

АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

П. В. Айкашев¹, Т. В. Черушева², Н. В. Зверовщикова³

^{1, 2, 3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹aikashev.pavel@mail.ru, ²tank1100@yandex.ru, ³nvz.matematika@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рост потребности в квалифицированных кадрах для реализации технологических инноваций и развития инфраструктуры обуславливает актуальность анализа и численного моделирования распределения выпускников инженерно-технических специальностей (ИТС). В связи с этим важно проводить регулярный мониторинг спроса и предложения ИТС на рынке труда, чтобы адекватно реагировать на изменения и обеспечивать наличие необходимых кадров для успешного развития бизнеса. Это поможет выявить недостаток или избыток специалистов в определенных областях, поспособствовать оптимизации образовательных программ, а также обеспечить соответствие подготовки выпускников требованиям рынка труда. В условиях цифровизации и перехода к устойчивому развитию важно эффективно использовать ресурсы для формирования инженерного потенциала страны. Цель исследования – разработка адекватных математических моделей для моделирования распределения выпускников инженерных специальностей Пензенского государственного университета (ПГУ). *Материалы и методы.* Используются методы статистического анализа, эконометрического моделирования, экономико-математического моделирования. *Результаты.* В условиях стремительных изменений на рынке труда и растущей необходимости в высококвалифицированных кадрах распределение выпускников инженерно-технических специальностей приобретает особую значимость. На основе зарубежных и отечественных моделей рынка труда разработаны три математические модели для анализа распределения выпускников инженерно-технических специальностей ПГУ. Эти модели служат инструментом для прогнозирования числа бакалавров, специалистов и магистров, которые будут искать работу по окончании учебы. С использованием построенных математических моделей и результатов предыдущих связанных исследований был сформирован усредненный прогноз распределения выпускников ИТС ПГУ в переходный период «учеба – работа» до 2028 г. *Выводы.* Полученные результаты позволяют не только прогнозировать распределение выпускников, но и оценивать возможный дисбаланс между спросом и предложением специалистов, подчеркнуть необходимость повышения престижа технических специальностей и актуальность инженерного образования. Успешное развитие научно-исследовательской деятельности и промышленности, а также сектора наукоемких услуг становится критически важным для реиндустриализации экономики России.

Ключевые слова: высшее инженерно-техническое образование, распределение выпускников, моделирование, выпуск инженерно-технических специалистов

Для цитирования: Айкашев П. В., Черушева Т. В., Зверовщикова Н. В. Анализ и математическое моделирование распределения выпускников инженерно-технических специальностей Пензенского государственного университета // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2025. № 1. С. 46–57. doi: 10.21685/2227-8486-2025-1-4

ANALYSIS AND MATHEMATICAL MODELING OF DISTRIBUTION OF ENGINEERING AND TECHNICAL SPECIALTIES GRADUATES OF PENZA STATE UNIVERSITY

P.V. Aikashev¹, T.V. Cherusheva², N.V. Zverovshchikova³

^{1,2,3} Penza State University, Penza, Russia

¹ aikashev.pavel@mail.ru, ² tank1100@yandex.ru, ³ nvz.matematika@yandex.ru

Abstract. *Background.* The growing demand for skilled personnel to implement technological innovations and develop infrastructure underscores the relevance of analyzing and numerically modeling the distribution of graduates in engineering and technical specialties (ETS). Therefore, it is essential to conduct regular monitoring of the demand and supply of ETS in the labor market to respond adequately to changes and ensure the availability of necessary personnel for the successful development of businesses. This helps identify shortages or surpluses of specialists in specific fields, optimizes educational programs, and ensures that graduates' training meets labor market requirements. In the context of digitalization and the transition to sustainable development, it is crucial to effectively utilize resources to cultivate the engineering potential of the country. The aim of this study is to develop appropriate mathematical models for simulating the distribution of graduates from the Penza State University (PSU) engineering programs. *Materials and methods.* Statistical analysis methods, econometric modeling, and economic-mathematical modeling are employed. *Results.* In the context of rapid changes in the labor market and the growing need for highly qualified personnel, the distribution of graduates of engineering and technical specialties is of particular importance. Based on foreign and domestic models of the labor market, three mathematical models have been developed to analyze the distribution of graduates of engineering and technical specialties at PSU. These models serve as a tool for forecasting the number of bachelors, specialists and masters who will look for work after graduation. Using the constructed mathematical models and the results of previous related studies, an average forecast for the distribution of PSU ITS graduates in the transition period "study-work" until 2028 has been formed. *Conclusions.* The results obtained not only allow for forecasting the distribution of graduates but also assess the potential imbalance between demand and supply of specialists in this field. These data highlight the necessity of enhancing the prestige of technical specialties and the relevance of engineering education. The successful development of research activities and industry, as well as the high-tech service sector, becomes critically important for the reindustrialization of Russia's economy.

