

УДК 332.14

DOI: 10.31040/2222-8349-2022-0-4-101-106

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ РЫНКА ТРУДА  
В КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТАХ  
НА ОСНОВЕ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА**

© Д.А. Гайнанов, А.И. Минязев

Одним из важнейших условий хорошо функционирующей и развивающейся экономики является сбалансированность трудовых ресурсов. Несоответствие между спросом на труд и его предложением приводит к росту безработицы, снижению уровня и качества жизни, расширению теневой экономики и другим негативным последствиям для населения. В то же время нехватка квалифицированных кадров влияет на эффективность работы предприятий. Социально-экономические изменения и кризисные явления оказывают существенное влияние на формирование трудовых ресурсов. В постреформенный период качество трудовых ресурсов значительно снизилось, а связь между системой профессионального образования и производством была разорвана. Для оценки ситуации на рынке труда используется прогноз баланса трудовых ресурсов. Согласно методологии, утвержденной Министерством труда Российской Федерации, прогноз баланса трудовых ресурсов основан на экспертных оценках и экстраполяции данных, которые не могут обеспечить необходимую надежность при меняющихся условиях в экономике. Становится актуальной прогнозирование спроса на рынке труда в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе с использованием соответствующих экономико-математических методов и моделей. Анализ существующих моделей прогнозирования показывает, что большинство из них основаны на прогнозах демографической ситуации и возрастно-половой структуры, экстраполируя ретроспективные данные о занятости и безработице на рынке труда. В то же время исследователи в этом направлении уделяют мало внимания поведенческим характеристикам экономических агентов и структурным изменениям на рынке труда, которые могут произойти в условиях цифровой трансформации экономики. Для прогнозирования спроса на рабочую силу предлагается модель, основанная на агент-ориентированном подходе, которая учитывает сценарные варианты экономической и кадровой политики. Применяя эту модель, можно прогнозировать трудовые ресурсы при различных сценариях воздействия, таких как демографические условия, изменения социально-экономических условий, исчезновение или появление новых профессий на рынке труда и образования, получить набор перспективных стратегий поведения агентов, оценить степень воздействия на формирование трудовых ресурсов и выбрать наиболее эффективный сценарий воздействия.

Ключевые слова: имитационное моделирование, агент-ориентированный подход, потребность рынка труда, прогноз баланса трудовых ресурсов.

Для оценки уровня «проблем» на рынке труда используется прогноз баланса трудовых ресурсов, разработка которого регулируется рядом законов [1, 2]. Прогноз разрабатывается на очередной год и плановый 2-летний период по видам экономической деятельности в соответствии с перечнем разделов Общероссийского классификатора видов экономической деятельности как для страны в целом, так и для субъектов федерации. Цель прогноза – оценка потенциальной сбалансированности и определение структурного соотношения спроса

и предложения на рынке труда; выявление перспективных направлений развития рынка труда с учетом стратегий развития отдельных отраслей и секторов экономики; повышение эффективности формирования, регулирования и использования трудовых ресурсов [3].

В соответствии с методикой, утвержденной Министерством труда Российской Федерации, прогноз баланса трудовых ресурсов разрабатывается на основе: 1) данных отчетного баланса трудовых ресурсов; 2) данных о прогнозной численности населения Российской Феде-

ГАЙНАНОВ Дамир Ахнафович – д.э.н., Институт социально-экономических исследований УФИЦ РАН, e-mail: 2d2@inbox.ru

МИНЯЗЕВ Айдар Илшатович, Институт социально-экономических исследований УФИЦ РАН, e-mail: aiminyazev@mail.ru

рации (демографический прогноз); 3) прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу, очередной финансовый год и плановый период; 4) данных федеральных органов исполнительной власти, государственных внебюджетных фондов и Центрального банка Российской Федерации; 5) экспертной оценки потребности и возможном перераспределении рабочей силы между видами экономической деятельности вследствие происходящих структурных изменений в экономике. При этом в методике указано, что «численность занятых в экономике по разделам ОКВЭД в прогнозном периоде определяется по каждому указанному разделу ОКВЭД с использованием методов экстраполяции и экспертных оценок на основе данных о численности занятых в экономике по указанным разделам ОКВЭД» [2].

