

УДК 004.942:331.5

EDN RGKZKX

<https://www.doi.org/10.47813/rosnio-III.2024.2006>

Имитационное моделирование процесса трудоустройства специалистов сферы информационных технологий

Ю.А. Галактионова*, О.Н. Яркова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2-я Красноармейская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 190005, Россия

*E-mail: vacuum.otwprj@gmail.com

Аннотация. Рынок труда является одним из основных индикаторов уровня развития и текущего состояния экономики любой страны, эффективности реализуемой государственной политики, а также является одним из показателей уровня жизни населения. В этом контексте исследование работы региональной биржи труда позволяет получить актуальную информацию о состоянии рынка и сделать прогнозы о его развитии. Объектом исследования является биржа труда г. Санкт-Петербурга и работа биржи по трудоустройству специалистов в сфере информационных технологий. В работе приведено описание имитационной модели биржи труда, созданной при помощи среды имитационного моделирования AnyLogic. Для проверки адекватности модели проведено сравнение статистических данных о состоящих на учете на бирже за 2020-2021 гг. с модельными данными. Дана интерпретация результатов моделирования. Предложенная в работе имитационная модель биржи труда может быть использована региональными службами занятости, учебными заведениями, а также органами управления различных уровней для оценки текущих и перспективных изменений спроса и предложения рабочей силы на региональном рынке труда.

Ключевые слова: рынок труда, трудоустройство, ИТ-профессии, имитационное моделирование, биржа труда.

Simulation modeling of employment process of information technology specialists

I.A. Galaktionova*, O.N. Yarkova

St Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., St Petersburg, 190005, Russia

*E-mail: vacuum.otwprj@gmail.com

Abstract. The labor market is one of the main indicators of the level of development and current state of the economy of any country, the effectiveness of the implemented government policy, and is also one of the indicators of the standard of living of the population. In this context, a study of the work of the regional labor exchange allows us to obtain up-to-date information about the state of the market and make forecasts about its development. The object of the study is the labor exchange of St. Petersburg and the work of the exchange for the employment of specialists in the field of information technology. The paper provides a description of a labor exchange simulation model created using the AnyLogic simulation environment. To check the adequacy of the model, a comparison of statistical data on those registered on the stock exchange for 2020-2021 was carried out. with model data. An interpretation of the simulation results is given. The labor exchange simulation model proposed in the work can be used by regional employment services, educational institutions, as well as government bodies at various levels to assess current and future changes in the demand and supply of labor in the regional labor market.

Keywords: labor market, employment, information technology jobs, simulation modeling, labor exchange.

1. Введение

На протяжении последних десятилетий сфера информационных технологий остается достаточно востребованной, а рынок труда в этой области динамически изменяется. В работах [1-3], посвященных исследованию рынка труда используются метод системной динамики и агентно-ориентированный подход к моделированию. Подчеркивается, что при исследовании таких социально-экономических проблем, как трудовая миграция или безработица для получения адекватного результата необходим комплексный подход: в математическую модель включаются статистические данные, позволяющие конкретизировать зависимости; применение только регрессионного анализа и экстраполяции является существенным упрощением. Для реализации комплексного подхода к проблемам рынка труда исследователи используют методы имитационного моделирования. Например, работы [4, 5] Быковой Т.Е., Порфирьева Е.Е. посвящены агентному моделированию ситуации на рынке труда региона и России в целом. Помимо агентного моделирования имитационная модель может описывать объект на основе принципов дискретно-событийного моделирования или системной динамики.

В работе [6] рассмотрены используемые в России методики прогнозирования состояния рынка труда: ИАС «Мониторинг, анализ и прогнозирование динамики системы образования и рынка труда», QUMMIR, методика Агентства трудовой статистики и методика лаборатории прогнозирования трудовых ресурсов Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. Отмечается, что модели по этим методикам требуют достаточно большого количества статистических данных, которые не всегда доступны для сбора, и при этом не прогнозируют нестационарное развитие рынка труда. Сложность сбора информации для указанных моделей – одна из причин, по которой актуальны имитационные модели, основанные на более доступной статистике. Изучение динамики рынка труда, выявление наиболее и наименее востребованных профессий является важным процессом для образовательных учреждений страны (примером служит доклад [7]), и одним из способов изучения служит имитационное моделирование рынка и его показателей.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Настоящая работа посвящена анализу процесса трудоустройства специалистов сферы информационных технологий (ИТ) и разработке модели биржи труда г. Санкт-

Петербург. Создание подобной имитационной модели имеет несколько важных причин: модель позволяет предсказывать изменения на рынке труда региона; позволяет выявить факторы, влияющие на уровень безработицы; помогает региональным властям, учебным заведениям и предприятиям разрабатывать стратегии государственной поддержки бизнесов, стратегии привлечения и удержания квалифицированных специалистов, актуализировать учебные программы для соответствия их нуждам рынка труда.