Keywords: higher engineering and technical education, distribution of graduates, modeling, graduation of engineering and technical specialists

For citation: Aikashev P.V., Cherusheva T.V., Zverovshchikova N.V. Analysis and mathematical modeling of distribution of engineering and technical specialties graduates of Penza State University. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2025;(1):46–57. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2025-1-4

Введение

Для успешного развития экономики России и стимулирования инноваций необходимо уделять особое внимание проблемам спроса и предложения инженерно-технических специалистов. В последнее время многие работодатели обращают внимание на нехватку опытных специалистов в инженерной

области, особенно при недостаточном притоке молодых специалистов и оттоке специалистов старшего поколения. С конца 1990-х гг. после снижения спроса со стороны промышленных предприятий на фоне перестройки в России начались проблемы с нехваткой инженеров и техников. Ситуация стала улучшаться только с 2000-х гг. в связи с экономическим ростом, за которым последовало увеличение спроса на квалифицированный инженерно-технический персонал [1]. При этом к 2014 г. работодатели все еще указывали на острую нехватку инженерно-технических работников. Помимо проблемы с дисбалансом спроса и предложения ИТС, существуют проблемы с качеством обучения, взаимодействием между работодателями и университетами, а также с обеспечением молодых специалистов возможностями трудоустройства [2].

Помимо сложившихся проблем дисбаланса спроса и предложения на рынке труда для инженерно-технических специалистов недавние мировые события оказали значительное воздействие на количество доступных рабочих мест для ИТС. Распространение COVID-19 в 2019–2020 гг. сказалось на качестве и количестве выпускников в данных областях. Кроме того, санкции, примененные против России в период с 2022 по 2024 г., привели к оттоку как иностранных, так и отечественных специалистов, что еще более усугубило неравновесие между спросом и предложением инженеров. В связи с этим задача прогнозирования распределения выпускников по инженерно-техническим специальностям остается актуальной.

В рамках исследования рассматривается модификация экономической модели, предложенной авторами в работах [3, 4]. Модель позволяет проводить прогнозы числа студентов, получающих степени бакалавров в области инженерии, а также оценивать количество выпускников, трудоустроенных по специальности в год окончания обучения, и количество бакалавров, поступающих в магистратуру для дальнейшего обучения в Пензенском государственном университете.

С начала 1990-х гг. в России количество выпускников инженерно-технических специальностей начало стремительно сокращаться [2]. Если в начале 1990-х гг. около 28 % всех выпускников высших учебных заведений были инженерно-техническими специалистами, то к началу 2010 г. число выпускаемых инженеров уменьшилось на 6 %, что привело к уменьшению количества выпускаемых инженеров на 25 %. И только начиная с 2010 г. ситуация стала улучшаться и стабилизироваться. Так, в 2013 г. доля технических специалистов составила 20,8 % от общего выпуска в высших учебных заведениях.

К текущему моменту, по отчетам экономистов РАН [7], каждая пятая компания испытывает потребности в квалифицированных кадрах. Особенно это отражается в технической сфере. Так, например, в 2024 г. для инженеров-электронщиков, сметчиков, экологов, специалистов по охране труда и технике безопасности вакансий было втрое больше, чем резюме.

Проведенные исследования показывают, что с каждым годом открываются все больше новых вакансий для инженеров: 270 тыс. в 2019 г., 300 тыс. в 2020 г. [5]. Рост потребности в инженерных кадрах продолжается до сих пор. В 2023 г. число вакансий, предлагаемых работодателями в промышленной сфере, увеличилось на 28 % по сравнению с 2022 г., при этом количество резюме выросло всего на 18 %. По данным Всероссийского научного исследовательского института труда, за 2023 г. общее количество вакансий по инженерным профессиям составило 574,2 тыс. За первое полугодие 2024 г.

