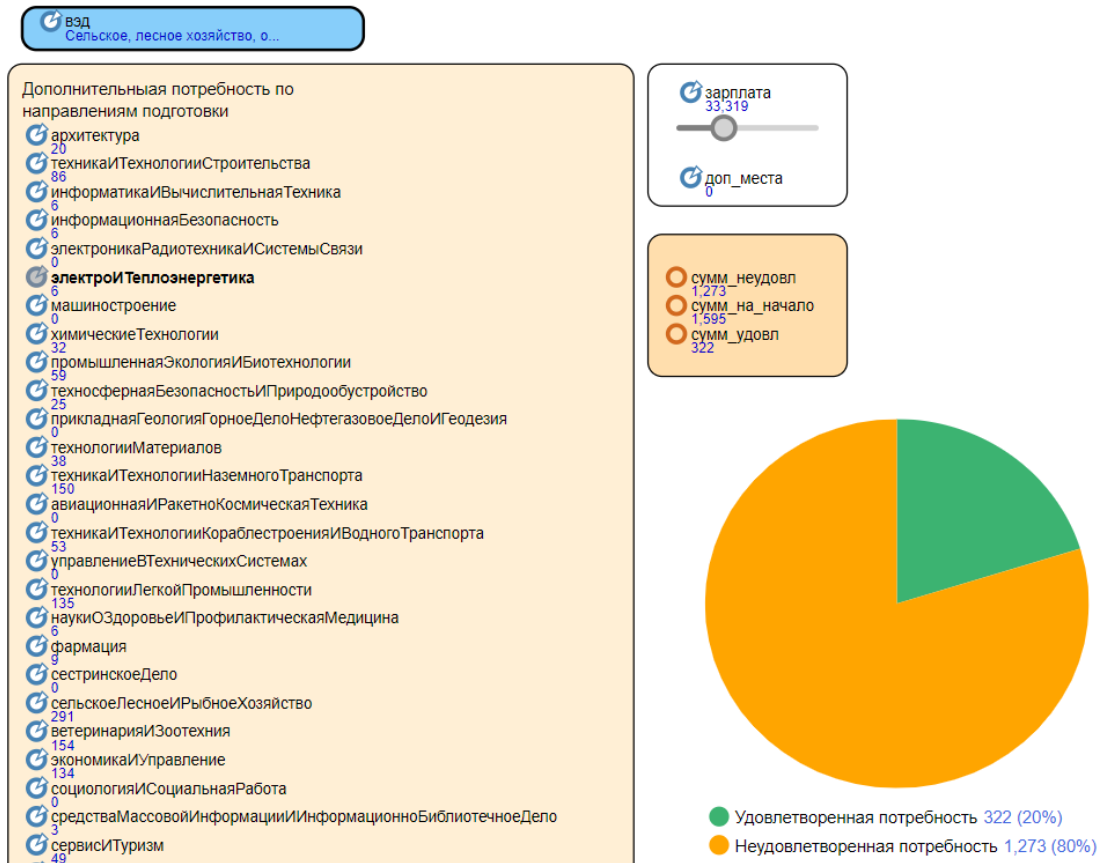


Рисунок 3. Окно экземпляра агента-ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»

