

# МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТРЕБНОСТИ В ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТАХ И КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ С УЧЕТОМ СЦЕНАРИЕВ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Кочеткова Е.В.

*В работе представлена модель, позволяющая проводить сценарный анализ и прогнозирование численности занятых и потребности в специалистах для отдельных видов экономической деятельности по укрупненным профессиональным группам, включая специалистов высшей и средней квалификации в области науки и техники и информационно-коммуникационных технологий, квалифицированных рабочих промышленности и операторов промышленного оборудования. Показана возможность использования данной модели для проведения анализа потребности в данных категориях специалистов с учетом различных сценариев макроэкономического развития.*

doi: 10.20537/mce2024econ09

**Введение.** Проблема дефицита инженерно-технических кадров высшей и средней квалификации, а также квалифицированных рабочих в различных отраслях экономики остается актуальной для многих стран несмотря на то, что существует достаточно давно [1–3] и достаточно активно исследовалась [4]. Об этом может свидетельствовать совокупность различных национальных программ (например, Cedefop [5], European Skills Panorama [6] и др.) и аналитических решений (например, [7,8]), посвященных этой тематике. Однако обширные исследования и практика анализа и прогнозирования кадров в развитых странах не приводят к исчезновению проблемы несбалансированности спроса и предложения: так, в странах ЕС говорят о наличии дефицитов и несоответствии спроса и предложения кадров, отмечают проблемы избыточности квалификации работников, но при этом 40% работодателей не могут найти персонал необходимой квалификации [4,9].

Существующие модели, разработанные в России и за рубежом — модели BLS (США) [10], MONASH (Австралия) [11], MDM (Великобритания) [12], INFORGE (Германия) [13], модели, разработанные кол-

лективом ПетрГУ [14] — позволяют оценить потребность в работниках и проанализировать ее изменение либо в целом для экономики, либо для отдельных категорий специалистов (например, по квалификационному признаку) в отраслях. Результаты моделирования существенно зависят также от подхода к определению потребности в специалистах (рассматриваются ли цифры потребности с учетом прогнозных оценок на рост и выбытие [14–16] или же привлекаются данные о количестве вакансий, позволяющих охарактеризовать текущий спрос [17]). Ряд работ последних лет [18–22] свидетельствует также о необходимости анализа изменения потребности в специалистах с учетом структурных технологических сдвигов, развития отраслей цифровой экономики, автоматизации и происходящих процессов реиндустриализации [23,24]. Таким образом, актуальной задачей в целях анализа потенциальной несбалансированности спроса и предложения на рынке труда является моделирование потребности в специалистах по группам занятий и видам деятельности с учетом различных сценариев макроэкономического и отраслевого развития, а также с учетом сценариев потенциального изменения структуры спроса на труд. В данной работе предложена модель, позволяющая оценивать потребность в специалистах для отдельных видов экономической деятельности по укрупненным профессиональным группам для различных сценариев.

**Модель.** Модель включает следующие блоки: макроэкономический блок, в котором на основе прогнозных значений оценивается выпуск и динамика фондов по видам экономической деятельности; блок расчета численности занятых и блок расчета потребности в кадрах по видам занятий в каждой из отраслей. Экзогенными переменными являлись: структура выпуска экономики по видам экономической деятельности (ВЭД), структура инвестиций экономики по ВЭД, численность занятых в экономике в целом, структура численности занятых по группам занятий и ВЭД, доля потребности в численности занятых по группам занятий и ВЭД. В модели учтены следующие виды экономической деятельности и укрупненные группы отраслей: сельское хозяйство и рыбоводство (раздел А<sup>1</sup>), добывающие производства (раздел В), обрабатывающие производства (раздел С), производство и распределение электроэнергии, газа и воды (разделы D и E), строительство (раздел F), торговля оптовая и розничная (раздел G), деятельность гостиниц и