их было опубликовано 289,7 тыс., что на 0,6 % больше по сравнению с аналогичным периодом 2023 г. Это подчеркивает необходимость анализа спроса и предложения инженерно-технических специалистов.

Другая проблема заключается в оттоке наиболее перспективных кадров за рубеж из-за низкого уровня заработной платы, недостаточного престижа инженерных специальностей и несоответствия уровня подготовки выпускников требованиям работодателей [9]. Часть инженерно-технических специалистов работает в сферах, не связанной с полученной специальностью, что тоже влияет на дисбаланс на рынке труда инженеров [11–13].

Все вышперечисленное говорит о необходимости разработки математических моделей, позволяющих прогнозировать как количество выпускаемых инженерно-технических специалистов, так и спрос на подобных специалистов.

***Разработанные математические модели распределения
инженерно-технических специалистов
Пензенского государственного университета***

Существующие математические модели применяются для макро моделирования ситуации на рынке труда, в то время как для моделирования небольших сегментов они подходят значительно хуже (в том числе из-за отсутствия необходимых данных по конкретным направлениям). Авторами проведена разработка математических моделей распределения инженерно-технических специалистов, выпускаемых Пензенским государственным университетом.

В прошлых работах были построены две модели: простейшая [3] и ее модификация, рассматривающая большее количество факторов [4]. В простейшей модели было всего два блока, связывающих численность выпуска инженеров с количеством занятых инженеров. Ее модификация состояла уже из трех блоков: блока численности выпускаемых студентов (включающая количество принимаемых абитуриентов, количество закончивших обучение), блока занятых не по специальности инженеров и блока инженеров, устроившихся работать по специальности.

Так как простейшие модели давали высокую погрешность при прогнозировании на большой период времени, то были разработаны новые модели распределения выпускников ИТС среди бакалавров, магистров и специалистов ПГУ. Они учитывают следующие параметры: ситуация на рынке труда, влияние заработной платы в технической и экономической сферах, отток специалистов из технической сферы и желание продолжить обучение.

В связи с тем, что разработанные модели распределения выпускников ПГУ имеют сходную структуру, приведем описание модели распределения специалистов ПГУ и отличия от нее моделей для бакалавров и магистров. Модель распределения выпускников-специалистов инженерно-технических специальностей ПГУ состоит из пяти блоков:

1. Спрос на ИТС на рынке труда:

$$DEM(t) = c_0(DEM(t-1) - ET(t-1)) + c_1ET(t-1) + d_1DEM(t-1), \quad (1)$$

где $ET(t)$ – количество занятых ИТС на текущий момент; c_0 – коэффициент, характеризующий вакантные места, незанятые за прошлый год; c_1 – коэффициент, характеризующий появление вакантных мест из-за оттока инженеров

в экономическую область или сферу услуг; d_1 – коэффициент, показывающий изменение потребности в инженерах в связи с изменением количества рабочих мест для ИТС.

2. Численность абитуриентов, поступающих на инженерные специальности с учетом количества поступивших за последние четыре года на специалитет и влияния запроса на выпускников:

$$GA(t) = s_{21}GA(t-1) + s_{22}GA(t-2) + s_{23}GA(t-3) + s_{24}GA(t-4) + s_{25}GA(t-5) + d_2DEM(t), \quad (2)$$

где $s_{2i}, i = 1, 2, 3, 4, 5$ – коэффициент, характеризующий влияние количества поступивших i лет назад на объем приема абитуриентов в текущем году; d_2 – коэффициент, характеризующий изменение запросов на выпускников в зависимости от ситуации на рынке труда.

3. Численность абитуриентов, продолжающих обучение после окончания бакалавриата в магистратуре, за последние четыре года:

$$GY(t) = s_{51}GY(t-1) + s_{52}GY(t-2) + s_{53}GY(t-3) + s_{54}GY(t-4) + s_{55}GY(t-5), \quad (3)$$

где $s_{5i}, i = 1, 2, 3, 4, 5$ – коэффициент, характеризующий влияние количества выпускников i лет назад на количество продолживших свое обучение в магистратуре (аспирантуре) в текущем году.