Цель исследования: разработка инструментария для моделирования работы региональной биржи труда по трудоустройству специалистов отрасли информационных технологий.

Задачи исследования:

- проанализировать работу биржи труда, выявить особенности, подготовить данные для моделирования и верификации модели;
- разработать имитационную модель работы региональной биржи труда по трудоустройству специалистов отрасли информационных технологий;
- провести верификацию модели.

3. Методы и материалы исследования

В настоящей работе подробно рассматривается процесс создания имитационной модели в программной среде AnyLogic 8.8.6. Выбор среды моделирования обусловлен удобством использования программы, скоростью ее работы, значительными возможностями визуализации процесса работы модели, а также открытым доступом к большому объему учебных примеров моделей из разных сфер деятельности человека. Источником исходных данных (табл. 1) служат статистические данные по месяцам за 2020-2021 гг. от Службы занятости г. Санкт-Петербург [8] о количестве граждан, обратившихся за помощью в трудоустройстве и трудоустроенных с помощью Службы.

Проведем моделирование работы региональной биржи труда по трудоустройству специалистов отрасли информационных технологий. Для создания модели использована библиотека моделирования процессов, а именно блоки: source (входящий поток заявок), selectOutput (разделение потока заявок по какому-либо принципу), queue (очередь), delay (узлы обслуживания, реализует задержку агентов на некоторое время), sink (выходящий поток обслуженных заявок).

Таблица 1. Число обратившихся за помощью в трудоустройстве и трудоустроенных специалистов в Санкт-Петербурге за 2020-2021 гг.

Дата	Число обратившихся (чел)	Число трудоустроенных (чел)	Дата	Число обратившихся (чел)	Число трудоустроенных (чел)
30.01.2020	19978	9931	30.01.2021	17303	7407
28.02.2020	7874	3680	28.02.2021	11905	2756
30.03.2020	3675	3195	30.03.2021	15166	11533
30.04.2020	48929	746	30.04.2021	20249	8684
30.05.2020	29869	912	30.05.2021	13267	6169
30.06.2020	24155	4154	30.06.2021	8903	8280
30.07.2020	34556	17975	30.07.2021	17114	11509
30.08.2020	11667	10611	30.08.2021	10013	7391
30.09.2020	20024	10678	30.09.2021	10659	4822
30.10.2020	8328	2129	30.10.2021	11883	4364
30.11.2020	5800	5267	30.11.2021	8802	4211
30.12.2020	12341	5549	30.12.2021	7675	6215

Схема модели приведена на рисунке 1 ниже.

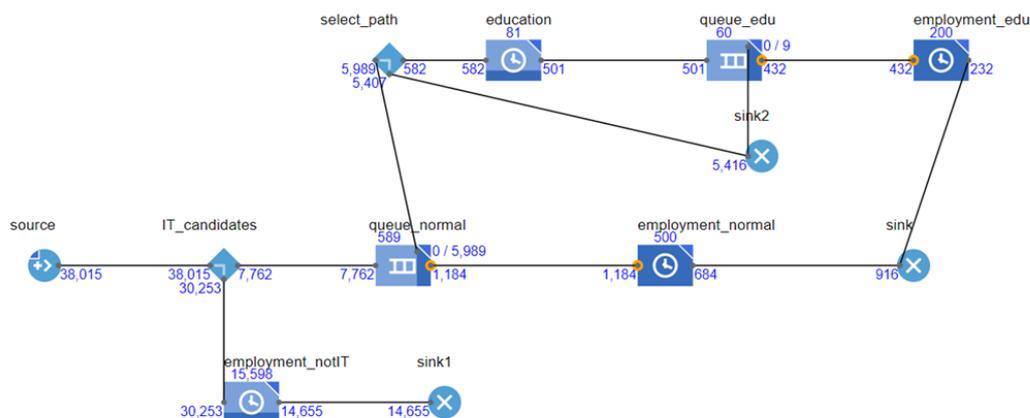


Рисунок 1. Схема имитационной модели биржи труда.