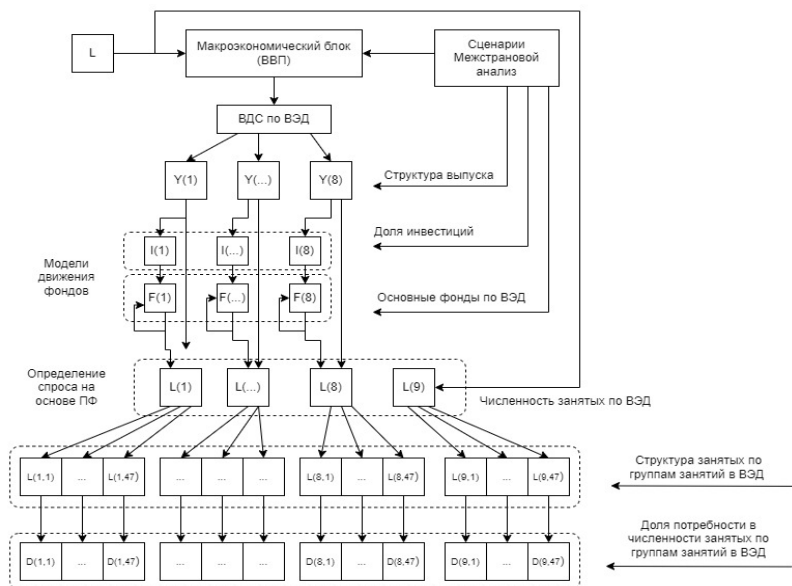
---

<sup>1</sup> Здесь и далее – указаны разделы согласно последней версии ОКВЭД2.

предприятий общественного питания (раздел I), транспорт и связь (включая деятельность в области ИКТ в ОКВЭД2, разделы Н и J), отрасли сферы услуг, включая деятельность в области недвижимости, страхования (раздел L), профессиональная и техническая деятельность (раздел M), административная деятельность (раздел N), образование (раздел P), здравоохранение (раздел Q), деятельность в области культуры и спорта, персональные услуги и социальное обеспечение (раздел R). Ввиду отсутствия данных расчеты не проводились для государственного сектора (раздел O), деятельности в области финансов и страхования имущества (раздел K). Схема модели представлена на рис.1, система уравнений модели и оценки параметров приведены в Приложении.

При проведении сценарного анализа на основе данной модели были использованы данные прогноза Минэкономразвития на 2023–2026 гг. [25] по темпам роста ВВП, выпуска промышленности и сельского хозяйства, численности занятых, инвестиций в основные фонды. Источниками данных для оценки параметров модели и дальнейших расчетов являлись данные Росстата. Структуры численности занятых по группам занятий и видам экономической деятельности, а также данные по доле потребности в списочной численности занятых по видам экономической деятельности были получены на основе данных обследования Росстата «О численности и потребности организаций в работниках по профессиональным группам» за 2008–2022 гг. (использовались для прогноза усредненные данные 2020–2022 гг.).

Сценарный анализ был проведен для краткосрочного периода 2024–2026 гг. с использованием двух сценариев, предложенных Минэкономразвития – базового, характеризующегося в среднем более высокими темпами роста макроэкономических показателей, и консервативного, а также третьего сценария, полученного авторами на основе обобщения оценок экспертов и межстрановых сопоставлений (с использованием данных WB, OECD). При этом было сделано предположение о том, что будет наблюдаться рост доли ВДС ОП в экономике с 12.5% до 14%. Основные характеристики сценариев 1–3 представлены в табл. 1.



**Рис. 1.** Схема модели для анализа потребности в кадрах по группам занятий и видам экономической деятельности.

**Таблица 1.** Изменения показателей согласно базовому, консервативному и целевому сценариям, прогноз социально-экономического развития МЭР [25].

	Годы	Сценарий 1 (консерватив- ный)	Сценарий 2 (базовый)	Сценарий 3 (промышлен- ного развития)
Темпы прироста ВВП	2024 – 2026	1.5%	2.5%	3.0%
Темпы прироста ВДС ОП	2024	0.8%	3.9%	5.8%
	2026	2.0%	2.6%	6.0%
Численность занятых, млн человек	2024	73.2	73.3	73.3
	2026	73.8	74.0	74.0

**Результаты и обсуждение.** Проведенный анализ показал, что в рассматриваемый период 2024–2026 гг. возможен рост потребности в специалистах в области науки и техники (STEM) (в том числе в инженерно-технических специалистах, составляющих большинство данной профессиональной группы, в [26]). Ожидаемый прирост потребности к 2026 г. по отношению к 2021 г. в STEM специалистах высшей и средней квалификации составит от 4.5% для базового сценария до 6.7% в 2026 г., более заметный рост потребности ожидается для квалифицированных рабочих и операторов станков — от 5.9% и 7.9% в 2024 г. до 7.8% и 10.5% соответственно. Наиболее высокими темпы роста потребности в этих специалистах оказываются в случае реализации сценария промышленного развития (см. табл.2).