4. Численность выпускаемых инженеров-специалистов с учетом количества поступивших за последние пять лет:

$$GE(t) = s_{31}GA(t-1) + b_{32}GA(t-2) + s_{33}GA(t-3) + s_{34}GA(t-4) + s_{35}GA(t-5), \quad (4)$$

где $s_{3i}, i = 1, 2, 3, 4$ – коэффициент, характеризующий влияние количества выпускников i лет назад специалистов на объем выпуска инженеров в текущем году.

5. Число занятых ИТС:

$$ET(t) = et(t)GE(t), \quad (5)$$

$$et(t) = s_{41} \frac{DEM(t)}{GE(t)} + s_{42}wr(t) + c_3, \quad (6)$$

$$wr(t) = s_{43} \frac{wr(t-1)DEM(t)}{GE(t)}, \quad (7)$$

$$EE(t) = s_{61}GE(t). \quad (8)$$

Математическая модель (1)–(8) представляет собой модель распределения выпускников специалитета ПГУ. В связи с тем, что бакалавры обучаются 4 года, необходимо для трансформации модели (1)–(8) в модель распределения выпускаемых инженеров-бакалавров значения коэффициентов $s_{2,5}, s_{3,5}, s_{5,5}$ принять равными нулю: $s_{2,5} = 0, s_{3,5} = 0, s_{5,5} = 0$. В случае модели для магистров необходимо принять следующие значения коэффициентов: $s_{2i} = 0, i = 3, 4, 5, s_{3i} = 0, i = 3, 4, 5, s_{5i} = 0, i = 3, 4, 5$.

Математическая модель (1)–(8) в явном виде выглядит следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} DEM(t) = c_0(DEM(t-1) - ET(t-1)) + c_1ET(t-1) + d_1DEM(t-1), \\ GA(t) = s_{21}GA(t-1) + s_{22}GA(t-2) + s_{23}GA(t-3) + s_{24}GA(t-4) + \\ s_{25}GA(t-5) + d_2DEM(t), \\ GY(t) = s_{51}GY(t-1) + s_{52}GY(t-2) + s_{53}GY(t-3) + s_{54}GY(t-4) + s_{55}GY(t-5), \\ GE(t) = s_{31}GA(t-1) + b_{32}GA(t-2) + s_{33}GA(t-3) + s_{34}GA(t-4) + s_{35}GA(t-5), \\ ET(t) = et(t)GE(t), \\ et(t) = s_{41} \frac{DEM(t)}{GE(t)} + s_{42}wr(t) + c_3, \\ wr(t) = s_{43} \frac{wr(t-1)DEM(t)}{GE(t)}, \\ EE(t) = s_{61}GE(t). \end{array} \right. \quad (9)$$

Оценки параметров модели (9) были получены с использованием данных по Пензенскому государственному университету за 2019–2023 гг. Источниками информации были статистические данные Регионального центра содействия трудоустройству и адаптации выпускников [6]. Для определения параметров модели (1)–(8) и ее модификаций для бакалавров и магистров использовался метод максимального правдоподобия.

В табл. 1–3 представлены данные о распределении инженерно-технических специалистов в Пензенском государственном университете за 2019–2023 гг.

Таблица 1

Информация о бакалаврах технических специальностей для ПГУ за 2020–2023 гг.

Количество	Год			
	2020	2021	2022	2023
Поступление	514	659	549	612
Выпуск	492	458	410	483
Трудоустроенные по специальности	287	211	181	248
Трудоустроенные не по специальности	39	65	47	48
Решившие продолжить обучение	100	49	132	95

Таблица 2

Информация о специалистах технических специальностей для ПГУ за 2020–2023 гг.

Количество	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Поступление	297	275	314	314	310
Выпуск	167	196	163	122	215
Трудоустроенные по специальности	142	146	132	86	172
Трудоустроенные не по специальности	4	6	7	7	8
Решившие продолжить обучение	9	17	14	17	28

Информация о магистрах технических специальностей для ПГУ за 2020–2023 гг.

Количество	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Поступление	162	126	129	232	161
Выпуск	198	152	140	103	124
Трудоустроенные по специальности	149	127	111	78	93
Трудоустроенные не по специальности	19	10	12	18	26
Решившие продолжить обучение	13	7	3	2	30

Результаты прогноза распределения специалистов на основе модели (9) и ее модификациях для бакалавров и магистров представлены на рис. 1–3.