Далее рассмотрим подробнее компоненты схемы: Source – генератор агентов, моделирует безработных, поступающих на биржу труда; IT_candidates – блок типа SelectOutput, используется для разделения потока агентов, агенты имитирующие специалистов ИТ отрасли отбираются с вероятностью 0,2, остальные поступают на блок имитирующий обслуживание специалистов других сфер; employment_notIT – блок типа Delay, в этом блоке происходит обслуживание заявок от специалистов в различных областях кроме ИТ; queue_normal – блок типа Queue, моделирует очередь из ожидающих трудоустройства в сфере ИТ, время ожидания 3 месяца; select_path – блок типа SelectOutput на который поступают заявки, ожидающие трудоустройства более трех месяцев, в рамках указанного блока агенты разделяются и образуют два потока: поток поступающих на обучение или повышение квалификации (заявки отбираются с вероятностью 0,1) и поток, отказывающихся от трудоустройства с помощью биржи труда, эти агенты направляются в sink2 и уничтожаются в модели; education – блок типа Delay, осуществляет имитацию переобучения на профессиональных курсах; queue_edu – блок типа Queue, имитирует очередь из прошедших обучающие курсы и желающих трудоустроиться; employment_normal – блок типа Delay, имитирует подбор вакансии от биржи труда для тех, кто не должен ждать 3 месяца; employment_edu – блок типа Delay, моделирует работу биржи по подбору вакансии для тех, кто прошел профессиональное обучение; sink1 – блок для выхода с биржи трудоустроившихся агентов, которые не относятся к сфере информационных технологий; sink2 – блок для выхода с биржи агентов, которые предпочли продолжить поиск работы самостоятельно и/или переехали в другой регион; sink – блок для выхода трудоустроенных ИТ-специалистов (как прошедших обучение, так и не проходивших).

4. Полученные результаты

Параллельно с работой имитационной модели для наглядности выполнялось построение графика (рис. 2) зависимости числа заявок на различных узлах модели от времени (модельное время – месяцы).

Переменные на рис. 2 представляют собой счетчики: In_it_count – число заявок от ИТ специалистов; In_noit_count – число заявок от прочих специалистов; Out_normal_count – число трудоустроенных ИТ специалистов, не проходивших курсы; Out_edu_count – число трудоустроенных ИТ специалистов после прохождения курсов;

Out_noit_count – число трудоустроенных не-ИТ специалистов; Out_not_edu_count – число ИТ специалистов, которые после долгого ожидания в очереди отказались от услуг биржи и не стали проходить курсы повышения квалификации.

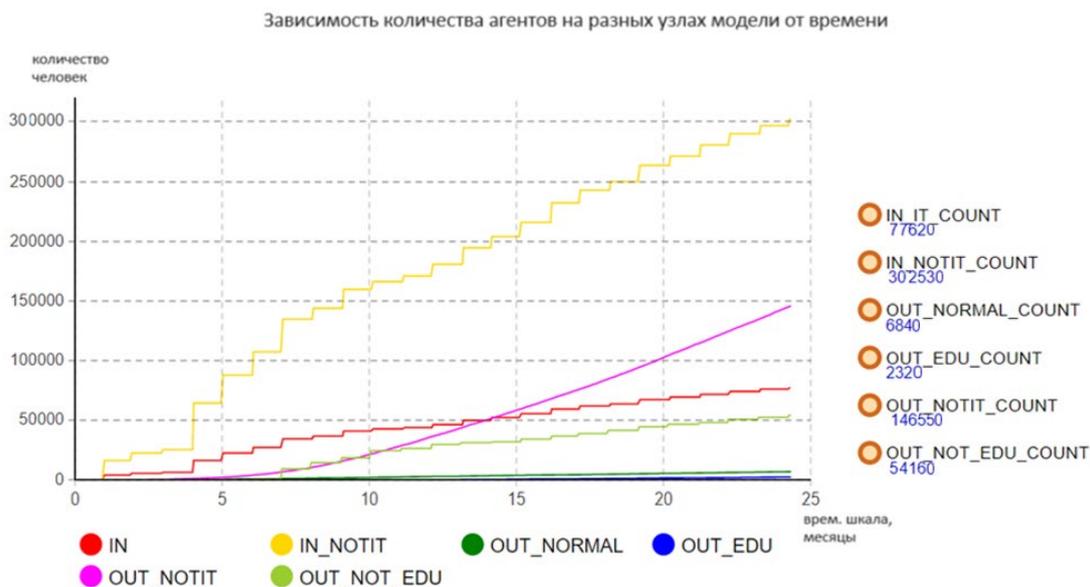


Рисунок 2. График зависимости количества агентов от времени.