**Таблица 2.** Результаты оценки потребности для замещения вакантных мест в специалистах в области науки и техники, включая специалистов в сфере ИКТ (STEM) и квалифицированных рабочих с использованием модели для различных сценариев на период 2024-2026 гг., тыс. человек.

Сценарий	Факт	Базовый			Консервативный			Промышленного развития		
		2021	2024	2025	2026	2024	2025	2026	2024	2025
STEM, высшей квалификации	262.2	272.7	274.7	275.8	271.3	273.0	274.1	274.8	277.9	279.8
STEM, среднего уровня квалификации	101.3	105.8	106.4	106.7	105.4	105.9	106.0	105.9	107.2	108.1
Квалифицированные рабочие	689.6	723.9	728.4	730.6	722.6	725.3	725.8	718.0	731.7	743.2
Операторы производственных установок и машин	113.0	120.7	121.6	121.9	120.6	121.0	120.8	118.3	121.8	124.9

В разрезе видов экономической деятельности ожидаемый рост потребности в специалистах и квалифицированных рабочих, согласно данной модели, будет наблюдаться в отраслях промышленности, в профессиональной инженерно-технической и научной деятельности, но также будет высок в сельском хозяйстве, как при реализации сценария промышленного развития, так и для консервативного сценария. Проведенный анализ также показал, что при сохранении удельной дополнительной потребности в рамках значений 2022 г. возможен рост спроса

на STEM специалистов в обрабатывающей промышленности более чем на 15% по сравнению с потребностью в 2021 г. (см. рис.2).

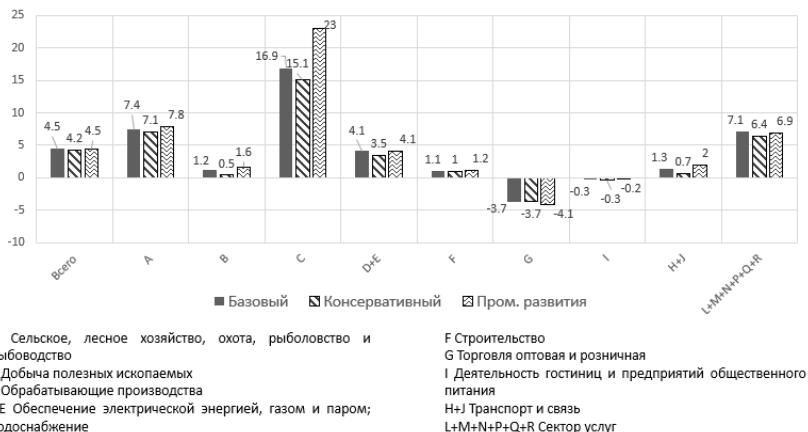


Рис. 2. Изменение потребности в специалистах по ВЭД, 2026/2021, %.

Стоит отметить ряд ограничений данной модели. Использование неизменной во времени структуры численности занятых и потребности приводит к отсутствию возможности отследить динамику изменения спроса на отдельные категории персонала по занятиям в видах экономической деятельности и позволяет получить лишь обобщенную оценку роста потребности (в частности, эквивалентными оказываются оценки роста численности и потребности в специалистах и рабочих в промышленности, что является весьма спорным). Таким образом, полученные оценки роста спроса для различных групп занятий экстраполируют текущие тенденции роста потребности в кадрах независимо от источника ее возникновения. В частности, предсказанное увеличение количества вакансий может быть обеспечено различными причинами, включающими текучесть кадров, что скорее свидетельствует о потере человеческого капитала. Например, согласно закладываемым в прогноз темпам развития сельского хозяйства, вполне естественно при наличии высокой доли вакансий ожидать роста потребности в специалистах в данной отрасли. Это, однако, несколько противоречит описанной в литературе тенденции сокращения численности занятых в сельском хозяйстве [27].