При построении прогноза распределения специалистов с помощью разработанной математической модели (9) были получены результаты, показанные на рис. 1.

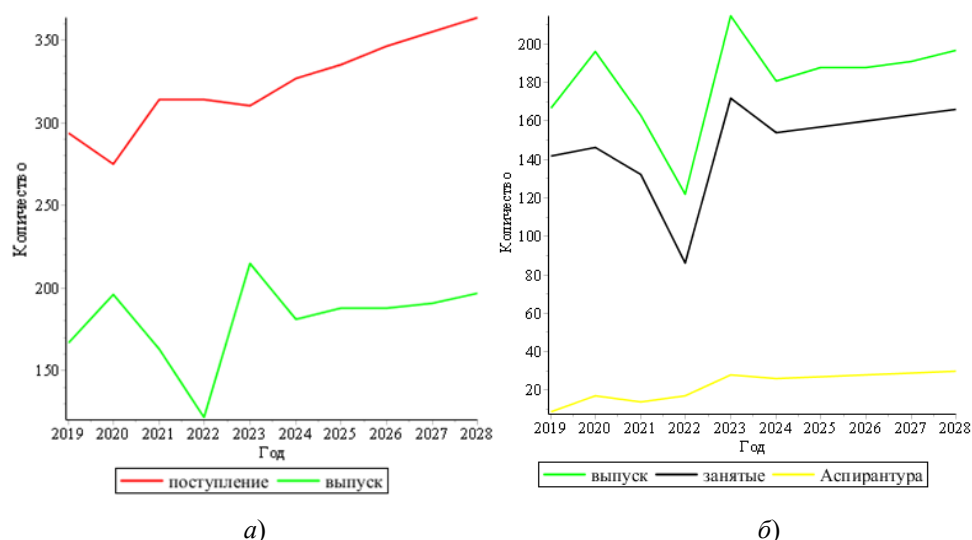


Рис. 1. Результаты моделирования распределения ИТС, закончивших специалитет ПГУ: *а* – фактическая численность поступивших и выпуска в соответствующий год специалистов (до 2023 г.), прогноз поступления и выпуска специалистов; *б* – сравнение количества выпускаемых и устроившихся по специальности выпускников и количества выпускников, продолживших обучение в аспирантуре

На рис. 2 продемонстрированы полученные результаты моделирования распределения бакалавров с использованием соответствующей модификации модели (9).

На рис. 3 продемонстрированы полученные результаты моделирования распределения магистров.

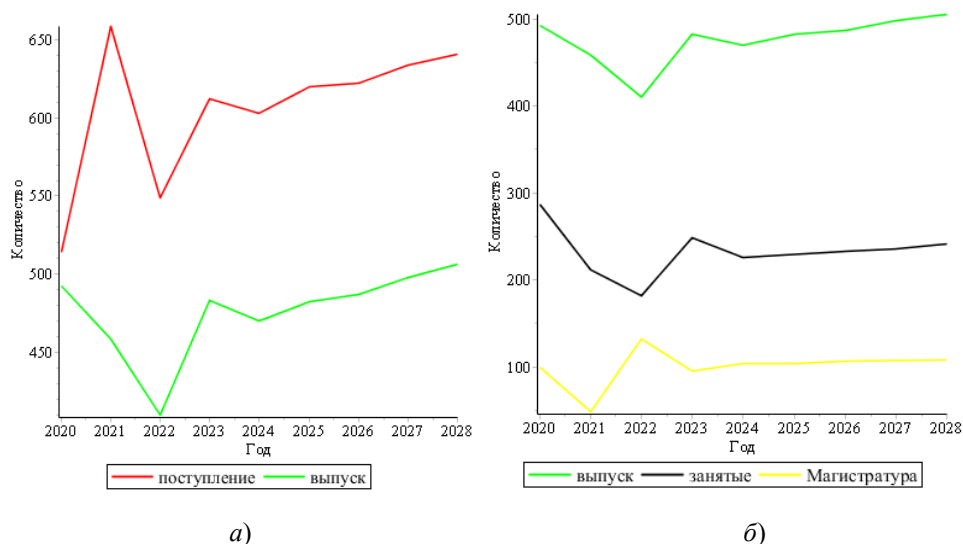


Рис. 2. Результаты моделирования распределения ИТС, закончивших бакалавриат ПГУ:
 а – фактическая численность поступивших и выпустившихся в соответствующий год бакалавров (до 2023 г. включительно), прогноз поступления и выпуска бакалавров (с 2024 г.); б – сравнение количества выпускаемых и устроившихся по специальности выпускников и количества выпускников, продолживших обучение в магистратуре