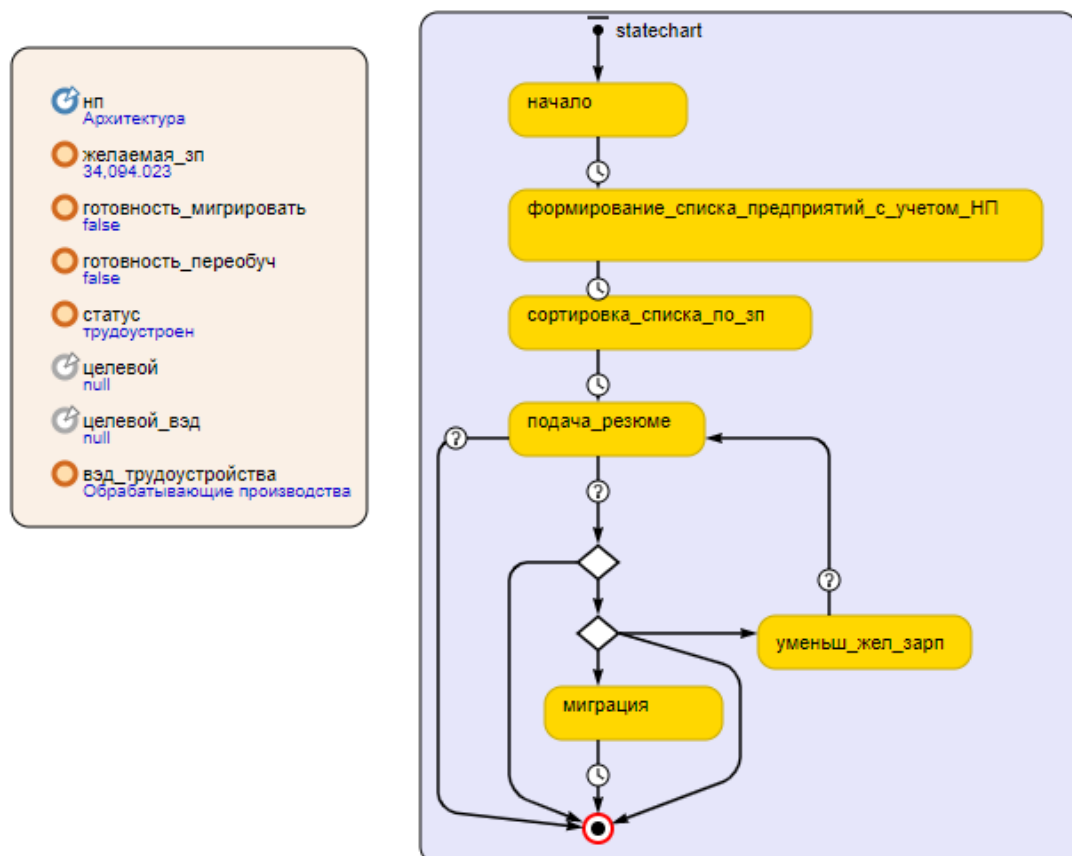


Рисунок 4. Окно экземпляра агента-выпускника ССУЗа

31 В рамках исследования были проведены вычислительные эксперименты, основанные на компьютерной имитации трудоустройства выпускников ссузов. Эти эксперименты были основаны на учете индивидуальных характеристик выпускников, а также различных регулирующих воздействий и сценарных вариантов изменения условий на рынке труда к 2024 году.

32 Сценарий 1. Регулирование поведения выпускников при трудоустройстве на низкооплачиваемые ВЭД. Управляемый параметр – средний уровень зарплаты.

33 По результатам опроса самым важным фактором для выпускников является уровень заработной платы. Средняя зарплата по ВЭД “Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство” составила 33319 руб., что значительно ниже среднерегиональной зарплаты 50513 руб. и зарплатных ожиданий выпускников.

34 Цель эксперимента – оценить степень влияния уровня заработной платы на долю удовлетворенной потребности ВЭД “Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство”.

35 В начальном эксперименте предполагается, что ситуация не изменится и средняя зарплата по ВЭД “Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство” на прежнем уровне 33319 руб. В последующих экспериментах средняя зарплата повышается до 66319 руб. с шагом в 1000 руб. (рис. 5).