Прогнозирование на основе экспертных оценок и экстраполяции данных не обеспечивает необходимую достоверность в меняющихся в перспективе условиях. К тому же отсутствует достоверная информация от предприятий о планируемом количестве работников, необходимых для осуществления деятельности на рынке труда, которую чаще всего получают путем опроса работодателей. Но не все работодатели добросовестно участвуют в таких опросах. В частности, в проведенном в Республике Башкортостан в 2021 г. опросе приняли участие лишь 4.3% от общего числа организаций, зарегистрированных на территории республики [4].

В этих условиях становится актуальной задача прогнозирования потребностей рынка труда в кратко-, средне- и долгосрочном периоде с использованием адекватных экономико-математических методов и моделей.

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 [5], прогноз динамики трудовых ресурсов когортно-компонентным методом В.Б. Прудникова [6], математическая модель самоорганизации трудовых ресурсов А.П. Невечери [7], методология композиции когнитивного и динамического моделирования Г.В. Гореловой, А.В. Масленниковой и Е.Н. Соколовой [8].

Анализ научных и практических исследований в области прогнозирования потребностей рынка труда показывает, что большинство из

них основано на демографических прогнозах численности населения, возрастно-половой структуры и возрастных сдвигов, экстраполяции ретроспективных данных о ситуации с занятостью и безработицей на рынке труда, а также прогнозах трудовых ресурсов в связи с миграционными потоками. В то же время очень мало научных исследований посвящено поведенческим характеристикам экономических агентов на рынке труда и возможным структурным изменениям на рынке в условиях цифровой трансформации экономики.

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 агент-ориентированного 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.

Активными агентами системы «рынок труда – рынок образовательных услуг» являются общество, образовательные учреждения и работодатели. Агент-индивид в модели может быть наделен различными личностными характеристиками, которые влияют на его поведение от рождения до выбора профессии, учебного заведения и последующего трудоустройства, наряду с условиями окружающей среды, которым он подвергается. Такая детализация макро- и микроуровня позволяет прогнозировать трудовые ресурсы при различных сценариях воздействия, включая демографические и социально-экономические условия, исчезновение или появление новых профессий на рынке труда и направлений обучения и др. Изменение входных параметров модели и их комбинаций позволяет получить набор возможных стратегий, оценить степень их влияния на формирование трудовых ресурсов и выбрать наиболее эффективный сценарий воздействия на поведение агентов рынков труда и образовательных услуг.

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. [9–11].

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 [12], А.В. Маматова, А.Л. Машковой и О.А. Савиной [13], Е.А. Россошанской [14], Т.Е. Быковой [15] не уделяют достаточно внимания поведению человека в зависимости от его индивидуальных характеристик, слабо отражены особенности и связи рынков труда и образовательных услуг.

В ИСЭИ УФИЦ РАН в последние годы разрабатывается система моделей рынков труда и образовательных услуг с применением агент-ориентированного подхода (рис.) [16–18].

Авторами предлагается комплексная концептуальная агент-ориентированная модель системы «рынок труда – рынок образовательных услуг», основанная на определении дисбаланса спроса и предложения на региональном рынке труда как несоответствие потребности в кадрах фактической численности занятых в экономике. Основными элементами модели являются: 1) модуль агента «Человек», характеризующий его как потребителя образовательных услуг в статусе «Абитуриент» для получения необходимых компетенций с целью трудоустройства и как элемента трудового ресурса в статусах «Выпускник», «Безработный», «Уволившийся с работы», «Мигрант», имеющего такие компетенции. Исходные данные для этих параметров оп-