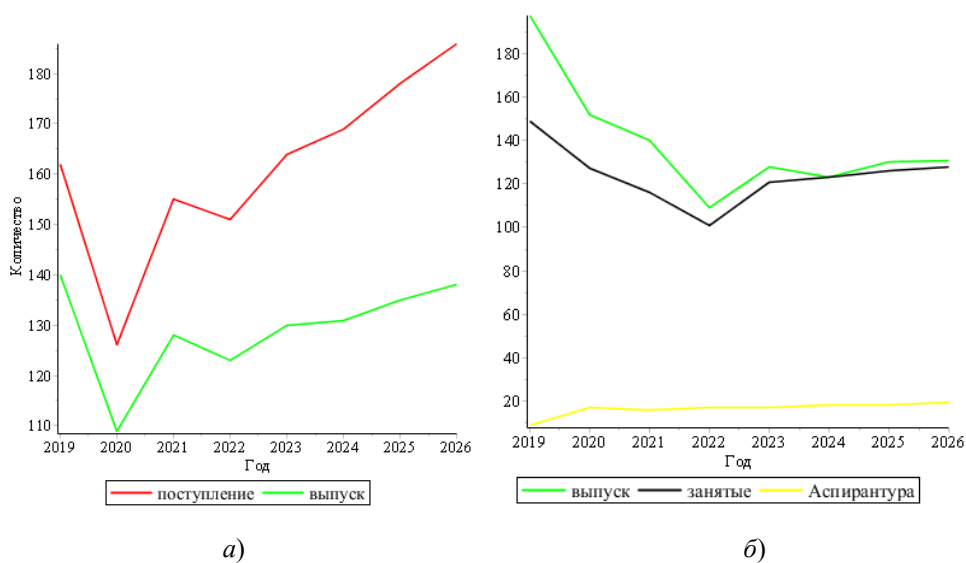


Рис. 3. Результаты моделирования распределения ИТС, закончивших бакалавриат ПГУ:
 а – сравнение прогнозов численности поступивших в магистратуру и выпуска по окончании магистратуры через два года (выпуск сдвинут на два года влево);
 б – сравнение прогнозов численности окончивших обучение магистрантов, трудоустроенных по окончании магистратуры и пошедших учиться в аспирантуру

Обсуждение

Проведенный анализ литературных источников позволяет отметить актуальность темы исследования. Нехватка инженеров в российских компаниях

представляет собой важный и актуальный аспект для анализа состояния рынка труда и дальнейшего развития отечественной экономики. В условиях стремительного технологического прогресса и цифровизации многих отраслей дефицит квалифицированных специалистов в технической области становится одной из главных преград для инновационного роста.

Полученные данные позволяют предсказать выпуск, занятость и число решивших продолжить свое обучение студентов. Это поможет планировать ситуацию на рынке трудоустройства выпускников. При этом нельзя сбрасывать со счетов, что прием студентов на инженерные специальности зависит от глобального запроса работодателей, политики Министерства науки и высшего образования и стратегии экономического развития России.

Следует отметить, что математическая модель (9) и ее модификации разработаны с использованием данных Пензенского государственного университета.

Если рассматривать данные по другим университетам, то надо заметить, что в открытом доступе мало сведений, необходимых для оценки разработанных моделей по данным других вузов. Тем не менее модель показывает хорошие результаты при условии ее адаптации под особенности соответствующего вуза. Здесь также требуются данные о запросах предприятий региона, в котором ведет свою образовательную деятельность данный вуз, а также сведения о специфике образовательного процесса в исследуемом вузе. В связи с тем, что параметры модели зависят от временного интервала, на основе которого модель обучается, потребуется перерасчет параметров модели (9).