36

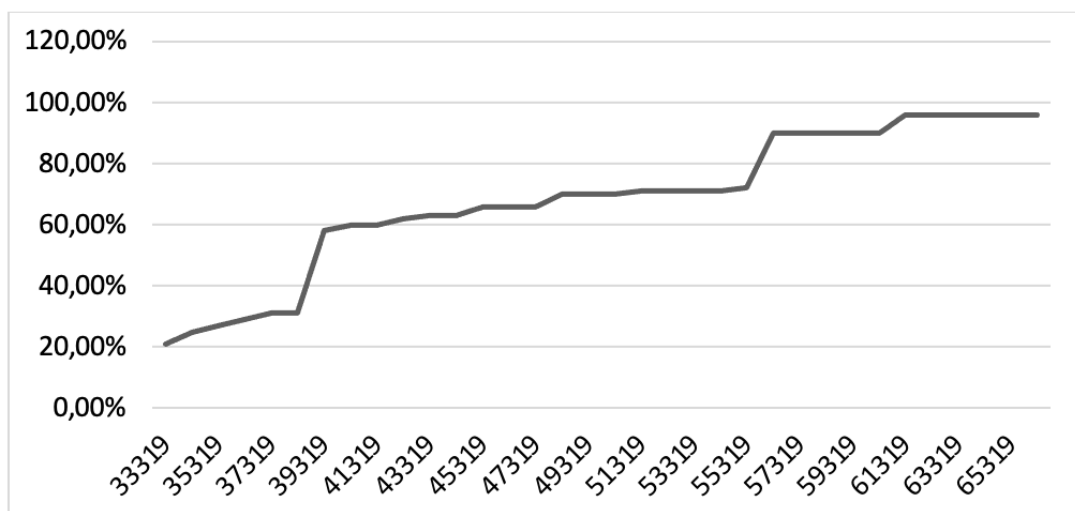


Рисунок 5. Изменение доли удовлетворенной потребности ВЭД “Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство” в зависимости от средней зарплаты

37 Эксперимент показал, что при увеличении заработной платы с 33319 руб. до 39319 руб. доля удовлетворенной потребности ВЭД “Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство” увеличивается незначительно. При дальнейшем увеличении происходит резкий рост доли удовлетворенной потребности с 31% до 58%. Следующий скачкообразный рост доли удовлетворенной потребности происходит с 72% до 90% при увеличении заработной платы с 55319 руб. до 56319 руб. Это связано с тем, что средняя заработная плата в данном ВЭД стала конкурентоспособной. Таким образом, можно сделать вывод о том, что регулируемый параметр оказывает ощутимое

воздействие на долю удовлетворенной потребности. В случае если проводить эффективное регулирование заработной платы, то можно добиться повышения доли удовлетворенной потребности в ВЭД с дефицитом рабочей силы.

38 Сценарий 2. Регулирование числа выпускников на востребованные направления подготовки. Управляемый параметр - число выпускников по направлениям подготовки.

39 В ВЭД “Обрабатывающие производства” одним из востребованных направлений подготовки является “Технологии материалов”, потребность по которой составляет 905 человек, но планируемый выпуск по данному направлению подготовки 146 человек.

40 Цель эксперимента - изучить влияние увеличения числа выпускников по направлению подготовки “Технологии материалов” на долю удовлетворенной потребности по соответствующему направлению подготовки в ВЭД “Обрабатывающие производства”.

41 В первом эксперименте предполагается, что ситуация не изменится и число выпускников по направлению подготовки “Технологии материалов” остается на прежнем уровне - 146 чел. В последующих экспериментах число выпускников до 506 чел. с шагом в 30 чел. (рис. 6).