ределяются с помощью статистических данных, а также опросов, социологических исследований и технологий цифровых траекторий или «цифрового следа» человека. На практике это позволяет создать цифрового двойника человека, что дает возможность моделировать как его образовательную, так и трудовую траектории на региональных рынках; 2) модуль рынка образования включает в себя популяцию агентов «Образовательные учреждения», характеризующуюся перечнем направлений обучения, количеством бюджетных квот, рейтингом, стоимостью обучения и предметами, необходимыми для поступления и др., что позволяет моделировать рыночные условия и различные меры регулирования по уровням образования; 3) модуль рынка труда (экономика), состоящий из популяции агентов «Предприятия», каждый из которых представляет вид экономической деятельности, характеризующийся такими параметрами, как производство товаров и услуг, количество вакансий, число работников, текучесть кадров, выход на пенсию, производительность труда и т.д.; 4) модуль «Регион», определяющий влияние внешней среды на остальных агентов системы и включающий 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.).



Рис. Концептуальная модель системы рынков труда и образовательных услуг

Для формирования структуры будущих трудовых ресурсов наиболее эффективно не только прогнозировать, но и управлять, корректировать иррациональное поведение человека на рынках труда и образовательных услуг, задавая различные сценарии воздействия на экономических агентов. Управляющими факторами являются такие параметры, как количество бюджетных мест, рейтинг вуза, стоимость обучения по специальности, количество мест в общежитиях в регионе, уровень заработной платы, число вакантных мест и др. Управление этими параметрами позволяет имитировать различные сценарии государственного воздействия с целью формирования необходимых будущих трудовых ресурсов и оценить эффективность этих мероприятий.

Все эти управляющие меры можно комбинировать, чтобы оценить их эффект на поведение человека уже при выборе специальности, что в конечном итоге позволит решить проблему обеспечения потребности в будущих специальностях, исходя из перспектив развития видов экономической деятельности в регионе.

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

### Литература

1. Постановление Правительства РФ от 03.06.2011 г. № 440 «О разработке прогноза баланса трудовых ресурсов». URL: <https://base.garant.ru/12186584/> (дата обращения 22.08.2022)
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 апреля 2019 г. № 248н «Об утверждении методики разработки прогноза баланса трудовых ресурсов». URL: <https://base.garant.ru/72607496/> (дата обращения 22.08.2022)
3. Перекрест В.Т., Курзнев В.А., Перекрест И.В. Особенности формирования структурного баланса трудовых ресурсов на рынке труда // Управленческое консультирование. 2015. №5 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-strukturnogo-balansa-trudovyh-resursov-na-rynke-truda> (дата обращения: 22.08.2022).
4. Разработан прогноз потребностей рынка труда в специалистах и рабочих кадрах Республики Башкортостан до 2031 года // Министерство семьи, труда и социальной защиты населения Республики Башкортостан. URL: <https://mintrud.bashkortostan.ru/presscenter/news/419318/>
5. Кегова К.В., Русяк И.Г., Вавилова Д.Д. Экономико-математическое моделирование потенциала трудовых ресурсов региона (на примере Удмуртской Республики) // Евразийское Научное Объединение. 2020. № 4-4. С. 243–246.
6. Прудников В.Б. Прогноз динамики трудовых ресурсов в Республике Башкортостан к 2030 г. Когортно-компонентным методом // Региональная экономика: проблемы и перспективы развития. 2016. С. 267–272.
7. Невечера А.П. Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52. № 2. С. 129–140.
8. Горелова Г.В., Масленникова А.В., Соколова Е.Н. Исследования рынка труда на основе синтеза динамического и когнитивного моделирования // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. 2017. № 1. С. 18–22.
9. Макаров В.Л. и др. Агент-ориентированная модель Евразии и имитация реализации крупных инфраструктурных проектов // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 4. С. 1102–1116.
10. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Агент-ориентированная модель для мониторинга и управления реализацией больших проектов // Экономика и управление. 2017 № 4 (138). С. 4–7.
11. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода // Федерализм. 2014. № 4. С. 37–46.
12. 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.
13. Машкова А.Л., Маматов А.В., Савина О.А. Прогнозирование динамики кадрового потенциала в регионах России с использованием методов агент-ориентированного моделирования // Искусственные общества. 2019. Т. 14. № 3. С. 7-7.
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. Быкова Т.Е. Имитационная модель рынка труда Алтайского края // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2019. № 1(57).
16. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И. Модель взаимодействия экономических агентов региональных рынков образовательных услуг и труда и оценка сбалансированности рынков // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support ITIDS'2015. 2015. С. 199–204.
17. 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.
18. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И., Миняев А.И. Имитационная модель управления поведе-