Заключение

Текущая ситуация на рынке труда говорит о том, что потребность в инженерно-технических специалистах постоянно растет, и текущий уровень их выпуска не может в полной мере ее удовлетворить. Даже те вакансии, которые демонстрировали превосходство количества резюме над количеством свободных вакансий, сейчас начинают испытывать нехватку ИТС. Например, в 2023 г. число поданных резюме по специальности «сетевой инженер» превышало число соответствующих вакансий на 37 %, а на текущий момент – всего на 13 %. Следовательно, требуются исследования распределения выпускников инженерно-технических специальностей вузов и в случае необходимости принятие соответствующих мер по стимулированию выпуска квалифицированных инженеров.

На примере Пензенского государственного университета была построена и апробирована модель распределения выпускников инженерных специальностей. Полученные результаты говорят о том, что разработанная модель имеет потенциал для развития и совершенствования. Эффективность моделирования может быть улучшена за счет введения новых параметров после решения Министерства науки и высшего образования о новых стандартах обучения, а также применения модели для анализа данных по другим университетам страны.

Список литературы

1. Коровкин А. Г. Динамика занятости и рынка труда. Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М. : МАКС-Пресс, 2001. 320 с.
2. Бреев Б. Д. Безработица в современной России. М. : Наука, 2005. 271 с.

3. Черушева Т. В., Зверовщикова Н. В., Айкашев П. В. Моделирование распределения выпускников инженерно-технических специалистов ПГУ // Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем : труды XVIII Междунар. конф. / под ред. И. В. Бойкова. Пенза : Изд-во ПГУ, 2023.
4. Черушева Т. В., Зверовщикова Н. В., Айкашев П. В. Моделирование показателей выпуска и занятости инженерно-технических специалистов ПГУ // Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем : труды XVII Междунар. конф. / под ред. И. В. Бойкова. Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. С. 85–88.
5. Рынку труда снова понадобились инженеры // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2021/03/29/rynku-truda-snova-ponadobilis-inzhenery.html> (дата обращения: 12.12.2024).
6. Региональный центр содействия трудоустройству и адаптации выпускников ПГУ. URL: <https://lider.pnzgu.ru/> (дата обращения: 12.12.2024).
7. Ахапкин Н. Ю. Российская экономика в условиях санкционных ограничений: динамика и структурные изменения // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2023. № 6. С. 7–25. doi: 10.52180/2073-6487_2023_6_7_25
8. Коровкин А. Г., Долгова И. Н., Единак Е. А., Королев И. Б. Прогнозноаналитическое исследование взаимосвязей сферы занятости и профессионального образования в России // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. Гуманитарные и общественные науки. 2018. № 4. С. 38–49.
9. Капелюшников Р. И. Спрос и предложение высококвалифицированной рабочей силы в России: кто бежал быстрее? // Препринты ГУ ВШЭ. Серия WP3 «Проблемы рынка труда». 2011. № 09.
10. Варшавский А. Е. Актуальные вопросы разработки научно-технологической и инновационной политики. Модернизация и экономическая безопасность России / под ред. акад. Н. Я. Петракова. М. ; СПб. : Нестор-история, 2014. Т. 4. С. 11–52.
11. Варшавский А. Е., Никонова М. А. Анализ региональных особенностей динамики численности исследователей // Вестник университета (ГУУ). 2010. № 2.
12. Нанаян А. М. Динамика занятости в науке и подготовка кадров высшей квалификации в регионах России // Евразийское Научное Объединение. 2019. № 10-4 (56). С. 318–321. doi: 10.5281/zenodo.3533721
13. Варшавская Е. Я., Котырло Е. С. Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением // Вопросы образования. 2019. № 2. С. 98–128. doi: 10.17323/1814-9545-2019-2-98-128.132