42

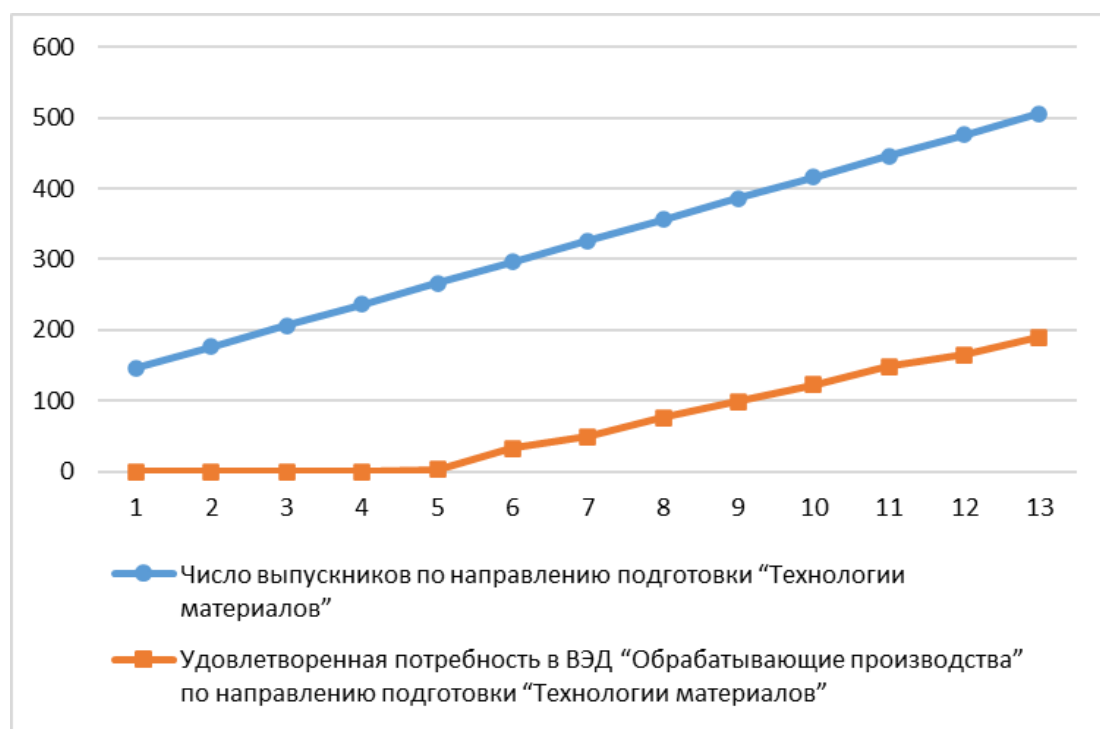


Рисунок 6. Изменение удовлетворенной потребности ВЭД “Обрабатывающие производства” по направлению подготовки “Технологии материалов” в зависимости от числа выпускников соответствующего направления

43 При повышении числа выпускников по направлению подготовки “Технологии материалов” до 236 чел. ни один выпускник не трудоустроился в ВЭД “Обрабатывающие производства”, т.к. они предпочитают другие ВЭД, где заработная плата выше. При дальнейшем повышении числа выпускников, часть из них устраивается в ВЭД “Обрабатывающие производства” т.к. в других

высокооплачиваемых ВЭД вакантных мест для всех выпускников уже не хватает, причем из каждых дополнительных 30 выпускников в “Обрабатывающие производства” устраиваются около 23. Для удовлетворения растущей потребности по ВЭД “Обрабатывающие производства”, необходимо увеличить выпуск по востребованным специальностям либо увеличить среднюю зарплату по ВЭД, чтобы увеличить его привлекательность для выпускников.

⁴⁴ Для эффективной адаптации СПО к новым реалиям рынка труда разработан рабочий инструмент для оценки и прогнозирования поведения выпускников ссузов на рынке труда с учетом количественных и качественных аспектов. Представленный инструмент позволяет проанализировать различные сценарные варианты воздействий на рынок труда и сферу образования. Практическая значимость нашей модели проявляется в ее способности апробировать управленческие решения и проводить вычислительные эксперименты.