Для проверки адекватности работы модели было проведено сравнение статистических данных с данными счетчиков. Количество поданных заявок за 2020-2021 гг. составляет 380135 против 380150 по модели, количество трудоустроенных составило 158168 против 155710 человек. По данным показателям можно сказать, что модель обладает достаточно высоким качеством, а результат соответствует реальным статистическим данным. Для сравнения количества человек, прошедших обучение были использованы данные федерального проекта «Содействие занятости» («Демография») [9] по г. Санкт-Петербург. В 2021 г. обучение прошло 2400 человек, в 2022 г. – 3000 человек (программа была запущена в 2021 г.), а по модели за 2020-2021 гг. количество обучившихся на курсах ИТ-специалистов составило 2320 человек. Расхождение можно объяснить тем, что модель ведет подсчет переобучившихся ИТ-специалистов, а участниками федерального проекта были люди разных профессий. Более того, наиболее популярными учебными направлениями по программе являются курсы, связанные с цифровыми профессиями, аналитикой данных, программированием.

Анализ данных в табл. 1 показал, что на поток входящих заявок не оказывает значительного влияния ежегодный приток выпускников ВУЗов в летние месяцы.

Вероятно, это связано с тем, что выпускники сначала ищут работу собственными силами, и только через некоторое время обращаются за помощью в службу трудоустройства. Вторая возможная причина заключается в том, что в настоящее время обучение ИТ-специализациям возможно и при помощи различных онлайн-школ и курсов (Netologia, Stepik, Geekbrains и др.), выпускники данных курсов выходят на рынок круглый год и не учитываются в официальной статистике. Исходя из этих данных можно предположить, что часть выпускников ВУЗов после окончания учебы не начинает поиск работы в ИТ-сфере.

5. Выводы

Предложенная в работе имитационная модель биржи труда позволяет предсказать поведение специалистов по информационным технологиям, желающих трудоустроиться в конкретном регионе. Проблема оценки количества соискателей в регионе особенно актуальна в ИТ-сфере, поскольку в данной области многие вакансии позволяют работать удаленно. Предложенная в данной работе имитационная модель биржи труда может быть использована региональными службами занятости, учебными заведениями, а также органами управления различных уровней для оценки текущих и перспективных изменений спроса и предложения рабочей силы на региональном рынке труда.

Список литературы

1. Сушко Е.Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация / Е.Д. Сушко. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 54 с.
2. Васильева А.В. Динамическая модель трудовой миграции: построение и реализация / А.В. Васильева, А.А. Тарасьев // Экономика региона. – 2012. – № 4. – С. 140-148.
3. Хавинсон М.Ю. Математическое моделирование динамики численности разновозрастных занятых в экономике региона / М.Ю. Хавинсон, М.П. Кулаков // Компьютерные исследования и моделирование. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 441-454. DOI: 10.20537/2076-7633-2014-6-3-441-454.
4. Быкова Т.Е. Имитационная модель рынка труда Алтайского края / Т.Е. Быкова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – № 1 (57). – С. 21-30.

5. Порфирьев Е.Е. Моделирование текущих тенденций на российском рынке труда / Е.Е. Порфирьев // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2017. – № 37. – С. 85-94.
6. Курятков В.А. Прогнозирование рынка труда региона методами системной динамики / В.А. Курятков, К.О. Конюшевская // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2012. – № 9(51). – С. 94-100.
7. Гаськов В. Опыт анализа спроса на квалифицированные кадры и его применение для планирования профессионального образования. G20TS Project. URL: <https://www.ilo.org/ru/media/65551/download> (дата обращения 10.05.2024)
8. Служба занятости Санкт-Петербурга, аналитические отчеты. – URL: <http://www.r21.spb.ru/empl/analytics.htm> (дата обращения 01.03.2024)
9. Комитет по труду и занятости населения Санкт-Петербурга. – URL: <https://ktzn.gov.spb.ru/press/smi/> (дата обращения 01.03.2024)