нием абитуриента в образовательной системе региона // Креативная экономика. 2020. Т. 14. № 10. С. 2551–2568.

### References

1. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 03.06.2011 g. № 440 «O razrabotke prognoza balansa trudovykh resursov». URL: <https://base.garant.ru/12186584/> (data obrashcheniya 22.08.2022)
2. Prikaz Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity RF ot 15 aprelya 2019 g. № 248n "Ob utverzhdenii metodiki razrabotki prognoza balansa trudovykh resursov". URL: <https://base.garant.ru/72607496/> (data obrashcheniya 22.08.2022)
3. Perekrest Vladimir Terent'yevich, Kurzenev Vladimir Anatol'yevich, Perekrest Igor' Vladimirovich Osobnosti formirovaniya strukturnogo balansa trudovykh resursov na rynke truda // Upravlencheskoye konsul'tirovaniye. 2015. №5 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-strukturnogo-balansa-trudovykh-resursov-na-rynke-truda> (data obrashcheniya: 22.08.2022).
4. Razrabotan prognoz potrebnostey rynka truda v spetsialistakh i rabochikh kadrakh Respubliki Bashkortostan do 2031 goda // Ministerstvo sem'i, truda i sotsial'noy zashchity naseleniya Respubliki Bashkortostan: ofitsial'nyy sayt. URL: <https://mintrud.bashkortostan.ru/presscenter/news/419318/>
5. Ketova K.V., Rusyak I.G., Vavilova D.D. Ekonomiko-matematicheskoye modelirovaniye potentsiala trudovykh resursov regiona (na primere Udmurtskoy Respubliki) // Yevraziyskoye Nauchnoye Ob'yedineniye, 2020, no. 4-4, pp. 243-246.
6. Prudnikov V.B. Prognoz dinamiki trudovykh resursov v Respublike Bashkortostan k 2030g. Kogortno-komponentnym metodom // Regional'naya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya, 2016, pp. 267-272.
7. Nevecherya A.P. Issledovaniye dinamiki trudovykh resursov na osnove mnogootraslevoy matematicheskoy modeli rynka truda // Ekonomika i matematicheskiye metody, 2016, vol. 52, no. 2, pp. 129-140.
8. Gorelova G.V., Maslennikova A.V., Sokolova Ye.N. Issledovaniya rynka truda na osnove sinteza dinamicheskogo i kognitivnogo modelirovaniya // Vestnik Rossiyskogo novogo universiteta. Seriya: Chelovek i obshchestvo, 2017, no. 1, pp. 18-22.
9. Makarov V. L. i dr. Agent-orientirovannaya model' Yevrazii i imitatsiya realizatsii krupnykh infrastrukturykh proyektov // Ekonomika regiona, 2018, vol. 14, no. 4, pp. 1102-1116.
10. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko Ye.D. Agent-orientirovannaya model' dlya monitoringa i upravleniya realizatsiyey bol'shikh proyektov // Ekonomika i upravleniye, 2017, no. 4 (138), pp. 4-7.
11. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko Ye.D. Modelirovaniye demograficheskikh protsessov s ispol'zovaniyem agent-orientirovannogo podkhoda // Federalizm, 2014, no. 4, pp. 37-46.
12. Khavinson M.Yu., Kolobov A.N. Modelirovaniye dinamiki chislennosti zanyatogo naseleniya v otraslyakh ekonomiki: agent-orientirovanny podkhod // Komp'yuternyye issledovaniya i modelirovaniye, 2018, vol. 10, no. 6, pp. 919-937.
13. Mashkova A.L., Mamatov A.V., Savina O.A. Prognozirovaniye dinamiki kadrovogo potentsiala v regionakh Rossii s ispol'zovaniyem metodov agent-orientirovannogo modelirovaniya // Iskusstvennyye obshchestva, 2019, vol. 14, no. 3, pp. 7-7.
14. Rossoshanskaya Ye.A. Kompleksnaya agent-orientirovannaya model' vosproizvodstva trudovogo potentsiala munitsipal'nogo obrazovaniya // Ekonomicheskkiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz, 2019, vol. 12, no. 1.
15. Bykova T. Ye. Imitatsionnaya model' rynka truda Altayskogo kraya // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. Regional'noye prilozheniye, 2019, no. 1(57).
16. Gaynanov D.A., Migranova L.I. Model' vzaimodeystviya ekonomicheskikh agentov regional'nykh rynkov obrazovatel'nykh uslug i truda i otsenka sbalansirovannosti rynkov // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support ITIDS'2015, 2015, pp. 199-204.
17. Gaynanov D.A., Migranova L.I. Transformatsiya regional'nykh rynkov obrazovatel'nykh uslug i truda v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika, 2020, vol. 18, no. 8, pp. 1430-1448.
18. Gaynanov D.A., Migranova L.I., Minyazev A.I. Imitatsionnaya model' upravleniya povedeniym abiturienta v obrazovatel'noy sisteme regiona // Kreativnaya ekonomika, 2020, vol. 14, no. 10. pp. 2551-2568.