Существующие исследования рынка труда в сельском хозяйстве свидетельствуют о значительной избыточности предложения специалистов на селе, в результате чего их труд оказывается недоиспользованным, в особенности это является справедливым для инженерно-технических специальностей, представители которых вынуждены трудиться на позициях рабочих [28]. Таким образом, эти оценки не позволяют судить о структурной сбалансированности рынка труда и требуют сопровождения в форме качественного исследования ситуации отдельных отраслей и регионов. В целом, сравнивая фактические данные за 2021 г., полученные оценки потребности покрываются формальными цифрами выпуска специалистов: так, полученные в модели оценки потребности в STEM высшей квалификации составляли 262.2 тыс. человек при выпуске 268.2 тыс. человек, для специалистов средней квалификации эти цифры составили 101.3 тыс. человек при выпуске 240.2 тыс. человек (это, в целом, согласуется с оценками, полученными ранее в [2]). При этом не исключено, что неудовлетворительные условия труда, низкая престижность профессии, являясь факторами, повышающим профессиональную мобильность и отток специалистов в другие отрасли и профессии, может быть причиной сохраняющегося дефицита инженерно-технических кадров высшей квалификации. Квалифицированных рабочих по официальным данным выпускалось всего 122.9 тыс. человек, что значительно отстает от спроса на них. Это может быть косвенным показателем как низкой престижности профессии, так и отсутствия планирования выпуска работников, обладающих данными квалификациями, в том числе в связи с более быстрым сроком их подготовки. Тем не менее, усложнение производственных процессов, автоматизация производства оказывают влияние на рост квалификационных требований, в том числе к рабочим профессиям, что может сказываться и на увеличении срока их подготовки, необходимости обучения специальным навыкам. Это свидетельствует о целесообразности планирования подготовки, переподготовки и разработки специальных программ повышения квалификации для работников промышленности в соответствии с тенденциями технологической модернизации основных фондов промышленности в целях предотвращения потенциального усугубления структурной безработицы и потери кадрового потенциала. Наконец, стоит отметить, что при любом из рассмотренных сценариев может наблюдаться структурная несбалансированность спроса и предложения труда, оценка которой невозможна без анализа и моделирования предложения кадров соответствующей специальности. Дискуссионным также

остается вопрос оценки потребности в рамках количества вакансий, как потенциально более волатильного показателя, чем оценки дополнительной потребности, ориентированной на рост и замещение работников. Таким образом, всесторонний анализ потенциальной несбалансированности спроса и предложения труда инженерно-технических специалистов и квалифицированных рабочих требует дальнейших исследований.

**Заключение.** Предлагаемый подход, основанный на использовании разработанной макроэкономической модели, дает возможность получить приближенные оценки показателей потребности в специалистах в области науки и техники и квалифицированных рабочих. Результаты проведенного анализа для периода 2024–2026 гг. свидетельствуют об ожидаемом росте потребности в инженерно-технических специалистах высшей и средней квалификации в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве, а также о вероятности дефицита квалифицированных рабочих. Сделан вывод, что для моделирования несбалансированности спроса и предложения, необходимы дальнейшие исследования стороны предложения труда, а также учет дополнительных технологических факторов, влияющих на формирование потребности в кадрах различных профессий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Shutters S.T.* (2021). Modelling long-term COVID-19 impacts on the U.S. workforce of 2029. PLoS ONE, 16.
2. *Варшавская Е.Я., Котырло Е.С.* Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением // Вопросы образования. 2019. № 2. С.98–128.
3. Skills for Industry: Skills for Smart Industrial Specialisation and Digital Transformation. European Commission, 2019. doi: 10.2826/69861
4. *Гаськов В.* Опыт анализа спроса на квалифицированные кадры и его применение для планирования профессионального образования // MOT, 2012.
5. Cedefop Europe. URL: <https://www.cedefop.europa.eu/en>
6. European Skills Panorama. URL: <https://www.eurofound.europa.eu/en/european-industrial-relations-dictionary/eu-skills-panorama>
7. ILO Labour Market Information Systems projects around the world. URL: <https://siscc.org/ilo-labour-market-information-systems-projects-around-the-world/>