Библиография:

1. Акопов А.С., Бекларян Л.А., Бекларян А.Л. Мультисекторная модель ограниченного соседства: сегрегация агентов и оптимизация характеристик среды // Математическое моделирование. 2021, Т. 33, № 11.
2. Акопов А.С., Бекларян Г.Л. Оптимизация структуры занятости с использованием мультисекторной модели ограниченного соседства // Вестник ЦЭМИ, 2022, № 1.
3. 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
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
5. 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. С. 184.
6. Гуртов В. А., Серова Л. М. Матрицы профессионального квалификационного соответствия «27 ВЭД-28 УГС» // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: Сб. докладов по материалам. 2007. С. 142.
7. Гуртов В. А., Питухин Е. А. Математическая модель прогнозирования спроса и предложения на рынке труда в российских регионах // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2004, Т. 11, №. 3.

8. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Новый инструментарий в общественных науках – агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // «Экономика и управление». 2009, № 12 (50)
9. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С., Ровенская Е.А., Стрелковский Н.В. Агентное моделирование социально-экономических последствий миграции при государственном регулировании занятости // Экономика и математические методы. 2022, Т. 58, № 1
10. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С., Стрелковский Н.В. Моделирование миграционных и демографических процессов с использованием FLAME GPU // Бизнес-информатика. 2022, Т. 16, № 1
11. Минпросвещение России: Стратегия развития среднего профобразования до 2030 года от 23 октября 2020 // URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400621537/>
12. Образование и культура в Республике Башкортостан: Статистический сборник. Башкортостанстат / под общ. ред. А.М. Ганиева. – Уфа: ИСЭИ УФИЦ РАН, 2021. 130 с.
13. Прогноз социально-экономического развития Республики Башкортостан // URL: <https://economy.bashkortostan.ru/activity/22338/>
14. Россошанская Е. А. Комплексная агент-ориентированная модель воспроизводства трудового потенциала муниципального образования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019, Т.12, № 1
15. Среднемесячная начисленная заработная плата работников организаций в Республике Башкортостан по видам экономической деятельности // URL: https://02.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/wtrud-zp_02_20.pdf
16. Autor D. H., Levy F., Murnane R. J. The skill content of recent technological change: An empirical exploration // The Quarterly journal of economics. 2003, Vol 118, №. 4
17. Neugart M., Richiardi M. Agent based models of the labor market //The Oxford Handbook on Computational Economics and Finance. – Oxford University Press, 2018.
18. Nakamura M., Hagiwara S., Matoba R. Simulation for labor market using a multiagent model toward validation of the Amended Labor Contract Act //Artificial Life and Robotics. 2022, Т. 27, № 3

Imitation model of the labour market behaviour of graduates of secondary vocational education institutions

Amina Gaisina

Institute of Social and Economic Research UFRC RAS

Russian Federation, Ufa

Aidar Minyazev

Institute of Social and Economic Research UFRC RAS

Russian Federation, Ufa

Abstract

The structure of the needs of enterprises for workers is undergoing changes, and the system professional education must adapt as quickly as possible to the new realities of the labor market. For a prompt response to current personnel requests, imitation model of the behavior of graduates in the labor market is proposed, taking into account the direction of training (DT) of system professional education, the need for workers by the type of economic activity (TEA), presented in the form of a matrix of professional and qualification compliance with TEA-DT and a sociological survey graduates. The imitation model is based on an agent - oriented approach, where agents are graduates of colleges, enterprises, enlarged by the type of economic activity and authorities, given exogenously. The software implementation makes it possible to imitate the real processes of employment of college graduates, taking into account vacancies in the type of economic activity and direction of training. The use of the simulation model will allow to regulate the emerging imbalance between the offers of the secondary schools and the needs of enterprises.

Keywords: secondary vocational education, graduate, behavioral aspects of graduates, agent-based model, labor market

Date of publication: 30.06.2023

Citation link:

Gaisina A., Minyazev A. Imitation model of the labour market behaviour of graduates of secondary vocational education institutions // Artificial societies. – 2023. – V. 18. – Issue 2. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800025572-8-1/>. DOI: 10.18254/S207751800025572-8