**A CONCEPTUAL MODEL FOR FORECASTING SKILLS NEEDS  
IN THE LABOUR MARKET BASED ON AN AGENT-BASED APPROACH**

© D.A. Gainanov, A.I. Minyazev

Institute of Social and Economic Researches – Subdivision of the Ufa Federal Research Center  
of the Russian Academy of Sciences,  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

One of the most important conditions for a well-functioning and developing economy is a balanced labour force. The mismatch between the demand for labour and its supply leads to higher unemployment, lower living standards and quality of life, an expanding shadow economy and other negative consequences for the population. At the same time, the shortage of qualified labour affects the efficiency of enterprises. Socio-economic changes and crisis phenomena have a significant impact on the formation of the labour force. In the post-reform period, the quality of labour resources has declined significantly and the link between the vocational education system and production has been severed. To assess the situation on the labour market, a forecast of the labour resources balance is used. According to the methodology approved by the Ministry of Labour of the Russian Federation, labour resource balance forecasts are based on expert estimates and extrapolation of data, which cannot provide the necessary reliability under changing conditions in the economy. Forecasting labour market demand in the short, medium and long term using appropriate economic and mathematical methods and models is becoming relevant. Analysis of existing forecasting models shows that most of them are based on forecasts of demography and age-sex structure, extrapolating retrospective data on employment and unemployment in the labour market. At the same time, researchers in this direction pay little attention to the behavioural characteristics of economic agents and structural changes in the labour market that may occur in the digital transformation of the economy. A model based on the agent-based approach, which takes into account scenario options of economic and human resource policies, is proposed for forecasting labour demand. Applying this model, it is possible to forecast labour resources under different impact scenarios, such as demographic conditions, changes in socio-economic conditions, disappearance or emergence of new professions in the labour market and education, obtain a set of prospective strategies of agent behaviour, assess the degree of impact on labour resource formation and choose the most effective scenario of impact.

Keywords: simulation modelling, agent-based approach, labour market demand, labour force balance forecast.