8. Online Labour Observatory. URL: <http://onlinelabourobservatory.org/>
9. Building on skills forecasts — Comparing methods and applications // Cedefop. Publications Office of the European Union, 2012. url: [https://www.cedefop.europa.eu/files/5518\\_en.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/5518_en.pdf)
10. Employment Projections Methods Overview. URL: <https://www.bls.gov/emp/documentation/projections-methods.htm>
11. The MONASH model. URL: <https://www.copsmodels.com/monmod.htm>
12. *Wilson R.A., May-Gillings M., Patel S., Bui H.* Working Futures 2017-2027: Long-run labour market and skills projections for the UK. Technical Report on sources and methods. UK Commission for Employment and Skills, 2020.
13. *Maier T., Mönnig A., Zika G.* Labour demand in Germany by industrial sector, occupational field and qualification until 2025 – model calculations using the IAB/INFORGE model // *Economic Systems Research*, 2015. Vol.27(1), С.19-42. doi: 10.1080/09535314.2014.997678
14. *Гуртов В.А., Питухин Е.А.* Прогнозирование потребностей экономики в квалифицированных кадрах: обзор подходов и практик применения // *Университетское управление: практика и анализ*, 2017. Том 21, №4. С.130-161. doi: 10.15826/umpra.2017.04.056
15. *Сигова С. В.* Повышение сбалансированности российского рынка труда // *Социальная политика и социальное партнерство*. 2010. № 5. С.24-31. URL: <http://openbudgetrf.ru/doc/76/>
16. *Гуртов В.А., Питухин Е.А., Серова Л.М.* Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием // *Проблемы прогнозирования*. 2007. №6. С. 91–107.
17. *Коровкин А.Г.* Динамика занятости и рынка труда. Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС-Пресс, 2001.
18. *Wilson R., Czesana V., Simova Z., Kriechel B., Vetter T.* Labour Market Anticipation: Lessons from around the world. URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a823acced915d74e34026c6/Labour\\_Market\\_Anticipation.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a823acced915d74e34026c6/Labour_Market_Anticipation.pdf)
19. *Pizzinelli C., Panton A., Tavares M., Cazzaniga M., Longji L.* Labor Market Exposure to AI: Cross-country Differences and Distributional Implications. WP/23/216. International Monetary Fund, 2023.
20. *Stephany F., Lorenz H., Kluge J.* The Future of Employment Revisited: How Model Selection Determines Automation Forecasts (2021). doi: 10.2139/ssrn.3835759
21. *Duernecker G., Herrendorf B.* Structural Transformation of Occupation Employment // *Economica* 89, no. 356. (2022). P. 789–814. doi: 10.1111/ecca.12435.

22. Arntz M., Terry G., Zierahn U. Digitalization and the Future of Work: Macroeconomic Consequences. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY, 2019. doi: 10.2139/ssrn.3413653.
23. Бодрунов С.Д. (2019). Реиндустриализация в условиях новой технологической революции: дорога в будущее // *Управленец*. Т. 10. №5. С. 2–8. doi: 10.29141/2218-5003-2019-10-5-1.
24. Westkämper E. Towards the Re-Industrialization of Europe: A Concept for Manufacturing for 2030. Springer Berlin, Heidelberg, 2015. doi: 10.1007/978-3-642-38502-5
25. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов. URL: [https://economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy\\_socialno\\_ekonomicheskogo\\_razvitiya/prognoz\\_socialno\\_ekonomicheskogo\\_razvitiya\\_rf\\_na\\_2024\\_god\\_i\\_na\\_planovyy\\_period\\_2025\\_i\\_2026\\_godov.html](https://economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2024_god_i_na_planovyy_period_2025_i_2026_godov.html)
26. Гимпельсон В.Е., Зинченко Д.И., Чернина Е.М. «Цена» инженера. Вопросы экономики. 2023. №11. С. 28-50. doi: 10.32609/0042-8736-2023-11-28-50
27. Российский рынок труда: тенденции, институты, структурные изменения. Доклад Центра трудовых исследований (ЦеТИ) и Лаборатории исследований рынка труда (ЛИРТ) НИУ ВШЭ / Под ред. Гимпельсона В.Е., Капелюшниковой Р.И., Рощина С.Ю. Москва, 2017.
28. Варшавская Е.Я. Квалифицированные работники на сельском рынке труда: предложение и спрос // *Вестник Московского университета*. 2017. Серия 6. Экономика, (3). С. 25-42.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### 1. Производственная функция для ВВП