References

1. Korovkin A.G. *Dinamika zanyatosti i rynka truda. Voprosy makroekonomicheskogo analiza i prognozirovaniya = Dynamics of employment and labor market. Issues of macroeconomic analysis and forecasting*. Moscow: MAKS-Press, 2001:320. (In Russ.)
2. Breev B.D. *Bezrabortitsa v sovremennoy Rossii = Unemployment in modern Russia*. Moscow: Nauka, 2005:271. (In Russ.)
3. Cherusheva T.V., Zverovshchikova N.V., Aykashev P.V. Modeling the distribution of graduates of engineering and technical specialists of PSU. *Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie estestvenno-nauchnykh i sotsial'nykh problem: trudy XVIII Mezhdunar. konf. = Mathematical and computer modeling of natural science and social problems : proceedings of the XVIII International conference*. Penza: Izd-vo PGU, 2023. (In Russ.)
4. Cherusheva T.V., Zverovshchikova N.V., Aykashev P.V. Modeling of indicators of output and employment of engineering and technical specialists of PSU. *Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie estestvenno-nauchnykh i sotsial'nykh problem: trudy XVII Mezhdunar. konf. = Mathematical and computer modeling of natural science*

- and social problems : proceedings of the XVII International conference*. Penza: Izd-vo PGU, 2022:85–88. (In Russ.)
5. The labor market needed engineers again. *Rossiyskaya gazeta = Rossiyskaya Gazeta*. (In Russ.). Available at: <https://rg.ru/2021/03/29/rynku-truda-snova-ponadobilis-inzhenery.html> (accessed 12.12.2024).
 6. *Regional'nyy tsentr sodeystviya trudoustroystvu i adaptatsii vypusnikov PGU = Regional Center for assistance to employment and adaptation of graduates of PSU*. (In Russ.). Available at: <https://lider.pnzgu.ru/> (accessed 12.12.2024).
 7. Akhupkin N.Yu. The Russian economy under sanctions restrictions: dynamics and structural changes. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk = Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2023;(6):7–25. (In Russ.). doi: 10.52180/2073-6487_2023_6_7_25
 8. Korovkin A.G., Dolgova I.N., Edinak E.A., Korolev I.B. Predictive and analytical study of the interrelationships of employment and vocational education in Russia. *Vestnik Rossiyskogo fonda fundamental'nykh issledovaniy. Gumanitarnye i obshchestvennye nauki = Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research. Humanities and social sciences*. 2018;(4):38–49. (In Russ.)
 9. Kapelyushnikov R.I. Demand and supply of highly skilled labor in Russia: Who ran faster? *Preprinty GU VShE. Seriya WP3 «Problemy rynka truda» = Preprints of the Higher School of Economics. WP3 series "Labor Market Problems"*. 2011;(09). (In Russ.)
 10. Varshavskiy A.E. *Aktual'nye voprosy razrabotki nauchno-tekhnologicheskoy i innovatsionnoy politiki. Modernizatsiya i ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii = Actual issues of scientific, technological and innovation policy development. Modernization and Economic Security of Russia*. Moscow; Saint Petersburg: Nestor-istoriya, 2014;4:11–52. (In Russ.)
 11. Varshavskiy A.E., Nikonova M.A. Analysis of regional features of the dynamics of the number of researchers. *Vestnik universiteta (GUU) = Bulletin of the University (GUU)*. 2010;(2). (In Russ.)
 12. Nanavyan A.M. Dynamics of employment in science and training of highly qualified personnel in the regions of Russia. *Evraziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie = Eurasian Scientific Association*. 2019;(10-4):318–321. (In Russ.). doi: 10.5281/zenodo.3533721
 13. Varshavskaya E.Ya., Kotyrlo E.S. Graduates of engineering, technical and economic specialties: between supply and demand. *Voprosy obrazovaniya = Educational issues*. 2019;(2):98–128. (In Russ.). doi: 10.17323/1814-9545-2019-2-98-128.132

Информация об авторах / Information about the authors

Павел Владимирович Айкашев

ассистент кафедры высшей
и прикладной математики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: aikashev.pavel@mail.ru

Pavel V. Aikashev

Assistant of the sub-department
of higher and applied mathematics,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Татьяна Вячеславовна Черушева

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры высшей
и прикладной математики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: tank1100@yandex.ru

Tatyana V. Cherusheva

Candidate of technical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of higher
and applied mathematics,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Наталья Васильевна Зверовщикова

кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры высшей
и прикладной математики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: nvz.matematika@yandex.ru

Natalia V. Zverovshchikova

Candidate of pedagogical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of higher
and applied mathematics,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 16.10.2024

Поступила после рецензирования/Revised 24.12.2024

Принята к публикации/Accepted 27.12.2024