$$\ln(Y(t)/L(t)) = a_0 + a_1 \cdot \ln(F(t)/L(t))$$

где  $Y$  — ВВП, млрд руб.,  $F$  — основные фонды, млрд руб.,  $L$  — численность занятых в экономике, тыс. человек,  $a_0 = 3.62$  ( $t = 13.45$ ),  $a_1 = 0.33$  (8.07),  $R^2_{adj} = 0.81$ ,  $F = 62.2$ . Здесь и далее в скобках указаны  $t$ -статистики.

### 2. Уравнение движения фондов и инвестиции в экономике

$$I(t) = a_2 \cdot Y(t)$$

$$F(t) = a_3 + a_4 \cdot I(t-1)$$

где  $I$  — инвестиции в основные фонды, млрд руб.,  $a_2 = 0.22$  (56.62),  $R^2_{adj} = 0.84$ ,  $F = 3205.9$ ;  $a_3 = 0.98$ ,  $a_4 = 0.5$ ,  $RMSE\% = 0.7\%$  (параметры найдены на основе решения задачи оптимизации с ограничениями на коэффициенты).

### 3. Формирование ВДС по видам экономической деятельности:

$$Y_i(t) = y_i(t) \cdot Y(t)$$

где вектор  $y = (y_1, \dots, y_n)$  является заданным экзогенно, что далее использует-ся при сценарных расчетах;

4. Уравнение движения фондов и инвестиции в отдельных видах деятельности:

4.1. Сельское хозяйство

$$Fagr(t) = b_0 \cdot Fagr(t-1) + b_1 \cdot Iagr(t)$$

где  $Iagr$  – инвестиции в основные фонды в сельском хозяйстве, млрд руб.,  $Fagr$  – основные фонды в сельском хозяйстве, млрд руб.,  $b_0 = 0.844$ ,  $b_1 = 1.00$ ,  $RMSE\% = 5.8\%$ ;

4.2. Добывающие производства

$$Fmin(t) = b_2 \cdot Fmin(t-1) + b_3 \cdot Imin(t)$$

где  $Imin$  – инвестиции в основные фонды в добывающих производствах, млрд руб.,  $Fmin$  – основные фонды в добывающих производствах, млрд руб.,  $b_2 = 0.970$ ,  $b_3 = 0.594$ ,  $RMSE\% = 4.3\%$ ;

4.3. Обрабатывающие производства

$$Fman(t) = b_4 \cdot Fman(t-1) + b_5 \cdot Iman(t)$$

где  $Iman$  – инвестиции в основные фонды в обрабатывающих производствах, млрд руб.,  $Fman$  – основные фонды в обрабатывающих производствах, млрд руб.,  $b_4 = 0.980$ ,  $b_5 = 0.285$ ,  $RMSE\% = 4.2\%$ ;

4.4. Обеспечение электрической энергией, газом и паром; водоснабжение

$$Fdistr(t) = b_6 \cdot Fdistr(t-1) + b_7 \cdot Idistr(t)$$

где  $Idistr$  – инвестиции в основные фонды (млрд руб.) и  $Fdistr$  – основные фонды в обеспечении электрической энергией, газом и паром, водоснабжении (млрд руб.),  $b_6 = 0.987$ ,  $b_7 = 0.571$ ,  $RMSE\% = 3.3\%$ ;

4.5. Строительство

$$Fcons(t) = b_8 \cdot Fcons(t-1) + b_9 \cdot Icons(t)$$

где  $Icons$  – инвестиции в основные фонды (млрд руб) и  $Fcons$  – основные фонды в строительстве (млрд руб.),  $b_8 = 0.733$ ,  $b_9 = 1.00$ ,  $RMSE\% = 6.6\%$ ;

4.6. Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания:

$$Fhot(t) = b_{10} \cdot Fhot(t-1) + b_{11} \cdot Ihot(t)$$

где  $Ihot$  – инвестиции в основные фонды (млрд руб.) и  $Fhot$  – основные фонды в деятельности гостиниц и предприятий общественного питания (млрд руб.),  $b_{10} = 0.733$ ,  $b_{11} = 1.00$ ,  $RMSE\% = 11.2\%$ ;

4.7. Транспорт и связь

$$Ftrans(t) = b_{12} \cdot Ftrans(t-1) + b_{13} \cdot Itrans(t)$$

где  $Itrans$  – инвестиции в основные фонды (млрд руб.) и  $Ftrans$  – основные фонды в сфере транспорта и связи (млрд руб.),  $b_{12} = 0.99$ ,  $b_{13} = 0.376$ ,  $RMSE\% = 5.2\%$ ;

5. Численность занятых в каждом из рассматриваемых ВЭД:

5.1. Численность занятых в сельском хозяйстве

$$Lagr(t) = c_0 \cdot Lagr(t-1) + c_1 \cdot Fagr(t) + c_2 \cdot Yagr(t-1)$$

где  $Lagr$  — численность занятых в сельском хозяйстве, тыс. человек,  $Yagr$  — ВДС в сельском хозяйстве, млрд руб.,  $c_0 = 0.768$  (15.129),  $c_1 = -0.712$  (-1.280),  $c_2 = 2.577$  (2.088),  $R^2adj = 0.82$ ,  $F = 21.1$ ;

5.2. Численность занятых в добывающих производствах:

$$Lmin(t) = \exp(c_3 + c_4 \cdot \ln(Ymin(t)) + c_5 \cdot \ln(Fmin(t)))$$

где  $Lmin$  — численность занятых в добывающих производствах, тыс. человек,  $Ymin$  — ВДС в добывающих производствах, млрд руб.,  $c_3 = 5.465$  (6.063),  $c_4 = 0.115$  (0.777),  $c_5 = 0.079$  (2.757),  $R^2adj = 0.87$ ,  $F = 34.3$ ;

5.3. Численность занятых в обрабатывающих производствах:

$$Lman(t) = \exp((1/(1 - c_6)) \cdot (\ln(Yman(t)) - c_7 - c_6 \cdot \ln(Fman(t))))$$

где  $Lman$  — численность занятых в обрабатывающих производствах, тыс. человек,  $Yman$  — ВДС в обрабатывающих производствах, млрд руб.,  $c_6 = 0.390$  (8.673),  $c_7 = -0.902$  (-34.468),  $R^2adj = 0.95$ ,  $F = 143.6$ ;

5.4. Численность занятых в производстве и распределении электроэнергии, газа, воды:

$$Ldistr(t) = \exp(c_8 + c_9 \cdot \ln(Ydistr(t)) + c_{10} \cdot \ln(Fdistr(t)))$$

где  $Ldistr$  — численность занятых в производстве и распределении электроэнергии, газа, воды, тыс. человек,  $Ydistr$  — ВДС в производстве и распределении электроэнергии, газа, воды, млрд руб.,  $c_8 = 10.807$  (16.932),  $c_9 = -0.220$  (-2.465),  $c_{10} = -0.187$  (-11.669),  $R^2adj = 0.93$ ,  $F = 68.1$ .

5.5. Численность занятых в строительстве:

$$Lcon(t) = \exp(c_{11} + c_{12} \cdot \ln(Fcon(t)) + c_{13} \cdot D)$$

где  $Lcon$  — численность занятых в строительстве, тыс. человек,  $D$  — фиктивная переменная, равная 1 для 2020 г.,  $c_{11} = 7.613$  (18.414),  $c_{12} = 0.086$  (2.768),  $c_{13} = -0.046$  (-3.908),  $R^2adj = 0.59$ ,  $F = 8.3$ .

5.6. Численность занятых в торговле:

$$Lret(t) = c_{14} + c_{15} \cdot Lret(t-1) + c_{16} \cdot Y(t-1)$$

где  $Lret$  — численность занятых в торговле, тыс. человек,  $c_{14} = 4286.67$  (2.13),  $c_{15} = 0.84$  (3.71),  $c_{16} = -0.09$  (-1.04),  $R^2adj = 0.65$ ,  $F = 10.8$

5.7. Численность занятых в секторе гостиничного обслуживания и общественного питания:

$$Lhot(t) = c_{17} + c_{18} \cdot [Fhot(t-1)/Lhot(t-1)]$$

где  $Lhot$  — численность занятых в секторе гостиничного обслуживания и общественного питания, тыс. человек,  $c_{17} = 1120.310$  (4.912),  $c_{18} = 3.053$  (2.136),  $R^2adj = 0.37$ ,  $F = 4.56$ ;

5.8. Численность занятых в транспорте и связи (сумма разделов «Транспортировка и хранение» (H) и «Деятельность в области информации и связи» (J)):

$$Ltransp(t) = \exp(c_{19} + c_{20} \cdot \ln(Ytransp(t)) + c_{21} \cdot \ln(Ftransp(t)))$$

где  $Ltransp$  — численность занятых в транспорте и связи (сумма разделов «Транспортировка и хранение» (H) и «Деятельность в области информации и

связи» (J)), тыс. человек,  $Y_{trans}$  — ВДС в транспорте и связи, млрд руб.,  $c_{19} = 3.754$  (5.232),  $c_{20} = 0.223$  (1.596),  $c_{21} = 0.206$  (3.100),  $R^2_{adj} = 0.83$ ,  $F = 24.92$ ;

$$L_{trans} = c_{22} \cdot L_{trans},$$

$$L_{ict} = (1 - c_{22}) \cdot L_{trans},$$

где  $c_{22} = 0.22$  эмпирически оцененный коэффициент, доля занятых в отрасли «Транспортировка и хранение»,  $L_{trans}$  — численность занятых в отрасли «Транспортировка и хранение» (H),  $L_{ict}$  — численность занятых в отрасли «Деятельность в области информации и связи» (J);

5.9. Численность занятых в отраслях сферы услуг, включающих финансовую деятельность, деятельность в области недвижимого имущества и страховую, профессиональную и научно-техническую, административную, образование, здравоохранение, деятельность в области культуры и спорта, а также сферу государственного управления и социального обеспечения (разделы К – R по ОКВЭД):

$$L_s = L - (L_{agr} + L_{min} + L_{man} + L_{distr} + L_{con} + L_{ret} + L_{hot} + L_{trans} + L_{ict})$$

$$L_{fin} = c_{23} \cdot L_s;$$

$$L_{gov} = c_{24} \cdot L_s,$$

$$L_{edu} = c_{25} \cdot L_s;$$

$$L_{health} = c_{26} \cdot L_s;$$

$$L_{ins} = c_{28} \cdot L_s;$$

$$L_{st} = c_{29} \cdot L_s;$$

$$L_{adm} = c_{30} \cdot L_s;$$

$$L_{other} = c_{31} \cdot L_s,$$

где  $L_{fin}$  — численность занятых в финансовой деятельности, тыс. человек,  $L_{gov}$  — численность занятых в секторе государственного управления и социального обеспечения, тыс. человек,  $L_{edu}$  — численность занятых в сфере образования, тыс. человек,  $L_{health}$  — численность занятых в сфере здравоохранения, тыс. человек;  $L_{ins}$  — численность занятых в сфере недвижимости и страхования, тыс. человек;  $L_{st}$  — численность занятых в профессиональной деятельности, включая научно-техническую, тыс. человек;  $L_{adm}$  — численность занятых в административной деятельности, тыс. человек;  $L_{other}$  — численность занятых в области культуры и прочих услугах, тыс. человек; коэффициенты  $c_{23} - c_{31}$  получены эмпирически усреднением на основе структуры численности занятых по видам экономической деятельности.

## **THE MODEL FOR ANALYSIS OF STEM PERSONNEL AND CRAFT WORKERS DEMAND CONSIDERING DIFFERENT MACROECONOMIC SCENARIOS**

**Kochetkova E.V.**

*The paper introduces the model for scenario analysis and forecasting of the labour demand for the variety of economic sectors and aggregated occupations, including professional and associate professionals in engineering and technical occupations, ICT specialists as far as trade workers and plant operators. Perspectives for using the model analysis of demand for these professional groups concerning different macroeconomic scenarios were further demonstrated.*